Tom v.d. Valk

mensen en metalen
THEMABOEK

Brons

GOUD

Koper en zink

Staalconcern

Technisch Adviseur

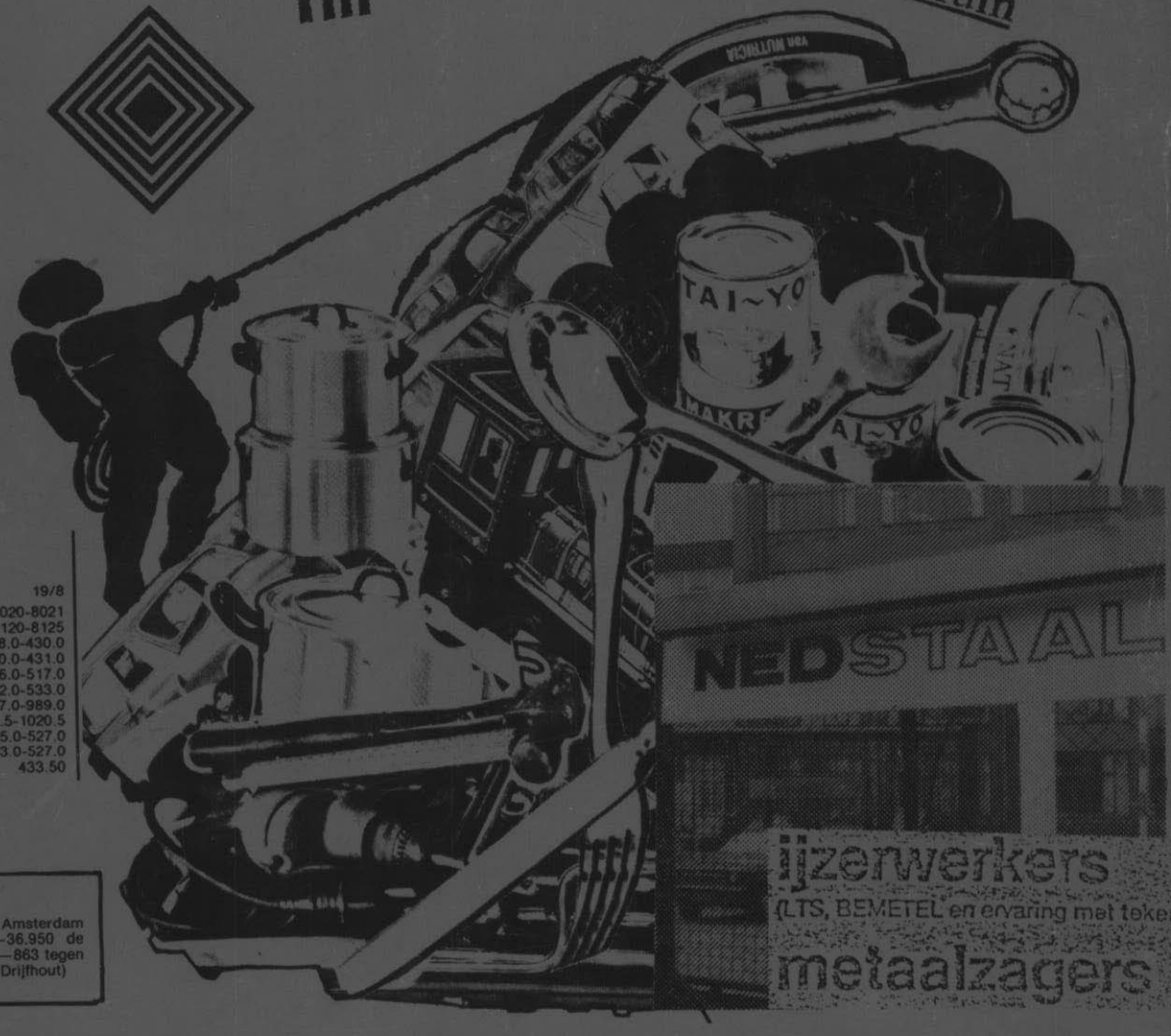
Tin

Aluminium

IJzer en staal

Kwik

Lood



METALEN

Londen	18/8	19/8
Tin	7880-7900	8020-8021
Tin 3 mnd.	8000-8010	8120-8125
Lood cash	419.0-421.0	428.0-430.0
Lood 3 mnd	419.0-420.0	430.0-431.0
Zink I	510.5-511.5	516.0-517.0
Zink 3 mnd.	525.5-526.0	532.0-533.0
Koper loco 3	992.0-993.0	987.0-989.0
Koper 3 mnd.	1024.0-1025.5	1019.5-1020.5
Zilver loco	507.0-508.0	525.0-527.0
Zilver 3 mnd.	524.0-525.0	543.0-527.0
Goud $ ounc	418.75	433.50

GOUD EN ZILVER

Goud noteerde gisteren in Amsterdam ƒ 36.900—37.600 tegen ƒ 36.250—36.950 de vorige dag. De zilverprijs was ƒ 760—863 tegen ƒ 725—828 de dag ervoor. (Opgave Drijfhout)

ijzerwerkers
LTS, BEMETEL en ervaring met teke
metaalzagers

PLON BV Uitgeverij nib

Begeleidingscommissie S.V.O.-project 0213 (vooronderzoek voor het PLON, 1972-1974)

F. van de Maesen (voorzitter tot 1973); hoogleraar natuurkunde Technische Hogeschool Eindhoven
N.J. Heijkoop (voorzitter 1973-1974); inspecteur voortgezet onderwijs
W.P.J. Lignac (secr.); secretaris Commissie Modernisering Leerplan Natuurkunde
S. Auer, algemeen didacticus Universiteit van Amsterdam
F. Balkema, inspecteur voortgezet onderwijs
H.P. Hooymayers, lector natuurkundedidactiek Rijks Universiteit Utrecht
H.J.L. Jongbloed (1972-1973), mediadeskundige NIAM
J. Schweers, leraar natuurkunde havo/vwo
J. Smit, inspecteur voortgezet onderwijs
E. Warries, hoogleraar onderwijskunde Technische Hogeschool Twente
M. van Wieringen (1973-1974), mediadeskundige NIAM

Stuurgroep PLON (1974-heden)

H.P. Hooymayers (voorzitter), hoogleraar natuurkundedidactiek Rijks Universiteit Utrecht
W.P.J. Lignac (secr. tot 1978), secretaris Commissie Modernisering Leerplan Natuurkunde
A.A.M. Agterberg (secr. sedert 1978), secretaris Advies Commissie voor de Leerplan Ontwikkeling Natuurkunde in oprichting
P. Broekman (sedert 1980), hoofd afdeling Bèta en Gamma-vakken CITO
F. Dekkers (sedert 1979), hoofddocent natuurkunde Moller Instituut
H. Lengkeek (tot 1977), leraar natuurkunde mavo
D.A. Lockhorst (tot 1978), leraar natuurkunde havo/vwo
J. Schipper (sedert 1980), medewerker A.P.S.
A. Snater (tot 1980), hoofddocent natuurkunde Stichting Opleiding Leraren
F.J. Steenbrink (tot 1978), leraar natuurkunde vwo
J.M.F. Teunissen (tot 1975), onderwijskundige Rijks Universiteit Utrecht
W.C. Vink (tot 1979), directeur Christelijke Mavo te Putten
R. de Vries (sedert 1980), leraar natuurkunde havo, vwo, namens de NVON
E. Warries (tot 1975), hoogleraar onderwijskunde Technische Hogeschool Twente
S.A. Wouthuysen (tot 1976), hoogleraar natuurkunde Universiteit van Amsterdam

Kerngroep mavo

G.H. Frederik, vakdidacticus Rijksuniversiteit Utrecht; tot 1979 voorzitter van de ACLO-n i.o.
H. Eeftink (sedert 1980), leraar natuurkunde mavo
D. Hobo (tot 1979), directeur van de Chr. Mavo de Lier
S.G.C. Markering, hoofddocent natuurkunde Gelderse Leergangen
Ch. van Raemdonck (sedert 1980), leraar natuurkunde mavo (PLON)
J. Vastbinder (sedert 1980), leraar natuurkunde M.T.S.
W.C. Vink (tot 1979), directeur Christelijke Mavo Putten

PLON-team mavo/havo/vwo-onderbouw

H.F. van Aalst
W. van Bochoven (1976-1978)
W. Bijker (1979-1981), Rijks Universiteit Utrecht
H. Boelhouwer (sedert 1979), S.V.O.
S.O. Ebbens (1976-1980)
C. Floor (1979-1980)
A.C.L. van Gameren (sedert 1977)
D. van Genderen, Rijks Universiteit Utrecht
F.L. Gravenberch (sedert 1978)
C.A.S. Groen (tot 1980)
W.H. Kamphuis (sedert 1975)
J. Kortland (sedert 1980)
B.M. de la Parra (sedert 1977)
B. Pelupessy
P. de Raad (1977-1978), onderzoeksassistent
A.E. van der Valk (sedert 1980)
R.F.A. Wierstra
Th. Wubbels (1978-1979)
J. Zwarts (1977-1978), onderzoeksassistent

PLON-administratie

E. van den Broek (1976-1979)
R. Lindeman (1977-1980)
M. Rolff van den Baumen (1974-1979)
B. Schillert (sedert 1980)
A.G. Schwering (sedert 1980)
H. Veurink (tot 1974)

Tekeningen

A. Lurvink (Onderwijsmedia instituut – Rijks Universiteit Utrecht)
H. de Waal (Onderwijsmedia instituut – Rijks Universiteit Utrecht)

Foto's

A.C.L. van Gameren (PLON)
W.H. Kamphuis (PLON)

PLON-CITO (namens CITO)

F. Boessenkool
P. Broekman
C. Hellingman
T. Heuvelmans
H. Jaspers
J. de Kanter

Proef- en volgscholen 1980-1981

Chr. Mavo Putten te Putten
Chr. Mavo de Lier te De Lier
Thorbecke S.G. te Arnhem (mavo-afdeling)
Edith Stein College te Den Haag
Chr. Mavo Mariahoeve te Den Haag
Maasveld Mavo te Blerick
Regina Pacis Streekschool te Oudewater
R.S.G. Schagen te Schagen
Hertog Jan College te Valkenswaard
Marnix College te Ede
Niels Stensen College te Utrecht
Ashram College te Alphen a/d Rijn
Mavo de Bark te Zaandam
S.G. Oost Betuwe te Bemmel
R.S.G. Broklede te Breukelen
Eemland College Noord te Amersfoort
Grotius College te Heerlen
S.G. Nijmegen Oost te Nijmegen
Chr. S.G. de Brug te Lelystad
Dr. Edith Stein Mavo te Eindhoven
Michaël Mavo te Beek-Ubbergen
Chr. S.G. Jan van Arkel te Hardenberg
Mavo 't Fregat te Zaandam
Chr. S.G. Revius te Deventer

MENSEN EN METALEN THEMABOEK

Samengesteld door de projectgroep van het PLON

voor de 2e klas

Experimentele versie

PLON BV Uitgeverij nib

inhoud

MENSEN EN METALEN *5*

Waarom het onderwerp 'Mensen en metalen'? *5*
Wat gaat er bij dit thema gebeuren? *6*
Over dit boekje *7*

LEREN LEREN *8*

Opschrijven bij het doen van proeven *8*
Bedenken van een eigen onderzoek *9*
Het maken van een tentoonstelling *11*

VERKENNING VAN METALEN – DEEL 1
EIGENSCHAPPEN *13*

Eigenschap 1 stroomgeleiding *15*
Eigenschap 2 warmtegeleiding *18*
Eigenschap 3 vervorming *21*
Eigenschap 4 vering *24*

VERKENNING VAN METALEN – DEEL 2
HET GEBRUIK VAN METALEN *29*

Een wereld zonder metalen? *31*
Oefening *33*
Toepassingen van metalen *35*

VERKENNING VAN METALEN – LEESTEKSTEN *37*

Leestekst 1 De geschiedenis van metalen *39*
– Het stenen tijdperk *39*
– Het bronzen tijdperk *39*
– Het ijzeren tijdperk *40*

Leestekst 2 Metalen in de 20e eeuw *41*
– Legeringen *41*
– Bewerking van metalen *42*
– Hoeveel metalen gebruiken we? *44*
– Uitputting *45*
– Opnieuw gebruiken van metalen *47*
– De prijs van metalen *47*
– Metalen in je lichaam *48*

Leestekst 3 Eigenschappen van metalen *50*
– Hoe zwaar zijn metalen? *51*
– Hoe sterk zijn metalen? *51*

Leestekst 4	Werken met metalen	*54*
	– Bescherming van metalen	*55*
Leestekst 5	Edele metalen	*56*
	– Goud	*56*
	– Zilver	*57*
Leestekst 6	Koper	*58*
	– Koper in vroeger tijden	*58*
	– Kopererts	*58*
	– Het gebruik van koper	*59*
	– Koperlegeringen	*60*
Leestekst 7	Lood	*62*
	– Lood in vroeger tijden	*62*
	– Loden waterbuizen in 1980?	*62*
	– Lood is vergiftig	*63*
	– Lood uit looderts	*63*
	– Het gebruik van lood	*63*
Leestekst 8	Aluminium	*65*
	– Duraluminium	*66*
	– Mallite	*67*
Leestekst 9	IJzer en staal	*68*
	– IJzer in vroeger tijden	*68*
	– IJzererts	*68*
	– IJzer en staal	*72*
Extra	Waterschap en vakmanschap	*74*
	– Alchemie	*75*
WERKKAART	**DE (MILLI)AMPÈREMETER**	*78*
INFORMATIEKAART	**DIAGRAMMEN**	*80*

WAAROM HET ONDERWERP 'MENSEN EN METALEN'?

In *Een eerste verkenning* heb je vast wat kunnen wennen: aan een paar natuurkundige onderwerpen, aan werken in groepen, aan het vinden en opbergen van practicummateriaal, aan het doen van rapportages voor de klas en het praten daarover.
Kortom, je hebt een beetje een idee gekregen van de manier waarop we verder de rest van het jaar aan het werk gaan.

Met het thema *Mensen en metalen* zetten we een stap in de richting van *je omgeving verkennen.*

Een voorbeeld: water kennen we allemaal. We drinken het, we zwemmen erin, we spelen ermee. Maar heb je wel eens geprobeerd of je een fietsbel onder water kunt horen, of dat je een punaise op water kunt laten drijven?
Toch, als je dit soort gekke dingen doet met water zal je merken dat je — bijna ongemerkt — een boel meer over water te weten komt. Zo leer je als je dat met de fietsbel doet, dat de bel inderdaad onder water te horen is en dat geluid heel goed door water heengaat.

Hetzelfde geldt voor 'Lucht'. We ademen de hele dag lucht in en uit, we fietsen tegen de wind in, vogels en vliegtuigen zweven erop. Maar wat gebeurt er als je lucht warmer maakt, of als je lucht in elkaar perst?

Water en lucht gaan we later in het jaar verkennen in de thema's *Werken met Water* en *Leven in Lucht*. We beginnen met metalen.
Net als water en lucht zijn ook metalen overal om je heen. Metalen kun je beetpakken, water en lucht niet. Daarom beginnen we met metalen.

Metalen ken je wel, je gebruikt ze dagelijks. Maar in dit thema gaan we een paar proeven doen met metalen, waardoor je dingen leert die je misschien toch nog niet wist. Waaróm worden koper en ijzer en goud . . . een metaal genoemd? Wat moet je met een metaal doen om er een paperclip van te maken of een auto, of een pan, of een balpenveertje?

Over dit soort dingen gaat *Mensen en metalen*.

mensen en metalen









WAT GAAT ER BIJ DIT THEMA GEBEUREN?

1 *Een verkenningsperiode*

Hierin doe je eerst proeven met metalen. De proeven gaan over *verbuigen*, over *veren*, over het *doorlaten van elektrische stroom* en over het *doorlaten van warmte*. Dit zijn vier *eigenschappen* van metalen. Je vindt ze op blz. 13.

Daarna lees je een stukje tekst over het gebruik van metalen. Je bespreekt toepassingen van metalen. (blz. 29).

2 *Een korte toets . . .*

Om te kijken of je de onderwerpen uit de verkenningsperiode hebt onthouden.

3 *Een periode van zelfgekozen onderzoek*

Je gaat met een groepje een *klein* onderzoek doen over metalen.

Je mag er helemaal zelf een bedenken of er een kiezen uit het boekje *Keuzeonderzoeken.*
Overleg hierover met je leraar.
Over het zelf-bedenken van een onderzoek gaat blz. 9 – blz. 10.

4 *De tentoonstelling over metalen (TOM)*

Als jullie dat met je leraar hebben afgesproken, ga je je onderzoek laten zien in een tentoonstelling over metalen.

Elke groep richt een hoekje of een tafel in waarnaar (de) anderen komen kijken.
Van tevoren schrijf je met je groep op wat ze bij jullie over metalen kunnen opsteken.

Over de tentoonstelling gaat blz. 11 – blz. 12.



5 Proefwerk

Elke groep krijgt in het proefwerk vragen over het eigen onderzoek. Maar ook krijgt iedereen enkele vragen over dingen die op de tentoonstelling te zien waren.
Van je leraar hoor je waarover het proefwerk precies gaat.

Het kan in jullie klas natuurlijk ook anders gaan dan hier is verteld.
Dat hoor je dan wel.
In elk geval: veel plezier ermee!

OVER DIT BOEKJE

In dit boekje vind je:
- de *proeven* over metalen voor de verkenningsperiode (blz. 13)
- de leestekst en de oefening over *het gebruik* van metalen (blz. 29)
- leesteksten met *allerlei wetenswaardigheden* over metalen (blz. 37)

Achterin (blz. 80) staat hoe je *diagrammen* goed kan tekenen. Het kan zijn dat je dat nodig hebt bij je proeven. (**Informatiekaart**).
Op blz. 78 staat informatie over het gebruik van een *stroommeter.* (**Werkkaart**).

In het hoofdstukje 'Leren leren' hierna kun je lezen:
- hoe je iets opschrijft bij het doen van proeven (blz. 8)
- hoe je een eigen onderzoek bedenkt (blz. 9)
- hoe je een tentoonstelling maakt (blz. 11)

Bij *Een eerste verkenning* kon je wat lezen over:
– hoe je in groepen werkt
– hoe je vertelt wat je gedaan hebt

Bij dit thema gaan we het hebben over:
– hoe schrijf je iets op bij het doen van proeven
– hoe kies je een eigen onderzoek
– hoe maak je een tentoonstelling

OPSCHRIJVEN BIJ HET DOEN VAN PROEVEN

Als je proeven doet, is het meestal goed als je er wat over opschrijft.

