

Uitgepakt/Unboxed

Uitgepakt/Unboxed

Instrumenten voor wetenschap en techniek in Centre Céramique
Instruments for science and technology in Centre Céramique

KARIN BIJSTERVELD (RED./ED.)

Ter herinnering aan Tom Dierichs

(1938-2020)

Toegewijd curator van de collectie wetenschappelijke instrumenten
van Centre Céramique, Maastricht

In memory of Tom Dierichs

(1938-2020)

Dedicated curator of the Centre Céramique Scientific Instruments
Collection, Maastricht



Hilversum
Verloren
2021

Inhoud/Contents

Afbeelding op het omslag: Telegraaf/Telegraph (Morse type, Lewert, Berlin).
Centre Céramique Maastricht, Collectie instrumenten/Instrument Collection,
IC 3386 (met dank aan/Credit Eric Bleize).

ISBN 9789087049423

Alle foto's/all photos: Met dank aan/credit Eric Bleize.

© 2021 Alle auteurs/all authors
Uitgeverij Verloren
Torenlaan 25, 1211 JA Hilversum
www.verloren.nl

Omslagontwerp en opmaak: Rombus/Patricia Harsevoort, Hilversum
Druk: Wilco, Amersfoort

Karin Bijsterveld	Introductie/Introduction	7
	Je huis houden: verzorgen, verwarmen en beschermen	15
	Good Housekeeping: Supplying and Protecting your Home	
Ragna Zeiss	Watermeter/Water Meter	16
Geert Somsen	Gasmeter/Gas Meter	20
Anique Hommels	Model brandspuit/ Model Fire Engine	24
	Iets te zeggen: communiceren op afstand	29
	Something to Say: Communicating across Distance	
Darryl Cressman	Elektrische telegraaf en seinsleutel Electric Telegraph and Key	30
Thomas Frissen	Telefoon/Telephone	34
Dirk van de Leemput	Super 8 Filmprojector/ Super 8 Film Projector	38
Karin Bijsterveld	Sirene/Siren	42
	Altijd praktisch: gereedschap bij de hand hebben	47
	For All Practical Purposes: Having Tools at Hand	
Katleen Gabriels	Sleutel/Key	48
Peter Peters	Handboor/Hand Drill	52
Denise Petzold	Draagbaar gasfornuisje Portable Gas Stove	56
Ties van de Werff	Sigarettenaansteker/ Cigarette Lighter	60
	Knetteren van energie: electriciteit genereren	65
	Energetic and Sparkling: Creating Electricity	
Harro van Lente	Ruhmkorff's vonk-inductor/ Coil of Ruhmkorff	66
Kenneth Bertrams	Dynamo/Dynamo	70
Sally Wyatt	Stekkers/Electric Plugs	74

Inleiding

Karin Bijsterveld

	Nu snap ik het: licht maken en begrijpen	79
	I See: Making and Understanding Light	
	Lea Beiermann & Raf De Bont Lenzen/Lenses	80
	Joseph Wachelder Camera Lucida/Camera Lucida	84
	Zahar Koretsky Gloeilamp/Filament Light Bulb	88
	Weke delen, harde botten: luisteren naar en kijken in het lichaam	93
	Weak Parts, Hard Bones: Listening to and Imagining the Body	
	Anna Harris & Jens Lachmund Stethoscoop/Stethoscope	94
	Bernike Pasveer Röntgenfoto “De hand van Bertha”/ X-Ray Image “Bertha’s Hand”	98
	Annemieke Klijn Röntgenfoto van een “platvisch”/ X-ray Image of a “Flatfish”	102
6	De kunst van het verwonderen: de natuur volgen en veranderen	107
	Art and Wonder: Transforming and Tracing Nature	
	Cyrus Mody Nevelkamer/Cloud Chamber	108
	Joeri Bruyninckx Chladni platen/Chladni Plates	112
	Veerle Spronck Heliostaat/Heliostat	118
	Geraadpleegde bronnen en literatuur	122

Iets vinden wat je niet zoekt: het is een van de leukste dingen die kunnen gebeuren in een bibliotheek. Het overkwam mij zo'n twee jaar geleden tijdens een online bezoek aan Centre Céramique, de openbare bibliotheek van Maastricht. Wat ik er onverwacht aantrof, was alleen géén boek. Het was een lijst – een lange lijst met oude wetenschappelijke instrumenten, technische apparaten en gereedschappen in het bezit van de bibliotheek. Er zaten, zo viel te zien op kleine foto's, schitterende historische laboratorium-instrumenten tussen, maar ook alledaagse beitels en boren, stekkers en metertjes. Wat een merkwaardige verzameling!

Ik had die spullen nog nooit in Centre Céramique gezien. Waar stonden ze dan? Hoe kwam de bibliotheek eraan? Wie had ze bewaard? En waarom wisten wij – leden van een groep onderzoekers gespecialiseerd in wetenschap, techniek en samenleving aan de Faculteit Cultuur- en Maatschappijwetenschappen van de Universiteit Maastricht – niets van het bestaan van deze collectie? Het onderzoeksprogramma van de groep, in het Engels bekend als Maastricht University Science, Technology and Society Studies (MUSTS), was er geknipt voor.

De antwoorden op deze vragen kwamen pas veel later. De instrumenten, zo leerden we van Sjoerd Aarts, projectleider erfgoed binnen Centre Céramique en oud-student aan onze faculteit, kwamen van de Nutsbedrijven Maastricht, uit practicumlokalen van middelbare scholen, van installateurs en particulieren. De apparaten lagen opgeslagen in een loods, zorgvuldig opgeknapt en beheerd door liefhebbers als Tom Dierichs, een voormalig medewerker van de Nutsbedrijven.

Terug naar het moment waarop ik de lijst aantrof. Ik was zo aange-naam verrast dat ik de onderliggende link kopieerde en in een mailtje aan mijzelf stuurde: “Collectie wetenschappelijke instrumenten Centre Céramique: iets mee doen.” Zo'n mailtje wordt dan een regel op een lange lijst op mijn computer: onderzoeksideetjes voor later. Zo belandde een lijst op een lijst, even geduldig wachtend als de collectie zelf.

Totdat, in maart 2020, de Covid 19-pandemie ons dwong anders te gaan werken. We wisselden van onderwijs in lokalen naar online omgevingen. Sprekers uit binnen- en buitenland konden niet meer naar Maastricht reizen. Het improviseren kostte iedereen zoveel energie dat de MUSTS-onderzoeksbijeenkomsten er even bij inschoten. Maar al in mei realiseerde ik me als organisator van die bijeenkomsten dat het geen

goed idee was het zo te laten. De onderzoekers konden zich prima red-
den, maar we misten het samenwerken en het bespreken van ons werk.

Toen schoot me de collectie weer te binnen en stooft er een email naar
Centre Céramique. Was het een idee om de MUSTS-onderzoekers een
paar van de instrumenten te laten adopteren en wat langere beschrij-
vingen van de objecten te laten maken? Sjoerd bleek net bezig met de
herinrichting van Centre Céramique, op dat moment in verbouwing. Hij
zag al snel een tentoonstelling van de instrumenten voor zich, tussen de
boeken over wetenschap en techniek, met een digitaal display ernaast
waarop we de verhalen van onze onderzoekers zouden presenteren. We
droomden van een bijeenkomst op de faculteit waarin de onderzoekers
met hun adoptie-instrument konden kennismaken; het konden optillen,
bekijken en uitproberen. Ik hoopte dat we de stukjes met elkaar konden
bespreken in onze online bijeenkomsten.

8 De onderzoekers bleken er gemakkelijk voor te porren. Ze kozen met
groot enthousiasme drieëntwintig objecten uit. Wat hun belangstelling
wekte en hoe ze erover schreven – dat was typisch MUSTS. Ze gingen
niet alleen voor de meest imponerende natuurwetenschappelijke instru-
menten, maar ook voor doodgewone apparaten. Niet alleen de objecten
waar ze veel van af wisten, maar ook dingen die ze niet kenden. Onder die
onderzoekers zijn niet alleen historici, maar ook filosofen, antropologen
en sociologen, soms met een achtergrond in de natuurwetenschappen.
Ze werken gewoonlijk interdisciplinair, als historici die filosofisch denken,
filosofen die willen weten waar iets vandaan komt, antropologen die niet
alleen naar verre landen gaan maar ook dichtbij het ongewone zien en so-
ciologen die de techniek uiteenrafelen en tegelijkertijd de maatschappelij-
ke omgeving waarin het functioneert.

In dit boekje hebben we de instrumenten gegroepeerd naar vertrouw-
de categorieën: huis-, tuin- en keukenapparaten, medische instrumenten,
media en communicatie-apparatuur en natuurkundige instrumenten
voor het genereren en onderzoeken van elektriciteit, licht en andere fe-
nomenen. Maar wie de bijdragen leest, zal het opvallen dat dwars door
die categorieën bepaalde thema's opmerkelijk vaak voorkomen, thema's
die belangrijk zijn in ons vakgebied 'wetenschaps- en techniekstudies'.
Bij voorbeeld dat we niet moeten aannemen dat apparaten als vanzelf
'werken', maar dat ze in een bepaalde tijd en situatie werkend moeten
worden gemaakt. 'Opening the black box' van wetenschap en techniek
noemen we dat: de zwarte doos moet open, maar als wij erin kijken wil-
len we ook graag de draden laten zien die de doos met de samenleving
verbinden.

Welke draden dan? Dat een arts die voor het eerst met een stetho-
scoop luistert nog niets hoort. Dat op een röntgenfoto niet zomaar iets

te zien is. Want eerst moet dat wat er gezien of gehoord wordt, vergele-
ken worden met wat iedereen al denkt te weten. Dat die onnozele stek-
ker het niet doet als het stopcontact er niet bij past, en dat we daar als
samenleving dus standaarden en netwerken voor ontwikkelen. Dat de
'slimme' apparaten van vandaag in bepaalde opzichten 'dom' kunnen
zijn. Dat risico's niet zo maar worden gezien, alsof ze er altijd al waren,
maar worden opgebouwd in een samenleving die bepaalde zaken gevaar-
lijk acht en andere niet. Dat techniek invloed heeft, maar vaak net even
anders dan we verwachten: zo zit de techniek van de telefoon in de geba-
ren die we voor bellen gebruiken. Dat de betekenis van instrumenten to-
taal kan veranderen: wat ooit een wetenschappelijk instrument was, is nu
een muziekinstrument. Dat iemand een natuurverschijnsel wil doen her-
leven, maar iets ontwikkelt dat een laboratorium-instrument wordt. Dat
een magische truc iets nuttigs kan worden. Dat moderne samenlevingen
het hoogstbelangrijk vinden te weten wie iets 'voor het eerst' heeft uitge-
vonden, maar dat dit vaak omstreden is. Dat een ouderwets apparaat een
nieuw leven kan krijgen in de kunsten of in de wereld van de verzamelaars
– verzamelaars die op hun beurt vaak belangrijke informanten voor ons
als onderzoekers worden. Dat we niet alleen een meter voor ons verbruik
van water of gas nodig hebben, maar ook afspraken over wat we meten
en over waar dat meten nou eigenlijk goed voor is. Dat hooggespeciali-
seerde techniek niet betekent dat handvaardigheid er niet meer toe doet.

Terwijl de gebouwen van de universiteit langzaam in slaap vielen, pak-
te Sjoerd in een opslagruimte in Maastricht dozen met spullen in om tij-
delijk naar de faculteit te verhuizen. Tijdens de kennismaking met onze
instrumenten, vlak voor de nieuwe lockdown in december, pakten we
de objecten met handschoentjes aan, op anderhalve meter van elkaar,
met een beperkt aantal mensen per tijdslot. Eric Bleize, normaal gespro-
ken onze facultaire roostermaker, maakte prachtige foto-portretten van
de instrumenten. Sjoerd gaf uitleg. Joeri Bruyninckx hielp met de orga-
nisatie van de online bijeenkomsten die volgden. We bedanken hen, de
faculteit die het boekje financierde, Ton Brouwers die de Engelstalige tek-
sten corrigeerde, Rein de Wilde die de inleiding becommentarieerde en
Thys Verloren van Themaat, de uitgever die in een oogwenk besloot dat
het project een boekje waard was.

Nog even terug naar de kennismakingsmiddag met de instrumen-
ten. Als de onderzoekers nog onbeantwoorde vragen hadden over de her-
komst van de apparaten, zo dachten we in de weken voorafgaand aan het
evenement, zouden we die achteraf aan Tom Dierichs voorleggen. Maar
hij overleed volkomen onverwacht, een paar dagen voor die bijzondere
middag. We hadden nog altijd niet genoeg van de coronacrisis geleerd.
Wacht niet, stel je vragen als het kan, je weet nooit wat er gaat gebeuren.

Introduction

Karin Bijsterveld

(translation Ton Brouwers)

We hebben iets uitgepakt: oude instrumenten staan in een nieuw ingerichte openbare bibliotheek. We laten zien hoe ze werden gebruikt en 'openen hun zwarte doos'. We hopen dat mensen er toevallig tegenaan lopen en er even bij stilstaan, dat ze vinden wat ze niet zochten, in de tentoonstelling of in wat hieronder te lezen is. Onze korte essays verwijzen vaak letterlijk naar de tentoonstellingsobjecten, maar die staan ook op de foto's die we hieronder hebben opgenomen. We hadden de verzameling ook graag uitgepakt voor de man die er zo goed voor heeft gezorgd. Aan hem dragen we dit boekje op.

Finding things that you are not looking for: this is one of the best things that can happen to you in a library. It happened to me some two years ago during an online visit of Centre Céramique, the central public library of Maastricht. Rather than discovering an unknown book, I found a list – a long list of obsolete scientific instruments and technical devices in the library's collections. As I could see on small photographs, the list included wonderful historical laboratory instruments, but also ordinary chisels and drills, plugs and measuring devices. What an odd collection!

I had never seen these objects in Centre Céramique. Where could I find them? How did the library get them? Who took care of them? And why did we, as researchers specialized in science, technology and society at the Faculty of Arts and Social Sciences of Maastricht University, not know of the existence of this collection? Our group's research programme – named Maastricht University Science, Technology and Society Studies (MUSTS) – was in fact cut out for studying such a collection.

The various instruments, so I later learned from Sjoerd Aarts, Centre Céramique's project leader for heritage and a former student of us, came from the local utilities company (Nutsbedrijven Maastricht), from high school labs, from fitters and private donors. The tools and devices were stored in some warehouse, carefully fixed and taken care of by committed enthusiasts such as Tom Dierichs, a former employee of Nutsbedrijven.

When I first saw the list during my online library visit, I was pleasantly surprised and I copied the link in an email which I sent to my own address: "Collection scientific instruments Centre Céramique: do something with it." This email in fact became part of a long list on my computer: research ideas to be explored at one point. In this way the library list ended up on my own list, patiently waiting in the shadow, much like the collection itself.

Until one day, in March 2020, the Covid-19 pandemic forced us to start organizing our work differently. Classroom teaching was relocated to online environments. Guest lecturers from elsewhere could no longer travel to Maastricht. The unplanned efforts took so much energy from all involved that our regular MUSTS research meetings were temporarily discontinued. I was in charge of organizing those meetings, and by May I realized that this situation should not last for too long. If most of us managed to sustain our individual research efforts, we missed our collaboration and discussions of each other's work.

At that point I remembered the collection again and I swiftly sent an email to Centre Céramique. Was it perhaps an interesting idea to have each of our MUSTS researchers 'adopt' one of the instruments and describe it in a short essay? Sjoerd was working on the re-arrangement Centre Céramique, which was renovated in part at the time. Quite soon he envisioned an exhibition featuring the tools and instruments, in between the library's stacks devoted to science and technology, and including a digital display presenting our researchers' essays. We began to conceive a MUSTS meeting at which our researchers could familiarize themselves with their adopted instrument – touch it, look at it and try it out. After which we would all write our essay and discuss it with each other in our online meetings.

It did not take much persuading to gain our researchers' attention. With great enthusiasm many of us selected one tool or device from the library's collection, resulting in a total of twenty-three objects. My fellow-researchers showed themselves to be perfect MUSTS members in how they approached and wrote about their object. They selected a most impressive scientific instrument or an ordinary tool – an object they knew a lot about or one they had never seen before. If our team of researchers includes historians, philosophers, anthropologists and sociologists (at times with a background in the natural sciences), they will commonly adopt an interdisciplinary perspective. The historians will approach things philosophically, the philosophers want to know about an object's history, the anthropologists do not just travel to faraway countries but also study the unfamiliar close to home, and the sociologists will unravel a technology as well as the social environment of its usage.

In this book we grouped the tools and instruments based on familiar categories: utilities; home, garden and kitchen appliances; medical instruments; media and communication devices; and physicists' instruments for generating and studying electricity, light and other phenomena. It is hardly a coincidence that certain themes occur quite often, for they are relevant in particular to our field of science and technology studies. One theme, for example, is that we should never assume devices to 'function properly' because in most cases they need to be 'made' to function properly, depending on their context and stage of development. We refer to this as opening the black box of science and technology: the black box has to be opened, but as soon as we do so and look inside of it, we also want to investigate and understand the wiring that links the box to our world.

What are kinds of wiring to be encountered here? That a physician who uses a stethoscope for the first time will not hear anything or that a radiologist will not immediately see relevant things on an X-ray photograph, because they first need to compare what they see or hear with the

knowledge available already. That a simple plug will not work if the socket does not fit, and that therefore we develop standards and networks. That today's 'smart' devices can be 'stupid' in certain respects. That particular risks, rather than being natural phenomena, are actually created by a society which singles out particular dangers while ignoring others. That technology wields influence, if often in ways slightly different from what is expected; part of telephone technology, for instance, is also our arm gesture when being on the phone. That the meaning of instruments may change drastically: what once was a scientific instrument may today serve as a musical instrument. That someone aims at replicating a mysterious atmospheric effect, but develops something that turns into a new lab instrument. That a magic trick can prove to be useful in a particular context. That modern societies find it highly important to know who was the first to discover something, but that often this is a contested issue, if not impossible to establish. That an outdated device can have a new life in the arts or in the world of collectors, who in their turn may serve as important informants for us as researchers. That we need not only a meter to measure our usage of water or natural gas, but also agreements on what is measured and why that is relevant. That state-of-the-art technology does not reduce the value of manual skill.

In the fall of last year, when university life was slowly grinding to a halt on account of the pandemic, Sjoerd packed boxes with tools and devices to be moved temporarily from a local depository to our faculty's building. When we first met to look at their contents, right before the new lockdown in December, we handled the objects wearing gloves, six feet apart from each other and with a limited number of people per timeslot. Eric Bleize, who commonly draws up our faculty's schedule of classes, made beautiful photographic portraits of the instruments. Sjoerd provided explanations. And Joeri Bruyninckx provided support in organizing the online meetings that followed. I would like to express my gratitude to them, as well as to the faculty who funded this publication, to Ton Brouwers who corrected the English texts, to Rein de Wilde who commented on a draft of this introduction, and to Thys Verloren van Themaat who instantly decided that this project deserved to be shared with a wider audience.

Let me return briefly to the afternoon when we first unpacked the boxes. If as researchers we would have questions about the origin of some tool or device, so we reasoned in the weeks leading up that afternoon, we could direct them to Tom Dierichs. A few days before our scheduled afternoon, however, Tom passed away, completely unexpectedly. Sadly, there was yet another lesson to be learned from the pandemic: do not wait, never postpone asking your questions, for you never know what will happen tomorrow.

In the meantime, we have managed to unpack the boxes: the tools, devices and scientific instruments we selected are now on display in the newly designed public library. The exhibition shows how these various items from the collection were used in the past, and unpacks the 'black box' of each of them. We hope that library visitors who run into them will stop and pause for a moment. Perhaps they will find something they were not looking for, in the exhibition, or in the essays below that often literally refer to the exhibition objects, which are in turn portrayed on photos we included here. Our book is dedicated to the memory of the man who took such good care of the collection.

JE HUIS HOUDEN: VERZORGEN, VERWARMEN EN BESCHERMEN

GOOD HOUSEKEEPING: SUPPLYING AND PROTECTING YOUR HOME

Watermeter

Ragna Zeiss

Eén keer per jaar De meesten van ons zoeken hem maar één keer per jaar op. We vinden hem op een plaats waar we niet zo vaak komen: in de meterkast, onder een luik bij de voordeur, in de kelder. Jaarlijks vraagt het drinkwaterbedrijf ons om de watermeter af te lezen. In de brief of email staan instructies over welke cijfers we moeten doorgeven. Deze cijfers geven aan hoeveel water we dat jaar hebben verbruikt. Voordat er een leidingnet bestond, verwees 'watermeter' naar een persoon die verantwoordelijk was voor het meten van de waterinhoud in vaten en kannen.

Hoe werkt een watermeter? Alle watermeters meten het water dat het huis binnenkomt. In de watermeter zit een vleugeltje dat wordt aangedreven door het water. Het vleugeltje grijpt in een tandrad dat vastzit aan het telwerk. Het telwerk geeft aan hoeveel water is verbruikt. In latere watermeters werkt het mechaniek iets anders, maar het principe is grotendeels hetzelfde. Watermeters zijn onderdeel van een groter netwerk van pijpleidingen, waterbedrijven, gemeenten, en administratieve systemen. Huishoudens hebben niet langer een waterabonnement, maar betalen voor het precieze verbruik. Tot midden jaren '50 werd tenminste tien maal per jaar de meter opgenomen en de nota geïncasseerd. Gebrek aan personeel, meer budget per huishouden en de introductie van de computer zorgden ervoor dat de watermeter nog maar eenmaal per jaar afgelezen wordt.

Water Meter

Ragna Zeiss

Once a year Many of us note it only once a year. It is located in places where we don't often come: in the fuse box, under a hatch near the front door, in the meter well in the garden, or in the basement. Most of the time it is invisible. Once a year the water utility asks us to read the meter. It provides instructions on which numbers we should communicate. These numbers indicate the amount of water we used that year. Before a water supply network was in place, 'water meter' referred to a person responsible for measuring the water content of casks and cans.

How does it (net)work? All household water meters measure the flow of water entering the house. Mechanical meters have a device (impeller) that rotates when water flows through it. Many have a cogwheel set in motion by the rotation. This turns the counter, which indicates how much water has been used. Water meters cannot work in isolation; they are part of a larger network of households, water utilities, municipalities, pipelines transporting water to individual households, and administrative systems. Households are no longer taxed for water use based on household composition, but pay for the water used. Until the mid-1950s, the water utilities read the water meters at the individual households at least ten times a year when payment was also due. Factors such as lack of personnel, households having more to spend and the introduction of the computer decreased the reading of the meter to once a year.

16

17



Watermeter/Water Meter (Van Marcke, Kortrijk), Centre Céramique Maastricht, Collectie Instrumenten/Instrument Collection, IC1304 (Met dank aan/Credit Eric Bleize).



Introductie van de watermeter De periode waarin en de redenen waarvoor de watermeter werd in gevoerd, verschilden per Nederlandse gemeente. In Maastricht werden watermeters verplicht in januari 1944 vanwege water-verspilling en waterschaarste. Rond 1950 waren de meeste huizen in Maastricht voorzien van watermeters. 54 jaar na de Maastrichtse verordening, in februari 1998, besloot Amsterdam alle huizen te voorzien van watermeters. De redenen voor de late invoering van de watermeter in Amsterdam waren de relatief hoge waterconsumptie in een tijd waarin waterbesparing een maatschappelijk en milieuvraagstuk was geworden. Het milieu stond nog niet op de politieke agenda in Maastricht tijdens de Tweede Wereldoorlog.