Waarom?

Omdat ... je niet alles onthouden kan (gelukkig maar)
... je niet alles hoeft te onthouden, bijvoorbeeld niet allerlei getallen
... je sommige gegevens later nodig hebt, in dit thema vooral voor het maken van de tentoonstelling over metalen
... als je terugkijkt naar wat je opgeschreven hebt, je vaak plots iets gaat begrijpen
... je het er met anderen over kunt hebben, bijv. als je aan de klas rapporteert, of als je met je leraar je proef bespreekt

Maak van het opschrijven een gewoonte en ... je krijgt op een briefje dat je belangrijke dingen beter onthoudt!

Wat en hoe?

– Schrijf op wat je hebt gedaan, en wat je daarbij dacht en wat er gebeurde.

– Maak vaak een tekening.

– Schrijf als je klaar bent op wat je er zelf van vond en wat er in je groepje of in de klas over is gezegd.

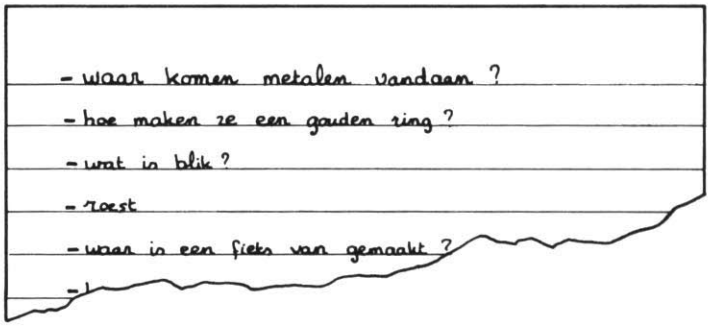


BEDENKEN VAN EEN EIGEN ONDERZOEK

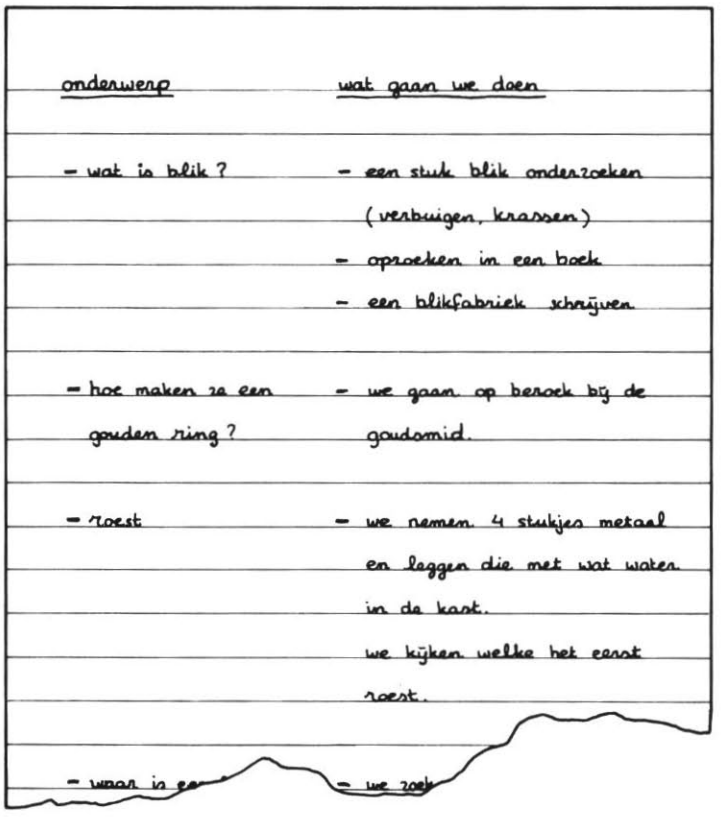
Dat is misschien iets wat je niet gewend bent op school. Maar het uitzoeken van iets wat je wilt weten, hoort bij de natuurkunde.
En: iets *samen* uitzoeken gebeurt óók bij natuurkunde.
Daarom moet je eens proberen zelf een onderzoek te bedenken.

Hoe bedenk je een eigen onderzoekje?

* Eerst ga je met je groepje allerlei ideeën opschrijven over resultaten. Alles wat je maar bedenken kunt.
Hier zie je een voorbeeld.



* Dan kies je samen er één idee – of meer – uit dat je wel wat lijkt en je gaat opschrijven wat voor onderzoek je daarbij kunt doen.
Op de volgende bladzijde zie je een paar voorbeelden.



* Bespreek je plannen nu met elkaar en kijk of het is uit te voeren. Heb je genoeg tijd? Is het materiaal dat je nodig hebt te krijgen? Misschien moet je je ideeën wat veranderen. Als jullie het erover eens worden, heb je een eigen idee én een eigen manier om het uit te zoeken.
Bespreek het nu met je leraar en je kunt aan het werk!

Kiezen van een onderzoek

Als het je niet lukt zelf een onderzoek te bedenken, kun je er een kiezen. Meestal heeft je leraar wel een aantal onderzoeken bij de hand, bijv. zoals in het boekje *Keuzeonderzoeken.*

- Bekijk met elkaar de onderzoeken in het boekje. Iedereen uit je groep schrijft er zélf een of twee op die hij/zij wel zou willen doen.
- Kijk of jullie hetzelfde willen. Meestal is dat niet zo. Praat er met elkaar over waaróm je een bepaald onderzoek wilt en probeer het zo eens te worden.



HET MAKEN VAN EEN TENTOONSTELLING

Het maken van een tentoonstelling is leuk werk. Je kunt er zelf al doende heel wat van leren!

Maar ook anderen moeten er wat van leren. Daarom moet je het belangrijkste wat je hebt opgestoken duidelijk opschrijven en laten zien. En ook daarvan leer je zelf weer.

Maak daarom een briefje waarop je schrijft wat er bij jullie valt te leren.
Hieronder zie je een voorbeeld:

2 Bij Renée en Sonja kun je leren:
- wat is torsie?
- welke metalen zijn taai?
- wat is het verschil tussen een taaie en een brosse breuk?

Bespreek dit briefje met je leraar.

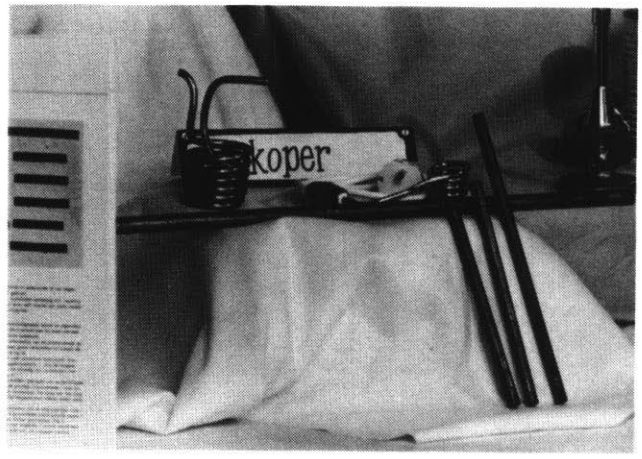
Misschien kan jullie klas een tentoonstellingsboekje maken waarin al jullie briefjes bij elkaar staan.

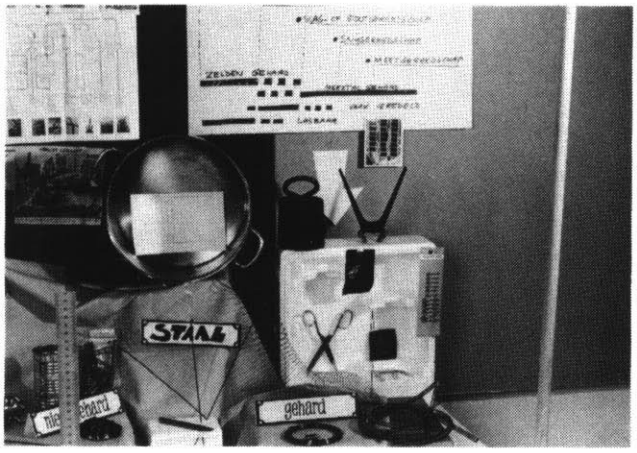
Op de tentoonstelling zelf laat je duidelijk zien: *jullie onderwerp, wát jullie hebben gedaan* en *wat jullie conclusies zijn.* Je kunt affiches gebruiken, tekeningen, foto's en teksten. Natuurlijk kun je ook een proefje neerzetten. De bezoekers aan jullie stand kunnen dat dan zélf doen.

De tentoonstelling kan bestemd zijn voor jullie klas, maar ook bijvoorbeeld voor de andere klassen of voor een ouderavond. Het tentoonstellingsboekje moet je daar natuurlijk bij aanpassen.

Veel plezier!









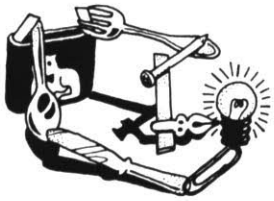
Een voorbeeld van een tentoonstelling over metalen

inhoud deel 1: eigenschappen

Eigenschap 1: stroomgeleiding blz. 15
Eigenschap 2: warmtegeleiding blz. 18
Eigenschap 3: vervorming blz. 21
Eigenschap 4: vering blz. 24

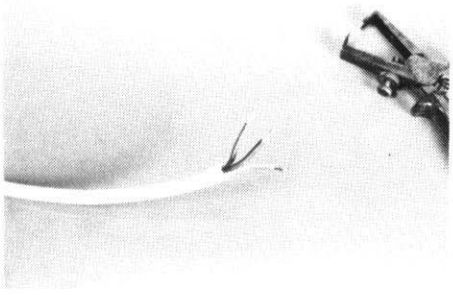
We verkennen vier belangrijke eigenschappen van metalen.
Het is de bedoeling dat je alle vier eigenschappen onderzoekt.
Daarna:

- kun je vier eigenschappen noemen die elk metaal heeft
- kun je zeggen wat je bedoelt met de woorden:
  - stroomgeleiding
  - warmtegeleiding
  - vervorming
  - vering
- kun je vertellen met welke proeven je laat zien dat een metaal stroom kan geleiden, warmte kan geleiden, kan vervormen, kan veren



stroomgeleiding

ZOALS JE WEET ...

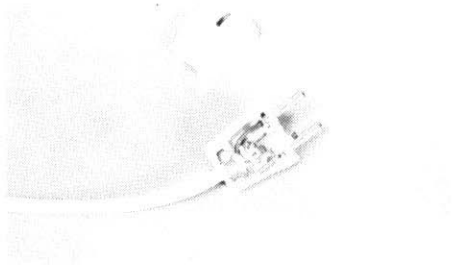


In een snoer zit koper, dat de stroom doorlaat

wordt bij veel apparaten elektrische stroom gebruikt. Deze stroom gaat door kabels en snoeren. Die snoeren zijn van binnen van metaal. Dat metaal is vaak van koper. Koper laat de elektrische stroom gemakkelijk door.

Vaak wil je juist dat elektrische stroom niet wordt doorgelaten. Denk aan een stekker: die wil je kunnen aanraken zonder een schok te krijgen. Daarom zijn stekkers gemaakt van een materiaal dat géén stroom doorlaat. Ook de buitenkant van een snoer laat geen stroom door.

* Schrijf met elkaar enkele materialen op die wel stroom doorlaten en enkele die dat niet doen.



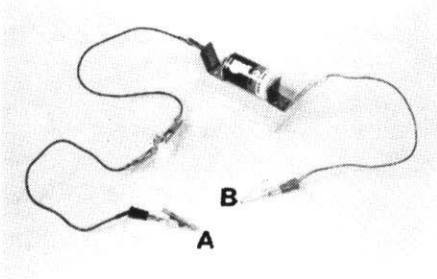
De buitenkant van het snoer en de stekker laten geen stroom door

EN NU DE PROEVEN

Je gaat nu een proef doen waarmee je kunt zien dat metalen de stroom goed doorlaten en veel andere stoffen de stroom niet goed doorlaten. In plaats van 'doorlaten' gaan we het woord *geleiden* gebruiken. Dat betekent hetzelfde, maar het is meer 'natuurkundig'.

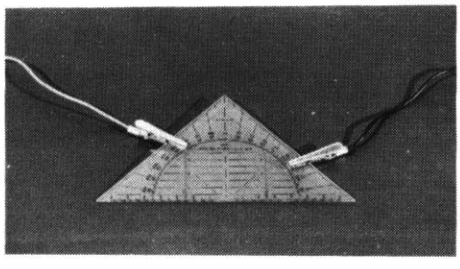
* Begin met het maken van onderstaande schakeling. Bekijk goed wat je nodig hebt. (1)

* Test de schakeling door de krokodilklemmen A en B even tegen elkaar aan te houden. Als het lampje brandt, is je schakeling klaar voor onderzoek. Als het lampje niet brandt, moet je je schakeling nog eens controleren.



Het lampje kan pas branden als alles met elkaar verbonden is. Als het lampje brandt, zeggen we dan ook dat er een *stroomkring* is. Kijk of je de 'kring' ziet waarin de stroom kan rondgaan.

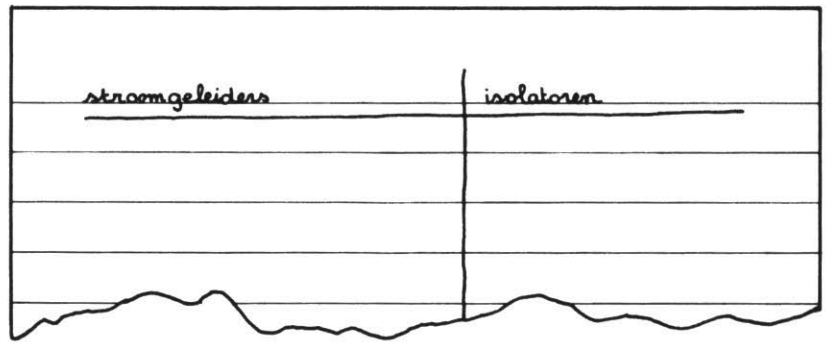
* Klem nu om de beurt allerlei voorwerpen tussen de krokodilklemmen. Probeer voorwerpen van hout, plastic, koper, ijzer, zink, aluminium, potloodstift enz. (2)



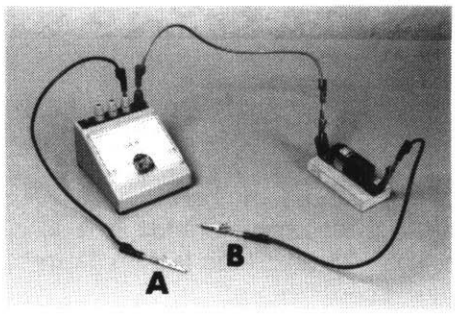
Als het lampje brandt, betekent dit dat de stroom door het voorwerp heengaat. We zeggen dan dat het materiaal een *stroomgeleider* is. Als het lampje niet brandt, noemen we het materiaal een isolator. De stroom kan er dan niet doorheen.

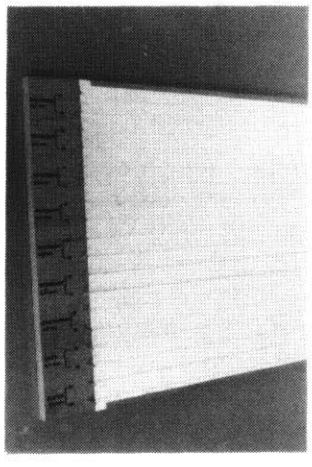
* Schrijf in je schrift welke materialen elektrische stroomgeleiders zijn en welke niet.

verkenning van metalen



! Controleer in je schrift dat je geleerd hebt dat metalen stroom geleiden en dat je een proef weet waarmee je dat kunt laten zien.





Extra

Niet alle metalen geleiden de stroom even goed. Dat kun je onderzoeken met de volgende proef:

* Maak de schakeling zoals in de tekening hiernaast.
Wees voorzichtig met het aansluiten van de stroommeter. Overleg met de leraar of bekijk de **Werkkaart.**
De krokodilklemmen A en B mogen elkaar *niet* raken.

* Als de krokodilklemmen elkaar niet raken, kan de stroom niet rondlopen. De stroommeter geeft geen uitslag.

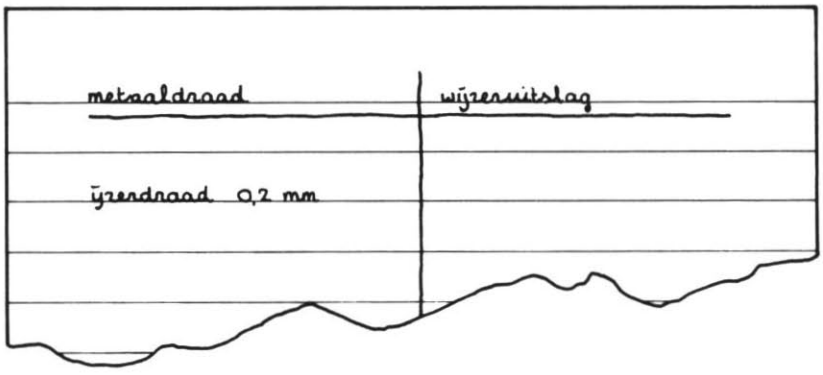
* Pak nu een aantal metaaldraden **even lang** en **even dik** en span ze op een plankje.

  Schrijf in je schrift de namen van de metalen die je gebruikt.

* Houd nu even (dus niet te lang) de krokodilklemmen A en B aan de uiteinden van één van de metaaldraden. De wijzer zal uitslaan omdat de stroom nu kan rondlopen.
Bekijk de wijzer van de stroommeter, en schrijf in je schrift hoeveel de meter aanwijst.

* Doe hetzelfde voor de andere draden en maak de volgende tabel.

verkenning van metalen



* Bespreek met elkaar welke draad de stroom *het beste* geleidt en welke *het minst goed* geleidt. Schrijf dit op.

! Controleer in je schrift dat je nu een voorbeeld kunt noemen van een metaal dat heel goed geleidt én een voorbeeld van een metaal dat wat minder goed geleidt. Je weet ook een proef om dat te laten zien.

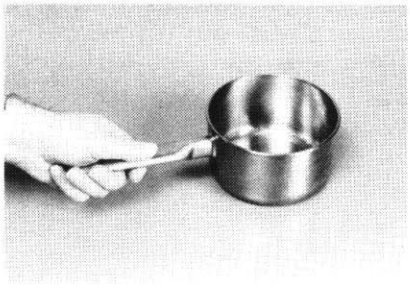


Eigenschap 2

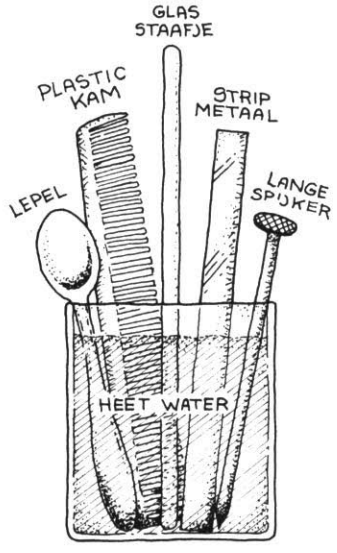
warmtegeleiding



Plastic laat warmte niet gemakkelijk door



Metalen handvatten laten warmte door en zijn daardoor te heet om aan te pakken



ZOALS JE WEET ...

pak je een hete pan niet met je blote handen van het fornuis. Je gebruikt een pannelap of je pakt de pan bij een handvat van plastic of hout. Warmte gaat door zo'n handvat niet gemakkelijk heen. Door metaal wel.

* Schrijf in je schrift enkele materialen waar warmte gemakkelijk doorheen gaat en enkele waar dat niet zo is.

EN NU DE PROEVEN

Je gaat nu een proef doen waarmee je kunt zien dat sommige metalen wel gemakkelijk warmte doorlaten en veel andere metalen niet.
In plaats van warmte 'doorlaten' gaan we het woord warmte *geleiden* gebruiken. Dat betekent hetzelfde, maar het is meer 'natuurkundig'.

* Begin met het verzamelen van vijf of zes langwerpige voorwerpen van metaal en niet-metaal.
Bijvoorbeeld: een glasstaafje, een lange spijker, een zilveren lepel, een kam, een strip koper enz.

* Vul een beker met kokend heet water en zet alle voorwerpen tegelijk in het water; zorg dat ze voor ongeveer 1/4 deel in het hete water steken.

* Wacht 1 minuut en voel dan snel aan de uiteinden van de voorwerpen. Bepaal of je ze heet, warm of gewoon vindt.

Schrijf in je schrift wat heet aanvoelt, wat warm aanvoelt en wat gewoon voelt.

uiteinde voelt heet aan	uiteinde voelt warm aan	uiteinde voelt "gewoon" aan

Materialen die snel aan het uiteinde warm worden, laten de warmte gemakkelijk door: het zijn goede *warmtegeleiders.*

* Doe nu eens hetzelfde, maar met ijsblokjes in de beker in plaats van heet water.
Schrijf dan in je schrift:

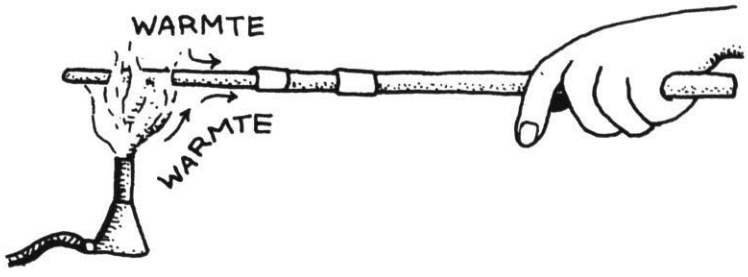
uiteinde voelt erg koud aan	uiteinde voelt koud aan	uiteinde voelt "gewoon" aan

Worden de materialen die snel heet werden ook snel koud aan het uiteinde?

Warmtegeleiding is leuk te *zien* met temperatuurgevoelig papier. Dit papier is bij gewone temperatuur geel, maar als het warm wordt, kleurt het oranje.

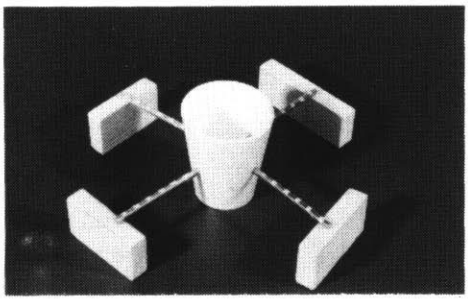
* Neem een lange koperen staaf met stukjes temperatuurgevoelig papier erop geplakt (dit papier is giftig, dus: voorzichtig!).

* Steek de staaf voorzichtig een eindje in een vlam en kijk goed naar het veranderen van de kleur van het temperatuurgevoelige papier.



Als je het ene uiteinde van een staaf heet maakt, wordt na een tijdje ook het andere eind heet

! Controleer in je schrift dat je geleerd hebt dat metalen warmte geleiden en dat je een proef weet waarmee je dat kunt laten zien.

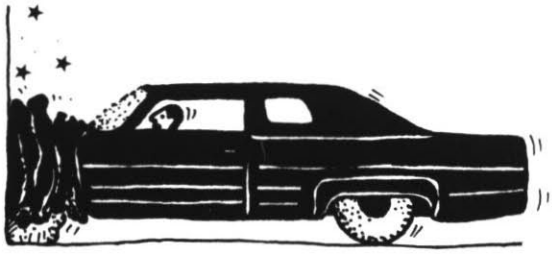


Extra

Niet alle metalen geleiden de warmte even goed. Dat kun je zien met de volgende proef:

* Neem een of meer metalen staafjes met stukjes temperatuurgevoelig papier erop geplakt.
* Steek de staafjes voorzichtig een eindje in een plastic beker.
* Ga met zijn allen rond de beker zitten.
* Vul de beker met kokend water.
* Kijk goed naar het veranderen van de kleur van het temperatuurgevoelige papier.
* Schrijf op wat je gezien hebt en bespreek dat met elkaar.

! Controleer in je schrift dat je geleerd hebt dat metalen de warmte geleiden, maar niet allemaal even goed.



Eigenschap 3

vervorming



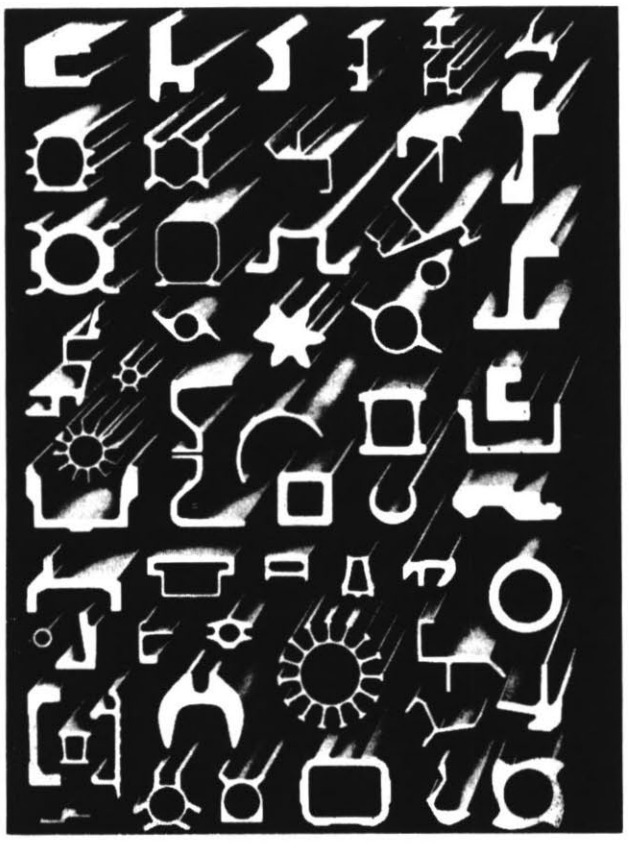
Bij de smid

ZOALS JE WEET ...

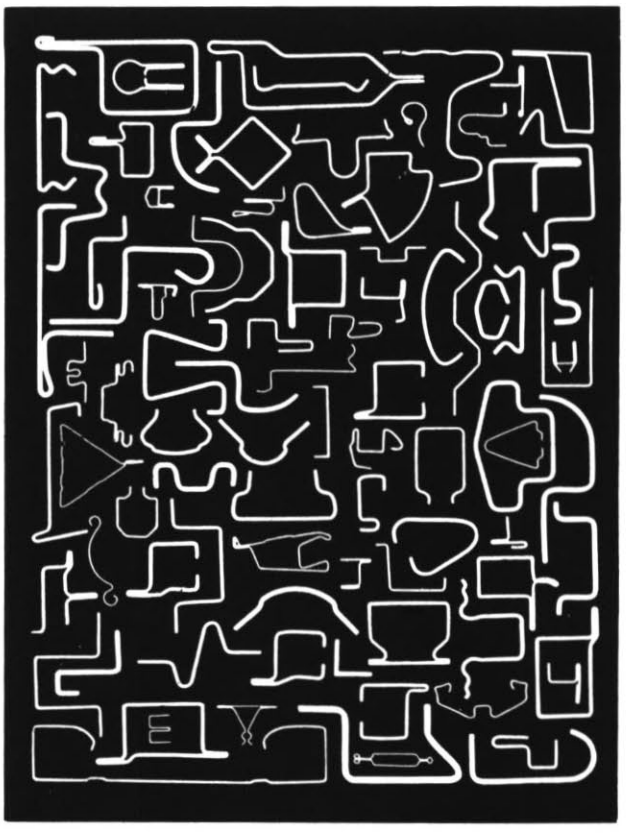
had haast ieder dorp vroeger een smid. In de smederij kon je zien hoe de smid een stuk ijzer gloeiend heet maakte. Met een tang legde hij het gloeiend ijzer op een stalen aambeeld; dan sloeg hij er met zijn zware smidshamer op dat de vonken eraf spatten. En zo gaf hij het ijzer de vorm die het moest hebben.

Dat is een erg belangrijke eigenschap van metalen: je kunt de vorm veranderen. Zo worden bijvoorbeeld in staalfabrieken grote stukken metaal platgewalst tot platen van een bepaalde dikte. In een autofabriek kan dan een stuk staalplaat met een geweldige pers vervormd worden tot een autodak.

* Schrijf in je schrift enkele voorbeelden van wat mensen van metalen maken en in welke vorm ze het metaal brengen.



a Warmgeëxtrudeerde profielen



b Koudgevormde profielen

verkenning van metalen

EN NU DE PROEVEN

Je gaat nu een proef doen waarmee je kunt zien dat metalen goed zijn te vervormen zonder te barsten, te scheuren of te versplinteren.

Je hebt bij dit onderzoek een veiligheidsbril nodig.

* Begin met het verzamelen van wat afvalstukjes metaal en enkele stukjes hout, karton, plastic en porselein.

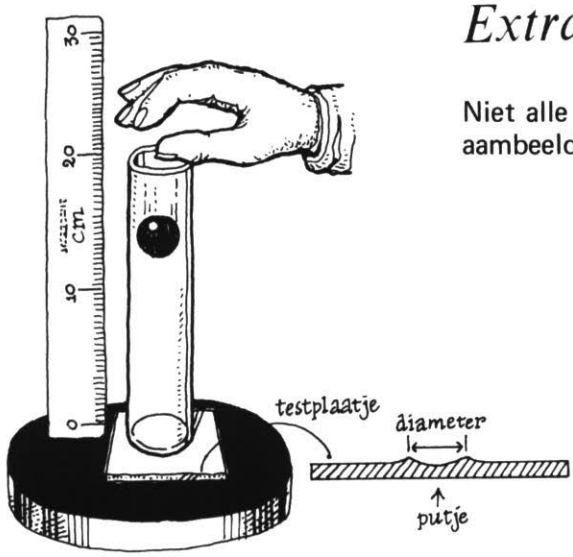
* Leg de stukjes op een aambeeld en sla er *zachtjes* op. Probeer er een dun plaatje van te maken.

> Zet het aambeeld op kranten of zoiets, tegen het lawaai.

* Schrijf in je schrift wat er gebeurt. Welke materialen barsten, splinteren of scheuren? Welke niet?

> ! Controleer in je schrift dat je geleerd hebt dat metalen goed vervormbaar zijn en dat veel andere metalen versplinteren.





Extra

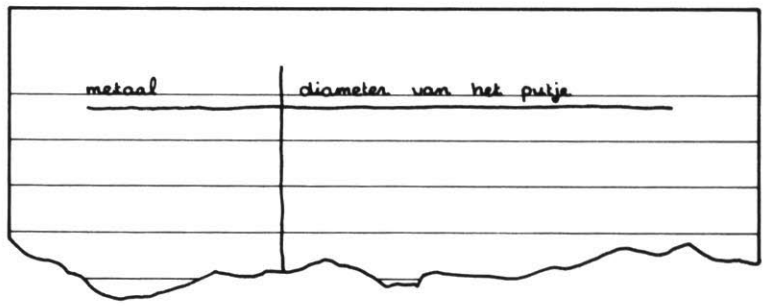
Niet alle metalen zijn even gemakkelijk te vervormen op een aambeeld. Dat kun je zien met de volgende proef:



Dradenteller

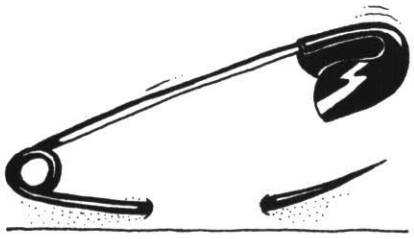
* Laat een zware stalen kogel vallen op een plaatje metaal. In het plaatje metaal ontstaat een putje. Je kunt de diameter (middellijn) van het putje meten met een zogenaamde 'dradenteller'.

* Neem verschillende plaatjes metaal en meet steeds de diameter. Maak in je schrift de volgende tabel.



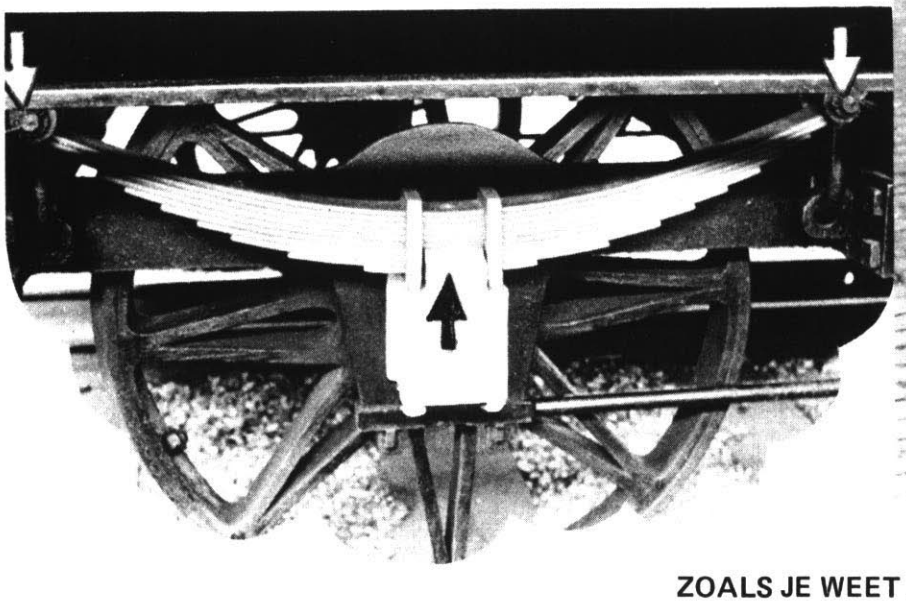
* Bespreek met elkaar welk metaal het *hardst* is en welk metaal het *zachtst.*

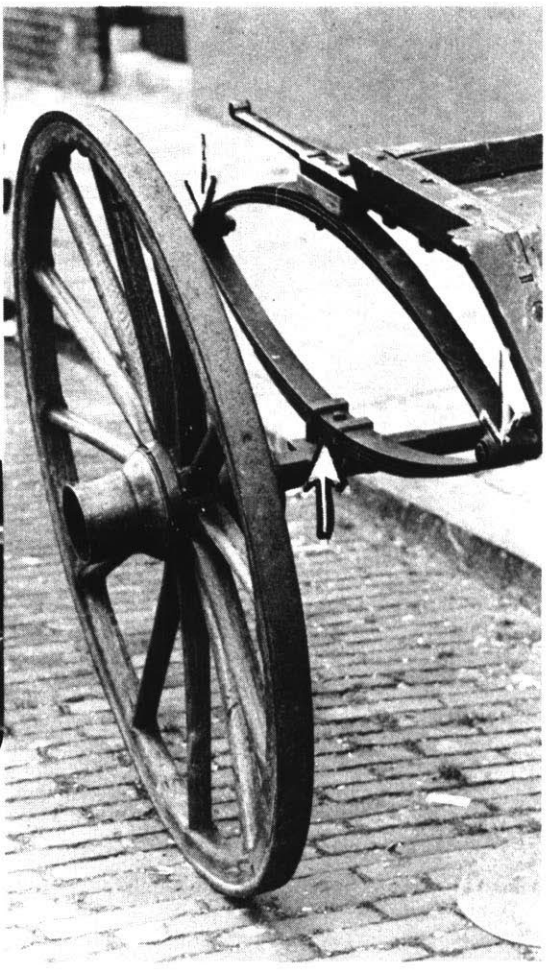
! Controleer in je schrift dat je nu een voorbeeld kunt noemen van een metaal dat heel hard is én een metaal dat zacht is. Je weet ook een proef om dat te laten zien.



Eigenschap 4

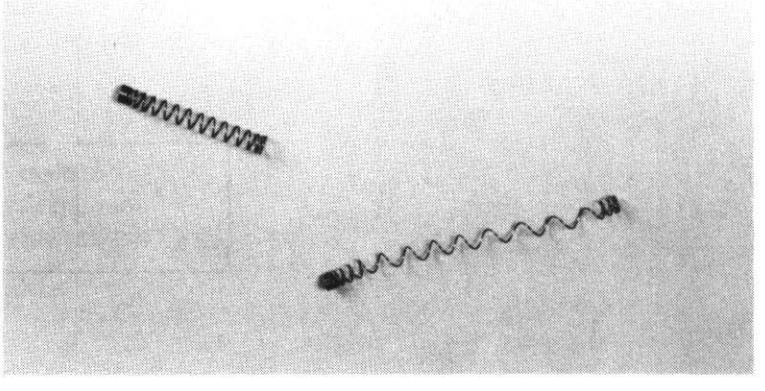
vering





ZOALS JE WEET ...

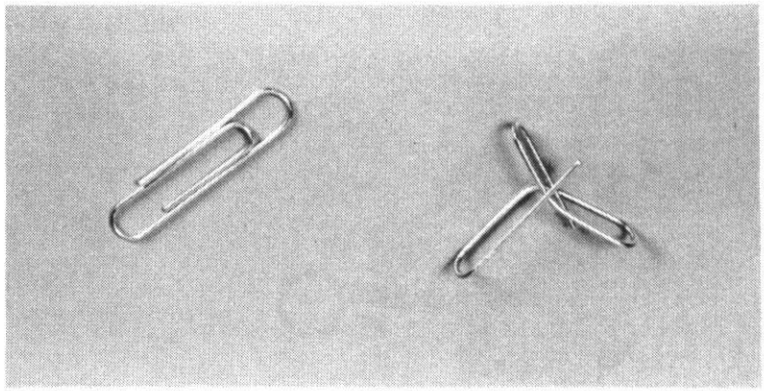
worden metalen vaak gebruikt voor veren.
Een voorbeeld is een balpenveertje. Als je dat samendrukt, veert het ook weer helemaal terug. Maar als je te hard trekt, wordt het een 'lang veertje'. Het metaal is nu verbogen.