Watermeters betwist Hoewel we watermeters vaak als vanzelfsprekend beschouwen, zijn ze onderhevig aan discussie. De Vlaamse overheid wil dat ieder huishouden in 2030 een digitale (slimme) watermeter heeft. Deze watermeters kunnen worden afgelezen op afstand, zouden lekken sneller kunnen detecteren en waterbedrijven zouden beter kunnen voorspellen waar welke hoeveelheden water zullen worden gebruikt. Tegenstanders maken zich zorgen om de privacy van mensen, de mogelijkheden van verschillende watertarieven (bijvoorbeeld tijdens droge zomers), en de consequenties voor de waterrekeningen. Ook in andere periodes werden het nut en de consequenties van watermeters betwist. In de vroege 20^e eeuw werd het in Nederland als onacceptabel beschouwd om watergebruik te beperken door middel van een kostenplaatje; het zou de bevolking beroven van de sanitaire hygiëne waarvoor zo hard was gestreden. In 1929 verwierp de gemeente Maastricht daarom een voorstel voor de introductie van het watermetertarief en werd de watermeter niet verplicht.

Betalen voor wat vanzelfsprekend is? Watermeters zijn het grootste deel van de tijd verborgen en vanzelfsprekend. Toch zijn ze, zeker in sommige plaatsen, pas recent deel van de huishoudinfrastructuur. Het gebruik van watermeters werd mogelijk met de ontwikkeling van een waterdistributiesysteem. Watermeters zijn onderdeel van een groter netwerk en van een context met specifieke waarden waarover veel discussie is: Moet er voor water, zo essentieel om te kunnen leven, betaald worden? Moeten waterbedrijven kunnen weten wie hoeveel water verbruikt en moeten zij waterverbruik kunnen beperken tijdens warme zomers?

Water meter introduction The timing of and reasons for the introduction of water meters differed substantially between cities in the Netherlands. In Maastricht, water wastage and scarcity were reasons to make water meters obligatory in January 1944. Around 1950 most houses had water meters. 54 years after the Maastricht regulation, in February 1998, Amsterdam decided to equip all houses with water meters. In Amsterdam the water consumption was relatively high and water savings had become a social issue due to environmental reasons which were not on the political agenda in Maastricht during the Second World War.

Political contestation Water meters are subject to political contestation. The Flemish government plans to equip all households with a digital (smart) water meter by 2030. Proponents claim that the meters can be read from a distance, leaks can be detected faster, and water utilities can predict better where how much water will be used. Opponents are concerned about privacy, the possibility of variable water rates (for example during dry summers), and the impact on water bills. Contestation of the water meter is not new. In the early 20th century a financial limitation on water consumption was seen as unacceptable in the Netherlands as it would deprive the population of sanitary living conditions. For this reason, a proposal for the introduction of a water meter rate was rejected in Maastricht in 1929.

Paying for the taken-for-granted? Water meters are mostly invisible, taken for granted and not given a lot of thought. At the same time, they are a relatively recent part of household infrastructures. The use of water meters became possible with the development of a water distribution system. Water meters are part of a network and set of meanings, which are also contested: should something so basic for life be paid for? Should water utilities know who uses how much water and be able to restrict water use during dry summers?

Gasmeter

Geert Somsen

De meterstanden Veel mensen kennen de gasmeter uit hun eigen huis. Hij dient om het gasgebruik van een huishouden te bepalen. Tegenwoordig geven ‘slimme meters’ die cijfers elektronisch door aan het leveringsbedrijf. Maar wie dit type in de kast heeft hangen, moet jaarlijks zelf de stand aflezen. Nog niet zo lang geleden kwam daarvoor zelfs een speciale beambte over de vloer: de meteropnemer.

Bij warm en koud weer De gasmeter meet het volume gas, in kubieke meters. Dit is echter niet helemaal de juiste indicatie. Wij willen immers betalen voor de hoeveelheid aardgas die we hebben ontvangen en die hangt ook af van de temperatuur. Bij warmer weer zet het gas uit en dan bevat één kuub minder gasmoleculen dan bij koud weer. En om die moleculen gaat het – *die* laten de kachel branden. Iets soortgelijks geldt voor de druk: als er minder druk op de leiding staat, komen er minder moleculen per kubieke meter gas naar binnen.

Gas voor je geld De huisgasmeter corrigeert zulke fluctuaties met een drukregelaar die de druk binnen het apparaat steeds min of meer naar een standaardniveau brengt. Maar op grotere schaal komt er meer bij kijken. Nederland exporteert jaarlijks tientallen miljarden kubieke meter aardgas, en de afnemers daarvan willen geen cent te veel betalen. Daarom moet bepaald worden hoeveel moleculen daar nu eigenlijk in zitten: hoeveel aardgas krijgt de klant voor z’n kuub?

Gas Meter

Geert Somsen

Meter readings Many people know the gas meter from their home. The instrument serves to determine a household’s gas consumption. These days ‘smart meters’ report these figures to the gas company electronically. But if you have this type of meter on your wall, you need to read it yourself. Not so long ago a special officer would come to your door for this task every year: the gasman.

In warm and cold weather The gas meter measures gas volumes, in cubic meters. But this is not exactly the right indication. What we want to pay for is the amount of natural gas that we have received, and that amount also depends on the temperature. In warm weather, gas expands, and one cubic meter will contain fewer molecules than on cold days. And these molecules are what counts – they make the stove burn. The same holds for the gas pressure: when it is lower, fewer molecules come through the pipes.

Gas for your buck Home gas meters correct such fluctuations by an extra contraption that keeps the pressure at more or less the same level. But with larger amounts things also get more complicated. The Netherlands exports billions of cubic meters of natural gas per year, and its buyers don’t want to pay too much. The number of molecules in this volume has to be determined: how much gas are they getting for their buck?

20

21



Gasmeter/Gas Meter
(Ermaf, Rotterdam,
1969), Centre Céramique Maastricht,
Collectie Instrumenten/Instrument Collection, IC1188 (Met dank aan/Credit Eric Bleize).



Gaswetenschap Hier komt de wetenschap om de hoek kijken. Elke natuur- en scheikundestudent kent immers de Algemene Gaswet: $pV = nRT$. Hiermee kun je *uitrekenen* hoeveel gas een bepaald volume bij een bepaalde temperatuur en druk bevat. Een scholier kan de was doen. Maar helaas... die wet klopt niet helemaal. Hij geldt alleen voor ideale gassen en die komen in de echte wereld niet voor. En dus maken chemici correcties op de formules, die daarmee ingewikkelder wordt, maar wel preciezer.

Wereldhandel en geopolitiek De Internationale Unie voor Zuivere en Toegepaste Chemie heeft een speciale commissie die de aanpassingen van de ideale gaswet vaststelt. Dat lijkt hogere wetenschap maar er hangt een hoop vanaf. De wereldhandel in aardgas is immers enorm. Er gaan honderden miljarden in om en iedere kleine correctie tikt flink aan. Bovendien staan er machtsverhoudingen op het spel. De nieuwe “Nord Stream”-pijpleiding maakt bijvoorbeeld Duitsland afhankelijk van Russisch gas, tot woede van de NAVO-bondgenoten. Tegen deze achtergrond moeten de chemici hun werk doen. Wetenschap lijkt een academische bezigheid maar speelt een hoofdrol in wereldhandel en geopolitiek. Denk daar nog eens aan als je je gasmeter weer afleest.

Gas science This is where science helps out. Every physics and chemistry student knows the universal gas law: $pV = nRT$. This allows one to *calculate* how much gas a certain volume contains at a certain temperature and pressure – a school kid can do it! But alas ... the law doesn't hold. It is only valid for ideal gases and these don't exist in the real world. And so chemists need to tweak the equation, which ends up becoming more complicated but also more accurate.

World trade and geopolitics The International Union for Pure and Applied Chemistry has a special committee to determine the adaptations to the universal gas law. If this may sound like High Science, the committee's work has a lot of mundane effects. World trade in natural gas reaches enormous volumes, involving hundreds of billions of dollars, and so every minor correction makes a huge difference. Moreover, power politics are involved. For instance, the new “Nord Stream” pipeline makes Germany dependent on Russian gas, to the severe dismay of its fellow NATO members. It is against this backdrop that the chemists have to do their work. Science may seem to be an aloof pastime but it plays a major part in world trade and geopolitics. Remind yourself of that the next time when reading your meter again.

Model brandspuit

Anique Hommels

“Help! Brand!” Grote branden waarbij flinke delen van Nederlandse steden in de as werden gelegd, waren in het verleden niet ongewoon. Voor de 17^e eeuw werden branden geblust met leren emmers met water, bewaard op verschillende plekken in de stad. Ook werden houten ladders gebruikt. Soms moest een hele voorgevel van een woning omvergetrokken worden om bij de brandhaard te kunnen komen. Dit veranderde radicaal met de komst van de brandspuit.

24

De brandspuit De 17^e-eeuwse brandspuit bestaat uit twee zuigers en een soort hefboom die op en neer bewogen wordt om water aan te zuigen. Vervolgens wordt het water, door de opgebouwde druk, er met grote kracht uit gespoten. De brandspuit functioneerde aanvankelijk als een pomp in een bak met water. Later werd de pomp op een kar geplaatst die dan vervolgens naar de brand geduwd of met paarden getrokken moest worden. Hoewel dit nog steeds ingewikkeld klinkt, hielp de spuit de brandbestrijding flink vooruit. Het was bijvoorbeeld veel gemakkelijker om het water dichterbij de brandhaard te krijgen en de aanvoer van water verliep ook veel sneller dan bij de oude methodes.

Innovatie in techniek en organisatie Het instrument dat we hier zien is een lesmodel van een 17^e-eeuwse brandspuit, die werd gebruikt in het onder-

Model Fire Engine

Anique Hommels

“Help! Fire!” Big fires, burning large parts of Dutch cities to ashes, were not uncommon in the past. Before the 17th century, fires were extinguished using leather buckets, stored in various locations in the city. Wooden ladders were also used. Sometimes even a wall of a building had to be torn down, to get closer to the fire. This changed radically with the introduction of the fire pump.

25

The fire pump The 17th century fire pump consists of two pistons and a sort of lever that can be moved up and down to pump the water. With the help of pressure built up in the piston, a jet of water gets forced out with enormous power. Initially, the fire pump was placed in a big container of water. Later, the pump was carried on a barrow and pushed towards the fire, or pulled by horses. Although this still sounds rather complicated, the fire pump greatly enhanced the effectiveness of firefighting. It was, for instance, much easier to bring the water closer to the fire, and the water needed to extinguish the fire was delivered far more quickly than with earlier methods.

Innovation in technology and organization The instrument on display here is a model of the 17th century fire pump, used for educational purposes.



Model brandspuit/
Model Fire Engine
(Minimax), Centre
Céramique Maas-
tricht, Collectie
Instrumenten/
Instrument Collection,
IC1327 (Met dank aan/
Credit Eric Bleize)



wijs voor Maastrichtse HBS-studenten. Het model lijkt sterk op de brandspuit die ontwikkeld is door Jan van der Heijden (1637-1712). Van der Heijden was een Amsterdamse kunstenaar, uitvinder en zakenman. Hij wordt ook wel de “Da Vinci” van de lage landen genoemd. Van der Heijden maakte niet alleen technische aanpassingen aan de brandspuit zelf, hij verbeterde ook de manier waarop de brandbestrijding in het 17^e-eeuwse Amsterdam georganiseerd was.

“Brand meester!” Aan het eind van de 17^e eeuw zorgde van der Heijden ervoor dat er brandspuiten werden geplaatst in alle 60 wijken van Amsterdam. Ook stelde hij de regel in dat er een of twee keer per jaar geëfend moest worden met brandbestrijding. Hij introduceerde een nieuwe functie, die van “generaal-brandmeester”, om toezicht te houden op de brandbestrijding. Zelf was hij de eerste die deze titel droeg. Deze geschiedenis van de brandspuit laat zien dat hevige crises, zoals grote stadsbranden, aanleiding kunnen geven tot interessante en onverwachte vernieuwingen op technologisch en organisatorisch gebied.

This model is very similar to the fire pump as developed by Jan van der Heijden (1637-1712). Van der Heijden was a well-known artist, inventor and business man from Amsterdam. He is sometimes even referred to as the “Da Vinci” of the low countries. He did not only make technical adaptations to the fire pump itself, he also improved the organization of fire fighting in 17th century Amsterdam.

“The fire is now under control!” At the end of the 17th century, van der Heijden made sure that all 60 districts of Amsterdam had their own fire pump. Furthermore, he initiated a new rule stating that the skills of firefighting had to be actively trained at least once or twice per year. He also introduced a new position, that of “chief firefighter”, responsible for monitoring the practice of firefighting. He himself was the first person to carry this title. Thus, this history of the fire pump shows how big crises, such as large-scale urban fires, can bring about interesting and unexpected technological and organizational innovations.

**IETS TE ZEGGEN:
COMMUNICEREN OP AFSTAND**

**SOMETHING TO SAY:
COMMUNICATING ACROSS
DISTANCE**

Elektrische telegraaf en seinsleutel

Darryl Cressman (vertaling Peter Peters)

30

Heel gewoon Het rechtstreeks verzenden en ontvangen van berichten, zelfs over grote afstanden, is tegenwoordig heel gewoon. Maar zoals met alles wat voor ons alledaags is, was dat ooit anders. Vóór de komst van de elektrische telegraaf communiceerde men over grote afstanden met bakenvuren, optische telegrafen (grote torens met 'armen' waarmee de letters van een bericht gespeld konden worden), postduiven of menselijke boodschappers, eerst te voet, te paard of per boot en vanaf de 19^e eeuw met de trein. Dat veranderde in 1844 toen de Amerikaan Samuel Morse het eerste bericht per elektrische telegraaf verstuurde tussen Washington en Baltimore (ongeveer 65 kilometer). De beperkingen van ruimte en tijd, die van oudsher hadden bepaald hoe mensen met elkaar konden communiceren, verdwenen hierna geleidelijk.

Morsecode De elektrische telegraaf werkt door met een seinsleutel elektrische stroompjes te activeren en die langs een draad naar een andere telegraaf te sturen die ze op de papieren tape vastlegt, zoals bij het hier getoonde model. Bij kleinere telegraaf toestellen worden de stroompjes als geluiden hoorbaar gemaakt. Door letters en cijfers te vertalen in een gestandaardiseerde Morsecode van punten (korte elektrische pulsen) en streepjes (lange elektrische pulsen) werd het mogelijk elektrisch te communiceren.

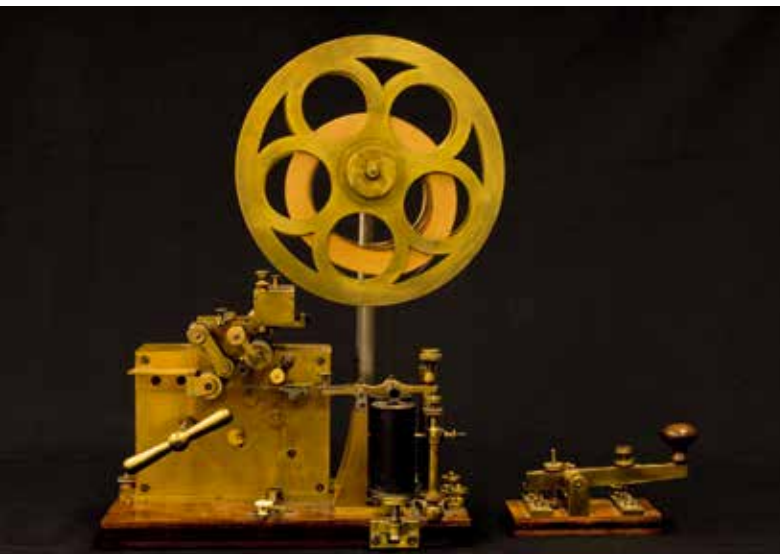
Electric Telegraph and Key

Darryl Cressman

31

Quite ordinary Sending and receiving messages instantaneously, even over great distances, has become quite ordinary. But like all ordinary things, it was not always this way. Prior to the electric telegraph, communicating over great distances was achieved by beacon fires, optical telegraphs (large towers with 'arms' that were arranged to spell messages), carrier pigeons, or messages carried by humans, on foot at first, or by horse or boat, and then in the 19th century, by train. This changed in 1844 when the American Samuel Morse sent the first message by electric telegraph between Washington and Baltimore (approx. 40 miles). After this, the limitations of time and space, which had shaped how people communicated with one another since they could communicate, were disappearing.

Morse code The electric telegraph works by sending electric pulses, activated by the telegraph key, along a wire connected to another telegraph that records the electric pulses on the paper tape, like in the model shown here, or otherwise heard as sounds on smaller telegraphs. These pulses are Morse code, which enabled electric communication by translating letters and numbers into a standardized code of dots (short electric pulses) and dashes (long electric pulses). By being both simple and precise, this



Telegraaf/Telegraph
(Morse type, Lewert,
Berlin). Rechts/Right:
Seinsleutel/Telegraph
Key (1871), Centre
Céramique Maas-
tricht, Collectie Instru-
menten/Instrument
Collection, IC3386
(Met dank aan/
Credit Eric Bleize).



Doordat deze code zowel eenvoudig als nauwkeurig was, kon men informatie uitwisselen tussen meerdere taalgebieden. Plotseling konden reeksen stippen en streepjes die vanuit één plaats werden verzonden duizenden kilometers verderop worden verwerkt, waardoor economie, handel, transport, politiek en oorlogsvoering zich over steeds grotere afstanden konden organiseren.

Informatie als nieuws “We hebben grote haast om een magnetische [elektrische, DC] telegraaf van Maine naar Texas te bouwen; maar het zou wel eens kunnen zijn dat Maine en Texas elkaar niets belangrijks te vertellen hebben.” Dit schreef de Amerikaanse auteur Henry David Thoreau in 1854 in zijn boek *Walden*. Hij wantrouwde het enthousiasme waarmee nieuwe technologieën zoals de telegraaf werden begroet omdat hij geloofde dat het mensen zou aanmoedigen om ‘nieuws’ te communiceren dat niet erg nieuwswaardig was. Ondanks Thoreau’s argwaan kwam er steeds meer informatie binnen ‘door de draad’. Kranten publiceerden daardoor een groeiend aantal berichten over mensen, plaatsen en activiteiten die voorheen ver weg of onbekend leken, waardoor het bereik en de inhoud van wat als nieuws werd beschouwd gestaag uitdijde.

Het bedrijf van informatie Door zowel de snelheid als de reikwijdte van de informatie-uitwisseling te vergroten, speelde de telegraaf een belangrijke rol in de ontwikkeling van de journalistiek, de aandelenmarkt en de informatie- en communicatie-industrie van tegenwoordig. Grote bedrijven zoals AT&T, Western Union, KPN, British Telecom en Siemens vinden hun oorsprong in de telegrafie. Dat geldt ook voor de Morsetelegraaf en seinsleutel die hier te zien zijn. Ze werden vervaardigd door de Berlijnse firma Lewert. De seinsleutel is uit 1871, maar op het apparaat staat geen datum. Lewert begon met de fabricage van mechanische producten in 1800 en vanaf 1851 maakten ze Morsetelegrafen voor de Duits-Oostenrijkse Telegraafvereniging (*Deutsch-Österreichischer Telegraphen-Verein*). Lewert werd in 1893 gekocht door C. Lorenz, dat in 1959 Standard Elektrik Lorenz (SEL) werd. In de 21^e eeuw werd SEL onderdeel van Alcatel-Lucent en vervolgens, in 2016, van Nokia.

code allowed information to be exchanged across multiple linguistic regions. All of a sudden, strings of dots and dashes sent from one place could be acted upon thousands of kilometers away, opening the way for economics, trade, transportation, politics, and war to be organized on an increasingly global scale.

Information as news “We are in great haste to build a magnetic [electric, DC] telegraph from Maine to Texas; but Maine and Texas, it may be, have nothing important to communicate.” This is from *Walden*, written in 1854 by the American author Henry David Thoreau. He was suspicious of the enthusiasm that greeted new technologies like the telegraph because he believed that it would encourage people to communicate ‘news’ that wasn’t very newsworthy. Despite Thoreau’s suspicions, with more and more information coming in ‘over the wire,’ newspapers were able to increase the number of reports on people, places, and activities that had formerly seemed quite distant or unknown, expanding the scope and content of what could be considered news.

The business of information By increasing both the speed and scope of information exchange, the telegraph played an important role in the development of journalism, the stock market, and today’s information and communication industries. Large companies, like AT&T, Western Union, KPN, British Telecom, and Siemens have their origins in telegraphy. The Morse telegraph and key seen here are no different. They were manufactured by the Berlin firm Lewert. The key is dated 1871, but there is no date on the register. Lewert started manufacturing mechanical goods in 1800 and in 1851 they began manufacturing Morse telegraphs for the German-Austrian Telegraph Society (*Deutsch-Österreichischer Telegraphen-Verein*). Lewert was bought by C. Lorenz in 1893, which became Standard Elektrik Lorenz (SEL) in 1959. In the 21st century, SEL became part of Alcatel-Lucent and then, in 2016, Nokia.

Telefoon

Thomas Frissen

Onvoorstelbaar In 1998 vroeg televisiemaker Frans Bromet aan mensen op straat of ze een mobiele telefoon hadden. De overgrote meerderheid van de mensen antwoordde met “nee”. En op de vraag waarom ze er geen hadden, reageerden ze met “het lijkt me helemaal niet leuk om altijd bereikbaar te zijn” of “ik hoef niet continue zo’n piepding op een terrasje te hebben”. Nu, iets meer dan 20 jaar later, lijkt dit volstrekt onvoorstelbaar. Maar zo’n 100 jaar eerder kon men zich het hele idee van de telefoon nog amper voorstellen.

De uitvinder en zijn uitvinding Eind 19^e eeuw bogen verschillende technici zich over een vraagstuk: hoe kunnen we de menselijke stem omzetten in elektrische signaaltjes die over een kabel verzonden kunnen worden? Eén van de bekendste voorvaders van de telefoon is de Amerikaan Alexander Graham Bell. Hij hield in maart 1876 het eerste succesvolle telefoongesprek (van maar liefst één zin) met zijn assistent Thomas Watson. De werkelijke uitvinder van de telefoon is echter de Italiaan Antonio Meucci die in de jaren 1850 er al in slaagde om stemgeluid binnenshuis via een kabel te verzenden. Maar het was zonder twijfel Bell die de telefoon als communicatiemiddel populair maakte en commercialiseerde.

Mond- en oorstuk Het houten, handvatvormige object dat je hier ziet is het mond- en oorstuk van één van de eerste generaties commerciële telefoons van Bell. Het is omstreeks 1880 gemaakt van dennenhout. Aan

Telephone

Thomas Frissen

Hardly imaginable In a 1998 short documentary, Dutch television producer Frans Bromet asked people whether they had a cell phone. The vast majority of people answered “no”. And when asked for their motivation, they responded saying “it doesn’t seem attractive to be reachable at all times”, or “I don’t need to have one of those things which beep all the time”. Now, just over twenty years later, these replies seem hardly imaginable to us. A little over a century earlier, however, the concept of telephone technology as such was barely imaginable.

The inventor and his invention In the late 19th century, several technology enthusiasts pondered this question: how can we convert the human voice into electrical signals which can be transmitted through a cable? Perhaps the most famous forefather of the telephone is Alexander Graham Bell. He held the first successful telephone conversation (of just one sentence) with his assistant Thomas Watson in March 1876. The inventor of the telephone is in fact the Italian Antonio Meucci, who in the 1850s managed to transmit the human voice via a cable. It is true, however, that Bell was the one to popularize and commercialize the telephone as a communication tool.

Mouth-and-earpiece The wooden, handle-like object you see here is the mouthpiece annex earpiece of one of Bell’s first generations of commercial telephones. It dates back to around 1880 and is made out of pine-

34

35



Tekening van telefoon met mond- én oorstuk/
Drawing of telephone with mouth- and earpiece
(Met dank aan/Credit Thomas Frissen).



de onderkant zit een membraan dat trillingen van het stemgeluid opving. Dit stond in verbinding met een elektromagneet aan de binnenkant die de trillingen omzette in elektrische signaaltjes. Door middel van de twee koperen contactpuntjes aan de zijkant kon het handvat worden verbonden met een elektrisch circuit en andere telefoons. Oorspronkelijk hadden telefoons maar één oor- en mondstuk. Dat moest dus tegelijkertijd gebruikt worden als microfoon en luidspreker. Maar voor veel mensen bleek dit ingewikkeld. Ze moesten het stuk dan steeds tussen mond en oor heen en weer bewegen. Daarom werd al gauw besloten om de telefoon uit te rusten met twee van deze stukjes (zie tekening).