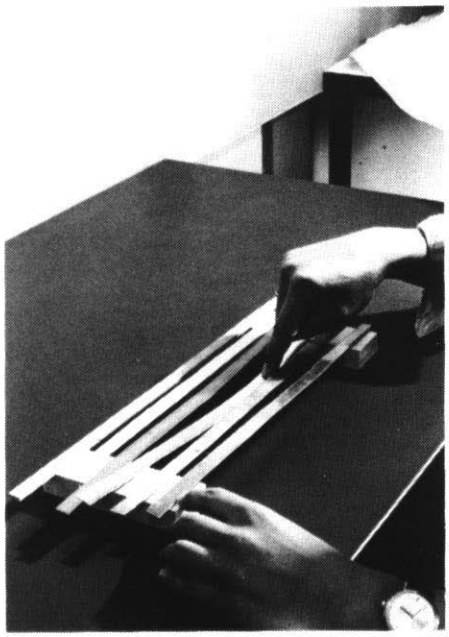
Een balpenveertje en een 'lang veertje'

verkenning van metalen

Net zoiets zie je bij een paperclip; als je er 2 of 3 papiertjes tussen klemt, blijft hij in zijn vorm, probeer je hem verder te buigen, dan verbuigt hij.



Een goede paperclip en een verbogen paperclip



EN NU DE PROEVEN

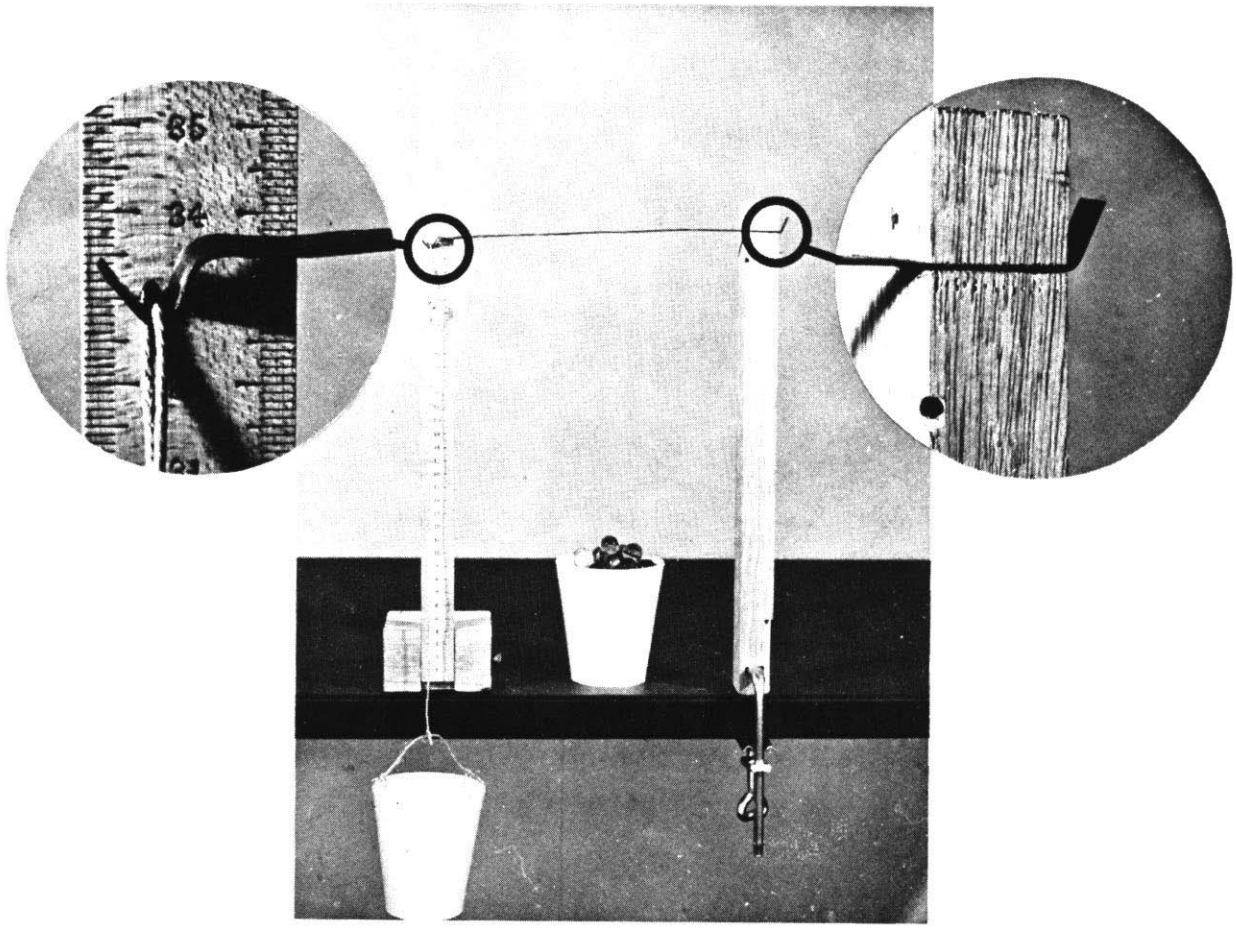
Je gaat nu een proef doen waarmee je kunt zien dat metalen strips, als je er niet te hard op duwt, een eindje doorbuigen, maar dan weer terugveren als je ze loslaat. Duw je er te hard op, dan veren ze niet meer terug: ze zijn dan verbogen.

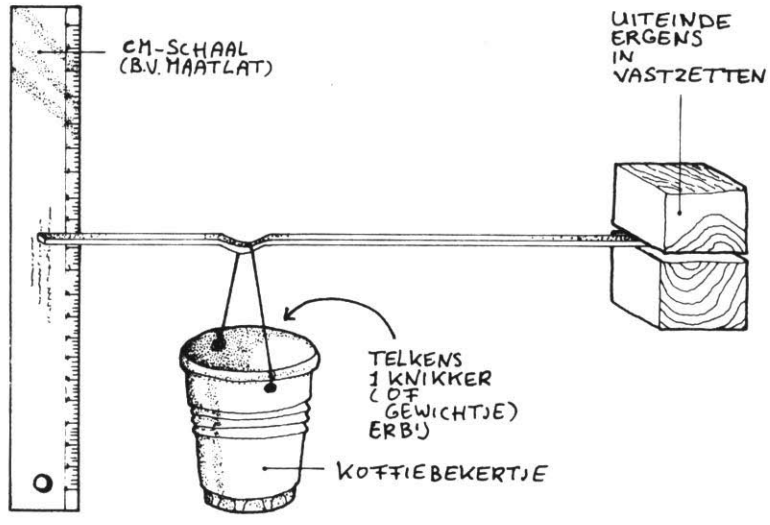
* Leg 4 of 5 strips van metaal, hout en plastic op 2 blokjes en druk met een vinger de strips in het midden ongeveer 2 cm naar beneden.
* Schrijf op welke strips terugveren en welke verbuigen.
* Schrijf ook op of je nog meer verschillen hebt gemerkt.

! Controleer in je schrift dat je geleerd hebt dat sommige materialen terugveren en andere verbuigen als je ze een klein eindje buigt. Je weet ook een proef om dat te laten zien.

Extra

Met de volgende proef kun je nauwkeurig bekijken wanneer een strip terugveert en wanneer hij gaat verbuigen.

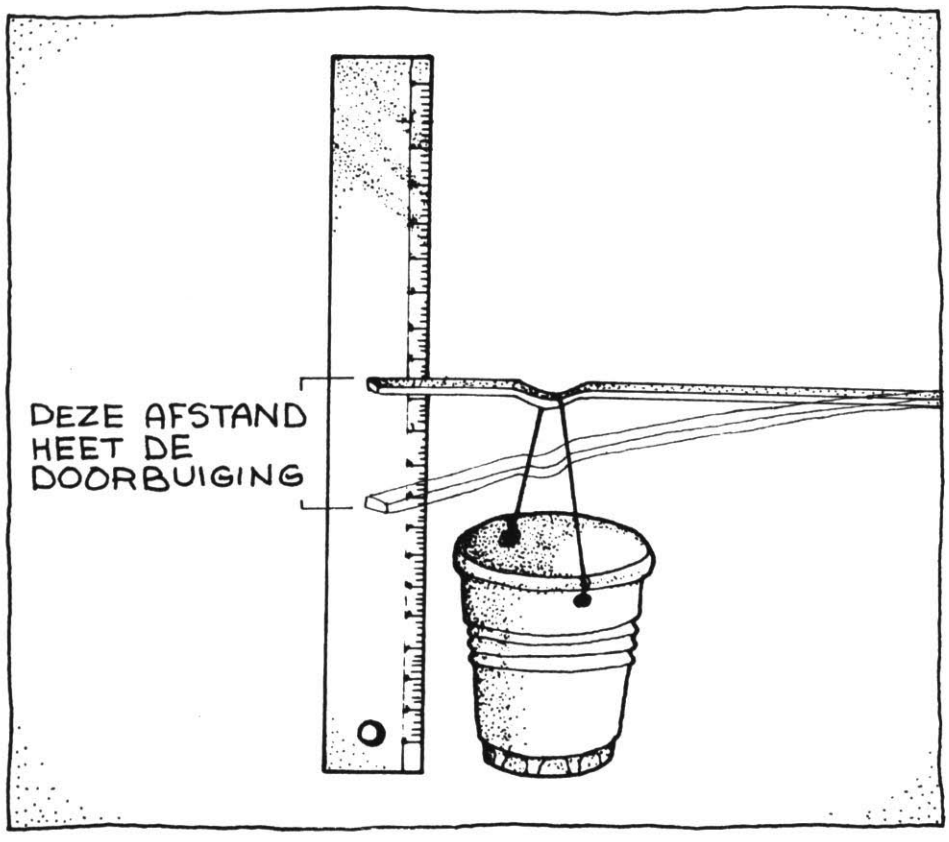




verkenning van metalen

Zoals je ziet is een metalen strip aan één kant in een houder geklemd. Aan het andere eind hangt een bekertje waarin je knikkers of gewichtjes kunt doen.
Met een liniaal kun je meten hoever de strip dan doorbuigt en of hij helemaal terugveert (doe de liniaal omgekeerd, dus de nul boven, dan leest het gemakkelijker af).

* Doe eerst twee knikkers in de beker en meet de doorbuiging (zie de tekening).



* Controleer of de strip weer in dezelfde stand komt te staan als je de knikkers er weer uithaalt.

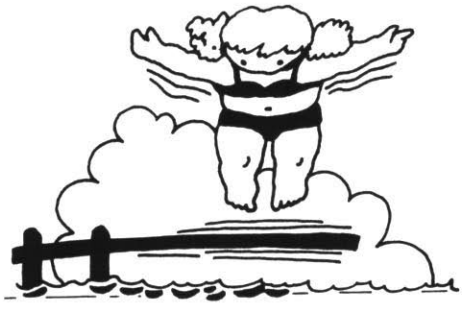
* Doe daarna vier knikkers in de beker, enz.

* Schrijf je metingen in je schrift.

verkenning van metalen

aantal knikkers in het bekertje	2	4	6					
doorbuiging van de strip in cm								
kwam hij weer terug ?								

* Je kunt nu ook de doorbuiging van een aantal strippen meten. Maak in je schrift dan de volgende tabel.



Vering...

aantal knikkers in het bekertje	doorbuiging van de strip in cm		
	koper	ijzer	aluminium
2			
4			
6			
8			



Verbuiging

* Maak van je metingen ook eens een *diagram.*
Zie hiervoor de **Informatiekaart** achterin dit boekje (blz. 80).

* Hoe zie je in het diagram dat het materiaal gaat verbuigen?

! Controleer in je schrift of je geleerd hebt dat metalen als je ze buigt eerst veren en daarna verbuigen.
Je kunt ook voorbeelden noemen van materialen die je vér kunt buigen voordat ze *ver*buigen en van materialen die juist heel gemakkelijk verbuigen.
Misschien kun je ook in een diagram aanwijzen *hoever* je een bepaalde strip kunt buigen voordat hij *ver*buigt.

inhoud deel 2: het gebruik van metalen

Om te lezen — een wereld zonder metalen? blz. 31
— toepassingen van metalen blz. 35

Oefening blz. 33

Het is de bedoeling dat je de leesteksten eerst doorleest en ze dan bespreekt in de groep of in de klas. Doe daarna met elkaar de oefening.
Daarna:
- kun je een paar belangrijke metalen opnoemen en van elk van die metalen een toepassing noemen
- kun je bij een bekend metalen voorwerp uitleggen, hoe je één van de vier eigenschappen uit het vorige hoofdstuk daarin kunt terugvinden
- kun je in je eigen woorden iets vertellen over metalen en over hun gebruik
- kun je voorbeelden noemen van dingen die je allemaal zou missen als er geen metalen waren

een wereld zonder metalen?

Stel je eens voor dat we geen metalen hebben. Hoe zou onze wereld er dan uitzien?



Onze wereld met



en zonder metalen

Zijn alle metalen in de tweede foto écht weggehaald?

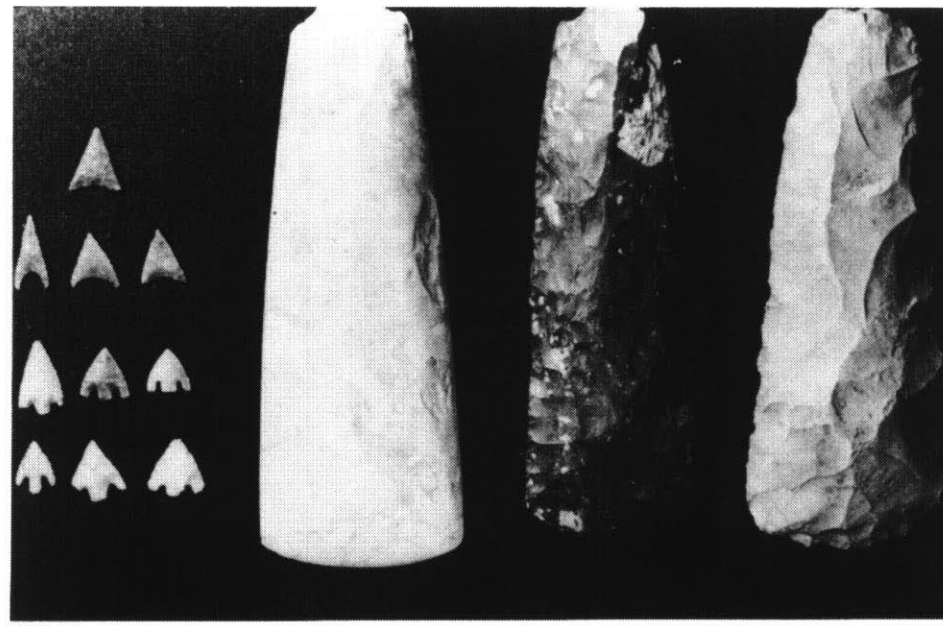
Je ziet, zonder metalen zou er veel minder vervoer mogelijk zijn. Er zouden geen auto's, geen schepen, geen vliegtuigen zijn.
En er zouden geen bruggen zijn. En ook het drukken van dit boekje zou onmogelijk zijn.

verkenning van metalen

Als wij geen metalen hadden, zou er thuis ook heel wat moeten veranderen. Alle elektrische apparaten zouden verdwijnen, want elektrische stroom loopt alleen maar goed door metalen.
Dan zouden wij ook de televisie, de radio en de telefoon kwijtraken. Licht zou je maken met kaarsen en voor verwarming zou je een open haard of een gemetselde kachel moeten gebruiken.
Om eten te koken zou je pannen van aardewerk moeten hebben.

HET STENEN TIJDPERK

Zonder metalen zouden wij terugkeren naar het stenen tijdperk. Duizenden jaren geleden waren onze verre voorouders voor het maken van hun gereedschap helemaal op hout en steen aangewezen. Door van geschikte stenen stukken af te slaan maakten ze stenen messen, bijlen en pijlpunten. Misschien heb je zulke voorwerpen wel eens in een museum bekeken.



Vuurstenen pijlpunten en bijlen

Over het stenen tijdperk en wat daarna gebeurde kun je lezen op blz. 39.

oefening

Als je erover nadenkt, kun je de eigenschappen van metalen die we hebben onderzocht:
– stroomgeleiding
– warmtegeleiding
– vervorming
– vering
overal om je heen terugvinden.

Bekijk bijvoorbeeld eens een metalen lepeltje. 'Heel gewoon' zul je zeggen, maar als je metalen niet zou kunnen *vervormen*, kon het zo niet gemaakt zijn.

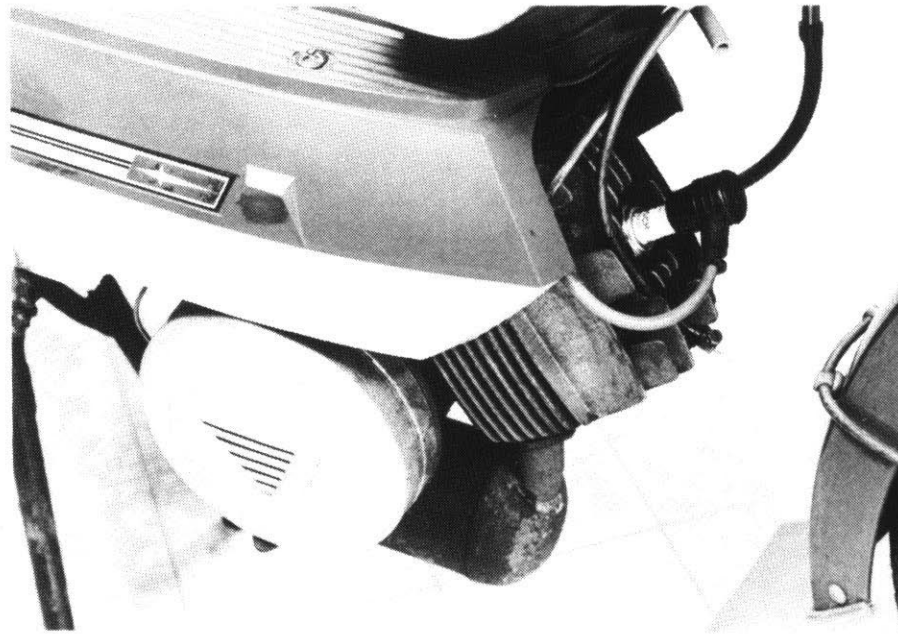


* Hieronder zie je nog een aantal voorwerpen van metaal. Schrijf in je schrift welke van de vier eigenschappen erbij hoort (het mogen er ook meer zijn).

metalen voorwerp	*eigenschap*
– balpenveer	vering
– snoer	...
– tafelpoot	...
– strijkijzer	...
– veren van een kar	...
– hoogspanningsmasten	...
– auto	...

* Bedenk of verzamel zelf meer voorbeelden.

verkenning van metalen



Koelribben van een bromfietsmotor

Je kunt deze oefening ook omgekeerd doen: als je aan een eigenschap denkt, schrijf er dan wat voorbeelden bij.

eigenschap	voorbeelden
1. metalen geleiden stroom	snoer,
2. metalen zijn te vervormen	lepel,
3. metalen zijn ve	

* Maak dit rijtje in je schrift af.

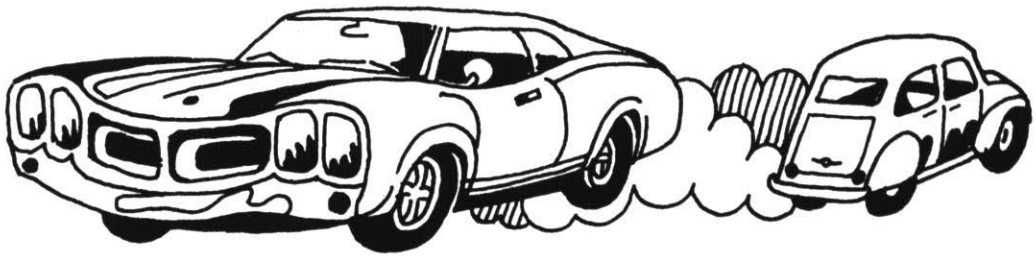
Metalen hebben nóg een eigenschap die veel wordt gebruikt: ze glanzen.

* Noem een aantal metalen voorwerpen die van metaal zijn gemaakt omdat metalen glanzen.

toepassingen van metalen

Niet alle metalen zijn hetzelfde. Voor de ene toepassing gebruik je liever het ene metaal, voor een andere toepassing liever een ander. Vaak weet je niet eens welk metaal er is gebruikt.

In het plaatje zie je welke metalen gebruikt worden voor auto's, en hoeveel ongeveer.



grote auto (ongeveer 2500 cc motor)		*kleine auto (ongeveer 1000 cc motor)*	
staal	1300 kg	staal	700 kg
gietijzer	250 kg	gietijzer	75 kg
aluminium	100 kg	aluminium	25 kg
koper	10 kg	koper	5 kg
messing en brons	15 kg	messing en brons	5 kg
zink, tin en lood	30 kg	zink, tin en lood	10 kg

Heb je idee waarvoor het staal in deze auto's wordt gebruikt? En waarvoor het koper?

Behalve voor auto's worden metalen voor duizenden andere dingen gebruikt.

* Schrijf in je schrift 5 of 6 metalen en toepassingen die je zelf kent. Je kunt het lijstje van de volgende bladzijde erbij gebruiken. Ook in de leesteksten hierna kun je veel vinden.

verkenning van metalen

TOEPASSINGEN VAN METALEN

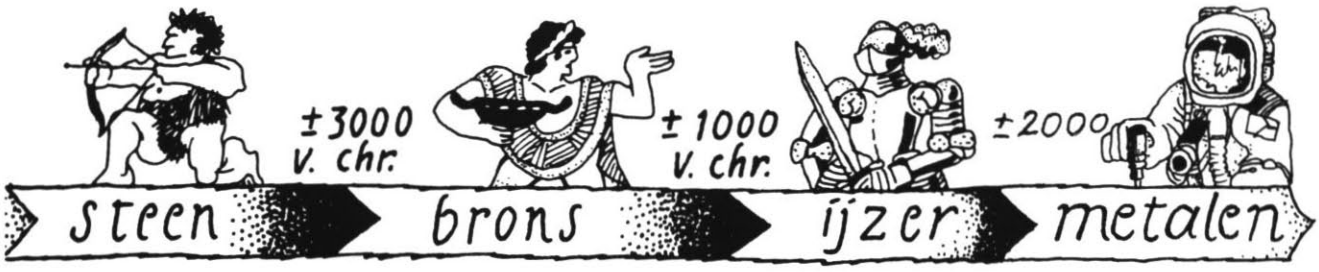
aluminium	tandpastatubes, vliegtuigen, pannen, folie, melkflesdoppen, warmte- en lichtreflectoren, motoren
cadmium	neutronenverslinder in regelstaven bij kernreactoren, beschermingslaag voor staal, nikkel-cadmiumbatterijen
chroom	verchromen, essentieel in roestvrijstaal
germanium	transistors
goud	munten, sieraden, tandheelkunde, pletbaarste metaal
koper	sieraden, elektriciteitsdraden en -kabels, soldeerbouten, dakbedekking, legeringen (koper + zink = messing; koper + tin = brons)
kwik	thermometers, barometers, spiegels, tandvullingen, elektrische schakelaars, straatverlichting
lood	afscherming tegen radioactieve straling, loodmantels voor elektriciteitskabels, batterijen, verf, lettermetaal, accuplaten, soldeertin
magnesium	brandt in vuurwerk, bommen, flitslampjes; legeringen biologisch: tekort in menselijk organisme veroorzaakt delirium tremens
nikkel	munten, bescherming zachte metalen (vernikkelen), batterijen, roestvrijstaal, elektronika
platina	sieraden, precisie-instrumenten, laboratoriumkroezen
plutonium	kernbom
tin	vertinnen van staal (blik), condensatoren, soldeertin
uranium	energiebron in kerncentrales
wolfram	gloeidraden in lampen, elektronenbuizen in t.v.'s, top tandartsboor, in gereedschapsstaal
ijzer	als gietijzer: kachels, pannen als staal : machines, motoren, spijkers, schroeven, veren, gereedschappen, pijpen, vervoermiddelen
zink	beschermingslaag op ijzer (gegalvaniseerd ijzer), legeringen (koper + zink = messing)

inhoud leesteksten

		blz.
Leestekst 1	de geschiedenis van metalen	39
Leestekst 2	metalen in de 20e eeuw	41
Leestekst 3	eigenschappen van metalen	50
Leestekst 4	werken met metalen	54
Leestekst 5	edele metalen	56
Leestekst 6	koper	58
Leestekst 7	lood	62
Leestekst 8	aluminium	65
Leestekst 9	ijzer en staal	68
Extra	wetenschap en vakmanschap	74

Leestekst 1

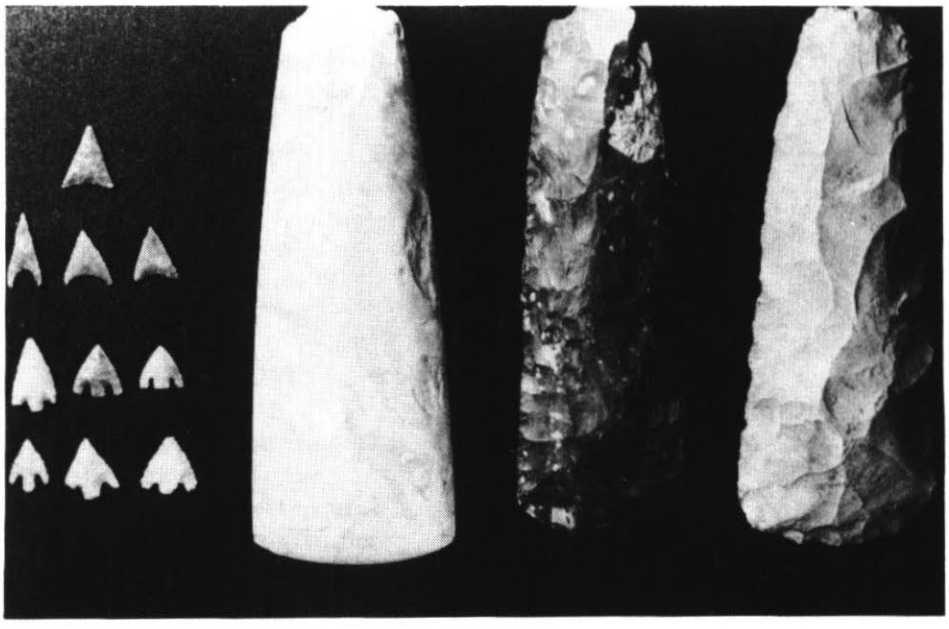
de geschiedenis van metalen





HET STENEN TIJDPERK

Duizenden jaren geleden waren onze verre voorouders voor het maken van hun gereedschap helemaal op hout en steen aangewezen. Door van geschikte stenen stukken af te slaan maakten ze stenen messen, bijlen en pijlpunten. Goed te gebruiken, maar moeilijk te maken en breekbaar!



Vuurstenen pijlpunten en bijlen

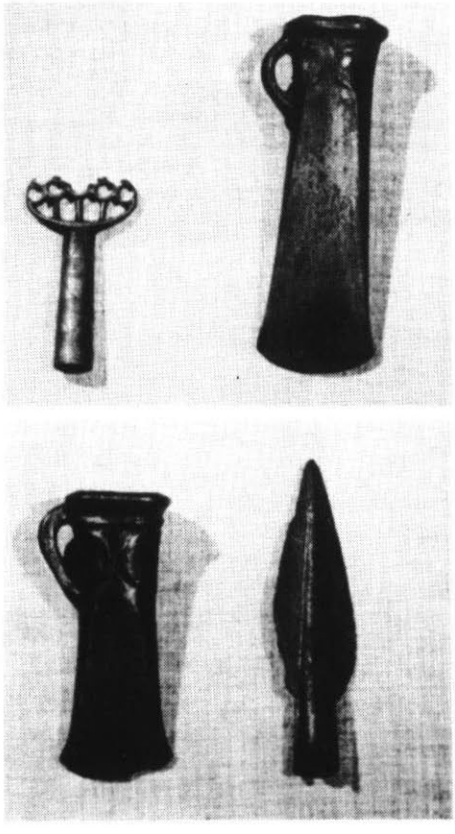
HET BRONZEN TIJDPERK



Enkele metalen zijn hier en daar tamelijk zuiver in de natuur te vinden. Goud is er een van: langs sommige rivieren komt zand voor, met korreltjes goud ertussen.

Een ander voorbeeld is koper. Het was de moeite waard om stukjes koper of korreltjes goud te verzamelen, want je kon ze met een stenen hamer in allerlei vormen slaan en er

verkenning van metalen



mooie dingen van maken. In Egypte, Irak en andere landen van het Midden-Oosten kende men die kunst al ongeveer zesduizend jaar geleden. Maar koper bleef eeuwen lang erg zeldzaam en kostbaar. Toen ontdekten mensen – vermoedelijk al vóór 3000 jaar v.C., in Bulgarije – dat je ook koper kon krijgen door bepaalde stenen gloeiend heet te maken in een vuur. Zulke stenen noemen we kopererts. Er ontstonden mijnen waardoor veel kopererts beschikbaar kwam.



Bronzen gebruiksvoorwerpen

Een ander metaal dat men al vroeg kende was tin. Door koper samen te smelten met wat tin (ongeveer één deel tin op tien delen koper) kreeg je een metaal dat sterker was dan goud of koper: brons.
Wij gebruiken centen en stuivers van brons, maar vroeger werden ook allerlei gereedschappen en wapens van brons gemaakt. Brons was eeuwenlang het belangrijkste metaal – we spreken van het bronzen tijdperk.

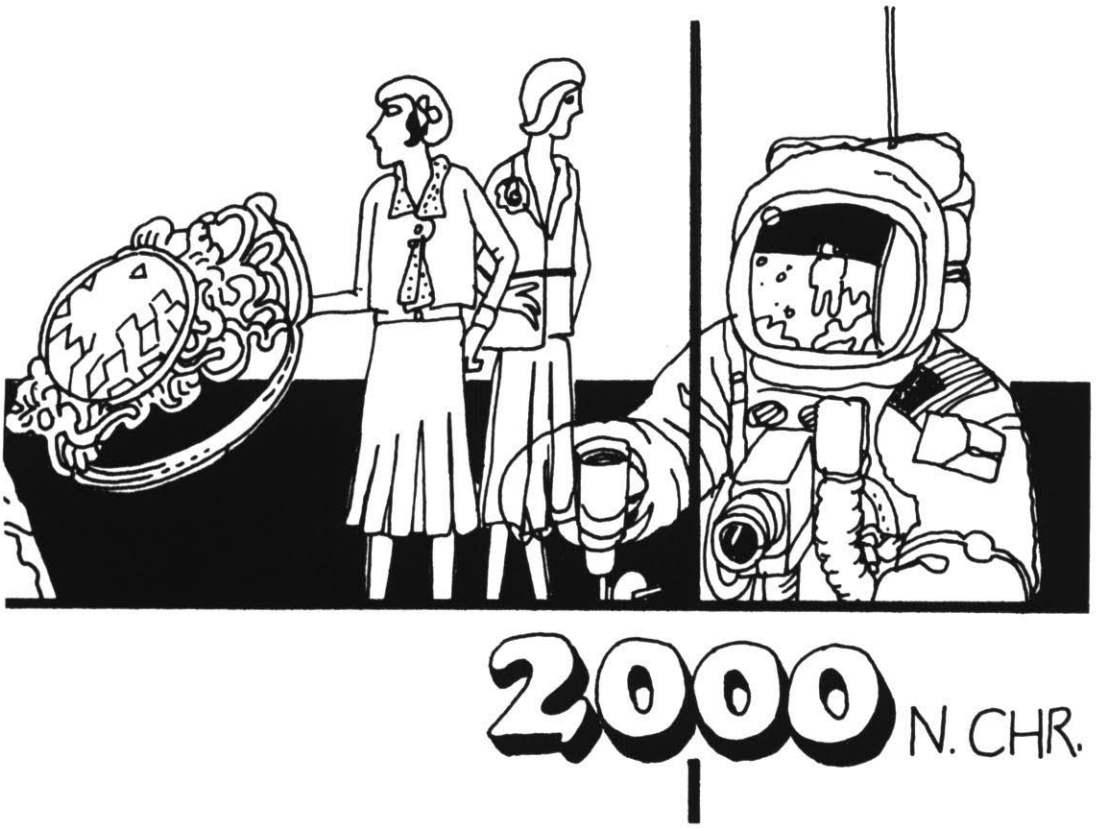
HET IJZEREN TIJDPERK



Ongeveer 3000 jaar geleden kreeg het brons een concurrent: het ijzer. IJzer is eigenlijk helemaal niet beter dan brons. Het kan niet gesmolten en gegoten worden bij de temperaturen die men in die tijd met vuren kon bereiken. Het smeden van werktuigen en wapens kostte veel meer moeite dan het gieten van brons. Daar komt nog bij dat ijzer snel roest, wat ook een groot nadeel is. Waarom dan toch een ijzeren tijdperk?
Het grootste voordeel van ijzer is, dat het erts zoveel vaker voorkomt dan dat van koper of tin.
In de periode rond 1200-900 v.C. ontstond er in de landen rond de Middellandse Zee een groot tekort aan koper en tin. Daardoor kreeg men behoefte aan een vervangend metaal. Toen men eenmaal ontdekt had dat ijzererts zoveel voorkwam, ging het ijzer steeds meer het zeldzame brons vervangen: het ijzeren tijdperk begon.

Leestekst 2

metalen in de 20e eeuw



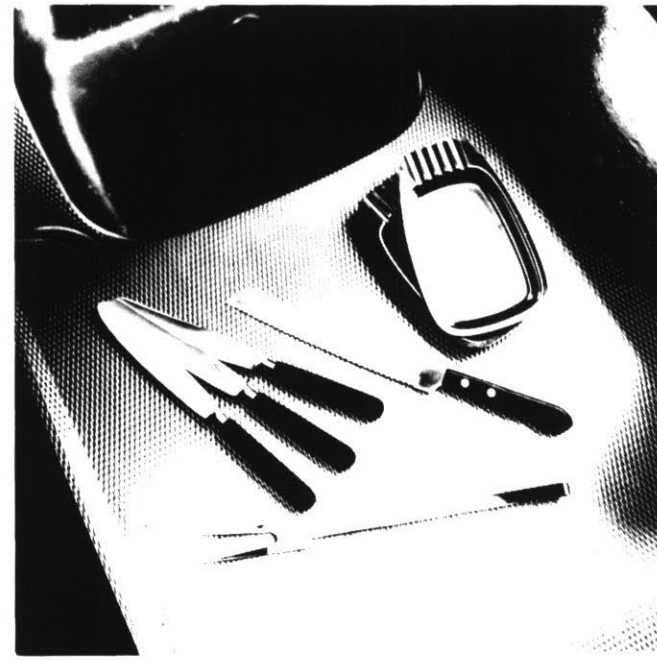
In onze tijd gebruiken we enorm veel verschillende soorten metalen. Bovendien hebben we geleerd voor bijna elk doel een geschikt metaal te 'maken': we kunnen ze op bestelling krijgen. Dat is mogelijk door metalen te mengen of door ze op een bepaalde manier te bewerken.
Een stuiver bijv. is gemaakt van een mengsel van koper, tin en zink. We noemen zo'n mengsel een *legering*. Een haarspeld is gemaakt door een stripje staal eerst heet te maken en het daarna langzaam te laten afkoelen.

LEGERINGEN

Door kleine hoeveelheden van andere stoffen te mengen met een metaal krijg je opvallende veranderingen in de eigenschappen van het metaal. Zo'n mengsel van metalen wordt een legering genoemd. Er bestaan duizenden legeringen, met enorm veel verschillende eigenschappen. Er worden legeringen gemaakt met een bijzonder hoog smeltpunt om hitte te weerstaan, zoals voor de neuskegel van een raket. Of legeringen die niet roesten, voor bijv. messen; of legeringen die een licht gewicht en een grote sterkte combineren, bijv. voor een vliegtuig.

verkenning van metalen

Stevig taai staal bestaat uit ijzer waarin een klein beetje aluminium, chroom en andere metalen zitten en ook nog koolstof. Die koolstof heeft grote invloed op de sterkte. Door maar 0,2% koolstof aan zuiver ijzer toe te voegen neemt de treksterkte toe van 3000 kilopascal tot 23.000 kilopascal, en wordt dus 8x zo groot. Als je nog een beetje nikkel en chroom toevoegt, wordt het roestvrij staal (*stainless steel*), dat veel beter bestand tegen roesten is.