Van vaste lijn naar smartphone Het scheiden van luisteren en spreken heeft in alle latere telefoonontwerpen standgehouden. Veel andere elementen zijn echter in de loop der jaren vervangen. Zo is de fysieke lijn ingewisseld voor zendmasten en hebben we het dennenhout langzaamaan ingeruild voor een touchscreen.

Uitdrukkingen en handgebaren; onvoorstelbaar Ondanks de vele vernieuwingen blijven oude telefoontechnieken nog wel aanwezig in onze alledaagse communicatie. Denk maar aan de uitdrukkingen 'wie heb ik aan lijn?' of 'de telefoon ophangen'. Met onze handgebaren is zelfs iets heel bijzonders gebeurd. Maak eens het handgebaar voor telefoneren. Als je geboren bent vóór 2000, maak je waarschijnlijk een vuist terwijl je je duim en pink uitsteekt. Je houdt vervolgens je duim tegen je oor en de pink voor je mond. Ben je echter geboren ná 2000, dan maak je waarschijnlijk een vlakke hand en houd je de toppen van je vingers tegen je oor, en je handpalm in de richting van je mond. En voilà, zie hier hoe de vorm van de telefoon onze handgebaren beïnvloedt. Welk handgebaar maakten mensen in 1880, denk je? En fantaseer misschien ook eens over de toekomst. Welk handgebaar maakt de jeugd over 50 jaar? Onvoorstelbaar, hè?!



Tekening van telefoon met mond- én oorstuk/
Drawing of telephone with mouth- and earpiece
(Met dank aan/Credit Thomas Frissen).

wood. The membrane at the bottom, which picked up vibrations, is connected to an electromagnet on the inside, which in turn converted these vibrations into electrical signals. By means of the two copper contact points on the side, this device could be connected to an electrical circuit and to other telephones. Originally, telephones had only one such handle-like earpiece and mouthpiece. It had to be used as a microphone and speaker at the same time. But for many people this proved complicated because they constantly had to move the piece back and forth between their mouth and ear. It was soon decided therefore to design a two-piece telephone device (see drawing).

From landline to smartphone This separation of listening and speaking would persist in all subsequent phone designs. But many other elements of telephone technology have changed over the years. For example, cell phone towers have taken over the role of the physical landline, while phone devices have a touchscreen today, rather than being made of pinewood.

Expressions and hand gestures Despite ongoing innovations, old technologies persist in our everyday communication. Just think of an expression such as 'the line is busy,' or 'hang up the phone.' And what about our hand gesture for talking on the phone? If you were born before 2000, you will probably make a fist while holding your thumb near your ear and your little finger in front of your mouth. If you were born after 2000, however, you will probably stretch your hand and hold the tips of your fingers against your ear, while pointing your hand palm towards your mouth. Telephone design, in other words, affects our everyday hand gestures. How did people position their hand when being on the phone in 1880? And how will people do so in fifty years? Quite hard to imagine, isn't it?!



Super 8 filmprojector

Dirk van de Leemput

Filmpjes delen Tegenwoordig delen we via WhatsApp videobeelden met familie over de hele wereld. Wie in de jaren '60 filmpjes wilde delen, kon die alleen maar op super 8 film opnemen en projecteren met bijvoorbeeld deze Raynox S-505 projector. Tegenwoordig gebruikt bijna niemand nog super 8, maar de techniek bestaat nog steeds. Super 8 wordt nu vooral toegepast vanwege de tastbaarheid van de film en het apparaat en de nostalgische sfeer die de beelden oproepen. Maar vaak wordt de film dan gedigitaliseerd en niet via een projector afgespeeld.

38 **Super 8** Super 8 film was van de jaren '60 tot de jaren '80 de gemakkelijkste manier om te filmen. Je kocht een cassette met film, stak die in je camera, en kon filmen. Als de cassette na drie minuten vol was, stuurde je hem naar een laboratorium en kreeg een paar weken later een film terug die je in een projector als deze kon afspelen. Er waren wel wat nadelen. De film had geen geluid. Elk stukje film kon ook maar één keer gebruikt worden. Verwijderen en opnieuw opnemen kon niet. Kijken of de opname gelukt was ook niet. Je moest maar afwachten of de opname geslaagd was.

Niks bijzonders Deze Japanse projector was in zijn tijd (ca. 1968 tot 1970) goed maar niks bijzonders. Hij projecteert simpelweg het opgenomen beeld. Er is één schakelaar voor de afspelrichting en het licht, en één voor de snelheid. De focus en het formaat van de projectie konden worden ingesteld. Verder zijn er weinig functies. Die waren ook niet nodig voor het afspelen van de film.



Super 8 Filmprojector/
Super 8 Film Projector
(Raynox S505), Centre
Céramique Maastricht,
Collectie Instrumenten/
Instrument Collection,
IC2713 (Met dank aan/
Credit Eric Bleize).

Super 8 Filmprojector

Dirk van de Leemput

Sharing video clips We are used to sharing video images with family over WhatsApp nowadays. In the 1960s it was only possible to share moving images by recording it on super 8 and projecting it on a projector, like this Raynox S-505. Today, almost nobody uses super 8 anymore, but the technology still exists. People who use super 8 nowadays, do so because of the tangibility of the film and the machine or the nostalgic atmosphere of the images. Often the recorded film is digitised and not projected anymore.

Super 8 From the 1960s to the 1980s, super 8 film was the easiest way to record moving images. One bought a cassette of film, put it in a camera and was able to shoot. When the cassette was full after three minutes of filming, you sent it to a laboratory and a few weeks later you got a film back to project on a projector like this one. There were a few downsides to using super 8. It had no sound. Every strip of film could only be used once. Deleting and re-recording was not possible. You could not check if the recording was successful. You just had to wait and see if you got the desired result.

Nothing special At the time when this projector was produced (around 1968-1970), it was a rather straightforward device. It simply projected the image recorded on the film. There is one switch for the projector light and selecting forward or backward projection; one for the projection speed; and you could set the focus and the projection size. There were hardly any other functions; these were the only ones needed to show the film.



Licht en beweging De projector werkt met niets anders dan licht en een paar bewegende delen met een motor. De film bestaat uit transparante foto's die na elkaar geprojecteerd worden om de illusie van bewegend beeld te geven. In de projector zitten een sluiters en een haakje die achttien keer per seconde de lichtstraal heel kort afsluiten en de film één beeldje voortbewegen. De techniek is dus heel simpel en kan relatief gemakkelijk onderhouden en gerepareerd worden.

Tegenwoordig Je kunt nog steeds super 8 film kopen en gebruiken. Er zijn tegenwoordig niet veel mensen meer die er hun familiefilmpjes mee maken. De gebruikers zijn vooral kunstenaars, filmmakers en liefhebbers. Kunstenaars gebruiken super 8 vooral omdat het een eenvoudige manier is om bewegend beeld te maken dat ook nog eens tastbaar is. Veel kunstenaars vinden het juist ook leuk om te moeten afwachten of de beelden wel of niet gelukt zijn. Bekende regisseurs als Quentin Tarantino willen nog weleens korte stukjes film op super-8 opnemen. Ook in videoclip en reclames kom je super 8 fragmenten nog geregeld tegen. Dat is zelfs zo populair dat Kodak in 2015 begonnen is met het ontwikkelen van een nieuwe digitale super 8 camera.

Light and mechanics The projector operates merely on the basis of light and a few moving parts with a motor. The film consists of transparent photos rapidly projected one after the other to give the illusion of a moving image. Inside the projector are a shutter and a claw that shut off the light beam very shortly and move the film one image ahead, eighteen times per second. The technology is easy to repair and maintain.

The present While it is still possible to buy and use super 8 film, there are very few people who use it to make their home movies nowadays. The majority of the users are artists, film directors and creatives. Artists often use super 8 as a simple and relatively affordable way of making moving images, while also being a tangible medium. Many artists also like the fact that it is harder to control the result of the filming. Famous directors such as Quentin Tarantino like to use little sections of super 8 footage in their movies and sometimes you see super 8 footage in commercials or music videos. This is so popular that Kodak has started work on designing a new digital super 8 camera.

Sirene

Karin Bijsterveld

Maandag Je hoort ze iedere eerste maandag van de maand om 12 uur: de sirenes van het luchtalarm. Je hoopt dat ze niet op andere momenten klinken, want dat zou waarschijnlijk betekenen dat er iets grondig mis is. Er staan 4278 van die sirenes in Nederland. Maar mogelijk niet lang meer. De regering overweegt ze te vervangen door een 'alert' op onze telefoons.

42

Jankend geluid De sirenes die je tegenwoordig hoort, zijn eigenlijk synthesizers. Maar ooit zag het binnenwerk van de luchtalarm-sirenes er ongeveer zo uit als de sirene die je hier in de vitrine ziet staan: een 19^e-eeuws model van Charles Cagniard de la Tour. Al in 1927 stelde het Ministerie van Oorlog voor om sirenes – naast kerkklokken – in te zetten om de bevolking voor aanvallen door vliegtuigen te waarschuwen. Maar pas toen eind jaren '30 de oorlogsdreiging in Europa daadwerkelijk toenam, gaf de overheid aan ingenieurs de opdracht te bepalen hoe het alarm dan precies moest klinken. Het advies was in maart 1940 klaar: het moest zo "jankend" en "afschrikwekkend" mogelijk zijn, niet te negeren "irriterend" ook. De elektrische sirene was daar het perfecte apparaat voor. Net op tijd, want een paar maanden later werd Nederland door de Duitsers aangevallen.

Hoe werkt het? Hoe kwam de sirene aan zijn jankende geluid? In de kast zie je naast de sirene een metalen schijf staan; op de foto ligt die schijf *in* de sirene. In die schijf zijn kleinere gaatjes gestanst, in een cirkel. De

Siren

Karin Bijsterveld

Monday You hear them each first Monday of the month, at noon exactly: the sirens of the air-raid alarm. If you will ever hear them at any other moment, this probably means trouble. In the Netherlands, 4278 sirens are found across the country. Possibly not for long anymore, however. The government is seriously considering replacing the sirens by a mobile phone alert system.

A wailing sound The sirens you hear nowadays are, in fact, synthesizers. But for a long time, the air-raid sirens' interior looked more or less like the siren on display: a 19th-century model made by Charles Cagniard de la Tour. As early as 1927, the Ministry of War suggested using sirens – in addition to traditional church bells – to warn citizens for attacks by airplanes. Yet it was only when chances on war substantially increased that authorities started commissioning engineers to find out the best alarm sound. The advice was ready by March 1940: it had to sound as "wailing" and "terrifying" as possible, and it should be so "irritating" that it was impossible to neglect. The electric siren would be the perfect instrument for creating that sound. The engineers were just in time. A few months later Germany declared war to the Netherlands and invaded it.

43

How does it work? How did the siren on display produce its wailing sound? Just look at the metal disk displayed next to the siren (on the photo the disk is positioned *in* the siren). This disk has small holes positioned in a concen-



Sirene/Siren (Charles Cagniard de la Tour, 19^e eeuw/19th century), Centre Céramique Maastricht, Collectie Instrumenten/Instrument Collection, IC3125 (Met dank aan/Credit Eric Bleize).



schijf kan rond een buis in de sirene draaien. Via de pijp die dwars op de sirene staat, wordt van onderop lucht in de sirene geblazen. Die lucht stroomt dan door de gaatjes van de schijf en veroorzaakt zo luchttrillingen en daarmee geluid. Ook komt de schijf opwaarts in beweging en gaat steeds sneller draaien om de buis die taps toe loopt. Hoe hoger de snelheid van de schijf, des te hoger het geluid. Bovendien klinkt ieder pufje geluid dan geleidelijk zo snel na elkaar, dat je het als één toon ervaart. Gebruik je vervolgens elektriciteit voor de windaandrijving, dan gaat de sirene gigantisch loeien.

Geluid meten Toch waren de eerste sirenes helemaal niet bedoeld om herrie te schoppen. Ontworpen door John Robinson (18^e eeuw) en verfijnd door de al genoemde Cagniard de la Tour (19^e eeuw), werden ze door Hermann von Helmholtz en andere natuurkundigen gebruikt als wetenschappelijk instrument. Een wetenschappelijk instrument om te begrijpen hoe geluid ontstond en het heel precies te meten, vooral de hoogte ervan. De sirene kon namelijk iedere denkbare toon, ook die tussen de witte en zwarte toetsen van de piano in, tot klinken brengen: microtonen.

Verdi, Beethoven of iets nieuws? Laat dat nu precies de reden zijn geweest waarom sommige musici in de sirene een muziekinstrument zagen. De eersten waren componisten die het muziekleven flink wilden opschudden, zoals Edgar Varèse en George Antheil aan het begin van de 20^e eeuw. Dat het geluid op straat door de opkomst van de auto en andere machines was veranderd, moest ook hoorbaar worden in de muziek. De klassieke instrumenten van het symfonieorkest waren daarvoor veel te beperkt. De klank moest rijker en luider worden. Nederland zelf had trouwens iemand, de wiskundeleraar Henri Naber, die van de sirene juist een meer traditioneel instrument wilde maken. Hij speelde er doodleuk Verdi en Beethoven op door met een stokje de schijf, en dus de toon, op een bepaald punt vast te houden.

De sirene bewaren Mochten de sirenes straks niet meer loeien, dan krijgen we dus niet alleen een ander waarschuwings-systeem. Het is ook het einde van 4278 wetenschappelijke- en muziekinstrumenten. Gelukkig staat er nog eentje hier.

tric circle. This disk can rotate around a vertical conic tube inside the siren. By blowing air into the siren, through the horizontal pipe, the air comes out again through the disk's small holes, which makes the air vibrate, thus causing sound. At the same time, the air's pressure makes the disk move upwards and because the tube's diameter is smaller at the top than at the bottom, the disk starts rotating faster, which raises the sound's pitch. It is also relevant that this causes each puff of air to sound so fast after the previous one that one perceives all separate sounds together as one tone. By pushing more air into the tube with the help of electricity, the siren is bound to wail impressively.

Measuring sound The basic idea behind the very first sirens was hardly to make noise, however. Designed by John Robinson in the 18th century and refined by the abovementioned Cagniard de la Tour in the 19th century, Hermann von Helmholtz and other physicists used it as scientific tool. This instrument was meant to help them understand how sound came about, as well as to measure it accurately, most notably its pitch. The siren enabled the scientists to create each imaginable tone, also those *in-between* the black and white keys of the piano: the microtones.

Verdi, Beethoven or something new? That the siren could produce microtones was exactly why some musicians considered it a highly interesting instrument. The first among them were early 20th century composers who aimed at radically renewing classical music, like Edgar Varèse and George Antheil. They felt that new urban sounds such as those produced by car engines and other machines should become audible in music as well. The classical musical instruments of a symphony orchestra were too limited to produce all the new sounds, which were supposed to be richer and louder. Intriguingly, the Dutch math teacher Henri Naber turned the siren into a more traditional musical instrument. He simply played Verdi and Beethoven on the siren by using a rod to keep the disk in a particular position for some time.

Preserving the siren So if the Dutch government eventually decides to discard the siren and replace it with a new national warning system, as many as 4278 scientific *and* musical instruments will become superfluous. Fortunately, you can admire one here.

**ALTIJD PRAKTISCH:
GEREEDSCHAP BIJ DE HAND
HEBBEN**
FOR ALL PRACTICAL PURPOSES:
HAVING TOOLS AT HAND

Sleutel

Katleen Gabriels

Waar ligt mijn sleutelbos? Hoeveel sleutels heb jij momenteel bij je? Anders dan de meeste instrumenten in deze tentoonstelling is de sleutel nog volop in gebruik. We vergrendelen er onze auto, fiets of voordeur mee en mopperen als we vergeten waar onze sleutelbos ligt. Dankzij het slot en de sleutel kunnen we onze spullen afschermen. Thuis en in de auto beschermen we onze kinderen met een 'kinderslot'.

48

Van mechanisch naar digitaal Onze voorouders begroeven hun bezit in de grond of verborgen het in grotten of bomen. De eerste mechanische sloten (met houten sleutels) dateren van meer dan 4000 jaren geleden. Vandaag bestaan sleutels en sloten in allerlei vormen en maten. Je laptop en mobiele telefoon kun je vergrendelen met je vingerafdruk. Ook je gezicht functioneert als sleutel: digitale toestellen kunnen ontgrendeld worden met gezichtsherkenning. Sommige mensen laten een microchip in hun vingertop implanteren om hun huis te ver- en ontgrendelen. In landen zoals Zweden, de Verenigde Staten en het Verenigd Koninkrijk laten werknemers zelfs een chip in hun lichaam implanteren, als vorm van identificatie op het werk: ze kunnen er computersystemen, printers of koffieautomaten mee activeren. Zou je dit zelf ook willen?

In het hotel Als je vroeger een hotelverblijf boekte, ontving je een logge sleutel. De zwaarte van de sleutel was geen toeval: die vergrootte de kans dat je niet vergat de sleutel bij de receptie af te geven, telkens als je het

Key

Katleen Gabriels

Where did I leave my keys? How many keys do you currently have with you? Unlike many other objects in this exhibition, the key is still in use. We use it to lock our car, bicycle, front door, ... and grumble when we forget where our keys are. Thanks to locks and keys we can protect our belongings. At home and in the car, we protect our children with a 'child lock'.

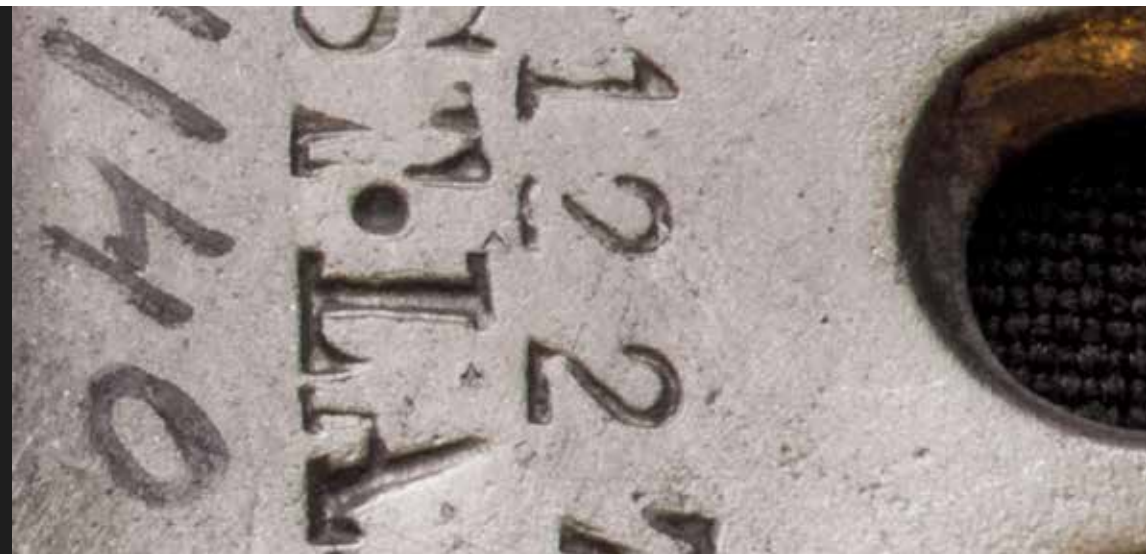
From mechanical to digital locks Our ancestors buried their property in the ground or hid it in caves or trees. The first mechanical locks (with wooden keys) date back to more than 4000 years ago. Today, keys and locks come in all kinds of shapes. You can lock your laptop and mobile phone with your fingerprint. Your face also has become a key: digital devices can be unlocked with face recognition. Some people got a microchip implanted in their fingertip to (un)lock their home. In countries such as Sweden, the United States and the United Kingdom, employees have even had a chip implanted as a form of authentication at work: they can use it to activate computer systems, printers or coffee machines. Would you like to have such a chip implanted yourself?

49

Hotel keys In the past, when booking a night in a hotel room, you would receive a bulky key. The weight was no coincidence: you were less likely to forget to leave the key at the reception every time you left the hotel.



Sleutel/Key (voor klavier-slot/for lever tumbler lock, vermoedelijk eerste helft 20^e eeuw/probably first half 20th century), Centre Céramique Maastricht, Collectie Instrumenten/Instrument Collection, IC1140 (Met dank aan/Credit Eric Bleize).



hotel verliet. Vervolgens maakte de elektronische *keycard* haar intrede: een geprogrammeerd, plastic kaartje om je kamerdeur mee te openen. Zodra je op je kamer bent, kun je met de keycard ook de elektriciteit activeren. Sinds een aantal jaren maken hotelketens gebruik van digitale sloten. Je moet de sleutel op je smartphone downloaden. Om de hoteldeur te openen, houd je je smartphone voor het slot.

Controleverlies Downloadbare hotelsleutels en geïmplanteerde chips roepen ethische vragen op over verlies van controle en privacy. Vroeger lag de controle namelijk bij degene die de sleutel bezat: alleen die persoon kon het slot openen. Digitale sloten geven bedrijven meer macht. In hotels moeten klanten hun gegevens digitaal registreren om de sleutel te kunnen downloaden. Ook hackers kunnen erop inbreken. En ja, ook geïmplanteerde chips kunnen gehackt worden. Bovendien kan je baas je volgen als je zo'n chip in je vingertop meedraagt. Deze oude sleutel is minder handig en functioneel, maar laat ook minder sporen na.

Then the electronic 'keycard' was introduced: a programmed, plastic card to open the door of your hotel room. As soon as you are in your room, you can also activate the electricity with the keycard, which functions as a power switch. Hotel chains have been using digital locks for a number of years. You have to download the key on your smartphone. To open the hotel door, you hold your smartphone in front of the lock.

Loss of control Downloadable hotel keys and implanted chips raise ethical questions about loss of control and privacy. In the past, control was in the hands of the person holding the key: only that person could open the lock. Digital locks make companies more powerful. In hotels, customers must digitally register their data in order to download the key. Hackers can also break into it. And yes, implanted chips can also be hacked. Moreover, your boss can monitor you if you have such a chip in your fingertip. Although this old mechanical key may be less functional in some respects, it does not leave a digital trail.

Handboor

Peters Peters

Gereedschapskist Ouderen kennen ze nog uit de gereedschapskist van hun vader. Op de rommelmarkt vind je ze soms ook nog wel. De tandwiel- en hebben een laagje houtstof vermengd met olie. Vaak draaien ze stroef. Soms toont een label de fabrikant.

Kleine gaten De handboor diende om kleine gaten te boren in hout. Houtbewerkers gebruikten ze als het heel precies moest. Kleine gaatjes voor de schroefjes van een scharnier van een kistje bijvoorbeeld, een scheepsmodel of muziekinstrument. Voor het grovere werk was er de slingerboor. Die kan grotere gaten aan en je kunt er meer kracht mee zetten.

Hoe werkt het? Engelsen noemen de handboor een *egg beater drill*. Niet zo vreemd, want het mechanisme lijkt op dat van een eierklopper. Met de handel laat je het grotere tandwiel draaien. Het drijft een kleiner tandwiel aan dat er haaks op staat. Daardoor gaan gardes – of de boor – draaien. In de boorkop kun je dankzij een slim mechanisme boren van klein naar groot vastklemmen.

Fabricage Handboren werden sinds het midden van de 19^e eeuw gemaakt. Fabrikanten over de hele wereld gebruikten het basisidee. Maar er waren natuurlijk variaties. Het grote tandwiel draaide tegen een of twee kleine tandwielen, het grote tandwiel was open of dicht, er was wel of geen tweede handvat. Geliefd onder Europese houtbewerkers waren de handbo-

Hand Drill

Peter Peters

Toolbox Elderly people may know them from their father's toolbox. Sometimes you can also find them at the flea market. The gears have a layer of wood dust mixed with oil. They often turn stiff. Sometimes a label shows the manufacturer.

Small holes The hand drill was used to drill small holes in wood. Woodworkers used them when they had to be very precise. Drilling small holes for the screws of a hinge of a box, for example, a ship model or a musical instrument. For the coarser work there was the brace and bits. It can handle larger holes and you can put more force on it.