BEWERKING VAN METALEN

Door een staaf metaal heen en weer te buigen wordt het sterker. Dit was de truc van 'sterke mannen' op kermisshows. Ze kozen een stalen staaf die ze nog nét konden buigen. Door het buigen werd het metaal harder. Niemand uit het publiek kan de staaf daardoor weer terugbuigen.

Warmtebehandeling van metalen

De eigenschappen van metalen zijn ook te veranderen met een warmtebehandeling.
Er zijn in hoofdzaak 3 manieren van warmtebehandeling van metalen:

1 sterk verhitten – snel afkoelen (harden)
2 sterk verhitten – langzaam afkoelen (ontharden)
3 enigszins verhitten – langzaam afkoelen (zacht gloeien; temperen; ontlaten)

verkenning van metalen

Snel afkoelen (*harden*) betekent dat het metaal wordt verwarmd tot het roodgloeiend is. Het wordt dan een tijdje op die temperatuur gehouden en dan heel snel afgekoeld.

Langzaam afkoelen (*ontharden*) is hetzelfde, alleen wordt nu het metaal heel langzaam afgekoeld.

Zachtgloeien (*ontlaten*) is een verwarmingsproces dat wordt gebruikt bij metalen die al een warmtebehandeling hebben ondergaan.



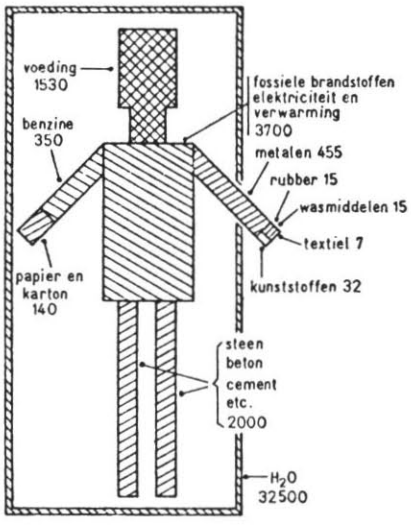


Staal is meestal stijf en verend. Door het te harden wordt het hard en bros. Ontlaten zorgt ervoor dat de brosheid weer verdwijnt, zodat het metaal weer stijf en een beetje verend wordt. Door het te ontharden verdwijnt de veerkracht en het metaal wordt zacht.

Deze drie warmtebewerkingen worden gebruikt in staalfabrieken in de gehele wereld.

Warmtebehandeling van metalen is al sedert de Oudheid in gebruik. Er waren echter maar weinig smeden die bekwaam waren in het ontlaten (zachtgloeien). Daardoor werden de paar zwaarden die precies goed warm waren behandeld, beroemd. Ze konden gemakkelijk andere zwaarden kapot slaan, omdat die brosser waren.
Japanse zwaarden werden beroemd. Er werd van gezegd dat ze gehard werden door ze, roodgloeiend, in de lichamen van levende gevangenen te steken. Hierdoor zou dan beter staal ontstaan doordat er 'leven' in werd gebracht. Zo zijn er meer voorbeelden van bijgeloof die verband houden met het maken en vormen van metalen.

verkenning van metalen



Jaarlijks verbruik van de gemiddelde Nederlander in 1970 (kg)

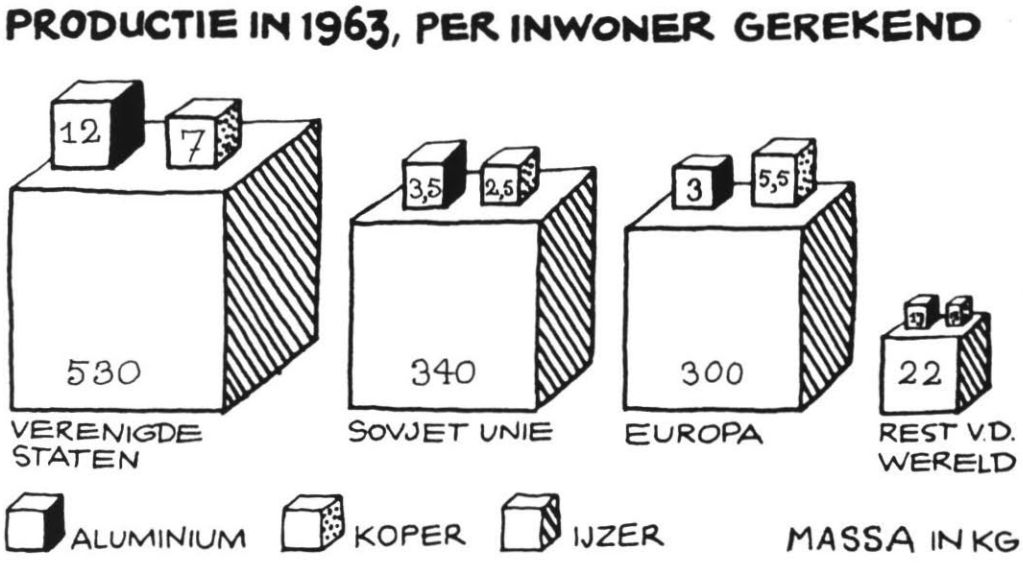
HOEVEEL METALEN GEBRUIKEN WIJ?

Van alle metalen gebruiken we ijzer en staal verreweg het meeste. In Nederland per jaar ongeveer 500 kg ijzer en staal per persoon. Dat zou je niet verwachten als je denkt aan wat je thuis aan ijzer en staal ziet. Maar vergeet niet het ijzer en staal dat wij gebruiken voor bruggen en hoogspanningsmasten, voor spoorwegen, als betonijzer in gebouwen, als machines in fabrieken, enz.

Schatting van het wereldverbruik van de voornaamste materialen (1970)

	Verbruik (10^6 ton)
ijzer en staal	580
cement	550
kunststoffen	24
aluminium	10
koper	7
zink	4
lood	4
totaal	1179

Niet alle landen gebruiken evenveel metaal per persoon. Dat zie je hieronder:



verkenning van metalen

In 1966 gebruikten de 760 miljoen mensen in China gemiddeld 40 kilogram staal per persoon, vergeleken met 500 kilogram per persoon in de Verenigde Staten. Als iedereen net zoveel zou gaan gebruiken als de Verenigde Staten zouden er gauw geen metalen meer zijn. En het hoeft ook niet. Nederland gebruikt ongeveer de helft. Bovendien wordt veel metaal dat de Amerikanen gebruiken ook weer uitgevoerd, zodat het ten goede komt aan anderen.

UITPUTTING

Elk jaar gebruiken we veel meer metalen dan het jaar daarvoor. De afgelopen 150 jaar hebben we daardoor steeds sneller de ertsvoorraden die er in de aarde zijn, opgebruikt.
Het is al nodig geworden, heel moeilijk te ontginnen voorraden aan te boren om de metalen te verkrijgen die we nodig hebben.

IJzerertsmijn in Zuid-Amerika



verkenning van metalen

Men hoopt op nieuwe ontdekkingen in gebieden waar tot nu toe weinig onderzoek naar ertsen is gedaan. Dit zijn gebieden in Azië, Afrika, Zuid-Amerika, Australië, de Zuidpool en sommige stukjes van Europa en Noord-Amerika.

Sommige deskundigen raden aan een bepaalde voorraad van ertsen te reserveren voor de toekomst.
Anderen geloven dat de toekomst wel voor zichzelf zal zorgen. Zij nemen aan dat de vooruitgang in wetenschap en technologie de manieren zullen verbeteren om ertsen te ontdekken, uit de grond te halen en te bewerken.
Sommige kunstmanen zijn daarvoor bedoeld. Anderen hopen dat er nieuwe materialen zullen worden ontwikkeld om schaarse metalen te vervangen.

Hieronder is een schatting uit 1970 afgedrukt van metalen die opraken. (Uit: *De Grenzen van de Groei, Rapport van de Club van Rome*, D.H. Meadows e.a.).

UITPUTTING VAN DE VOORRAAD IN HET JAAR ...

metaal	*bij het huidige gebruik is het materiaal op in het jaar:*	*als het huidige gebruik even hard blijft toenemen als nu, is het op in:*	*id. als er 5 x zoveel voorraad zou worden gevonden als nu bekend is*
aluminium	2071	2002	2026
goud	1982	1980	2000
koper	2007	1992	2019
kwik	1984	1984	2012
lood	1997	1992	2035
nikkel	2121	2024	2067
tin	1988	1986	2032
ijzer	2211	2064	2144
zilver	1987	1984	2013
zink	1994	1989	2021

Je kunt uit de tabel zien dat er de laatste 10 jaar beslist wel extra goud-voorraden zijn gevonden! Toch wordt het steeds moeilijker!
Bedenk wel dat dit alleen schattingen zijn. Ze zijn niet precies goed. Veel mensen zijn het er zelfs niet mee eens. Maar dat metalen opraken is wél zeker!

OPNIEUW GEBRUIKEN VAN METALEN (RECYCLING)

Het opnieuw gebruiken van metalen is een van de meest belangrijke manieren om metalen te bewaren. Dat heet *recyclen* (opnieuw in omloop brengen).

Probeers eens een maand lang alle metalen blikjes en flessedoppen te verzamelen, thuis en op school. Je zult verbaasd staan over de hoeveelheid metaal die je in een korte tijd bij elkaar krijgt.



Er zijn echter problemen bij recyclen. Een voorbeeld is dat stalen blikjes een tinlaagje hebben. Tin is moeilijk te verwijderen van afvalblikjes en daardoor wordt het samen met het staal opnieuw gebruikt.
Langzaam aan neemt zo het gehalte tin in het staal toe en dat maakt het staal ongeschikt voor gebruik.

Aluminium is veel gemakkelijker opnieuw te gebruiken. Veel cola- en bierblikjes zijn van aluminium. Maar er is ongeveer tien maal zoveel energie nodig om aluminium blikjes te maken als stalen blikjes. Dit betekent meer milieuvervuiling en verspilling van waardevolle brandstof.
Waarom zouden we voor verpakkingen dan niet meer gebruik maken van overvloedige materialen, zoals glas?

DE PRIJS VAN METALEN

Wij zouden veel meer aluminium kunnen gebruiken, maar het is tamelijk duur. Dat komt niet doordat het zo zeldzaam is – het komt zelfs het meest voor van alle metalen. Honderd kilogram gewone klei bevat 25 kilogram aluminium, maar dat aluminium is heel moeilijk los te maken uit zijn verbinding met andere stoffen. Een geschikte grondstof is bauxiet, dat onder andere in Suriname voorkomt. Voor de fabricage van aluminium uit bauxiet zijn kostbare installaties nodig en erg veel elektriciteit. Daarom is het duur.

verkenning van metalen

Termijnmarkten

KOERSGEMIDDELDEN

1970 = 100	H	L	21/7	22/7
Int. concerns	76.3	58.9	75.5	74.6
Industrie	107.6	85.8	100.1	100.6
Scheep.-luchtv.	127.5	110.0	122.6	121.4
Bankwezen	196.1	143.2	186.2	186.0
Verzekeringen	110.4	79.6	104.3	103.0
Handel enz.	116.9	96.6	111.4	111.0
Algemeen	97.2	77.0	94.3	93.6

RUBBER

	21/7	22/7
Aug.	37.50-39.25	36.50-9.50
Sept.	37.75-40.00	37.00-9.50
Okt./Dec.	38.60-80	37.95-8.15
Jan./Mrt.	38.40-50	38.00-8.10
Apr./Juni	38.80-90	38.25-8.35

METALEN

Londen

	21/7	22/7
Tin. 3 mnd.	3108-10	3'00-05
Tin. cash	173½-174½	3120-5
Lood cash	3129-31	170-½
Lood 3 mnd.	166½-167½	176½-7
Zink loco	322-323	324-5
Zink 3 mnd	325-25½	328¾-9
Koper loco	561½-62½	573-4
Koper 3 mnd.	580½-81½	592-½
Zilver loco	213.7-213.8	218.1-10.3
Goud $	219.2-219.3	223.7-23.8
Zilver 3 mnd.	164.25	165.25

CACAO

	V.K.	22/7		V.K.	22/7
Juli	620	656½-60	Mei	596	611-12
Dec	627	648 -9	Mei	597	607-8
Dec	610	625½-7	Sept	596	613-15
			Juli	596	613-'6
			Omzet	3359	8555

AARDAPPELEN

AMSTERDAM, 22 juli — Bintje 40 mm apr. 26.50-26.30, omzet 129 contr., bintje 50 mm apr. 28.50-28.30, omzet 188 contr.

GOUD EN ZILVER

AMSTERDAM, 22 juli — De goudprijs in ons land is met *f* 80 per kilo gestegen tot *f* 13.520 per kilo bij inkoop en *f* 13.920 bij verkoop. De zilverprijs steeg met *f* 9 per kilo tot *f* 384 per kilo bij inkoop en *f* 411.50 bij verkoop.

(uit het Algemeen Dagblad van 23 juli 1975)

Prijzen van metalen veranderen met de dag. De getallen geven de prijzen aan voor zekere hoeveelheden, of wel nu gekocht (cash, loco) of per contant over 3 maanden (3 mnd.)

In de internationale handel is vooral de goudprijs erg belangrijk. Het ligt niet voor het opscheppen – sommige goudmijnen in Zuid-Afrika zijn meer dan 3000 meter diep.
Wat er aan goud uit de grond gehaald wordt, wordt grotendeels weer onder de grond gestopt: in de kluizen van banken en regeringen.

METALEN IN JE LICHAAM

Doordat we zoveel met metalen dingen omgaan kunnen we gemakkelijk wat metaal binnen krijgen. Dit kan bijvoorbeeld door inademen (lood in uitlaatgassen van auto's), door eten (kwik in vis), door drinken (tin in leidingwater) en door aanraken.

Metalen kunnen giftig zijn, bijv. lood. Je hoeft niet bang te zijn om dingen van lood aan te raken, maar lood in drinkwater zou ongezond zijn. Daarom mogen nieuwe drinkwaterleidingbuizen niet meer van lood zijn.

Met kwik moet je voorzichtig zijn. Als je een kwikthermometer stuk laat vallen krijg je een aantal glanzende bolletjes, die als knikkertjes over de grond kunnen rollen.

Gebruik ze toch maar liever niet als speelgoed en laat ze ook niet in hoekjes en kieren liggen. Kwikdruppeltjes verdampen heel langzaam en het inademen van kwikdamp is niet gezond.

Misschien heeft de tandarts wel eens gaatjes in je kiezen gevuld met amalgaan. Dat is kwik gecombineerd met tin of zilver, maar daar zul je geen kwikvergiftiging van krijgen.

Een metaal dat we in ons lichaam niet kunnen missen, is ijzer. De rode kleurstof in je bloed bevat ijzer. Als er niet genoeg van die kleurstof in je bloed zit heb je bloedarmoede en zul je misschien staalpillen moeten slikken.

In veel afvalwater van de industrie zit metaal opgelost. Dit komt in het water, en vervolgens in planten en diertjes. Vis krijgt zo steeds meer metalen in zich opgehoopt, bijvoorbeeld kwik.

lood	(Pb)	10
koper	(Cu)	14
zink	(Zn)	140
kwik	(Hg)	0,6
nikkel	(Ni)	11

Metalen in de Rijn (uit: *Rijnnota*. Uitgave van de Vereniging Milieudefensie) Gemiddelde concentratie in mg/m^3

Aal in het IJsselmeer bevat gemiddeld 0,49 mg kwik per kg. Dit kwik komt met het Rijnwater mee. Aal in minder of niet met Rijnslib vervuilde wateren (Westeinderplas, Tjeukemeer, Alblasserwaard), bevat gemiddeld 0,14 mg kwik per kg. In de Verenigde Staten en Canada is 0,5 mg kwik/kg het maximaal toelaatbaar gehalte voor consumptievis. In Japan, waar de vervuiling met kwik erger is dan in Nederland en men de afschuwelijke gevolgen ervan kent, is men voorzichtiger geworden. Het maximaal toelaatbaar gehalte in Japan is 0,2 mg/kg. Vergelijk hiermee het kwikgehalte in IJsselmeeraal!

Inspectie keurt water in medisch centrum af

Door een onzer redacteuren

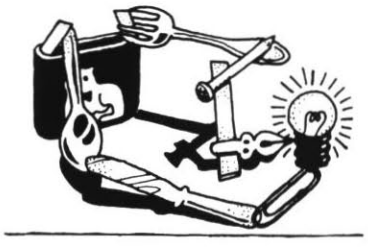
AMSTERDAM, 2 juli — Het leidingwater in het polikliniekgebouw van het pas geopende Amsterdamse Academisch medisch centrum bevat een te hoge concentratie van het giftige metaal cadmium, is gebleken bij controles door het gemeentelijk waterleidingbedrijf. Volgens een woordvoerder van het ziekenhuis wordt dit water niet gebruikt om te drinken.

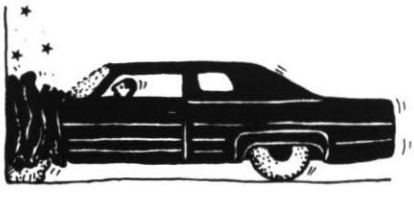
Vermoedt wordt dat het cadmimum in het water is gekomen doordat de installateur verkeerd soldeersel heeft gebruikt. Het ziekenhuis heeft, volgens de woordvoerder, de installateur opdracht gegeven met een plan te komen om snel het te hoge gehalte aan cadmium op te heffen. Dat zou binnen enkele weken kunnen gebeuren. Ofwel alle leidingverbindingen moeten worden losgemaakt en opnieuw gesoldeerd, of het cadmium moet worden geneutraliseerd door toevoeging van een chemisch middel aan het water, aldus de woordvoerder.

Leestekst 3

eigenschappen van metalen









Metalen hebben belangrijke punten van overeenkomst. Als je een voorwerp in handen krijgt dat je niet kent, kun je meestal vrij gauw zeggen of het van metaal is of van iets anders.

Aan de *glans* kun je vaak al direct zien dat iets van metaal is, tenminste als het oppervlak schoon en glad is. Veel metalen zijn witglanzend, zoals zilver, kwik, nikkel en chroom. Goud is geelglanzend, zuiver koper rood.

Ook aan de *klank* kun je metalen herkennen. Als je met een hamertje tegen allerlei dingen tikt, hoor je vaak wel wat van metaal is en wat niet. Het klinken van metaal is te gebruiken voor muziek – denk bijvoorbeeld maar aan een carillon.

Warmtegeleiding is ook een kenmerk van metalen. Een metalen tafelpoot voelt kouder aan dan een houten tafelblad, doordat het metaal de warmte van je hand sneller afvoert dan het hout.