How does it work? In English, the hand drill is also called an egg beater drill. This is hardly surprising, because the mechanism resembles that of an egg beater. Using the handle you turn the larger gear. This drives a smaller gear perpendicular to it. As a result, the whisks, or the drill, will turn. Thanks to a smart mechanism, you can clamp drill bits from small to large in the chuck that has three jaws inside.

Manufacturing Hand drills have been made since the mid-1800s. Manufacturers all over the world used the basic idea. But there were variations, of course. The large cog wheel turned against one or two small cogs; the large cog was open or closed; some drills had a second handle. Popular among European woodworkers were the hand drills from the German

52

53



Handboor/Hand Drill,
Centre Céramique Maas-
tricht, Collectie Instru-
menten/Instrument Col-
lection, IC1207 (Met dank
aan/Credit Eric Bleize).



ren van de Duitse fabrikant Aurowa, opgericht door Albert Urbahn (1851-1939), of van beroemde Engelse gereedschapsfabriek van Stanley. In de Verenigde Staten was Millers Falls dé maker van handboren.

Nieuw gebruik Tegenwoordig gebruiken houtbewerkers meestal elektrische boren. Die zijn immers snel en krachtig. Maar wie op veilingsites als Etsy en Ebay kijkt, ziet dat vintage snoerloze handboren weer veel worden aangeboden en verkocht. Hobbyhoutbewerkers maken ze schoon en geven ze een drupje olie. Waarom? Sneller en krachtiger boren is niet altijd beter, vinden ze. Met een handboor heb je veel meer controle. Je draait wat sneller of langzamer als het hout daarom vraagt. En het rustige malen van de tandwielen klinkt ook nog eens aangener dan het geraas van de elektrische motor.

manufacturer Aurowa, founded by Albert Urbahn (1851-1939) or from the famous English tool factory of Stanley. In the United States, Millers Falls was the preferred maker of hand drills.

New use Today woodworkers mostly use electric drills. After all, they are fast and powerful. But if you look at auction sites like Etsy and Ebay, you will see that vintage cordless hand drills are being offered and sold a lot again. Craft woodworkers clean them and give them a drop of oil. Why? Faster and more powerful drilling is not always better, they say. With a hand drill you have much more control. You turn the handle a little faster or slower if the wood so requires. And the smooth grinding of the gears also sounds more pleasant than the roar of the electric motor.

Draagbaar gasfornuisje

Denise Petzold (vertaling Karin Bijsterveld)

Het draagbare Enders gasfornuis Dit draagbare gasfornuisje werd in de jaren '50 gemaakt door het Duitse bedrijf Enders (het zogenaamde “standaardmodel” 9060N). In het tankje – van glimmend messing – past 0,33 liter vloeibaar petroleumgas. Daar kan het campingfornuis twee uur op branden om er eenvoudige maaltijden mee te maken of thee te zetten. Wat je hier niet ziet, is dat het toestel in een metalen doosje kon worden opgevouwen en vervoerd, als in een lunchtrommeltje. Voor gebruik moest je de brander in het doosje vastzetten om te voorkomen dat die kon omvallen. De tank stond dan naast de opstaande rand zodat het buiten bereik van de vlammen bleef.

Sterk onder druk! Het ontwerp zorgt ervoor dat het fornuis opmerkelijk krachtig en langdurig brandt. Eerst vul je de tank en de spiritusholte onder de brander met petroleum. Draai je de zwarte knop op de brander open, dan vloeit de petroleum van de tank naar de brander. Zodra je het gas hebt aangestoken, kun je met een pompje (via de knop die aan het uiteinde van de tank zit) de druk in de tank aanpassen. Gaat de vlam uit zichzelf uit, dan is er onvoldoende druk – een paar keer pompen en het brandt weer goed! De vlam wordt groter en kleiner door de pomp uit te trekken of weer dicht te doen.

Van oorlog voeren naar bergbeklimmen In de 20^e eeuw dienden draagbare gasfornuisjes verschillende doelen. Hoewel ze oorspronkelijk ontworpen

Portable Gas Stove

Denise Petzold

The Enders portable gas stove This portable gas stove was manufactured around the 1950s by the German company Enders (model “Standard” 9060N). The shiny brass tank holds 0,33 liters of petrol, from which the camping cooker can run up to two hours to make simple meals or tea. What you can't see here is that the cooker was stored and transported in a metal box, not unlike a cookie box. Before using the cooker, the burner would be attached to the inside of the box, so it could not fall over. The tank would sit outside of the box to protect it from making contact with the flame.

Pressurized power! Due to its design, this gas stove produces an especially powerful and durable flame. First, you fill the tank and the spirit cup under the burner with petrol. By turning the black knob attached to the burner, the petrol can flow from the tank to the burner. After lighting the flame, the pump (the knob on the end of the tank) helps you to adjust the pressure in the tank. If the flame dies by its own accord, there's not enough pressure – a few pumps, and it will burn brightly again! The flame grows and decreases by opening and shutting the spindle.

From war to mountaineering Portable gas cookers like this one were used for many different purposes during the 20th century. Although they



Draagbaar gasfornuisje/Portable Gas Stove (Enders 9060N, jaren '50/1950s), Centre Céramique Maastricht, Collectie Instrumenten/Instrument Collection, IC1153 (Met dank aan/Credit Eric Bleize).



waren voor gebruik tijdens militaire operaties in de Tweede Wereldoorlog, werden ze al snel ingezet voor avontuurlijke reizen en buitenwerk. Enders vermeldt trots dat de campingfornuisjes “in de jaren '50 dankzij hun robuustheid en betrouwbaarheid in expedities over de hele wereld en onder de meest zware omstandigheden werden gebruikt.” In de vroege jaren '70 ontwikkelden andere producenten soortgelijke toestellen die bleven werken onder extreem koude of anderszins moeilijke weersomstandigheden, bijvoorbeeld tijdens bergbeklimmen.

Een buitenkeuken voor mannen Draagbare fornuizen zijn meer dan simpele, handige apparaten: ze veranderden een meer huiselijke activiteit als koken – een taak die vooral in het verleden werd gezien als een typisch vrouwelijke verantwoordelijkheid – in meer mannelijk werk, verbonden met oorlog, avontuur, expedities en overleven. Lang voor je irritante buurman opschepte over zijn nieuwe luxe barbecue in zijn tuin, droeg het draagbaar gasfornuis bij aan de verspreiding van het idee dat buiten koken mannenwerk is.

Liefhebbers van vintage fornuizen Zoals je waarschijnlijk al kunt zien aan het glanzende metaal, is dit Enders 9060N draagbaar fornuis in behoorlijk goede staat. Je kunt er tot zo'n 200 euro voor krijgen als je het via internet verkoopt – best een goede deal als je bedenkt dat het 29,50 Duitse Mark kostte in de tijd dat het op de markt kwam. Er bestaat zelfs een kleine, maar actieve internetgemeenschap van liefhebbers van vintage fornuizen die dol zijn op het bespreken van modellen, het verhandelen van reserve-onderdelen en het verzamelen van alle denkbare soorten draagbare gastoestellen. De Enders modellen zijn, juist omdat ze zo betrouwbaar en stevig zijn, bijzonder geliefd en gewild.

were originally invented in the context of military operations and used in WWII, they were quickly adopted for adventurous travels and when working outdoors. The company Enders proudly states that “back in the 1950s, Ender’s camping cookers were used on the toughest expeditions around the world because of their robustness and reliability under the most extreme conditions.” In the early 1970s, other manufacturers developed cookers like this one, which could be used in extremely cold or difficult weather conditions, for example when mountaineering.

Men’s outdoor kitchen Portable gas stoves are more than a simple, purposeful device or technology: they transform a more domestic activity like cooking – which, especially in the past, was often understood as a woman’s task or responsibility – into a masculine activity connected to ideas of war, adventure, expedition and survival. Long before your annoying neighbour showed off his new luxurious barbecue grill in the garden, portable gas cookers helped to spread the idea that outdoor cooking is men’s cooking.

Vintage stove lovers As you can probably tell from its shiny looks, this Enders 9060N portable stove is in a pretty good condition. You could sell it for up to 200 euros on the web – quite a good deal considering that it cost 29,50 *Deutsche Mark* when it came out. There is, in fact, a small but active community of vintage stove lovers on the internet who love to discuss models, trade spare parts and collect all sorts of portable gas cookers. The Enders models, due to their reliability and robustness, are particularly loved and sought after.

Sigarettenaansteker

Ties van de Werff

Chique “Het was een feestelijke dag. De fabriek waar ik werkte als bedrijfsleider, de Wilson Gasmeterfabriek in Den Haag, bestond 75 jaar. Er was een borrel en een heus banket. En toen we haar huis gingen, kreeg ik uit handen van meneer Wilson dit geschenk: een chique tafelaansteker in de vorm van onze bekende gasmeter. Toen ik thuiskwam zette ik de tafelaansteker op het dressoir, naast de sigarettenhouder. Mijn vrouw vond het maar een afzichtelijk prul. Toch stond de aansteker jarenlang thuis te pronken en heb ik er menig sigaret en sigaartje mee aangestoken.”

Een feestelijk relatiegeschenk? Deze herinnering is verzonnen. Want de precieze herkomst van deze bijzondere aansteker is lastig te achterhalen. Op het object lezen we de naam ‘NV Nederlandsche Gasmeterfabriek George Wilson, Den Haag’. Is het een relatiegeschenk, gemaakt in 1953 om het 75-jarige bestaan van deze bekende gasfabriek te vieren? Of werd het geschenk misschien gegeven bij het zilveren jubileum van directeur W. Wilson in 1957? Heeft een medewerker van de Nutsbedrijven Maastricht deze aansteker gekregen en destijds thuis op het dressoir gehad? We tasten in het duister. Vuurtje, iemand?

Een vernuftig pronkstuk Wat we wel weten is dat de tafelaansteker veel gebruikt werd in de jaren '50. Het is de tijd waarin de eerste filtersigaretten in Nederland kwamen en in houdertjes of glaasjes op tafel stonden. Vaak samen met een tafelaansteker. De tafelaansteker die je hier ziet

Cigarette Lighter

Ties van de Werff

Chic “It was a memorable day. The factory I worked for as a manager, the Wilson Gas Meter Factory in The Hague, celebrated its 75th anniversary. There were drinks and a real banquet. And when we left, I got this from Mr. Wilson: a chic table lighter in the shape of our famous gas meter. When I got home, I put it on the dresser, next to the cigarette holder. My wife thought it was hideous. But I kept the table lighter displayed at home for years and I lit many cigarettes and cigars with it.”

A festive corporate gift? This memory is made up. Because the exact origin of this special promotional gift is difficult to determine. On the object we read the name “NV Nederlandsche Gasmeterfabriek George Wilson, The Hague”. Is it a promotional gift, made in 1953 to celebrate the 75th anniversary of this well-known gas factory? Or was this present perhaps given at the occasion of W. Wilson’s Silver Jubilee as director in 1957? Did an employee of the Nutsbedrijven Maastricht receive this lighter and did he have it on the dresser at home? We are left in the dark. A light, anyone?

An ingenious showpiece What we do know is that the table lighter was widely used in the 1950s. It is the time when the first filter cigarettes arrived in the Netherlands. They were often placed on a dresser or table in holders or glasses, together with a table lighter. The table lighter you see here was

60

61



Sigarettenaansteker/Cigarette lighter (vermoedelijk jaren '50/probably 1950s), Centre Céramique Maastricht, Collectie Instrumenten/Instrument Collection, IC1225 (Met dank aan/Credit Eric Bleize).



werkte op batterijen. De mini-gasmeter werd gevuld met benzine, dat vervolgens drupte op een lont in het pijpje. Als je het pijpje uit de behuizing trok, ontstond er contact en een vonkje, waarmee de in benzine gedrenkte lont in het pijpje vlam vatte. En zo kon je je sigaret of sigaar aansteken.

Van glazen bol tot zakformaat De aansteker is een vernuftige en praktische uitvinding. De Duitse chemicus Johann Wolfgang Döbereiner maakte een van de eerste aanstekers in 1823. In zijn apparaat, een grote glazen pot, zat zwavelzuur en zinkmetaal, dat samen waterstofgas produceert. Dat gas reageerde op een spons van platina waardoor er een zacht vlammetje ontstond. Eind 19^e eeuw kwamen er meer handzame en gemakkelijke aanstekers in omloop. Rond de eeuwwisseling werd vooral de tafelaansteker populair. De tafelaansteker, vaak rijk versierd, was een luxe pronkstuk, een geliefd geschenk en een verzamelobject. Nogal een verschil met die gekleurde, plastic wegwerpaanstekers die we sinds de jaren '70 gebruiken!

Een verloren gewoonte De tafelaansteker is een appraatje voor een verloren gewoonte. Wanneer je in de jaren '50 thuis bezoek kreeg, en je bood geen sigaret aan, dan was je niet erg gastvrij. Tegenwoordig zien we roken niet meer als gezellige sociale activiteit, maar eerder als ongezonde verslaving die ontmoedigd moet worden. Niemand heeft meer sigaretten op tafel staan voor gasten. Of een rookaccessoire zoals een tafelaansteker – een enkele hobbyroker of verzamelaar daargelaten. Deze bijzondere tafelaansteker zegt daarmee niet alleen iets over de eens zo gevierde Gasmeterfabriek uit Den Haag. Het herinnert ons er ook aan dat sociale gewoontes, zoals roken, door de tijd heen veranderen.

Met dank aan Joost Krop, verwoed verzamelaar en gebruiker van rookgarnituren.

battery powered. The mini gas meter was filled with gasoline, which then dripped onto a wick in the nozzle. When you pulled the nozzle out of the housing, contact was formed and a spark was created, which ignited the gasoline-soaked wick in the nozzle. And so you could light your cigarette or cigar.

From glass ball to pocket size The lighter is an ingenious and practical invention. The German chemist Johann Wolfgang Döbereiner made one of the first lighters in 1823. His device, a large glass jar, contained sulfuric acid and zinc metal, which together produced hydrogen gas. That gas reacted to a platinum sponge, creating a soft flame. At the end of the 19th century, handier and easier lighters came into circulation. The table lighter in particular became popular around the turn of the century. Often richly decorated, it became a luxurious showpiece, a much-loved gift and a collector's item. Quite a difference from those colored, disposable plastic lighters we've been using since the 1970s!

A lost social habit The table lighter is a tool for a lost social habit. When you got visitors in the 1950s and you didn't offer a cigarette, you weren't very hospitable. Today we no longer regard smoking as a fun social activity, but we rather consider it an unhealthy addiction that should be discouraged. Nobody has cigarettes on the table for guests anymore. Nor a smoking accessory such as a table lighter – aside from the occasional hobby smoker or collector. This special table lighter does not only tell us something about the once celebrated Gas Meter Factory in The Hague. It also reminds us that social habits, such as smoking, change over time.

With special thanks to Joost Krop, an avid collector and user of smoke accessories.

**KNETTEREN VAN ENERGIE:
ELECTRICITEIT GENEREREN**

**ENERGETIC AND SPARKLING:
CREATING ELECTRICITY**

Ruhmkorffs vonk-inductor

Harro van Lente

Ruhmkorff Coil

Harro van Lente

Ruhmkorffs vonk-inductor De vonken vliegen ervan af als er een elektrische stroom door dit apparaat gaat. Binnenin zijn twee cilindrische spoelen om elkaar heen gewikkeld. Als de stroom door de binnenste spoel wordt onderbroken door het hamertje aan de zijkant, wordt in de tweede spoel een stroom met hoge spanning opgewekt. De spanning kan dan zo hoog worden dat er een vonk ontstaat tussen de twee aansluitklemmen. Hoe vaker de stroom onderbroken wordt, hoe hoger de spanning zal oplopen en hoe groter de vonk zal zijn.

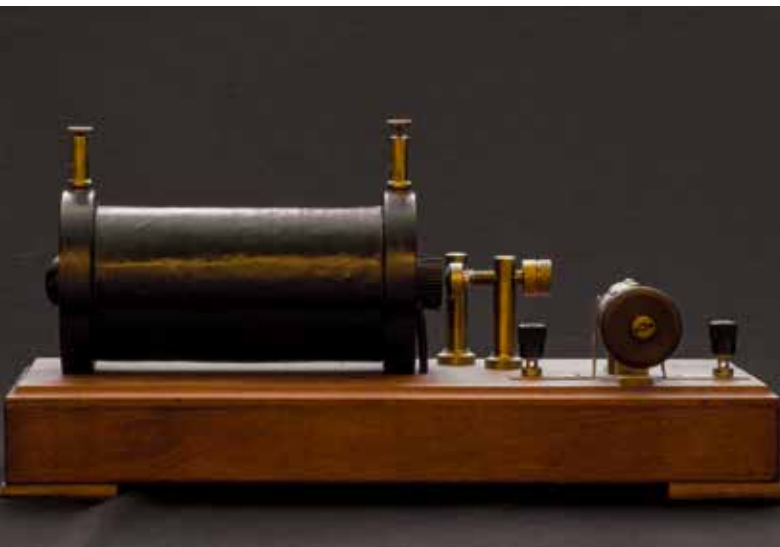
Van ü naar u Heinrich Ruhmkorff werd geboren in 1803 in Hannover, in Duitsland. Hij was geïnteresseerd in technische apparaten en reisde, net als veel jonge mannen in die tijd, door Europa om meer te leren. Uiteindelijk ging hij in Parijs wonen en veranderde hij zijn naam in Ruhmkorff omdat die “ü” zo lastig is voor Fransen en ze het zonder die umlaut toch al goed uitspreken. Hij werd bekend als bouwer van elektrische apparaten. Voor zijn vonkinductor kreeg hij in 1858 een prijs van 50.000 frank, uitgereikt door Napoleon III, de keizer van Frankrijk. Ruhmkorff overleed in Parijs in 1877.

De vonk van het leren De Ruhmkorff vonkinductor is veel gebruikt in het middelbaar onderwijs. Waarschijnlijk is ook het exemplaar in deze tentoonstelling benut voor demonstraties. Bij het vak natuurkunde hebben generaties leerlingen proeven met apparaten gedaan om de leerstof te

The spark of an induction coil An electric current moving through this induction coil may trigger sparks. Inside, two coils are wound around each other. When a current through the inner coil is interrupted by a vibrating arm on the side, a high voltage pulse is generated in the second coil. The voltage may reach such high level that it triggers a spark between the two output terminals. The more frequently the current is interrupted, the higher the voltage will rise and the greater the spark will be.

From ü to u Heinrich Ruhmkorff was born in Hanover, Germany, in 1803. He was interested in technical devices and, like many young men at that time, traveled across Europe for his education. Eventually he settled down in Paris and changed his name to Ruhmkorff, dropping the “ü”, which proved too difficult for the French who pronounced his name more or less correctly without the umlaut anyway. He became famous as a constructor of electrical appliances. In 1858 he received a prize of 50,000 francs for his coil inductor, awarded by Napoleon III, the Emperor of France. Ruhmkorff died in Paris in 1877.

A spark of learning The Ruhmkorff coil has been widely used in secondary education. The specimen in this exhibition was probably used for teaching as well. Generations of students in physics classes engaged in experiments to grasp the subject matter. Many devices were made of beautiful



Ruhmkorff's vonk-inductor/Coil of Ruhmkorff, Centre Céramique Maastricht, Collectie Instrumenten/Instrument Collection, IC3350 (Met dank aan/Credit Eric Bleize).



begrijpen. Vaak betreft dit prachtige exemplaren, met mahoniehout, bakeliet en messing. Het ontwerp is dan afgestemd op de leerdoelen; het laat zien welke aansluitingen er gemaakt kunnen worden, wat er afgelezen moet worden en wat het bedoelde effect is.

De vonk van fantasie Elektriciteit en vonken prikkelden de fantasie, vooral in de 19^e eeuw. In het avonturenboek *Naar het middelpunt der aarde* uit 1864 beschrijft Jules Verne een lichtbron die op Ruhmkorff's vonkinductor is gebaseerd. Aan elektriciteit en vonken werden ook een geneeskrachtige werking toegeschreven. Een elektrische stroom prikkelt immers de spieren en de zenuwen. Toen rond 1900 in de psychiatrie werd gezocht naar behandelingen voor 'zenuwziekten' is ook Ruhmkorff's vonkinductor toegepast. Het idee was dat wanneer de stroom snel van spanning verandert dit genezend voor de zenuwen kan zijn. Dat het vooral ook pijnlijk is, werd op de koop toegenomen.

Het nut van vonken Dat een vonkinductor vonken kan maken is benut voor het opwekken van Röntgenstraling en voor het maken van radiogolven bij radiozenders. In auto's worden vonken gemaakt om de benzine te verbranden in de motor. Maar een vonkinductor maakt niet alleen vonken, het zet ook een lage spanning om in een hogere. En hoogspanning is nodig om elektriciteit over grote afstanden te transporteren, zoals de hoogspanningsmasten dat zichtbaar maken in het landschap. In de eeuw van Ruhmkorff veranderde elektriciteit van een raadselachtige kracht naar een alledaags onderdeel van de moderne samenleving.

materials, such as mahogany, bakelite and brass. Their design tends to indicate the learning objectives implied, by showing which connections are to be made, what needs to be read and what the intended effect is.

A spark of fantasy Electricity has always sparked people's imagination, especially in the 19th century. Author Jules Verne, in his science fiction novel *Journey to the Center of the Earth* (1864), describes a light source based on a Ruhmkorff coil inductor. Electricity and sparks were also believed to have medical use. After all, an electric current stimulates muscles and nerves. When around 1900 the new field of psychiatry was searching for treatments for 'nervous diseases,' the Ruhmkorff coil inductor was also used. The hope was that an electric current with changing voltage would have a curative effect on the nerves. The fact that it was quite painful, too, was taken for granted.

The use of sparks The circumstance that an inductor coil can produce sparks has been used for generating X-rays and for making radio waves in radio transmitters. Today, sparks are still needed in cars to incinerate gasoline. An inductor coil does not only create sparks, it also converts a low voltage into a higher one. And high voltage is needed for long distance transportation of electricity, as is testified by the numerous electricity pylons in the landscape. In the age of Ruhmkorff, electricity transformed from a mysterious force into an everyday reality of modern life.

Dynamo

Kenneth Bertrams (vertaling Geert Somsen)

Ingezonden stuk Op 17 juli 1871 – precies 150 jaar geleden – las de Franse natuurkundige Jules Jamin een ingezonden artikel voor aan de Franse Academie van Wetenschappen. De titel luidde “Over een magneto-elektrische machine ter opwekking van gelijkstroom”. De auteur van de inzending was een zekere Zénobe Gramme, een onbekende Belgische timmerman uit Parijs. Er gingen nog verscheidene jaren en vele Academie-inzendingen overheen voor zijn machine daadwerkelijk in wetenschap en industrie zou worden gebruikt.

Batterijen vervangen De dynamo, een afkorting van “dynamo-elektrische machine”, is een gelijkstroomapparaat dat werkt als een elektrische generator. Het zet mechanische energie om in elektrische energie door elektromagnetische inductie. Een “magneto-elektrische machine” (magneto) doet dat ook, maar wekt hierbij wisselstroom op. Het idee achter de dynamo was om de steeds groter wordende accu’s en batterijen te vervangen die langs chemische weg stroom leverden aan booglampen en vlamboogovens in de staalindustrie. Na verloop van tijd werden veel dynamo’s echter weer vervangen door wisselstroomapparaten, zoals de kleine magnetos die tot voor kort op fietsen te zien waren (en die onterecht dynamo’s genoemd worden). In auto’s namen elektronische diodes de ontsteking van de verbrandingsmotor over.