Stroomgeleiding kun je als kenmerk gebruiken, wanneer je een batterij en een lampje bij de hand hebt. Als een voorwerp elektrische stroom goed doorlaat, is het bijna zeker van metaal.

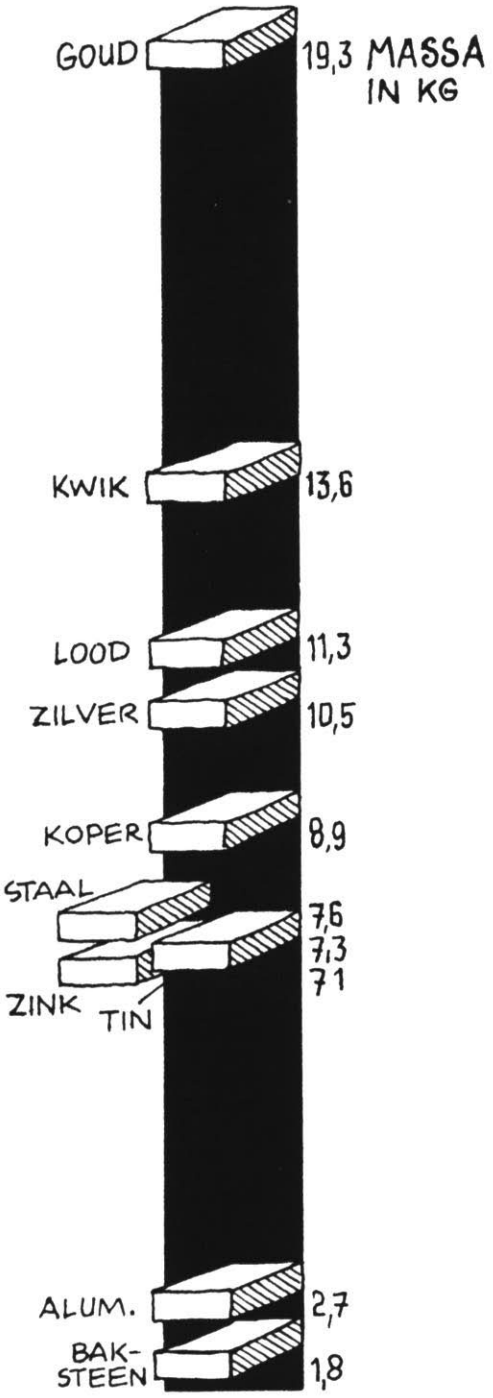
Vervormbaarheid is een heel belangrijke eigenschap van metalen. Door er op te slaan kunnen we metalen van vorm veranderen, zonder dat het materiaal kapot gaat. In een autofabriek worden stalen platen geperst tot motorkap, portieren en kofferdeksel. Goud is het pletbaarste materiaal: bladgoud.

De *veerkracht* van metalen wordt gebruikt in allerlei constructies. Je kunt bepaalde metalen goed buigen of samendrukken zonder dat ze verbuigen.

Door deze eigenschappen zijn metalen dus uitstekend te gebruiken voor allerlei toepassingen.

Maar het gebruik van metalen heeft ook bezwaren:
- metalen onderdelen zijn nogal zwaar. Veel zwaarder dan bijvoorbeeld hout of plastic
- metalen worden bij hoge temperaturen gauw minder sterk, in vergelijking met bijvoorbeeld glas, aardewerk of beton
- metalen worden vaak door allerlei stoffen in de lucht aangetast, vooral als ze warm worden. Roesten is hiervan een voorbeeld
- metalen kunnen giftig zijn. Bepaalde metalen mogen dus niet met water, eten en lucht in aanraking komen.

verkenning van metalen



HOE ZWAAR ZIJN METALEN?

Metalen zijn niet allemaal 'loodzwaar'. Er zijn er zelfs die zó licht zijn, dat ze op water drijven! Die lichte metalen worden heel snel door lucht en water aangetast. Voor gewone gebruiksvoorwerpen kunnen we ze daarom niet gebruiken.

Aluminium is een bekend licht metaal. Toch is het zwaarder dan bijvoorbeeld steen. Een stuk aluminium zo groot als een baksteen is ongeveer 1,5 maal zo zwaar als die steen. Een 'baksteen' ijzer is ongeveer 4 maal zo zwaar en een 'baksteen' lood ongeveer 6 maal. Een 'baksteen' van goud zou zelfs meer dan 10 maal zo veel wegen als een gewone baksteen.

Als we een baksteen precies 20 cm lang zouden maken, 10 cm breed en 5 cm dik, zouden ze een inhoud hebben van precies 1000 kubieke centimeter oftewel 1 dm^3 (of 1 liter). Een echte baksteen van die maat (meestal zijn ze iets groter) zou ongeveer 1,8 kg wegen. Hiernaast zie je getallen voor verschillende metalen.
Die 'baksteen' van kwik zou je kunnen krijgen door 1 liter kwik in een bak te doen.

Het zwaarste metaal is osmium, een metaal dat wel gebruikt wordt voor penpunten en grammofoonnaalden. Een 'baksteen' van osmium zou 22,5 kg wegen.

HOE STERK ZIJN METALEN?

Metalen zijn niet allemaal 'ijzersterk'. Bij het woord 'sterk' kun je trouwens nog aan verschillende eigenschappen denken. Je noemt een ijzerdraad sterk als je hem niet kapot kunt trekken en een stalen balk als hij een zware last kan dragen. De stalen kop van een hamer kun je sterk noemen, omdat je er hard mee kunt slaan, zonder dat er stukken afspringen.

Het eenvoudigst te vergelijken is de 'treksterkte': hoe hard kun je aan een draad trekken voordat hij breekt? Denk bijvoorbeeld aan de kabels waaraan een sleepboot een vrachtschip meetrekt.

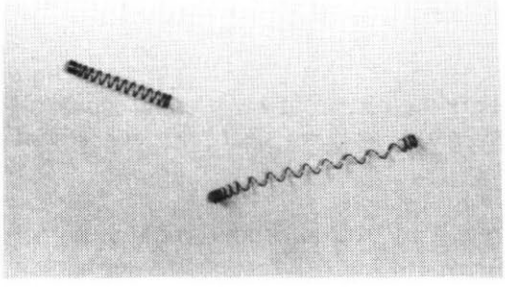
Voor een eerlijke vergelijking zou je draden moeten nemen met dezelfde dikte. Als je er steeds zwaardere gewichten aan hangt, zou je de treksterkte kunnen vinden door te kijken wanneer de draad knapt.

verkenning van metalen

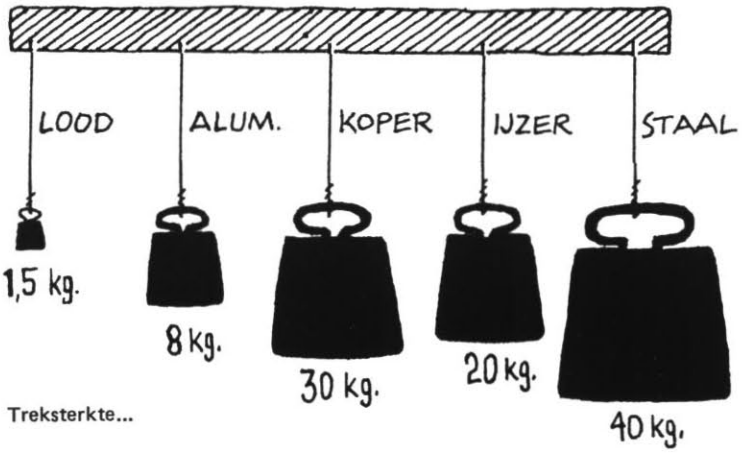








Hieronder zie je een paar voorbeelden van wat metalen draden kunnen (ver)dragen bij een doorsnede van 1 mm^2.



Treksterkte...

Vaak wordt een groot aantal dunne draden in elkaar gedraaid tot een kabel. Een stalen kabel met een doorsnede van 1 cm^2 kan al een forse vrachtwagen dragen.

Als je tegen materialen duwt, er aan trekt of ze probeert te buigen, zullen ze daardoor van vorm veranderen. Soms is dat maar zó weinig, dat het bijna niet te merken is.
Als je bijvoorbeeld tegen een spons duwt, veert hij in. Net zo gebeurt dat bij een stuk ijzer, alleen veert dat zo weinig, dat je het niet merkt.
De spons komt weer in zijn oorspronkelijke vorm terug als je er niet meer tegen drukt.

Bij de meeste materialen krijgt het materiaal zijn oorspronkelijke vorm terug als de krachten niet al te groot zijn.

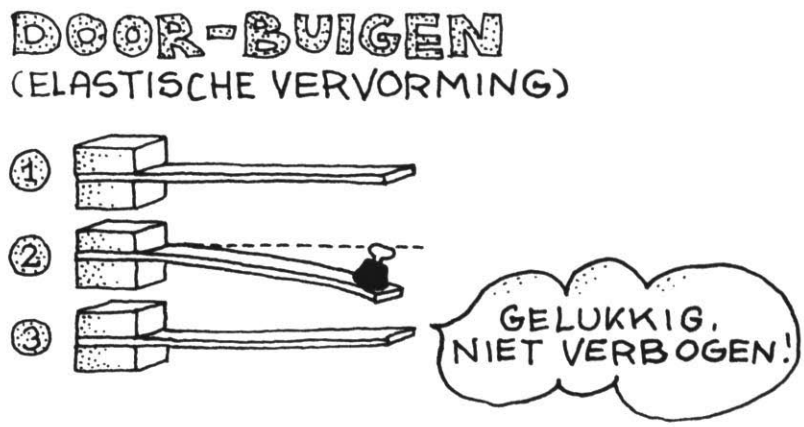
Een ander voorbeeld is een balpenveertje. Dat veert, als je het samengedrukt hebt, weer helemaal terug. Als je het een klein beetje uitrekt, veert het ook weer helemaal terug. Maar als je te hard getrokken hebt, hou je een 'lang veertje' over.

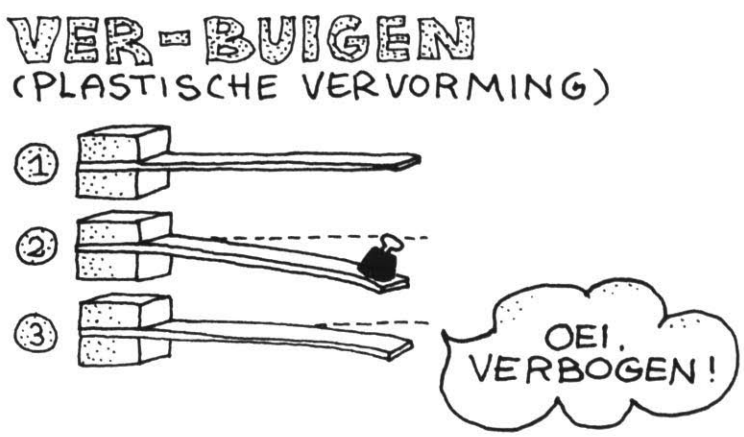
Als een materiaal na vervorming weer in de oorspronkelijke vorm terugkomt, noemen we die vervorming een elastische vervorming. Als het materiaal de oorspronkelijke vorm niet meer terug krijgt, zeggen we dat het materiaal plastisch vervormd is.

verkenning van metalen

De meeste stoffen vervormen eerst elastisch, en als de kracht er op te groot wordt plastisch. Als de kracht nog groter wordt, zal het materiaal tenslotte breken. De meeste metalen zijn goed plastisch te vervormen: je kunt ze goed buigen en smeden.

Bij elastische vervorming geldt dikwijls, maar lang niet altijd, dat de vervorming evenredig is met de aangelegde kracht. Deze 'regel' is het eerst geconstateerd door Hooke (1678) na een groot aantal proeven aan metaaldraden en allerlei soorten veren.





Leestekst 4

werken met metalen



Bij de smid

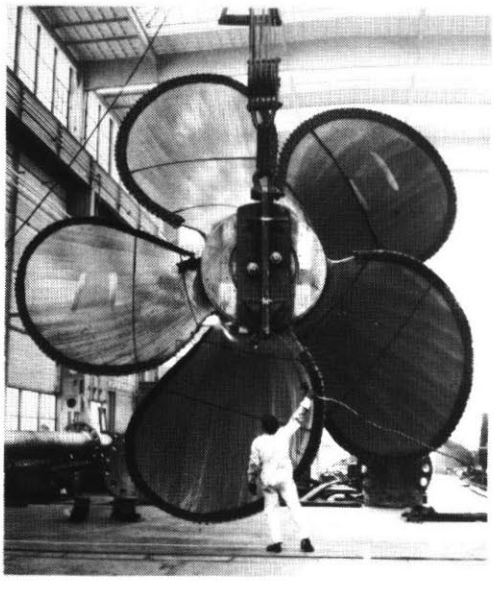
Heel veel mensen werken 'in de metaal', tegenwoordig meestal in grote bedrijven. Vroeger had haast ieder dorp wel een smid. In de smederij kon je zien hoe een smid een stuk ijzer gloeiend heet maakte. Met een tang legde hij het gloeiende ijzer op een stalen aambeeld; dan sloeg hij er met zijn zware smidshamer op dat de vonken eraf spatten. En zo gaf hij het ijzer de vorm die het moest hebben.

Dat is weer een erg belangrijke eigenschap van metalen: je kunt de vorm veranderen. Zo worden bijvoorbeeld in staalfabrieken grote stukken metaal platgewalst tot platen van een bepaalde dikte. In een autofabriek kan dan een stuk staalplaat met een geweldige pers gevormd worden tot een autodak.

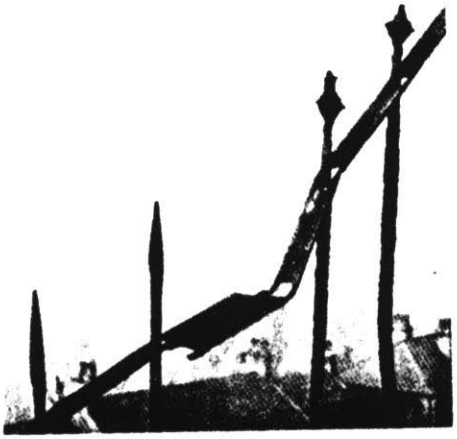
Vaak wordt metaal verhit tot het smelt en dan in een bepaalde vorm gegoten, bijvoorbeeld een tinnen soldaatje, een bronzen torenklok of een gietijzeren motorblok. De temperaturen die daarbij nodig zijn, zijn nogal verschillend. Tin smelt bij 232 graden Celsius, gietijzer bij 1150 graden Celcius.

En dan zijn er nog allerlei andere bewerkingen van metaal mogelijk, zoals zagen, boren, vijlen, afslijpen of afdraaien op een draaibank. Verschillende stukken metaal kunnen aan elkaar geklonken, gelast of gesoldeerd worden.

Kijk maar eens naar je fiets: er zijn heel wat bewerkingen nodig geweest om van het ruwe materiaal te komen tot het eindprodukt. En dan is een fiets nog maar een heel eenvoudig ding in vergelijking met een auto, een locomotief of een vliegtuig.



Deze scheepsschroef is gegoten van brons en weegt 30 ton



Het gevolg van zwaveldioxide in de atmosfeer voor een ijzeren hek

BESCHERMING VAN METALEN

IJzer is het goedkoopste metaal, en het is sterk en goed te bewerken. Maar het heeft één groot gebrek: als het vochtig is, roest het.
Er is wel roestvrij staal, maar dat is veel duurder dan gewoon staal. Voor messen en lepels is dat geen bezwaar, maar voor fietsen en auto's wel.

Iets minder duur dan roestvrij staal is staal met een dun laagje nikkel en daaroverheen een heel dun laagje chroom. Het staal heet dan 'verchroomd' — je kent dat wel van auto's en fietsen. Verder zal je fiets wel door een laagje lak beschermd zijn (of niet meer?). Van een auto moet natuurlijk de onderkant extra goed beschermd worden met een laag die bestand is tegen opspattende steentjes. Daar wordt een soort dikke teer voor gebruikt (bitac en tectyl).

Als ijzer in gesmolten zink wordt gedompeld, komt er een dun laagje zink op. Met de lucht wordt dit een laagje 'zinkoxide'. Dit staat bekend als 'gegalvaniseerd' ijzer. Kippegaas is ervan gemaakt en misschien jullie vuilnisbak.
Groenteblikjes worden gemaakt van staal met een laagje tin. In het Engels heet zo'n blikje 'a tin can' of 'a tin'. Maar veel tin zit er feitelijk niet aan: een laagje van $\frac{1}{2000}$ mm, terwijl het staal eronder ongeveer $\frac{1}{4}$ mm dik is.

IJzeren pannen moeten beschermd worden met een laag die een hoge temperatuur verdragen kan. Daarvoor wordt email gebruikt, maar dat heeft het bezwaar dat je er gemakkelijk een stukje afstoot. Met stalen of aluminium pannen heb je die moeilijkheden niet.

edele metalen



Koningin Wilhelmina
rijksdaalder 1898

Al duizenden jaren heeft de mens bepaalde metalen gebruikt als geld.
Eerst werden stukjes metaal geruild voor goederen. Later werden de stukjes metaal in de vorm van munten gemaakt.
De gebruikte metalen waren goud, zilver en koper.
Omdat deze metalen niet roesten, heten ze edele metalen.
Later heeft men nog een edel metaal ontdekt: platina.

GOUD

Het woord goud heeft altijd een betekenis van macht en rijkdom gehad. In 1849 werd in het Verre Westen van de Verenigde Staten goud ontdekt. Toen het gerucht zich verspreidde, hebben vele mensen in het oostelijk deel van de Verenigde Staten hun boerderijen en huizen verlaten en zich gevoegd bij de grote goud-wedloop: de Gold-Rush. Ze droomden ervan snel rijk te worden. Het droevige van de hele geschiedenis is dat de meeste goudzoekers armer terug kwamen dan ze heengingen.



Opstandige Ned. gewesten,
halve Statendaalder
geslagen te Maastricht
in 1578



Hertog Eduard van Gelre,
plak (dubbele grootte)
geslagen in Venlo tussen
1365 en 1371



Tetrarachme van de
stad Leontini op Sicilië
5e eeuw v. Chr.



Opstandige Ned. gewesten,
halve Staten daalder
geslagen te Maastricht
in 1578



Kon. Wilhelmina
Rijksdaalder 1898

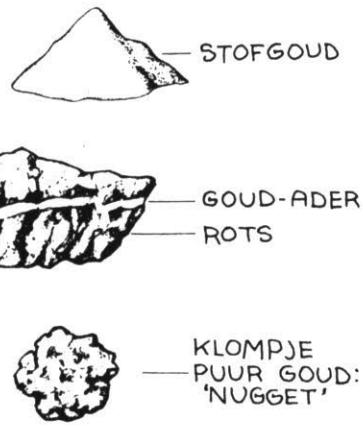


Goudzoekers in het Verre Westen

Goud is een helder, geel, glimmend metaal dat nooit roest. Je kunt er gemakkelijk heel dunne plakjes van hameren. Zulke stukjes heten 'blaadjes goud' (bladgoud). Bladgoud kan 0,0001 mm dik zijn.