Dynamo

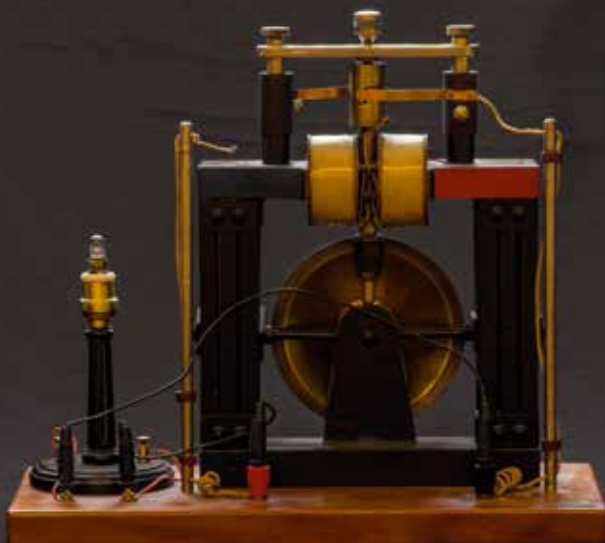
Kenneth Bertrams

Reading a note On July 17, 1871 – exactly 150 years ago – the French physicist Jules Jamin read a note at the French Academy of Sciences entitled “On a magneto-electric machine producing direct currents.” The author of this note, a certain Zénobe Gramme, a Belgian carpenter based in Paris and specialized in the construction of wooden stair railings, was unknown to all. It took several years and other notes submitted to the Academy to ensure that his machine was actually used in science and industry.

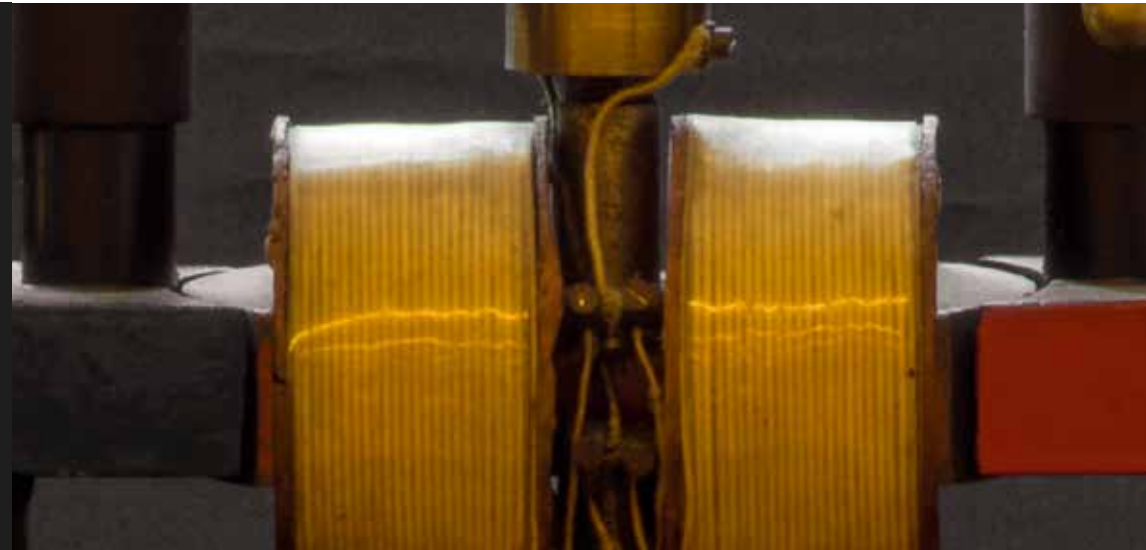
Replacing batteries The dynamo, an abbreviation of “dynamoelectric machine,” refers to a direct current electric machine that operates as an electric generator. It converts mechanical energy into electrical energy using electromagnetic induction, similarly to a magneto (which produces alternating current). The general idea of the dynamo was to replace the chemical device of the increasingly bulky electric batteries, especially to power electric arc lights and arc furnaces for steelmaking. Over time, however, dynamos became increasingly eclipsed by alternators, like the low-power magnetos that used to be found on bicycles (and incorrectly called dynamos). They were also replaced in automobiles by electronic diodes to ignite the combustion engine.

70

71



Dynamo (handmatig aangedreven model/ Hand-driven Model, 19^e eeuw/19th century), Centre Céramique Maastricht, Collectie Instrumenten/Instrument Collection, IC2285 (Met dank aan/Credit Eric Bleize).



Gelijkstroom uit tollende magneten Het tentoongestelde apparaat is een vroeg, handmatig aangedreven exemplaar. In het verticale, stilstaande raamwerk zorgen twee permanente magneten voor een constant magnetisch veld dat een wisselstroom opwekt die zich van het midden naar de bovenkant van de schacht verplaatst. Daar gaat de wisselstroom door de roterende “communicator” die de verbinding van de spoeldraden naar buiten steeds omdraait als de spanning wisselt. Deze omzetting produceert een zwakke gelijkstroom die net voldoende is om het lampje aan de zijkant te doen branden.

Uitvinding of fabricage? De dynamo maakt deel uit van een lange geschiedenis van stapsgewijze verbeteringen door *trial and error*. Zénobe Gramme begon zelf ook niet bij nul. Hij had geen formele opleiding in de elektriciteitsleer genoten, maar was een fervent lezer van populaire tijdschriften die de laatste theoretische en praktische ontwikkelingen op dat gebied presenteerden. Hij deponeerde zijn eerste patent voor het afstellen van elektrisch licht in 1861. Hij negeerde daarbij (of pretendeerde niet te weten van) eerdere apparaten, zoals dat van Antonio Pacinotti, hoogleraar aan de Universiteit van Pisa, die in zijn laboratorium een prototype gebruikte voor onderwijs en experimenten, en daarop geen patent genomen had. Gramme daarentegen was de eerste om de uitvinding commercieel uit te buiten, via de naamloze vennootschap Gramme Magneto-Electric Machines die hij in 1869 oprichtte.

Gramme genationaliseerd In weerwil van het collectieve karakter van de uitvinding van de dynamo en ondanks het teruglopende gebruik ervan in de loop van de 20^e eeuw blijft Zénobe Gramme een gevierde beroemdheid. Vooral in Luik, niet ver van zijn geboorteplaats, wordt hij met verscheidene monumenten geëerd. Studieboeken in zijn geboorteland schilderen hem nog altijd af als een ware Belgische vernieuwer.

Harnessing direct current from spinning magnets In the early hand-driven model on display, the vertically shaped stationary system equipped with permanent magnets provides a constant magnetic field which induces an alternating electric current radially outward from the center toward the upper part of the shaft. There, the alternating current flows out through the rotary communicator switching the connection of the windings to the external circuit when the potential reverses. After this conversion, the machine generates a low voltage direct current which is barely sufficient to power the small lamp on the side.

Inventing versus manufacturing The dynamo is part of a long history of incremental improvements through trial and error. Zénobe Gramme himself did not start from scratch. Although he had no formal technical training in electricity, he was a compulsive reader of the vulgarized journals summarizing the latest theoretical and applied findings in the field. His first patent for the regulation of electric light was filed in 1861. He ignored (or pretended to ignore) earlier devices, such as that of Antonio Pacinotti, professor at the University of Pisa, who had not filed patents for the prototype he was using in his laboratory for experimental and teaching purposes. Gramme, on the other hand, was the first to succeed in the commercial exploitation of his invention through the joint-stock Company of Gramme Magneto-electric Machines established in 1869.

Nationalizing Gramme Notwithstanding the collective nature of the invention of the dynamo and despite the decline of its use for power generation throughout the 20th century, Zénobe Gramme remains a highly celebrated figure, particularly in Liege, not far from his hometown, where several monuments have been erected in his honor. In his native country, he is still depicted in textbooks as a genuine Belgian innovator.

Stekkers

Sally Wyatt (vertaling Hans Radder)

Vanzelfsprekend Je denkt er waarschijnlijk alleen aan als je op reis gaat naar een ander land en beseft dat je daar misschien een aangepaste stekker of een transformator nodig hebt. Gewoonlijk beschouwen we stekkers als geheel vanzelfsprekend, ook al gebruiken verschillende landen nog steeds verschillende stekkers, stopcontacten en elektriciteitsnetten. We kopen nieuwe elektrische spullen, zoals haardrogers, broodroosters, televisies en computers. Die hebben een stekker aan het eind van een snoer maar ze werken alleen wanneer die stekker in een stopcontact zit en zo verbonden is met het elektriciteitsnet.

Cultuur De elektriciteit en stekkers van gewone apparaten worden nu gezien als doodgewoon. In het huidige Nederland zijn het standaardonderdelen van het dagelijks leven, ook al droomt men er nu van volledig draadloos te worden. Elektriciteit is ingevoegd in onze taal en bredere cultuur, bijvoorbeeld wanneer 'het overspringen van een (elektrische) vonk' gebruikt wordt ter aanduiding van romantische en seksuele aantrekkingskracht. AC/DC was de naam van een heavy metal band in de jaren '70. Die naam verwijst naar wissel- en gelijkstroom, en benadrukt hoe belangrijk elektriciteit is bij het maken van muziek.

De afgebeelde stekkers De stekkers die je hier ziet stammen uit het begin van de 20^e eeuw. Let op de verschillende gleuven in de pootjes. Dat zijn de voorlopers van de stekkers die nu overal op het vasteland van Europa

Plugs

Sally Wyatt

Take for granted You might only think about them when you travel to another continent as you realize you might need to pack an adapter plug or transformer. Otherwise, we tend to take plugs completely for granted even though different countries still have different plugs, sockets, and electricity supply systems. We buy new electrical items, such as hairdryers, toasters, televisions and computers. They come with a cord with a plug at the end but those items only work when that plug is put into a socket, connecting them to the electricity supply system.

Culture Electricity and the plugs on everyday appliances are now seen as rather boring. In a country such as the Netherlands, they are firmly part of everyday life, even if the dream now is to become wireless. Electricity has entered our language and popular culture, especially as the vocabulary of electricity easily transfers to how people talk about romantic and sexual attraction. AC/DC was the name of a 1970s heavy metal band. The name refers to alternating current/direct current, highlighting how important electricity is to making music.

Plugs pictured here The plugs you see here are from the early 20th century. Notice the different materials and the different grooves on the pins. These are forerunners of the plug now in wide use throughout Europe



Stekkers/Plugs, Centre Céramique Maastricht, Collectie Instrumenten/Instrument Collection, IC2195-96 (Met dank aan/Credit Eric Bleize).



gebruikt worden – twee pootjes, niet geaard, zonder polen, en geschikt voor gebruik in kleine huishoudelijke apparaten. De stekkers op uw was-machine of oven moeten anders zijn, namelijk geaard om schade door kortsluiting in huis te voorkomen.

Geschiedenis De elektriciteitsvoorziening werd ontwikkeld vanaf het eind van de 19^e eeuw, maar kennis van statische elektriciteit en elektrische stroom bestond al veel langer. In het oude Griekenland experimenteerde Thales van Milete al met barnstenen staven en kattenvacht. Thomas Franklin onderzocht elektriciteit met behulp van natte vliegers en ijzeren sleutels. Thomas Edison spande zich in om al deze elementen zo samen te voegen dat elektriciteit geproduceerd en opgeslagen kon worden en gedistribueerd naar fabrieken en huizen. Rond dezelfde tijd als Edison droeg Nikola Tesla bij aan de ontwikkeling van wisselstroom. Hij droomde vele dromen over toekomstige toepassingen en zijn naam is nu verbonden aan elektrische auto's.

Standaarden Aan het begin van de 20^e eeuw waren alleen woningen verbonden met het elektriciteitsnet, aanvankelijk ter vervanging van kaarsen en gaslampen als lichtbronnen. Ieder stadssysteem had zijn eigen soort stekkers. In de loop van de 20^e eeuw werden de elektriciteitsnetten gestandaardiseerd, met als gevolg dat kleine lokale bedrijven opgeslokt werden door grote nationale systemen. In de meeste delen van het Europese vasteland gebruikt men nu een moderne versie van de afgebeelde stekkers. Stekker en stopcontact moeten passen wat betreft de vorm en afmeting van de pootjes en de grootte van spanning en stroomsterkte. Zo niet, dan kan er kortsluiting ontstaan of werkt het systeem gewoon niet.

– two pins, ungrounded, and unpolarized, suitable for use with small domestic appliances. The plugs on your washing machine or oven are necessarily different as they need to be grounded to prevent short circuiting the electricity in your home.

History Electricity supply systems began to be developed in the late 19th century but people have known about static electricity and electromagnetism for much longer. Thales of Miletus experimented with amber rods and cat fur in ancient Greece. Thomas Franklin flew wet kites with iron keys. Michael Faraday speculated about electric fields. Thomas Edison worked hard to bring all the elements together so that electricity could be generated, stored and distributed to factories and to homes. Nikola Tesla lived around the same time as Edison, and contributed to the design of alternating current. He had many dreams about future applications, and his name is now associated with electric cars.

Standards At the turn of the 20th century, only homes in cities were connected to electricity supply, initially to replace candles and gas lamps as sources of light. Each urban system had its own plugs. Throughout the 20th century, electricity supply became standardized with the result that small, local companies were taken up into large, national systems. Most of Europe now uses a modern version of the plugs pictured here. The plug and the socket have to match: the size of the pins and the ampere or measure of electric current. If they do not match then the system might short circuit or simply not work.

**NU SNAP IK HET:
LICHT MAKEN EN BEGRIJPEN**

**I SEE:
MAKING AND
UNDERSTANDING LIGHT**

Lenzen

Lea Beiermann & Raf De Bont

80

Onvoorspelbaar Wetenschapsexperimenten op school staan bekend om hun onvoorspelbaarheid. Leraren scheikunde worden soms tot wanhoop gedreven door experimenten die overal lijken te lukken behalve in de klas, terwijl de leerkrachten natuurkunde verstrikt raken in de getallen van de testjes die ze laten doen. Hun studenten blijken plots een belachelijke lichtsnelheid te meten; en het kookpunt van water dat de scheikunde-studenten vaststellen komt in niets overeen met de voorspellingen op papier. Op YouTube zijn “science experiments gone wrong” een populair genre, maar leraren verschijnen daar liever niet. Misschien is het een geluk dat de lenzen die hier tentoongesteld staan, gebruikt werden in schoolexperimenten in het pre-internet-tijdperk.

Optische tafels De lenzen – die waarschijnlijk stammen uit de vroege 20^e eeuw – behoorden tot de collectie van het Stedelijk Lyceum Maastricht. Tijdens experimenten werden ze op een ‘optische tafel’ gemonteerd, een stalen baan die wel wat op een spoorlijn lijkt. Op die manier kunnen de lenzen heen en weer worden geschoven. Ze blijven daarbij op één lijn staan zodat een lichtstraal netjes zijn weg vindt door alle lenzen, diafragma’s (ringen met een instelbare ronde of veelhoekige opening) en andere optische instrumenten die op de tafel kunnen worden vastgemaakt. De tafel houdt alle instrumenten precies op rij en levert op die manier een maatstaf voor ‘succesvolle’ optische experimenten.

Lenses

Lea Beiermann & Raf De Bont

81

Unreliable Classroom experiments are notoriously unreliable. Chemistry teachers fret over experiments that seem to work anywhere, just not in their classroom, while physics teachers worry that the numbers of their quantitative experiments will not add up. The physics students may measure a ridiculous speed of light in the classroom; meanwhile, the chemistry students identify the boiling point of water as nowhere near the prediction made in their textbook. While “science experiments gone wrong” is a popular YouTube genre, it is probably not where teachers want their experiments to appear. Luckily, perhaps, the lenses exhibited here were used for classroom experiments in pre-digital times.

Optical bench(marks) The lenses in this collection – probably dating back to the early 20th century – come from Maastricht’s Municipal Lyceum. To conduct optical experiments in class, they were mounted on an optical bench, a stiff track made of steel, looking much like a railway track. While the lenses could be shifted up and down the bench, they would remain in line to make sure that a ray of light would travel through all the lenses, diaphragms, and any other optical instruments mounted on the bench. Thus, the bench kept these instruments in line and helped to set the benchmark for ‘successful’ optical experiments.



Lenzen/Lenses, Centre Céramique Maastricht, Collectie Instrumenten/Instrument Collection, IC3463, IC3465-68, IC3470 (Met dank aan/Credit Eric Bleize).



Leren kijken Optische banken waren maar een van de vele instrumenten die populair werden bij onderwijshervormers in de 19^e eeuw. In die periode werden wetenschapsexperimenten een vast onderdeel in het zogenaamde *Anschauungsunterricht* (onderwijs via directe waarneming) dat opgang maakte aan West-Europese scholen en universiteiten. Vanaf het begin waren deze experimenten bedoeld om feiten te bevestigen, niet om nieuwe ontdekkingen te doen. Er moest binnen de lijntjes worden gekleurd. Studenten werd geduldig aangeleerd hoe ze moesten observeren, en hoe ze die observaties moesten interpreteren aan de hand van de instructies van de leerkracht, het tekstboek, en de tekeningen op het krijtbord.

Niet-experimentele experimenten Traditioneel worden experimenten als ‘tests’ gezien: ze bewijzen of ontkrachten een bepaalde hypothese. Dit is echter *niet* wat je van een schoolexperiment met lenzen en een optische bank moet verwachten. Stel je even voor dat de resultaten van zo’n experiment tegen de optische wetten in zouden gaan! Eerder dan bekende wetten uit de natuurkunde ter discussie te stellen, zal de leerkracht dan beweren dat er iets misging met het experiment zelf. Hij of zij zal dat experiment overdoen totdat de resultaten overeenkomen met de voorspellingen van het tekstboek. Het schoolexperiment dient namelijk niet om de natuur kritisch te onderzoeken, maar om datgene te tonen waarvan de leraar al van te voren weet dat het de waarheid is.

Het klaslokaal als theater Met lenzen en optische banken hoopten onderwijshervormers het laboratorium naar de klas te halen. Maar ze wilden niet de vragen, discussies en verwarring meebrengen die eigen zijn aan laboratoriumonderzoek. Zelfs in het laboratorium zullen onderzoekers misschien aarzelen om algemeen aanvaarde theorieën te bekritiseren, en zullen ze bij onverwachte resultaten vaak veronderstellen dat het probleem bij hun eigen experiment ligt. Schoolexperimenten zijn echter doelbewust *ontworpen* om algemeen aanvaarde wetenschappelijke kennis te bevestigen. Het 19^e-eeuwse klaslokaal was op die manier eerder een theater dan een laboratorium. Met goed afgestelde instrumenten konden de wetten van de natuur zorgvuldig worden geënceneerd. De meeste leraren oefenden vooraf waarschijnlijk zelfs een beetje. Ook vóór het bestaan van YouTube wilde je jezelf immers niet belachelijk maken.

Learning how to see Optical benches were part of a broader arsenal of controlled classroom experiments. In the 19th century, science experiments became part of so-called *Anschauungsunterricht* – learning through immediate visual perception – in many Western European schools and universities. From the beginning, these experiments were set up to confirm scientific facts, rather than make new discoveries. Students were taught what to observe, and to interpret their observations with the help of their teacher’s instructions, textbooks, and blackboard drawings.

Non-experimental experiments Traditionally, experiments are considered ‘tests’: They prove or disprove a certain hypothesis on empirical grounds. However, this is *not* what a classroom experiment with lenses on an optical bench does. Just imagine the results of such an experiment going against optical laws – rather than question established scientific facts, the teacher will probably claim something went wrong with the experiment. He or she will redo the experiment until the results are in line with textbook knowledge. Rather than critically investigate nature, the classroom experiment is supposed to show what the teacher already knows to be true.

Classroom theatre With lenses and optical benches, educational reformers sought to bring the laboratory to the classroom. Yet, they did not want to import the questions, controversies and confusions characteristic of laboratory practice. In the laboratory, too, researchers may hesitate to question an established scientific theory and look for fault in their experiment when it produces surprising results. Classroom experiments, however, are purposefully designed to support common scientific knowledge. Nineteenth-century reformers turned the classroom into a theatre rather than a lab. With the use of well-calibrated instruments, natural laws could be carefully staged. Most teachers probably rehearsed a little before performing. Even before YouTube existed, you did not want to make a fool of yourself.

Camera lucida

Joseph Wachelder

Eenvoudig beginnen Wat is dit nu weer? En waarvoor zou het hebben gediend? Laten we eenvoudig beginnen. Waar lijkt het op? Op een mislukte sculptuur van een ooievaar die op één poot staat met een scheef brilletje op zijn neus? Op een verstelbare bureaulamp met een rare lichtbron? Op een loep op een statief? Mocht je een ander idee hebben, houd dat dan even vast. Dit instrument heeft iets met licht te maken – denk aan het Nederlandse ‘lucide’. Een klein prisma met twee lensjes is gemonteerd op een beweegbaar statief. Het prisma wordt hier gebruikt om lichtstralen af te buigen. De camera lucida was een tekenhulpmiddel.

Een tekenhulpmiddel We hebben de camera lucida te danken aan de Britse medicus en natuurkundige William Hyde Wollaston (1766-1828) die er in 1806 patent op kreeg. De camera lucida wordt boven een vel tekenpapier geplaatst. Het prisma buigt de lichtstralen die door een object gereflecteerd worden af richting het oog; de lens stemt de kijkafstand van het papier af op het virtuele beeld in het oog. Door nu met het oog deels langs het prisma te kijken, kan het object als het ware overgetrokken worden op het papier. Simpel is dat overigens niet. Het vergt handigheid om met de camera lucida te werken; het prisma en de lens moeten precies ingesteld worden.

Een gebruiksvoorwerp “Necessity is the mother of invention”, zo luidt een veel geciteerd Engels gezegde. Voor wie maakte Wollaston dit ap-

Camera Lucida

Joseph Wachelder (translation Ton Brouwers)

First things first What kind of object is this? And what is its use? First things first: what does it look like? A poor sculpture of a stork standing on one leg and wearing a crooked pair of glasses? An adjustable desk lamp with a strange light source? A hand glass on a stand? Well, this instrument has something to do with light – just think of the word “lucid”. This camera lucida, which consists of a small prism and two lenses mounted on a movable stand, is a drawing aid.

Drawing aid We owe the camera lucida to the British physician and physicist William Hyde Wollaston (1766-1828), who patented it in 1806. The device should be placed above a sheet of drawing paper. The prism refracts the rays of light, which are reflected by an object, into the direction of the viewer’s eye; the lens helps to bring the viewing distance to the paper in line with the virtual image in the viewer’s eye. By looking through the very edge of the prism, it becomes possible to trace, as it were, the object on the sheet. This is all but easy, however. It requires skill to work with a camera lucida; the prism and the lens have to be accurately adjusted.

User-object “Necessity is the mother of invention”, as the oft-used saying has it. Who was supposed to use Wollaston’s invention? First of all, he



Camera lucida/Camera Lucida, Centre Céramique Maastricht, Collectie Instrumenten/Instrument Collection, IC3446 (Met dank aan/Credit Eric Bleize).



paraat? In ieder geval voor zichzelf, want hij had geen tekentalent. Maar daar bleef het niet bij. Engeland liep in het begin van de 19^e eeuw voorop met apparaatjes voor een opkomende consumentenmarkt. Schilderen met waterverf werd een populair tijdverdrijf voor dames uit de betere kringen. Tekenende hoorde daarbij. Ook microscopen werden betaalbaar voor de middenklasse. En hoe moest je de daarmee bestudeerde objecten vastleggen? Juist, met behulp van een camera lucida. De fotografie moest immers nog worden uitgevonden.

Camera obscura De camera lucida was niet de enige tekenhulp. De camera obscura deed al veel langer als zodanig dienst maar werkte anders. Licht viel binnen op de achterwand van een donkere kamer. De fotografie, waarvan de prille ontwikkeling in de jaren '30 van de 19^e eeuw plaats vond, zou een alternatieve manier van registreren opleveren. De fotocamera lijkt op een kleine camera obscura, waarbij de achterwand is vervangen door een lichtgevoelige plaat. Over de Brit William Henry Fox Talbot (1800-1877) gaat het verhaal dat hij de fotografie uitvond uit frustratie over de camera lucida en het feit dat zijn vrouw en zussen veel beter tekenden.

Cultuurgeschiedenis en technostalgia Als je op dit moment iets over de camera lucida wil delen, pak je je smartphone en zend je met één druk op de knop een foto naar je contacten. Toch hoeft dat niet het einde te betekenen van een oude technologie. Moderne versies van de camera lucida zijn nog steeds te koop. Het past bij de trend van nostalgie naar technologie die we niet meegemaakt hebben. Ook eigentijdse kunstenaars als David Hockney blijken geïnteresseerd in het hulpmiddel. Hockney tekent landschappen op de iPad, maar ook portretten met behulp van de camera lucida. Onder andere om het werk van oude meesters als Jean-Auguste-Dominique Ingres (1780-1867) te kunnen doorgronden en de historische en actuele betekenis van tekenhulpen te achterhalen.

wanted to use it himself, hoping to improve his drawing skill. But he was not the only one having this aspiration. In the early 19th century, all sorts of devices for an emerging consumer market were invented in England. Drawing and making watercolours became popular pastimes for upper class ladies. Microscopes also became affordable for the middle classes. But how to depict the objects seen through a microscope in the days before photography? Right, with the help of a camera lucida.

Camera obscura The camera lucida was not the only drawing aid. The camera obscura served a similar purpose, but it worked differently, based as it was on light falling onto the backwall of a dark chamber. Photography, whose early development started in the 1830s, would result in a new way of recording things seen. The photo camera looks like a small camera obscura, in which the backwall has been replaced by a light-sensitive plate. There is the rumor about the British William Henry Fox Talbot (1800-1877) that he invented photography not only because he was frustrated with the camera lucida, but also because his wife and sisters were much more skilled at drawing.

Cultural history and technostalgia Modern versions of the camera lucida are still available in stores. This is perfectly in line with the trend of nostalgia for old technologies. A well-known contemporary artist such as David Hockney draws portraits and landscapes on an iPad, but also on paper with the help of a camera lucida. He does so in order better to understand the work of old masters such as Jean-Auguste-Dominique Ingres (1780-1867) or to learn more about the historical and contemporary meanings of drawing aids.

Gloeilamp

Zahar Koretsky (vertaling Harro van Lente)

Gloeïend heet Een dunne draad waar een elektrische stroom doorheen loopt, wordt gloeiend heet en verspreidt helder licht. Dit is het principe van de ouderwetse gloeilamp, zoals hier tentoongesteld. Tegenwoordig kom je dit soort lampen niet veel meer tegen. De lamp in deze tentoonstelling komt uit een vervlogen tijdperk van kunstlicht door gloeidraden.

88 **Oude technologie** De traditionele gloeilamp is meer dan een eeuw oud. In 1878 is de gloeilamp bijna gelijktijdig uitgevonden door Joseph Swan in het Verenigd Koninkrijk en door Thomas Edison in de Verenigde Staten. Edison experimenteerde met allerlei materialen voor de gloeidraad, zoals katoenen draden of bamboespalken. Na het vaststellen van het juiste materiaal voor de gloeidraad, werd de gloeilamp de standaardkeuze voor thuisgebruik in Europa dankzij de aangename lichtkleur, het gebruiksgemak en de lage prijs.

In de gloeilamp De gloeidraden werden eerst gemaakt van wolfram. Om de gloeidraad te beschermen tegen verbranding waren de eerste lampen vacuüm van binnen; later werden ze gevuld met argongas. Een lamp van 60W ging gemiddeld 1000 uur mee. De lamp die u hier ziet, is een lamp van 300W, dus hij is erg helder. Dit is een Nederlandse lamp van het merk “Sol”, geproduceerd in de Splendor fabriek in Nijmegen. De lamp kan tussen de jaren '30 en '80 van de vorige eeuw geproduceerd zijn. De pro-

Filament Light Bulb

Zahar Koretsky

Imagine Imagine a thin wire through which electricity runs until the wire turns white. Would you be able to ensure that it would not break or burn out for at least several months, you will get an old-school filament light bulb, like the one you see here. If you look at the ceiling right now, it is highly unlikely that you will find this lamp in use there. The object in the display is from a bygone era of artificial lighting, when we used to make metal burn hot white.

Century-old technology The traditional filament light bulb is a century-old technology, invented almost simultaneously by Joseph Swan in the UK and Thomas Edison in the USA in 1878. Edison experimented with lots of materials for the filament, trying cotton threads or bamboo splints for instance. After the design of the light bulb was perfected, the filament light bulb became the default lamp choice for home use in Europe thanks to its comfortable light colour, dimmability, ease of use and low price.

Inside the bulb The filament within the bulb was usually made of tungsten. First bulbs had vacuum inside, while more modern ones were filled with argon gas to better protect the filament. A 60W bulb lasted on average for 1000 hours. The bulb that you see here is a 300W bulb, so it is very bright. This is a Dutch lamp by the brand “Sol”, produced at their Splendor factory in Nijmegen. This bulb could have been produced any time between the 1930s and the 1980s. The assembly of such a bulb re-

89



Gloeilamp/Filament Light Bulb (Sol, Splendor, Nijmegen, jaren '30-'80/1930s-1980s), Centre Céramique Maastricht, Collectie Instrumenten/Instrument Collection, IC2410 (Met dank aan/Credit Eric Bleize).



ductie van zo'n lamp vereiste een kostbare industriële opstelling omdat het opwarmen, vormen, smelten, monteren, solderen en sealen op dezelfde productielijn plaatsvond. Het gebruik van zo'n productielijn vereist een strikte procesbeheersing en vakmanschap.

Protest Toen in 2009 de gloeilamp voor de verkoop in Europa werd verboden ten gunste van energiezuinige lampen, waren velen het niet eens met deze beslissing. Het verbod werd “draconisch” en “ondemocratisch” genoemd, een voorbeeld van “gloeilampen socialisme” of van een “dictatuur van bureaucraten”. Patiënten- en consumentenverenigingen in heel Europa eisten ontheffingen om de oude lampen te kunnen blijven gebruiken in plaats van het alternatief dat de industrie aanbood: de flikkerende spaarlampen, bekend als Compact Fluorescent Lighting. De ophef kalmeerde pas toen de LED-lampen, gebaseerd op Light Emitting Diode-technologie, goedkoop en goed genoeg werden.

De erfenis Tegenwoordig is LED de meest voorkomende lamp voor huishoudelijk gebruik. Volgens Europese consumentenorganisaties bespaart het jaarlijks gemiddeld meer dan 100 euro per huishouden. Binnenin lijkt een LED in niets op de oude gloeilamp, maar hij gedraagt zich wel zo en ziet er precies zo uit. Hoewel we geen metalen draden meer laten gloeien om licht te produceren, is de erfenis van de gloeilamp nog steeds aanwezig in elk huis en claimt het zijn plaats in onze cultuur.

quired an expensive industrial set-up because all of the heating up, forming, melding, mounting, soldering and sealing happened on the same production line. Operating a line like that required a strict process control and a lot of training.

Troubled history When the filament light bulb was banned for sale in Europe in 2009 in favour of more energy-efficient lamps, a lot of people disagreed with this decision. The ban was called “draconian” and “undemocratic”, an example of “light bulb socialism” and of a “dictatorship of bureaucrats”. Patient and consumer associations all over Europe demanded exemptions to use the old bulbs instead of the alternative that the industry had offered: the flickering spiral bulbs, known as Compact Fluorescent Lighting. The situation calmed down only when the LED bulbs, based on Light Emitting Diode technology, became cheap and good enough.

The legacy Today LED is the most common lamp for domestic use. According to European consumer organisations, it saves on average more than 100 euros per household yearly. Inside, a LED doesn't look anything like the old filament bulb, but it behaves and appears just like it. So although we don't burn metal wires anymore to produce light and the filament lamp does no longer claim a place in our ceilings, part of it is still present in every home, claiming its place in our culture.

**WEKE DELEN, HARDE BOTTEN:
LUISTEREN NAAR EN KIJKEN
IN HET LICHAAM**

**WEAK PARTS, HARD BONES:
LISTENING TO AND
IMAGINING THE BODY**

Stethoscoop

Anna Harris & Jens Lachmund (vertaling Bernike Pasveer)

Stethoscope

Anna Harris & Jens Lachmund

High-tech geneeskunde In 1819 publiceerde René Théophile Hyacinthe Laënnec, dokter in het Necker Ziekenhuis in Parijs, over zijn ervaringen met zijn zelf-uitgevonden stethoscoop. Hoewel het niet veel meer was dan een massief houten cilindertje waarmee hij de borstkas van zijn patiënten onderzocht, legde het apparaatje een nieuw fundament onder de medische diagnostiek.

Blaten, kletteren en roekoeën In Laënnec's tijd stelden dokters een diagnose vooral op basis van wat patiënten hen vertelden. Laënnec nam een hele andere route: hij luisterde naar de veranderingen in het zieke lichaam die tot dan toe alleen maar tijdens een autopsie konden worden gevonden. Hij vergeleek wat hij hoorde met andere geluiden om het gehoorde te kunnen beschrijven: met stemmen die “hoog”, “laag”, of “zilverachtig” klonken; maar ook met het blaten van een geit, het roekoeën van een duif; het fluisteren van de wind in het sleutelgat van een deur; het geluid van een koets die door de straat rolde, het gekletter van wapens bij een militaire oefening; het vibreren van een metalen draad als je daar met je vinger langs wrijft, en nog veel meer.

Sceptici Niet iedereen was net zo optimistisch als Laënnec over het belang van dit nieuwe diagnostische apparaat. Een collega in Parijs schreef: “Misschien lukt het Monsieur Laënnec om door eindeloos luisteren vertrouwd te raken met verschillen tussen allerlei geluiden, maar het is niet

High-tech medicine in 1819 René Théophile Hyacinthe Laennec, doctor at the Necker Hospital in Paris, publishes about his experiences with his newly invented stethoscope. Nothing more than a small solid wooden cylinder with which he explored the chest of his patients, it allowed him to provide a new basis for the establishment of medical diagnoses.

Bleats, tinkles and coos In his time, doctors had diagnosed diseases mainly on the basis of what patients told them. Laennec, by contrast, listened to the organic alterations in the diseased body, that so far, could only be revealed in the dissection room: voices which sounded “high,” “low,” or “silvery”; the bleating of a goat, the coo of pigeons; the whistle of the wind in the lock of a door; the steady rustle of the sea; the noise of a coach rolling over the pavement, the tinkle of weapons during military exercises; the vibration of a metallic string which is rubbed with the tip of the finger, and a lot more.

Listening to what? A medical colleague in Paris: “Through his power of observation and exercise, Monsieur Laennec was able to make himself accustomed with their differences, but not everyone is able to devote the same effort on this, and to share the enthusiasm for a procedure than

94

95



Stethoscoop/Stethoscope (dubbelzijdig/binocular, na/after 1830), Centre Céramique Maastricht, Collectie Instrumenten/Instrument Collection, IC1120 (Met dank aan/Credit Eric Bleize).



iedereen gegeven om daar zoveel moeite voor te doen, en ook niet om het enthousiasme te delen voor een procedure die hij zelf heeft uitgevonden en waarvan hij zelf enorme verwachtingen heeft”. En nadat sommige Parijse dokters Laënnec’s methode verder hadden ontwikkeld en zelfs beweerden dat ze nóg meer verschillen tussen geluiden konden horen, schreef een Duitse arts: “Men hoort precies zoveel geluiden als er ziektes in allerlei variaties zijn, en het uitvoeren van deze moeilijke kunst zal uiteindelijk toch in handen blijven van een paar experts”.

Leren luisteren We spoelen door naar de jaren '60. Een hoogleraar laat een symphonie van Beethoven horen in zijn college cardiologie. Hij vraagt: “Wie van jullie heeft de viool gehoord? Wie hoorde de pauken? En de hoorn?” Ze luisteren opnieuw, nu geconcentreerder. Het is een oefening in het leren horen van verschillen. Want ondanks de scepsis in de 19^e eeuw wordt het ausculteren – het luisteren met de stethoscoop – inmiddels in de hele wereld onderwezen. Ook nu worden studenten nog altijd getraind in het luisteren naar digitale opnames, of naar opnames die ze zelf met hun digitale stethoscoop hebben gemaakt. Ze delen geluidsbestanden, maar ook ziekenhuispatiënten die een “prachtige ruis” hebben. De docenten helpen ze door de geluiden na te doen, te tekenen, analogieën te maken. De studenten leren zo de geluiden te plaatsen, en termen als “kraken” krijgen een nieuwe betekenis.

De dood van de stethoscoop? Het einde van de stethoscoop wordt tegenwoordig vaak aangekondigd: het is immers een overblijfsel uit het verleden, overbodig geworden door de draagbare echo-apparaten die de dokters in de zak van hun witte jas meenemen en aan het bed kunnen gebruiken. Medische toekomstvoorspellers suggereren zelfs dat het gebruik van zulke apparaten aan het bed helemaal overbodig zal worden, omdat slimme machines straks zelf diagnoses kunnen stellen op basis van radiologische afbeeldingen. Zonder dat een arts haar of zijn patiënt nog hoeft aan te raken. Maar de stethoscoop is er nog steeds. In medische opleidingen in de hele wereld, om studenten de kunst van het luisteren naar de geluiden van het lichaam bij te brengen. En in ziekenhuizen waar artsen en verpleegkundigen de stethoscoop nog altijd gebruiken om te weten wat er met hun patiënten aan de hand is. Aan het bed of in de spreekkamer, en van heel nabij.

oneself has invented and from which one expects great results.” After some Parisian doctors had further developed Laennec’s method and claimed to have found even more differences between acoustic signs, a German doctor wrote: “one receives so many signs as there are states of diseases and their modifications, and the exercise of this difficult art will eventually remain in the hands of few mandarins.”

Learning to listen Move forward to the 1960s. A professor plays a record in his cardiology lecture. A Beethoven symphony booms around the hall: “How many heard a violin, French horn, or kettle drum?” They listen again, more carefully. It is an exercise to distinguish differences. Despite the scepticism of the 19th century, auscultation is widely taught the world over. Students today also undergo similar training, listening to digital clips or those they have recorded using their own digital stethoscope. They share sounds and patients with “beautiful murmurs.” The teachers help, by mimicking and drawing and making analogies. The students learn associations to the sounds, words like “crackle” take new meaning.

Death of the stethoscope? Many have predicted the death of the stethoscope in recent times. It is seen as a relic of the past, rendered obsolete by portable ultrasound machines carried in clinicians’ pockets and taken to the bedside. Medical futurologists suggest that such bedside technologies may be redundant altogether, in light of machine learning used to detect pathologies from radiology pictures. Still, the stethoscope lingers. It can be found in medical schools world-wide, as students learn the art of listening to sounds. It can be found in doctors’ and nurses’ clinics. It lingers as a way to notice and connect.

Röntgenfoto

“De hand van Bertha”

Bernike Pasveer

Spektakel We kennen ze allemaal en we vinden ze doodgewoon: röntgenbeelden van de binnenkant van ons levende lichaam. Van een bot dat misschien is gebroken, van longen die ziek zijn van kanker of covid of tuberculose. Maar denk je eens in wat een spektakel het moet zijn geweest toen Conrad Wilhelm Röntgen (en tijdgenoten van hem), in 1895 voor het eerst beelden maakten van de binnenkant van het levende lichaam.

98 **In het levende lichaam kijken** Want tot dat moment was de binnenkant van het *levende* lichaam gesloten geweest voor dokters, en al helemaal voor het grote publiek. Het was vooral het *dode* lichaam dat bekend was. Bij het bericht dat Röntgen over zijn uitvinding aan collega's stuurde, zat een foto van de hand van zijn vrouw Bertha (niet de hand op deze foto). Dat was een meesterzet: een onmiddellijk leesbaar beeld van iets dat nog nooit was vertoond. De foto werd wereldberoemd, en omdat de techniek zo toegankelijk was, lieten velen in de jaren die volgden hun hand 'röntgenen', en gebruikten die foto's vaak als visitekaartje.

Leren lezen Maar hoe kon het eigenlijk dat iedereen die foto kon lezen? Dat het skelet al eeuwen een hele bekende figuur was, hielp daarbij. Wat ook hielp, was dat Röntgen en zijn tijdgenoten gebruik maakten van fotografie om de schaduwen vast te leggen – rond de eeuwwisseling stond buiten kijf dat foto's de werkelijkheid objectief weergaven. Juist dit verge-

X-Ray Image

“Bertha's Hand”

Bernike Pasveer

Spectacle We all know them and we find them completely normal: X-ray images of living bodies' insides. Of a broken bone, of lungs affected with cancer, covid or tuberculosis. Yet imagine the spectacle of seeing such things when Wilhelm Conrad Röntgen made images of the living body's insides for the very first time, in 1895.

Seeing inside the living body Until that year, the insides of the *living* body had been unknown to doctors. They knew about the *dead* body. In a note to colleagues, Röntgen included an X-ray image of his wife Bertha's hand (not the hand on this picture). That was a masterstroke: a ready-to-read image of something never seen in this way before. The photo became world famous, and because the technology with which it was made was easy to get at, many had their hands X-rayed in the years that followed. For some time it was popular to use such images as business cards.

Learning to read How come that these new images were so easy to understand? It helped that the human skeleton was well-known. It also helped that Röntgen and his contemporaries used photography to capture the shadows, as around the turn of the century no one doubted that photographs captured reality objectively. Doctors could compare the skeleton-

99



Röntgenfoto van een hand/X-Ray Image of a Hand, Centre Céramique Maastricht, Collectie Instrumenten/Instrument Collection, IC3618 (Met dank aan/Credit Eric Bleize).

lijken van het skelet op de nieuwe foto's met andere versies ervan, maakte ze 'leesbaar' en bruikbaar. De nieuwe foto's werden zo niet simpelweg gedecodeerd, maar 'gecodeerd': Er werden actief hele precieze relaties gelegd tussen oud en nieuw skelet.

Omgekeerd Ook de moeite die het kostte om ook röntgenbeelden van de weke delen – het hart, de longen, de ingewanden – te lezen maakt duidelijk dat dit niet simpelweg een kwestie was van ontdekken wat er als het ware al 'in' de foto's besloten lag. De eerste gepubliceerde röntgenfoto van een menselijk hart verscheen in mei 1896 op z'n kop op het omslag van Ward's *Practical Radiography* – een van de eerste handboeken over de nieuwe fotografie. Technici en dokters waren eindeloos bezig om de nieuwe foto's, net als bij het skelet, te leggen naast oudere representaties van die lichaamsdelen om zo stukje bij beetje (maar wel in razend tempo) de schaduwbeelden te kunnen lezen en te kunnen gebruiken in de diagnostiek van meer dan alleen botbreuken.

Straling Dat betekende ook dat er eindeloos met de röntgenstralen werd geëxperimenteerd: hoe lang moest je een lichaamsdeel doorstralen voordat je behalve het skelet ook iets anders kon zien? Kon je ook röntgenbeelden van de hersenen maken, of was het schedelbot daar echt te dik voor? Thomas Alva Edison gebruikte voor dat laatste onderzoek een assistent, maar anderen gebruikten hun eigen lichaam voor die experimenten. Want dat de röntgenstralen het weefsel waar ze doorheen gingen ook veranderde, werd in de jaren 1910 geleidelijk aan duidelijk, en al evenzeer dat die veranderingen vaak tamelijk dramatisch waren.

Twee kanten van de medaille Velen die in die periode hun eigen lichaam (of dat van hun assistent) gebruikten om te experimenteren met de stralen, gingen lijden aan dezelfde kanker die de stralen later ook konden helpen behandelen. Dat medici bij het diagnostisch en therapeutisch gebruik van röntgenstralen beschermende kleding zijn gaan dragen, en dat niet-te-bestrallen delen van het lichaam worden bedekt, toont beide kanten van die medaille.

parts on the new photographs to other versions, and that is what made these photos readable and useful. The new images were not simply decoded, they were 'coded': people actively engaged in drawing very detailed connections between the old and the new skeleton.

Upside down The effort it took to read X-ray images of the body's soft parts – the heart, the lungs, the intestines – proves that the reading the new images was not simply a matter of discovering what the pictures already contained. The first published X-ray image of a human heart appeared *upside down* in May 1896 on the cover of Ward's *Practical Radiography* – one of the first handbooks about the new photography. Technicians and doctors worked tirelessly to compare the new photographs to older representations of the body, and by doing so they gradually (if swiftly) learned to read the shadow images and to make them useful for diagnosing medical problems beyond broken bones.

Rays This also implied endless experimentation with the new technology: how long was a body part to be radiated before you could see beyond the skeleton? Was it also possible to make X-ray images of the brain, or was the skull-bone too thick? Many scientists used their own body to find out, while others, like Thomas Alva Edison, would rely on the body of one of his assistants. Because soon signs appeared to suggest that the radiation affected and changed the tissue it passed through, often in dramatic ways.

Double-edged sword X-ray technology, in other words, soon proved to be a double-edged sword. Many who used their own body to experiment with the rays, came to suffer from the very cancer the rays would later also help cure. That nowadays radiographers wear protective clothing, and the patient's body parts that are not to be x-rayed are covered while the same rays are used to cure, shows both sides of the coin.

Röntgenfoto van een “platvisch”

Annemieke Klijn

X-ray Image of a “Flatfish”

Annemieke Klijn (translation Ton Brouwers)

Eeuwig leven Op vrijdag 31 januari 1896 kreeg een dode platvis het eeuwige leven dankzij een röntgenfoto van Heinrich Joseph Hoffmans (1842-1925). Hoffmans was natuurkundige en directeur van de Maastrichtse hbs. Wellicht had hij die ochtend deze vis – een schol of een tong – op de vrijdagmarkt in Maastricht gekocht, van oudsher immers wijd en zijd beroemd om zijn vismarkt.

De eerste experimenten met röntgenstralen Hoe dit ook zij, een week later schreef Hoffmans een brochure over zijn experimenten met röntgenstralen waaraan hij had samengewerkt met Lambert van Kleef, arts en directeur-geneesheer van het ziekenhuis Calvariënberg. De twaalf pagina's tellende brochure, *Proefnemingen met de Röntgen'sche Stralen in het laboratorium der Hoogere Burgerschool te Maastricht*, verscheen op 6 februari 1896 en was de eerste publicatie over röntgenstralen in Nederland.

Een uitstekend laboratorium Hoffmans beschikte over een uitstekend laboratorium, uitgerust met voor die tijd geavanceerde apparatuur. Hij volgde de wetenschap op de voet. Wilhelm Conrad Röntgen (1845-1923) had namelijk “die neue Art von Strahlen” (een nieuw soort stralen) in november 1895 ontdekt: de zogenaamde X-stralen, dat wil zeggen elektromagnetische stralen met een korte golflengte die dwars door het lichaam gaan.

Eternal life On Friday 31 January 1896, a dead flatfish was given eternal life owing to an X-ray image made by Heinrich Joseph Hoffmans (1842-1925). Hoffmans was a physicist and director of the Maastricht ‘HBS’ (advanced high school). Perhaps he had bought this fish – a plaice or a sole – that same morning on Maastricht's Friday market, which of old was widely known for its fish.

First X-ray experiments A week later Hoffmans wrote a brochure on his X-ray experiments, in collaboration with Lambert van Kleef, a physician and superintendent of the Calvariënberg hospital. The twelve-page brochure on “X-ray experiments in the local HBS laboratory” (*Proefnemingen met de Röntgen'sche Stralen in het laboratorium der Hoogere Burgerschool te Maastricht*), which appeared on 6 February 1896, was the first publication on X-rays in the Netherlands.

Excellent laboratory Hoffmans had an excellent laboratory with advanced equipment at his disposal. He closely watched the latest scientific developments. In November 1895, Wilhelm Conrad Röntgen (1845-1923) discovered a ‘new kind of rays’, so-called X-rays, or short wavelength electromagnetic radiation which can penetrate the body.

102

103



Röntgenfoto van een
“platvisch”/X-Ray Image
of a “Flatfish” (Hein-
rich Joseph Hoffmans,
1896), Centre Céramique
Maastricht, Collectie In-
strumenten/Instrument
Collection, IC3617 (Met
dank aan/Credit Eric
Bleize).



De proefnemingen Hoffmans en Van Kleef deden meerdere experimenten, eerst op twee rijksdaalders, daarna, onder andere, op een geamputeerde voet van een achtjarige jongen en een meisjeshand. De platvis werd onderworpen aan de negende proef. Bij deze experimenten gebruikte Hoffmans als stralingsbron een bepaald type gasbuizen, namelijk Crookes-buizen, die ook Röntgen had gebruikt. Daarnaast beschikte hij over Bunsenbekers om elektriciteit mee op te wekken en een Ruhmkorff-inductor om de elektrische spanning te transformeren naar 50.000 volt.

Een scherpe afbeelding? Het maken van de röntgenfoto van de platvis duurde anderhalf uur. Hoffmans vond het verkregen beeld niet zo goed als dat van de hand en weet dit aan de bestralingsbron. Maar de afbeelding van de platvis op het glasnegatief is eigenlijk heel scherp. Het is interessant dat de twee onderzoekers juist een röntgenfoto van een platvis maakten. Kraakbeen is röntgenologisch doorgaans niet zichtbaar. Maar aangezien in het kraakbeen van de visgraatjes kalk zit, is de afbeelding van de platvis toch scherp te noemen.

Röntgenologie en geneeskunde Na de publicaties van Röntgen en Hoffmans bleef de medische wetenschap in eerste instantie sceptisch ten aanzien van röntgenologie. De artsen hielden liever vast aan de voor hen vertrouwde lichamelijke onderzoeksmethoden. Het waren vooral natuurkundigen en fotografen die onmiddellijk geïnteresseerd waren in röntgenologie. Pas na 1915 raakte röntgenologie meer algemeen aanvaard in de medische wereld.

Experiments Hoffmans and Van Kleef performed multiple experiments, first on two two-and-a-half-guilder coins, and next on, among other things, an amputated foot of an eight-year-old boy and a girl's hand. The flatfish featured in their ninth experiment. As to the radiation source in these experiments, Hoffmans made use of a specific type of gas tube, called Crookes-tube, employed by Röntgen as well. In addition Hoffmans used Bunsen cells to generate electricity and a Ruhmkorff inductor to transform the electrical current to 50,000 volts.

A sharp picture? The X-ray of the flatfish took one hour and a half to make. Hoffmans felt that this picture was not as sharp as that of the girl's hand, which he thought to be due to the source of radiation. It is interesting that the researchers selected a flatfish for their experiment. Cartilage is commonly invisible on a roentgenological image. But because the cartilage of fishbones has calcium in it, the image of the flatfish on the glass negative is quite sharp after all.

Roentgenology and medicine Initially, after the publications by Röntgen and Hoffmans, medical science continued to be sceptical of roentgenology. Doctors rather held on to research methods of the body with which they were familiar. In contrast, many physicists and photographers immediately developed an interest in roentgenology. Only after 1915 roentgenology became more generally accepted in the medical world.

**DE KUNST VAN HET
VERWONDEREN:
DE NATUUR VOLGEN
EN VERANDEREN**

**ART AND WONDER:
TRANSFORMING AND
TRACING NATURE**

Nevelkamer

Cyrus Mody (vertaling Daria Mody)

Cloud Chamber

Cyrus Mody

Romantiek De nevelkamer bracht romantiek in de wetenschap en wetenschap in de romantiek. De uitvinder van de nevelkamer zocht verwondering en inzicht in de bergen, en probeerde de ervaring van de nevel rond de toppen in een glazen doosje te vangen. Onbedoeld kreeg hij zo voor het eerst zicht op de subatomaire wereld.

108 **Bescheiden begin** Die uitvinder van de nevelkamer was Charles Thomas Rees Wilson (1869-1959), de achtste zoon van een Schotse schapenboer die stierf toen Wilson nog maar vier jaar was. Ondanks Wilson's bescheiden achtergrond kreeg hij een beurs om in Cambridge te studeren. Hij koos daar voor natuur- en wiskunde. Wilson hield ook van wandelen in de natuur en maakte dan graag foto's. Hij droeg zijn camera de Schotse bergen op en af om romantische, mistige rotsen en kloven vast te leggen. Een carrière lang combineerde Wilson wetenschap met zijn liefde voor spectaculaire landschappen en mysterieuze weersomstandigheden.

Spectaculair weer In 1894 en 1895 werkte Wilson als vrijwilliger bij het observatorium op de Ben Nevis, de hoogste berg van Schotland. Hij hielp het personeel bij het meten en bekijken van bijzondere weersverschijnselen. Veel van deze verschijnselen hebben sprookjesachtige namen die iets bovennatuurlijks suggereren: "Glories" (gekleurde lichtkransen), St.

Romantic The cloud chamber is science at its most romantic. Its inventor sought wonder and enlightenment by traveling to the mountaintop, and replicated that experience by creating clouds in a glass box like the one pictured here. By accident, though, the cloud chamber opened the door to a different realm of awe and mystery: the quantum world. With the cloud chamber, physicists could visually record subatomic particles that until then had only revealed their presences indirectly and invisibly.

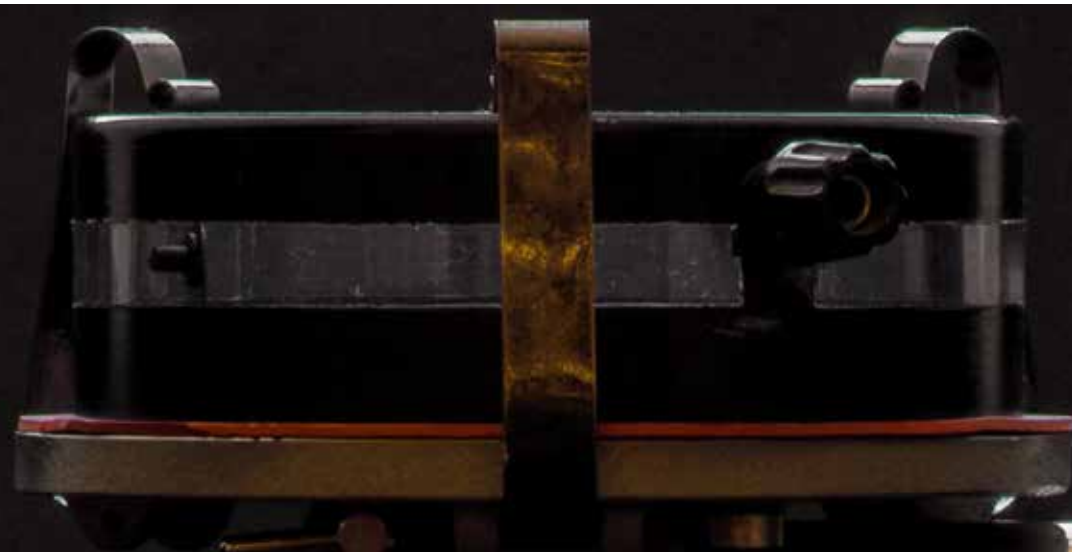
Humble beginnings The cloud chamber's inventor was Charles Thomas Rees Wilson (1869-1959), eighth son of a Scottish sheep farmer who died when Wilson was four. Despite his modest background, Wilson obtained a scholarship at Cambridge to study natural sciences. He also became an avid amateur photographer and outdoorsman, hauling his camera up and down Scottish mountains to take pictures of crags romantically shrouded in mist. For the rest of his career, he combined science with his passion for spectacular scenery and mysterious weather.

Spectacular weather In 1894 and 1895, Wilson volunteered at the observatory on Ben Nevis, Scotland's highest mountain. There, he helped observatory staff monitor unusual meteorological, electrical, and optical phenomena with fairy tale names evocative of the supernatural: glories, St. Elmo's fire, the Brocken spectre, Heiligenschein, moonbows. Afterwards,

109



Nevelkamer/Cloud Chamber, Centre Céramique Maastricht, Collectie Instrumenten/Instrument Collection, IC3984 (Met dank aan/Credit Eric Bleize).



Elmsvuur, Brockenspook, Heiligenschijn of maanbogen. Na zijn vrijwilligerswerk ging Wilson doceren aan het Cavendish Laboratorium in Cambridge. In zijn vrije tijd knutselde hij aan een apparaat dat de magische sfeer zou kunnen doen herleven die hij op de Ben Nevis had ervaren.

Een wolk in een doosje Het resultaat was de nevelkamer. Lucht en water worden in een gesloten glazen holte met elkaar gemengd. Aanvankelijk is het water een gas. Maar als de holte groter wordt gemaakt, verandert het water in een vloeistof. In de nevelkamer die hier staat, gebeurt dit door aan de zwarte knop te trekken. Geleidelijk condenseert de waterdamp en vormen zich druppeltjes die in de lucht blijven hangen, een wolk dus. Maar de waterdamp condenseert niet onmiddellijk. Daar is nog iets extra's voor nodig.

110 **Een verrassing** Wanneer een geladen deeltje de nevelkamer passeert, ioniseert het de watergas-moleculen erachter. De ionen veroorzaken het condenseren van de waterdamp. Eén onzichtbaar deeltje laat dus een opvallend zichtbaar spoor achter. Daarmee ontdekte Wilson dat zijn uitvinding niet alleen kan worden gebruikt om wolken te simuleren, maar ook om deeltjes te bekijken.

In de hand van anderen Wilson's Cambridge-collega's accepteerden zijn uitvinding voor deeltjesfysica gretig. De nevelkamer was het eerste apparaat om zulke deeltjes te zien. Het kon ook hun massa en lading goed meten. Een spin-off bedrijf van het Cavendish lab, de Cambridge Scientific Instrument Company, begon in 1913 nevelkamers te verkopen. Veel van deze commerciële versies werden verkocht aan scholen voor wetenschappelijk onderwijs, niet voor het onderzoek.

De nevelkamer in Centre Céramique De nevelkamer van Centre Céramique werd waarschijnlijk ook gebruikt op scholen, omdat hij te klein is om de sporen van deeltjes nauwkeurig te meten. Bovendien is hij niet handig voor onderzoek omdat de aangebouwde vacuümpomp niet geschikt is om druppeltjes langdurig in de lucht te houden. Zien is snappen voor leerlingen. Met de nevelkamer zouden leraren wetenschap weer spannend en inspirerend kunnen maken.

Wilson took a teaching position at Cambridge's Cavendish Laboratory. In his spare time, he started building an apparatus that would replicate the magical atmospheric effects he had seen on Ben Nevis under controlled, laboratory conditions.

Cloud in a box The result was the cloud chamber: in a sealed transparent cavity, air and water are mixed at a temperature and pressure where water is a gas. Then, the cavity expands so that the pressure drops. In the Centre Céramique example this is done by pulling the black bulb away from the chamber. At the new, lower pressure, the water vapour will eventually condense to form liquid droplets suspended in air – that is to say, a cloud. However, condensation does not begin immediately but needs some external intervention.

A surprise Here, Wilson discovered an unexpected use for his invention. As a charged particle such as an electron passes through the cloud chamber, it ionizes gas molecules along its path. Those ions initiate condensation of water vapour in the speeding particle's wake. Thus, one invisibly tiny particle leaves behind it a strikingly visible track of little clouds.

111

In others' hands Wilson's Cambridge colleagues enthusiastically adopted his invention for studying subatomic particles. The cloud chamber provided the first means of visualizing such particles, and an effective tool for measuring their charge and mass. A Cavendish spin-off, the Cambridge Scientific Instrument Company, began selling cloud chambers in 1913. Notably, many commercial versions were sold to schools for science lessons rather than research.

Centre Céramique's Cloud Chamber The Centre Céramique example was probably also used for teaching, since it is too small for accurate measurement of particle trajectories, and the attached vacuum pump is inefficient for continual renewal of the water droplets. For students, seeing is believing; for teachers, showing students how subatomic particles move through the cloud chamber must have been a compelling way to make science inspiring and memorable.

Chladni platen

Joeri Bruyninckx

Geluiden zien We weten dat we geluiden kunnen horen. Maar kunnen we ze ook zien? Musici, filosofen en wetenschappers wisten al langer dat geluid zich verspreidt door vibraties. Maar het was de amateur instrumentbouwer Ernst Florens Friedrich Chladni (1756-1827) die dit wist aan te tonen, met een zelf uitgevonden instrument. Hij bestrooide een metalen plaat met fijn zand en bespeelde deze met een strijkstok. Door de vibraties ontstonden bijzonder geometrische ster-figuren. Door zijn ideeën en spectaculaire demonstraties werd Chladni zelf een wetenschappelijke superster.

Een muzikale wetenschap Tegen zijn vader's wil besloot de jonge Chladni om zijn interesse in de natuurwetenschappen te volgen. Al snel doceerde hij in de akoestiek, of de wetenschappelijke studie van geluid. Deze wetenschapstak was voornamelijk wiskundig en theoretisch. Maar Chladni was opgegroeid in een middenklasse gezin net voor de Franse Revolutie, waarin actieve beoefening van de kunsten en muziek met de paplepel werd ingegeven. Chladni gebruikte deze vaardigheden om met bestaande theorieën te experimenteren en te doceren aan zijn studenten. Chladni's platen illustreren hoe, zeker in het geval van geluid en muziek, wetenschap en kunst steeds nauw met elkaar verweven waren.

Wiskundig bewijs Chladni's platen boden een nieuwe manier om het complexe gedrag van geluidsgolven te bestuderen. Maar zijn bevindingen waren

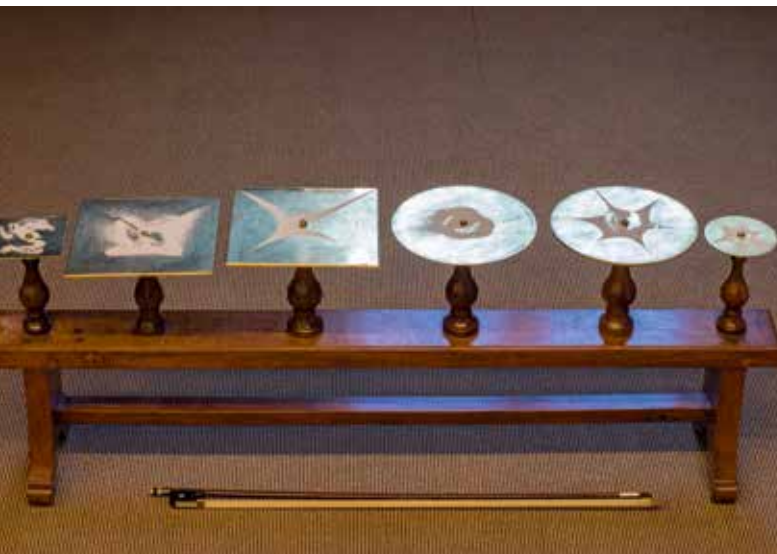
Chladni Plates

Joeri Bruyninckx

Seeing sound We know we can hear sounds, but can we see them too? Musicians, philosophers and scientists had long known that sound propagates through vibrations. But it was the amateur instrument-maker Ernst Florens Friedrich Chladni (1756-1827) who found a way to demonstrate how, with an instrument of his own invention. He sprinkled a metal plate with fine sand and played it with a violin bow. He discovered that its vibrations produced the most spectacular geometric star-shapes. His ideas and demonstrations soon turned him into a scientific superstar himself.

Musical science Against the will of his father, the young Chladni pursued his interest in natural science and began lecturing in acoustics – the scientific study of sound. The science of sound had mainly been mathematical and theoretical. But Chladni was raised in a middle-class family around the time of the French Revolution, with an active love for art and music. He turned to this skill with the violin bow to try out existing theories by experimental means and to demonstrate them in the lecture hall. Chladni's plates illustrate how, especially in the case of sound and music, science and art were always closely entwined.

Mathematical proof Chladni's plates provided new ways for studying the complex behaviour of vibrating waves. But his findings proved difficult



Chladni platen met strijkstok/Chladni Plates with Bow, Centre Céramique Maastricht, Collectie Instrumenten/Instrument Collection, IC3133 (Met dank aan/Credit Eric Bleize).



moeilijk wiskundig te verklaren. Verscheidene wetenschappelijke genootschappen, waaronder het Bataviaasch Genootschap van Kunst en Wetenschappen, schreven wedstrijden uit waarin een wiskundig bewijs werd gezocht. Na zes jaar en vele mislukte pogingen werd de hoofdprijs uiteindelijk toegekend aan de Franse wiskundige Sophie Germain. Dat was aanvankelijk niet van harte: als vrouw was zij namelijk een buitenbeentje in de wetenschap van die tijd. Germain's bewijs leverde haar een kilogram goud (en een posthuum diploma) op. Chladni bracht het internationale roem.

Internationaal spektakel In de jaren die volgden trok Chladni Europa rond om zijn werk te demonstreren en te vertalen voor een internationaal publiek. Hij gebruikte zijn kennis van akoestiek ook om een aantal nieuwe muziekinstrumenten te ontwikkelen, zoals de glasharmonica en de clavicylinder. Publieken in Duitsland, Frankrijk en de Nederlanden betaalden maar al te graag voor de spectaculaire demonstraties en concerten van deze gewiekste zakenman. Na een demonstratie vroeg Napoleon Bonaparte ooit of hij in één van de instrumenten mocht kijken, maar dat liet Chladni niet toe. Hij vreesde dat het ontwerp gekopieerd zou worden, of dat het de nieuwsgierigheid van zijn publiek zou temperen. Gelukkig bood Napoleon hem alsnog 6000 franken om zijn werk in het Frans te vertalen.

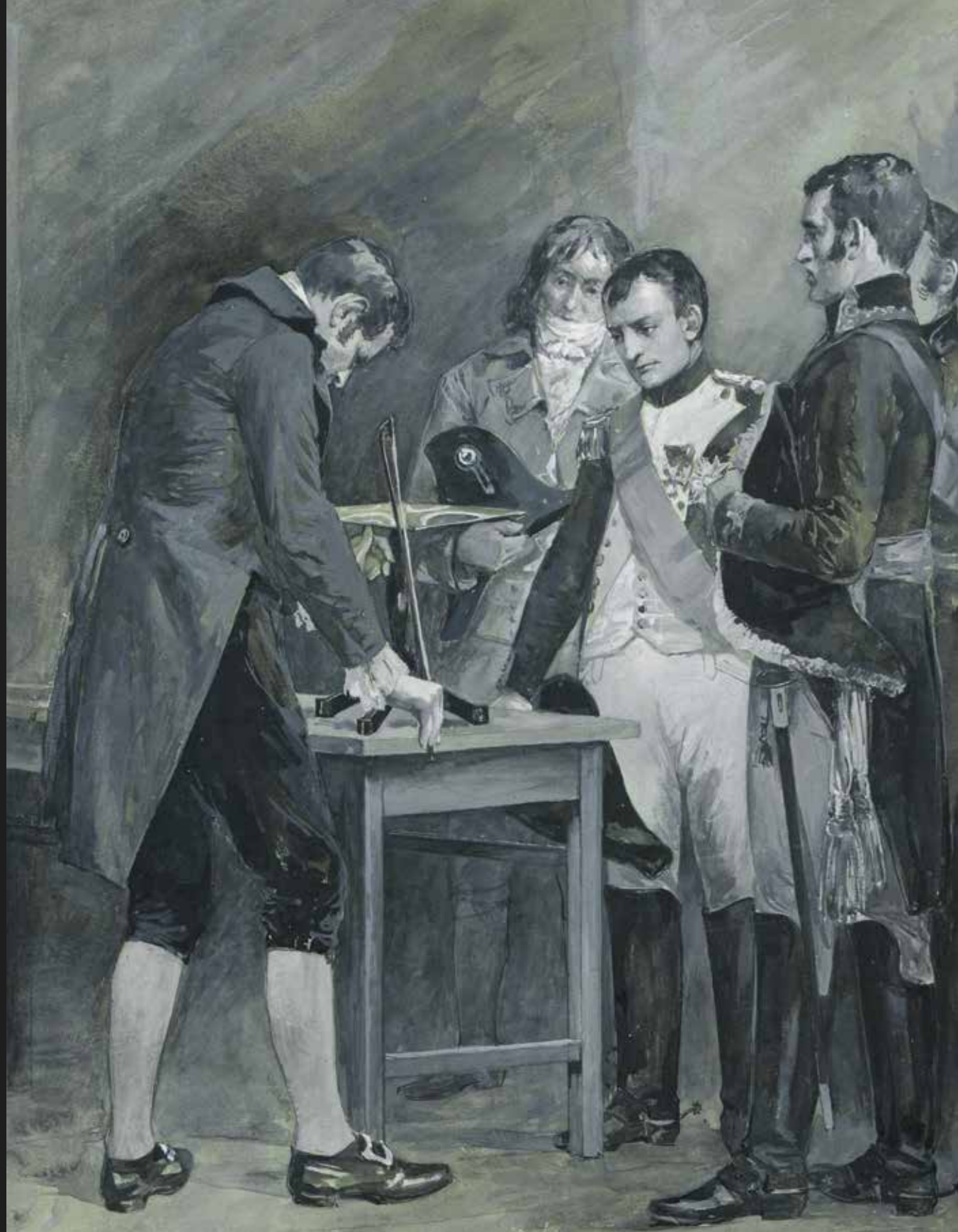
Tijdloze aantrekkingskracht Chladni's platen weten geluid te visualiseren op een manier die zowel leerzaam als mooi is, en dat verklaart hun aantrekkingskracht tot vandaag de dag. Zo trokken ze zowel wetenschappers en leken aan. Ze inspireerden anderen om geluid experimenteel te bestuderen – niet alleen puur voor de wetenschap, maar ook om bijvoorbeeld muziekinstrumenten (zoals violen, orgels en kerkklokken) verder te perfectioneren. Zelfs vandaag blijven Chladni's figuren het publiek verbazen, in college- en concertzalen.

to turn into a mathematical theory. To find such theory, several national scientific institutions, including the Batavian Society of Arts and Sciences in the Netherlands, organized contests. After six years and many failed attempts, the prize was awarded (if somewhat grudgingly) to the French mathematician Sophie Germain. She had been considered a scientific outsider on account of her sex. If Germain's proof earned her a kilogram of gold (and a posthumous degree), it also confirmed Chladni's international fame.

International spectacle Chladni lived a nomadic life, travelling across Europe to exhibit his inventions and translate his scientific works for an international audience. He also used his knowledge of acoustics to invent a number of new musical instruments, such as the glass harmonica and the clavicylinder. A cunning salesman, he performed experiments and played music to fee-paying audiences in Germany, France and the Low Lands. When Napoleon Bonaparte once asked for permission to look inside one of his instruments, Chladni kindly declined, for fear its design would be stolen, or at least temper his audience's curiosity. Nonetheless, Napoleon paid him 6000 francs to translate his ideas on acoustics into French.

Timeless attraction The attraction of Chladni's plates is that they visualize vibrations in ways that are both instructive and beautiful. As such they attracted interest by scientists and lay persons alike. They inspired others to study sound experimentally, not just for the sake of science but also to improve upon the design of musical instruments, such as violins, organs and churchbells. Today, Chladni's figures continue to amaze audiences in lecture and concert halls.

Chladni demonstreert
zijn figuren aan Napo-
leon/ Chladni demon-
strates his figures to
Napoleon. Anonieme
gouache op papier/
Anonymous gouache
on paper. Foto/Photo:
Deutsches Museum,
München/Munich,
Archiefnummer/Archive
file PT 00527/02 GF.
Geproduceerd met toe-
stemming van/Reprinted
with permission from
Deutsches Museum.



Heliostaat

Veerle Spronck

Zonnestilstaander Dit merkwaardige instrument is een heliostaat, ook wel een 'zonnestilstaander' genoemd. De heliostaat werd uitgevonden aan het begin van de 18^e eeuw als hulpmiddel in natuurkundige laboratoria. Er waren nog geen sterke lampen beschikbaar, maar wetenschappers hadden wel vaak behoefte aan een felle lichtbron als er optische proeven werden uitgevoerd, waarbij er langdurig licht door bijvoorbeeld een prisma of lens geschenen moest worden. De heliostaat was de oplossing. Het instrument weerkaatst het zonlicht met behulp van de spiegel bovenop naar één punt. Door de ingebouwde klok, op te winden met het gouden sleuteltje, draait het instrument mee met de stand van de zon, waardoor het licht telkens in dezelfde richting wordt gereflecteerd. Met behulp van de heliostaat konden wetenschappers dus ongestoord experimenteren.

Voorbij het laboratorium Het instrument dat je hier ziet werd begin 1900 gemaakt door de firma Max Kohl. Dat bedrijf produceerde wetenschappelijke instrumenten die betaalbaar waren voor een breed publiek. Deze heliostaat is waarschijnlijk niet gebruikt in het laboratorium, maar tijdens natuurkundelessen op school. Toch is het instrument niet alleen van historische waarde; de heliostaat heeft tegenwoordig nieuwe technologische toepassingen gekregen. Vandaag de dag worden er computergestuurde versies van de heliostaat gebruikt om zoveel mogelijk daglicht op te vangen tijdens het opwekken van zonne-energie. Heb je wel eens door het Maankwartier in Heerlen gewandeld? Daar heeft kunstenaar Michiel

Heliostat

Veerle Spronck

Sun stationary This remarkable instrument is a heliostat, which literally translates as 'sun stationary'. The heliostat was invented in the early 18th century as a tool in the laboratories of natural scientists. There were no bright lights available, but researchers did need light when conducting optical experiments, for example to shine through a prism or a lens for a prolonged period of time. The heliostat was the solution. This instrument reflects sunlight to a point of choice with the help of the plane mirror on top. By means of a built-in clock, you can wind it up with the gold key; the heliostat turns with the sun, so that the light is always reflected in the same direction. This made it possible for scientists to do more sustained experiments.

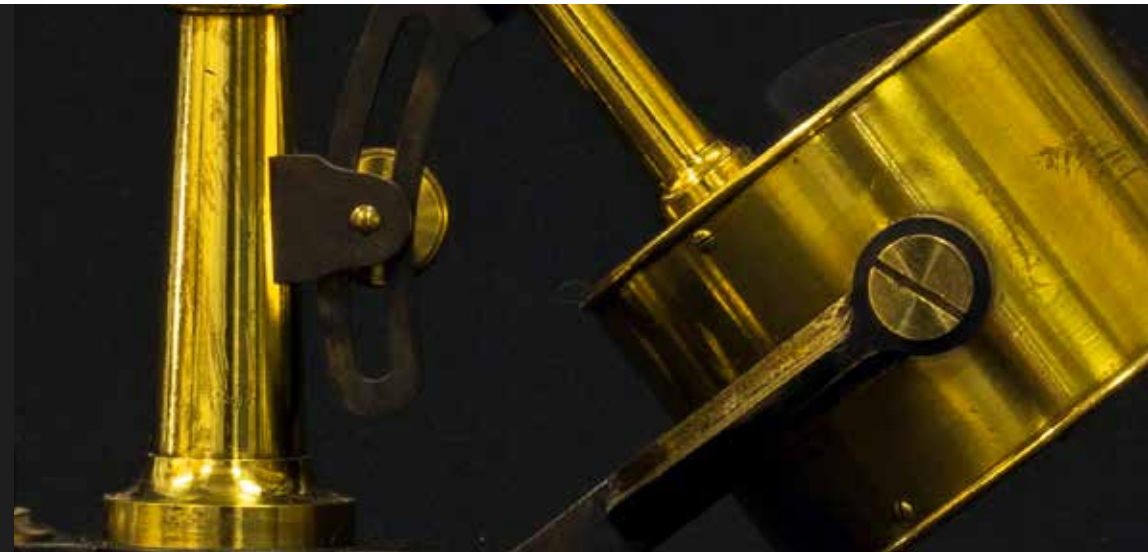
Beyond the laboratory The instrument you see here was produced by the Max Kohl company in the early 1900s. This company produced affordable versions of scientific instruments for a wide public. This heliostat was probably not used in a laboratory, but for teaching physics at school. This tool does not just have historical value, however, for it has become integrated into ongoing technological developments. Today, computer-controlled versions of the heliostat are used to capture as much daylight as possible while generating solar energy. In the new Maankwartier, in the Dutch city of Heerlen, artist Michiel Huisman used a heliostat to ensure that daylight enters the entire complex, even the underground parking garage.

118

119



Heliostaat/Heliostat
(Max Kohl, omstreeks/
around 1900), Centre
Céramique Maastricht,
Collectie Instrumenten/
Instrument Collection,
IC3287 (Met dank aan/
Credit Eric Bleize).



Huisman een heliostaat gebruikt om ervoor te zorgen dat er op elk moment daglicht binnenvalt, zelfs in de ondergrondse parkeergarage.

Een instrument voor reflectie Huisman is niet de enige kunstenaar die geïnspireerd raakte door de heliostaat. De Deense kunstenaar Olafur Eliasson maakte in 2017 de 'World Illuminator'. Het kunstwerk bestaat uit een grote spiegel die, gestuurd door software, meebeweegt met de zon – een moderne heliostaat dus. Opvallend is alleen dat deze heliostaat geen praktische functie heeft. In zijn werk maakt Eliasson het publiek graag bewuster van de relatie tussen mens en aarde: hoe verhouden wij ons tot de wereld om ons heen? In dit werk wordt de heliostaat een instrument voor reflectie. Het kunstwerk nodigt de bezoeker uit om stil te staan bij het feit dat het niet de zon is die ronddraait en dus op zijn plek gehouden wordt door de heliostaat, maar onze aarde.

Wetenschap, technologie en kunst De geschiedenis van de heliostaat laat zo zien hoe wetenschap, technologie en kunst met elkaar verweven zijn. Technische instrumenten bouwen voort op wetenschap of maken wetenschap juist mogelijk. Kunstenaars vinden verrassende toepassingen voor zulke instrumenten en bieden daarmee een nieuwe blik op de wereld. Een ding als de heliostaat is een soort reisleader die zich van de grenzen tussen kunst, techniek en wetenschap niets aantrekt, maar ons als het ware voordoet hoe die werelden van elkaar kunnen leren.

An instrument for reflection Huisman is not the only artist inspired by the heliostat. In 2017, the Danish artist Olafur Eliasson created the "World Illuminator". This artwork consists of a large mirror, controlled by software, that moves with the sun – a modern heliostat. What is striking about this instrument, however, is that it has no practical function. Through his artistic work, Eliasson wants to make the public more aware of the relationship between humans and the earth: how do we relate to the world around us? In this work, the heliostat becomes an instrument for reflection. The artwork invites the visitor to reflect on the notion that perhaps instead of the sun our fragile earth should be stationary, remain in place.

Science, technology and art

The history of the heliostat shows how science, technology and the arts are interrelated. Technological instruments build on science or enable scientific practices. Artists find surprising applications of such instruments and use them to offer a new perspective on the world. As such, an object like a heliostat functions as a reminder that the worlds of art, technology and science can learn from each other, rather than that their boundaries or differences are stressed.

Geraadpleegde bronnen en literatuur

Consulted sources and literature

Watermeter/Water Meter

- Anoniem (1847). *Instructie voor den Stads Watermeter*. Stadsdrukkerij.
- ANP-bericht (1998, 5 februari). *Na honderd jaar discussiëren krijgen Amsterdammers een watermeter*. Trouw.
- Vlaamse Milieumaatschappij (2017). *Verkennd onderzoek 'Slimme Watermeter'*. <https://www.vlaanderen.be/publicaties/slimme-watermeter-verkennd-onderzoek>.
- Geschiedenis en werking van de watermeter* (2011, 5 december). <https://www.youtube.com/watch?v=i5GDDgENnwl>.
- Cillekens, C., Van den Boogaard, J., & Gales, B.P.A. (1988). *Loop naar de pomp – geschiedenis van de watervoorziening en de waterleiding in Maastricht*. Stichting Historische Reeks Maastricht.
- Moel, P.J. de, Verberk, J.Q.J.C., & Van Dijk, J.C. (2006). *Drinking Water: Principles and Practices*. World Scientific Publishing Co.
- Kosman, H. (1988). *Drinken uit de plas, 1888-1988*. Gemeentewaterleidingen.
- Sociaal-Economische Raad van Vlaanderen (2020, 30 November). *Advies Digitale watermeters*.
- Steel, T. (2020, 30 november). *Voorbarig om iedereen slimme watermeter te geven*. De Tijd. <https://www.tijd.be/politiek-economie/belgie/vlaanderen/voorbarig-om-iedereen-slimme-watermeter-te-geven/10268597.html>.

Gasmeter/Gas Meter

- International Union for Pure and Applied Chemistry (2007). *Quantities, Units and Symbols in Physical Chemistry*, 3rd ed. Royal Society of Chemistry.
- Natuurlijk uitgelegd* (n.d.). <https://natuurkundeuitgelegd.nl/formules.php>.

Model brandspuit/Model Fire Engine

- Stadsarchief Gemeente Amsterdam. (2020, februari 19). *Jan van der Heyden, uitvinder, kunstenaar en zakenman*. <https://www.amsterdam.nl/stadsarchief/nieuws/heyden/jan-heyden-uitvinder-kunstenaar-zakenman/>.
- De Brandweer (2021). *Hoe het vroeger was*. <https://www.brandweer.nl/ons-werk/geschiedenis-van-de-brandweer>.

Elektrische telegraaf en seinsleutel/Electric Telegraph and Key

- Carey, J.W. (1988). Technology and Ideology: The Case of the Telegraph. In J.W. Carey, *Communication as Culture: Essays on Media & Society* (pp. 303-325). Routledge.
- Thoreau, H.D. (2016). *Walden*. Penguin Books (Oorspronkelijk gepubliceerd/originally published in 1854).

Telefoon/Telephone

- Borth, D.E. (2020, March 1). Telephone. *Britannica*. <https://www.britannica.com/technology/telephone>.
- Bromet, F. (1998). *Mobiel bellen in 1998*. [Video file]. <https://www.youtube.com/watch?v=TNwhIHqM6og>.
- Carroll, R. (2002, June 17). Bell did not invent telephone, US rules. *The Guardian*. <https://www.theguardian.com/world/2002/jun/17/humanities.international-educationnews>.
- De Witte, R. (2020, juli 10). Kleine generatiekloof: kinderen hebben een ander gebaar voor telefoneren. *Linda.nl*. <https://www.linda.nl/videos/tiktok-kinderen-hebben-ander-gebaar-voor-telefoneren/>.
- Godi, J. (2021, February 20). Personal communication. <http://jean.godi.free.fr/>.
- Science Museum Group (n.d.). *Telephone receivers with wooden handles, 1877-1902*. <https://collection.sciencemuseumgroup.org.uk/objects/co33193/telephone-receivers-with-wooden-handles-1877-1902-telephone-component>.

Super 8 Filmprojector/Super 8 Filmprojector

- Raynox S 505 (n.d.) https://www.filmkorn.org/super8data/database/projectors_list/projectors_raynox/projectors_raynox.htm.

Sirene/Siren

- Anoniem (1923, 17 februari). De Tooverfluit van Dr. Naber. *De Amsterdammer*, Tweede Blad, derde pagina.
- Anoniem (1923, 13 juli). De sirene van Dr. H.A. Naber, *Onze Courant: Katholiek Dagblad voor West-Friesland*, tweede pagina.
- Instituut voor Fysieke Veiligheid (2019). *Maandelijks alarm blijft in de lucht* (2019). <https://www.ifv.nl/nieuws/Paginas/Maandelijks-alarm-blijft-in-de-lucht.aspx>.
- Jackson, M.W. (2012). From Scientific Instruments to Musical Instruments: The Tuning Fork, the Metronome, and the Siren. In T. Pinch & K. Bijsterveld, Karin (Eds.), *The Oxford Handbook of Sound Studies* (pp. 201-223). Oxford University Press.
- Zwicker, C. (1940). Geluidvoortplanting en gehoorproblemen in verband met de geluidalarmeering In *Congres over de technische problemen bij geluidalarmeering, 28 Maart 1940* (pp. 3-5). De Geluidstichting.
- Citaat/Quote*: Zwicker 1940, p. 5.

Sleutel/Key

- Gallo, S. (2020). Microchipping employees: A rising trend in the future of work? *Training Industry*. <https://trainingindustry.com/articles/learning-technologies/microchipping-employees-a-rising-trend-in-the-future-of-work/>.
- Kerr, I. (2010). Digital locks and the automation of virtue. In M. Geist (Ed.) (2010). "Radical extremism" to "balanced copyrights": *Canadian copyright and the digital agenda* (pp. 247-303). Irwin law.
- Keymolen, E. (2018). Trust in the networked era: When phones become hotel keys. *Techné: Research in Philosophy and Technology*, 22(1), 51-75.

Handboor/Hand Drill

- Davy, P. (2017). *Hand drills: on the endangered list?* <https://www.getwoodworking.com/news/article/hand-drills-on-the-endangered-list/25632>.
- Jordan, W. (n.d.). *Kleines Werkzeugmuseum*. <https://www.holzwerken.de/museum/hersteller/aurowa.phtml>.
- Roeder, R. (2016). *Millers Falls Hand Drills*. http://oldtoolheaven.com/hand_drills/drill.htm.
- Sellers, P. (2016). *Essential Woodworking Hand Tools*. Rokesmith Limited.

Draagbaar gasfornuisje/Portable Gas Stove

- Enders Colman, A.G. (2021). *Das Unternehmen: Die Marke, die Macher*. <https://www.enders-germany.com/unternehmen/das-unternehmen>.
- Fetters, A. (2018, January 31). The Man's Man's Kitchen. *Curbed*. <https://archive.curbed.com/2018/1/31/16952460/kitchen-appliances-design-gender-men>.
- Forum Classic Camp Stoves (2021). *Enders 9060N*. <https://classiccampstoves.com/threads/enders-9060n.20071/>.
- Forum Petroleum (2021). *Anleitungen für Benzinkocher*. <https://forum.hytta.de/read.php?1,14919,51352,quote=1>.
- Citaat/Quote: Enders Colman (2021), n.p.

Aansteker/Cigarette Lighter

- Bromet, J., & A. van Weert (1993). *Van tondeldoos tot turbo: historie en magie van de aansteker*. Atrium.
- Stichting Haags Cultureel Erfgoed. (2021). *Gasmeters Gasmeterfabriek George Wilson*. <https://shie.nl/gasmeters-gasmeterfabriek-george-wilson/>.
- Stichting Haags Cultureel Erfgoed. (2021). *Wilson, G., gasmeters (1884-1973)*. <https://shie.nl/bedrijven/wilson-g-gasmeters-1884/>.

Ruhmkorffs vonk-inductor/Ruhmkorff Coil

- Verne, J. (2006). *Reis naar het middelpunt van de aarde*. Uitgeverij Solo. (Oorspronkelijk gepubliceerd/originally published in 1864 als/as *Voyage au centre de la terre*).
- Suggesties voor verder lezen/Suggestions for further reading: Brenni, P. (2016). Instruments, Tools and Materials. The Inventories of the Workshops of Two

- Important Instrument Makers: Jules Duboscq and Heinrich Ruhmkorff. *Nuncius*, 31(3), 611-646.
- Lay, R.K. (1968). The history and changing fortunes of the inductor alternator. *Electronics & Power*, 14(12), 484-487.
- Norrie, H.S. (2009). *Induction Coils – How To Make, Use, And Repair Them*. Read Books. (Oorspronkelijk gepubliceerd/originally published in 1901)

Dynamo/Dynamo

- Chauvois, L. (1963). *Histoire merveilleuse de Zénobe Gramme, inventeur de la dynamo*. Librairie scientifique et technique Albert Blanchard.
- Daumas, M. (1983). Zénobe Gramme, incertitudes biographiques. *Technologia*, 6(1), 3-35.
- Fox, R., & Guagnini, A. (1999). *Laboratories, Workshops, and Sites. Concepts and Practices of Research in Industrial Europe, 1800-1914*. UC Berkeley, Office for History of Science and Technology.
- Pelseneer, J. (1941). *Zénobe Gramme: notice bio-bibliographique suivie de la description de la dynamo par son inventeur et d'autres documents*. Office de publicité.
- Tomsin, Ph. (2005). Zénobe Gramme et l'éclairage électrique. *Annales historiques de l'électricité*, 1(3), 97-112.
- Citaat/Quote: Chavois 1963, p. 18.

Stekkers/Plugs

- Cassidy, J., & Wyatt, S. (2001). Plugging into the mother country. In F. Henwood, H. Kennedy & N. Miller (Eds.), *Cyborg lives? Women's technobiographies* (pp. 63-75). Raw Nerve Books.
- Glendenning, V. (1995). *Electricity: A novel*. Random House UK.
- Hughes, T.P. (1983). *Networks of power: Electrification in western society, 1880-1930*. The Johns Hopkins University Press.
- Hesselmans, A.N. (1993). Elektriciteit. In H. Lintsen & M. Bakker (Eds.), *Geschiedenis van de techniek in Nederland: De wording van een moderne samenleving 1800-1890. Deel 3, textiel, gas, licht en elektriciteit, bouw* (pp. 135-161). Walberg Pers.

Lenzen/Lenses

- Anderson, N.A., & Dietrich, M.R. (Eds.). (2012). *The Educated Eye: Visual Culture and Pedagogy in the Life Sciences*. Dartmouth College Press.
- Collins, H.M., & Pinch, T. (2012). *The Golem: What You Should Know About Science* (2nd ed.). Cambridge University Press.
- Gooday, G. (1991). 'Nature' in the Laboratory: Domestication and Discipline with the Microscope in Victorian Life Science. *The British Journal for the History of Science*, 24(3), 307-341.
- Lachapelle, S. (2015). *Conjuring Science: A History of Scientific Entertainment and Stage Magic in Modern France*. Palgrave Macmillan US.

Camera Lucida/Camera Lucida

- Bermingham, A. (2000). *Learning to draw: Studies in the cultural history of a polite and useful art*. Yale University Press.
- Hockney, D. (2001). *Secret knowledge: Rediscovering the lost techniques of the Old Masters*. Thames & Hudson.
- Schaaf, L.J. (2000). *The photographic art of William Henry Fox Talbot*. Princeton University Press.
- Usselman, M.C. (2015). *Pure intelligence: The life of William Hyde Wollaston*. The University of Chicago Press.
- Van der Heijden, T. (2015). Technostalgia of the present: From technologies of memory to a memory of technologies. *NECSUS European Journal of Media Studies*, 4(2), 103-121.

Gloeilamp/Lightbulb

- European Parliament (2009). Debates – Thursday, 17 September – Energy security (Nabucco and Desertec).
- Jung, A. (2009, July 27). *Getting Around the EU Ban: Germans Hoarding Traditional Light Bulbs*. Der Spiegel.
- <https://www.spiegel.de/international/germany/getting-around-the-eu-ban-germans-hoarding-traditional-light-bulbs-a-638494.html>.
- Schiessl, M. (2012, August 31). *EU Light-Bulb Ban Illuminates Power Struggle in Brussels*. Der Spiegel.
- <https://www.spiegel.de/international/europe/eu-light-bulb-ban-illuminates-power-struggle-in-brussels-a-852931.html>.
- Citaten** in volgorde van verschijnen in de tekst/Quotes in the order of appearance in the text: European Parliament 2009, n.p., Jung 2009, n.p., Schiessl 2012, n.p.

Stethoscoop/Stethoscope

- Lachmund, J. (1997). *Der abgehorchte Körper: Zur Historischen Soziologie der medizinischen Untersuchung*. Westdeutscher Verlag.
- Kürschner, C. (1841). Abhandlung über Auskultation und Perkussion: Von Joseph Skoda. *Schmidt's Jahrbücher der in- und ausländischen Medizin*, 32(1), 100-106.
- Mérat, F.V. (1819). Pectoriloque. *Dictionnaire des sciences médicales*, Vol. 40 (pp. 5-35). Pancouke.
- Rice, T. (2008). "Beautiful murmurs": Stethoscopic listening and acoustic objectification, *Senses & Society*, 3(3), 293-306.
- Van Drie, M. (2013). Training the auscultative ear: Medical textbooks and teaching tapes (1950-2010), *Senses & Society*, 8(2), 165-191.
- Citaten** in volgorde van verschijnen in de tekst/Quotes in the order of appearance in the text: Lachmund 1997, pp. 91-92, Merat 1819, p. 33, Kürschner 1841, p. 102, Van Drie 2013, p. 166, Rice 2008, 298 (two last quotes). Van Drie in turn cites: Harvey, P. (1964). Technique and Art of Auscultation. In B. Segal (Ed.), *The Theory and Practice of Auscultation: The Ninth Hahnemann Symposium* (pp. 50-59). F.A. Davis Co, at p. 53.

Röntgenfoto "De hand van Bertha"/X-ray Image "Bertha's Hand"

- Pasveer, B. (1989). Knowledge of shadows: the introduction of x-ray images in medicine. *Sociology of Health and Illness*, 11(4), 360-381.
- Pasveer, B. (1992). Shadows of Knowledge. Making a Representing Practice in Medicine: X-ray Pictures and Pulmonary Tuberculosis, 1895-1930. PhD Dissertation University of Amsterdam.

Röntgenfoto van een "platvisch"/X-ray Image of a "Flatfish"

- Evers, I.M.H. (2016). De eerste röntgenfoto's in Nederland. In I.M.H. Evers, Van Kleef 1846-1928: *Chirurg en pionier* (pp. 161-179). Stichting Historische Reeks Maastricht.
- Ghys, T., & Wachelder, J. (2011). Joseph Hoffmans (1842-1925), natuurkundige en bezielend directeur van de Gemeentelijke HBS. (pp. 161-177). In E. van Royen (Red.), *Maastricht kennisstad. 850 jaar onderwijs en wetenschap* (pp. 161-177). Uitgeverij Vantilt.
- Hoffmans, H.J. (1896). *Proefnemingen met de Röntgen'sche Stralen in het laboratorium der Hoogere Burgerschool te Maastricht*. Leiter-Nypels.
- Houwaart, E., Van Engelshoven, J., Kemerink, G., Wildberger, J., Herschbach, A., & A. Klijn (2018). *Van röntgenfoto naar scan: Honderdtwintig jaar medische beeldvorming*. Maastricht UMC+.
- Citaten** in volgorde van verschijnen in de tekst/Quotes in the order of appearance in the text: Hoffmans 1896, p. 10, Houwaart et al. 2018, p. 7.

Nevelkamer/Cloud Chamber

- Bertozzi, E. (2019). Establishing and consolidating a research field: The biography of the Wilson cloud chamber in the history of particle physics. *Historical Studies in the Natural Sciences*, 49(2), 117-150.
- Chaloner, C. (1997). The most wonderful experiment in the world: A history of the cloud chamber. *The British Journal for the History of Science*, 30(3), 357-374.
- Galison, P. & Assmus, A. (1989). Artificial clouds, real particles. In D. Gooding, T. Pinch, & S. Schaffer (Eds.), *The uses of experiment: Studies in the natural sciences* (pp. 225-274). Cambridge University Press.

Chladni platen/Chladni Plates

- Hui, A. (2012). *The Psychophysical Ear: Musical Experiments, Experimental Sounds, 1840-1910*. The MIT Press.
- Jackson, M. (2006). *Harmonious Triads: Physicists, Musicians, and Instrument Makers in Nineteenth-Century Germany*. The MIT Press.
- Pesic, P. (2014). *Music and the Making of Modern Science*. The MIT Press.
- Tkaczyk, V. (2015). The Making of Acoustics around 1800, or How to Do Science with Words. In M.H. Dupree & S.B. Franzel (Eds.), *Performing Knowledge, 1750-1850* (pp. 27-56). De Gruyter.

Heliostaat/Heliostat

Eliasson, O. (2017). *The World Illuminator* [Installatie met spiegel, statief, elektronica, software].

Teylers museum (n.d.). *Heliostaat, naar Willem Jacob 's Gravesande*. <https://www.teylersmuseum.nl/nl/collectie/instrumenten/fk-0308-heliostat-after-s-gravesande/>.

Maankwartier Heerlen. (2020, 20 oktober). *Heliostaat* [video file]. https://youtu.be/S1MT_L65bbo.

Firma Max Kohl. (190-). *Equipments for Physics and Chemistry Class Rooms*. <https://www.sil.si.edu/DigitalCollections/trade-literature/scientific-instruments/CF/SIsingle-record.cfm?AuthorizedCompany=Max%20Kohl%20%28Firm%29>.

Museum of Science+Industry, *Newton's Prism*. (n.d.). <https://www.msichicago.org/explore/whats-here/exhibits/science-storms/the-exhibit/sunlight/newtons-prism/>.