De zuiverheid van goud wordt gemeten in karaat.
Puur goud is 24 karaat.
Een trouwring is meestal 18 karaat.

verkenning van metalen



Waar vind je goud?

Goud wordt bijna altijd als puur metaal gevonden, en niet als erts (een erts is een metaal dat verbonden is met andere stoffen).
Goud wordt gevonden
– als stof, bijv. tussen het zand in riviertjes
– als aders in gesteente
– als kleine goudklompjes of *nuggets*
De grootste goudklomp of nugget die ooit is gevonden, woog ruim 61 kilogram!
Ongeveer 3/4 van al het goud komt uit Zuid-Afrika.

Goud is een romantisch metaal en het hoort bij rijkdom. Er worden veel sieraden van gemaakt.
Omdat het niet roest en ook verder niet gemakkelijk wordt aangetast, wordt het ook als tandvulling gebruikt. Bladgoud wordt bijvoorbeeld op speciale boeken gebruikt, op porselein, op wijzers van klokken.

ZILVER

Zilver is een tamelijk zacht, wit en glimmend metaal. Je kunt er gemakkelijk dunne draden van trekken. Van 1 gram zilver kun je 1500 m zilver draad maken.

Waar wordt zilver voor gebruikt?

Veel zilver wordt gebruikt voor munten, sieraden en voor bestek. Maar je moet het wel poetsen, anders wordt het zwart. Vaak wordt een dun laagje zilver over een ander metaal aangebracht. Zulke voorwerpen heten dan zilverplate.

Zilver is de beste stroomgeleider die we kennen, maar het is te duur om er gewone snoeren van te maken. Het wordt wel veel gebruikt om snoeren aan elkaar te solderen, zodat er een goed contact komt.

Waar wordt zilver gevonden?

Het meeste zilver wordt uit zilvererts gemaakt. Dat erts wordt gevonden in Australië, Birma, Peru, Chili, Verenigde Staten en Canada. Maar, zuiver zilver komt ook wel voor. In Mexico is ooit eens een stuk zuiver zilver gevonden dat meer dan 1 ton woog.

koper

Koper is een rood of oranje gekleurd metaal. Het is stevig, en mooi om te zien.
Elk jaar wordt er in de hele wereld 5 miljoen ton koper gebruikt. In Nederland ongeveer 37.000 ton.
Hieronder kun je iets lezen over koper en het gebruik ervan.
Vraag voor je begint te lezen een stukje koper aan je leraar. Bekijk de kleur.



KOPER IN VROEGER TIJDEN

De meeste metalen worden niet zo maar gevonden. Meestal worden ze weggehaald uit stenen uit de aarde. Zulke stenen heten ertsen. Stenen met koper heten kopererts.
Koper was het eerste metaal dat door mensen uit stenen werd gehaald.

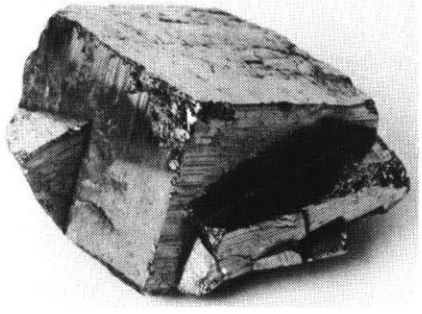
De Egyptenaren gebruikten koper voor versieringen. Het kon gemakkelijk in allerlei vormen gehamerd worden. Van gepoetst koper maakten ze spiegels.

De Romeinen gebruikten ook veel koper. Meestal was het koper dat zij gebruikten gemengd met tin. Dit heet brons.

De Romeinen haalden hun koper uit Cyprus. Ze noemden het *Cyprian aes*: het metaal uit Cyprus. De wetenschappelijke afkorting is Cu, van het Romeinse woord *Cuprum* voor koper.

KOPERERTS

Koper wordt gevonden in stenen: kopererts. Belangrijke koperertsen zijn malachiet en pyriet. Pyriet is geel en glanzend. Het wordt vaak 'gekkengoud' genoemd. Pyriet bevat koper, ijzer en zwavel.

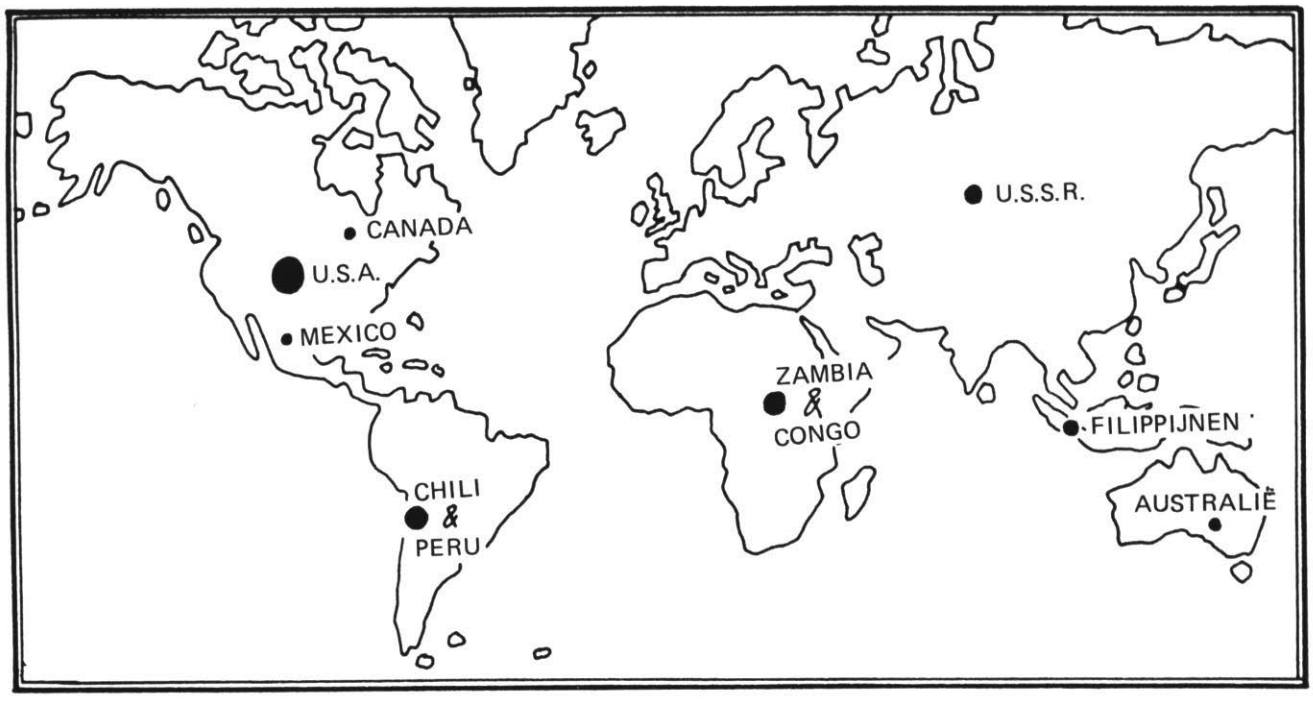


Pyriet

Veel van het koper dat we tegenwoordig gebruiken (40%) komt niet uit erts, maar wordt gemaakt uit afvalmetaal, dat een keer is gebruikt. Dit heet kringloopgebruik of recycling.

Koper wordt overal in de wereld gevonden, zoals je in het volgende plaatje kunt zien.

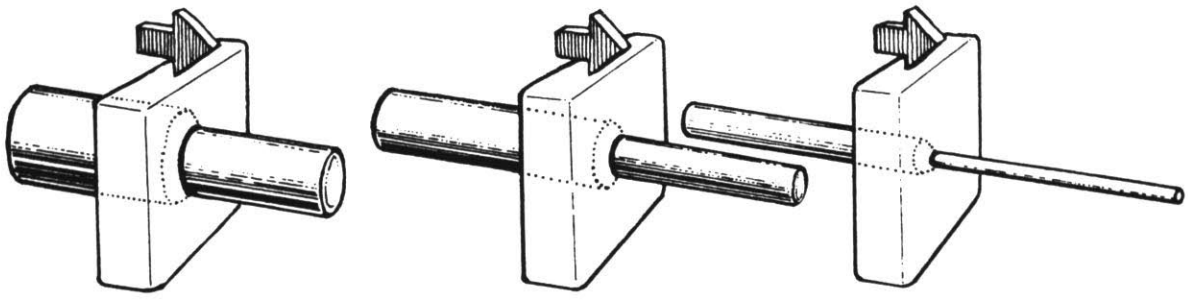
verkenning van metalen



HET GEBRUIK VAN KOPER

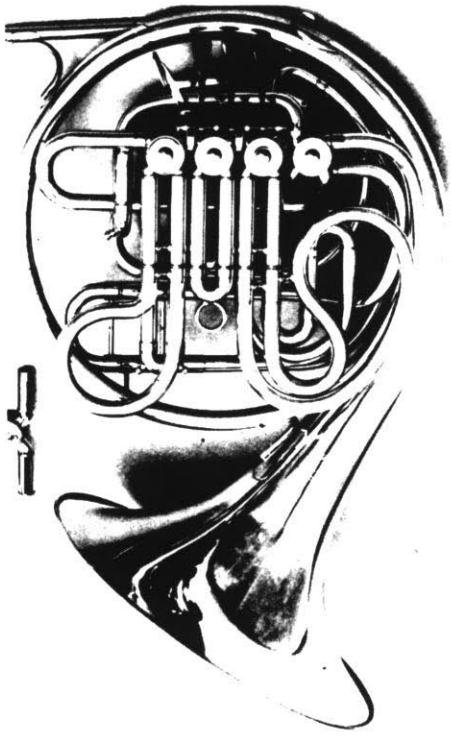
Omdat koper de elektrische stroom goed geleidt, wordt heel veel koper gebruikt in elektriciteitsdraad. Daarvoor is heel zuiver koper nodig.
Alleen zilver geleidt de stroom beter dan koper.

Koperdraad wordt gebruikt in snoeren, in motoren en dynamo's en in allerlei andere elektrische apparaten. Koperdraad wordt gemaakt door het door een gat in een heel hard stuk metaal te trekken. Door steeds een kleiner gaatje te nemen krijg je steeds dunnere draden.



Trekken van koperdraad

verkenning van metalen





Pannen

Doordat koper een heel goede warmtegeleider is, wordt het veel gebruikt voor pannen. Pannen van koper moeten alleen steeds worden schoongemaakt om ze mooi te houden.

Vaten

Koper wordt ook gebruikt voor vaten om bier te brouwen en sterke drank te destilleren.
Koper laat geen smaak na en het roest niet.

Waterleidingen

Heel veel koperpijp wordt gebruikt voor waterleidingen. Vroeger gebruikte men lood, maar lood is vergiftig. Koper niet.

Zonnepanelen

Omdat koper een goede warmtegeleider is, wordt het ook gebruikt voor waterbuisjes in panelen. Deze panelen gebruiken de warmte van de zon voor warm water.

KOPERLEGERINGEN

Een mengsel van verschillende metalen heet een legering. Koper kan met allerlei metalen worden gemengd. Sommige van die legeringen zijn heel verschillend van zuiver koper.

Messing

Gewoon messing bevat 70% koper en 30% zink. Er zijn veel andere soorten messing met verschillende hoeveelheden koper en zink. Messing is goedkoper dan zuiver koper. Het wordt gebruikt in klokken, voor deurkrukken en kranen, voor de pennen van stekkers en voor muziekinstrumenten. Het Engelse woord voor messing is *brass*, vandaar de Brassband!

Brons

Brons is 90% koper en 10% tin (en nog wat andere metalen).

Het kan gemakkelijk worden gesmolten en in een vorm gegoten. Klokken en bronzen beelden worden zo gemaakt.

Brons kan heel hard worden gemaakt, en wordt dan gebruikt in machines.

Koper of blik?

Heel wat siervoorwerpen die voor koper door moeten gaan, zijn gemaakt van blik en daarna verkoperd of van een koperkleurig plasticlaagje voorzien. Wilt u er zeker van zijn niet genept te worden, kijk dan even hoe zo'n „koperen" voorwerp op een magneetje reageert. Wordt het daardoor aangetrokken, dan hebt u beslist met blik te maken!

Munten

'Koperen' munten, zoals stuivers, bestaan voor 95,5% uit koper, 3% uit tin en voor 1,5% uit zink.

Kwartjes, dubbeltjes en guldens bestaan voor 75% uit koper en voor 25% uit nikkel.

lood

Lood is het zachtste en het zwaarste van de gewone metalen. Het wordt voor allerlei dingen gebruikt. Elk jaar wordt er in de hele wereld 4 miljoen ton lood gebruikt. In Nederland 71.000 ton, 40% daarvan is lood dat al eerder werd gebruikt.

Hieronder kun je iets lezen over lood en het gebruik ervan. Vraag voor je begint te lezen een stukje lood van je leraar. Bekijk de kleur en voel hoe zwaar het is.

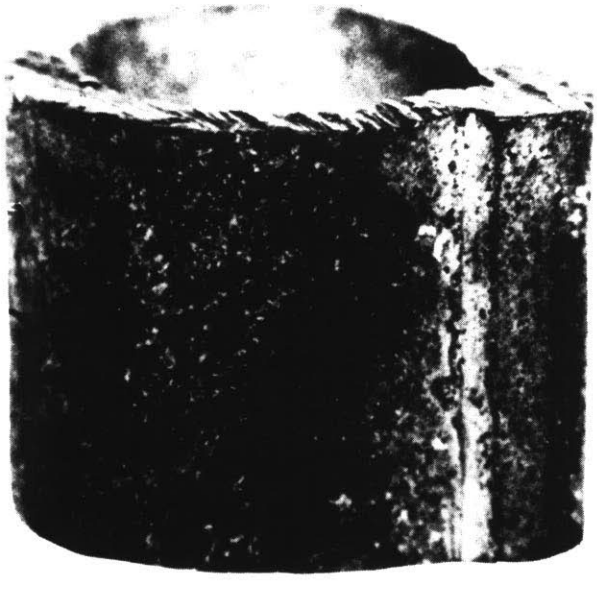
LOOD IN VROEGER TIJDEN

Lood werd 3000 jaar v.C. al gebruikt door de Egyptenaren. Die maakten er onder andere plantenbakken van. Ze gebruikten lood omdat het zo gemakkelijk te buigen was en omdat het niet roestte.

Ook de Romeinen wisten dat. Ze waren experts in het maken van grote badkamers. Het water liep door loden pijpen.

In Bath in Engeland zijn zulke loden pijpen na 2000 jaar nog steeds in gebruik.

Kijk naar dit stukje loden pijp. Kun je er aan zien hoe ze de pijpen maakten uit platen lood?



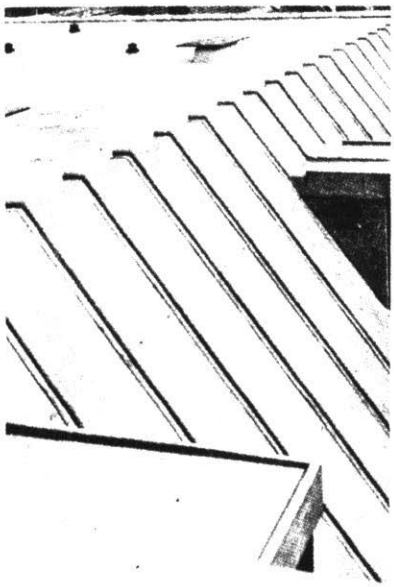
2000 jaar oud stuk loodpijp, dat nog steeds in gebruik is in Bath, Engeland

LODEN WATERBUIZEN IN 1980?

Lood is heel lang gebruikt om waterbuizen te maken, maar tegenwoordig wordt het daarvoor niet meer gebruikt. Lood is duur, maar er is ook een andere, belangrijkere reden dat we het niet meer gebruiken. Weet je welke?

LOOD IS VERGIFTIG

Lood wordt verkregen uit looderts. Dat erts wordt uit loodmijnen gehaald. Om het erts te zuiveren is veel water nodig. Daarom werden vroeger loodsmelterijen vlak bij rivieren gebouwd. Al gauw ontdekten de mensen dat het water dat was gebruikt, vee kon doden. Dit kwam omdat lood vergiftig is.



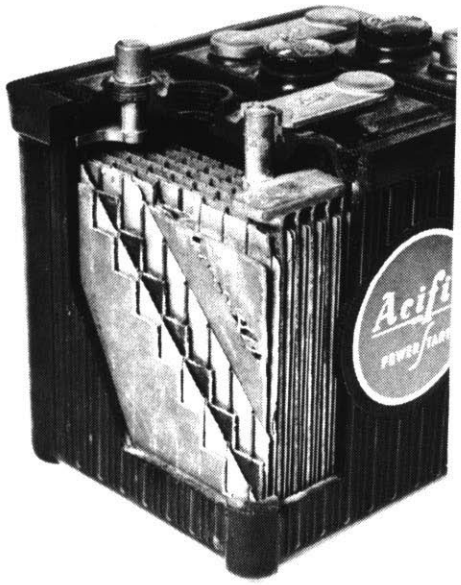
Ook nu nog wordt lood als dakbedekking toegepast

LOOD UIT LOODERTS

Lood is vermoedelijk toevallig ontdekt.
Duizenden jaren geleden maakte de mens vuren buiten hun hol. Ze maakten een kring van keien en in het midden zetten ze een stapel hout.
De hitte van de vlam samen met het verbrande hout – houtskool – veranderde het looderts uit de kalksteen in lood. Als het vuur uit was, kon je kleine stukjes lood in de as vinden. De mensen ontdekten al snel dat dit lood gemakkelijk gebogen kon worden en dat je er waterdichte bakjes van kon vormen.

Je kunt dit ook zelf doen door wat looderts met verpoeierd houtskool te verhitten. Overleg daarvoor met de scheikundeleraar.

Meer dan $3\frac{1}{2}$ miljoen ton lood wordt elk jaar geproduceerd uit erts. Vooral in de Verenigde Staten, Rusland, Australië, Canada, Mexico en Peru. Ongeveer $\frac{1}{2}$ miljoen ton wordt elk jaar geproduceerd door hergebruik van schroot (recycling).



Eén derde van al het lood dat wordt geproduceerd, wordt gebruikt voor accu's

HET GEBRUIK VAN LOOD

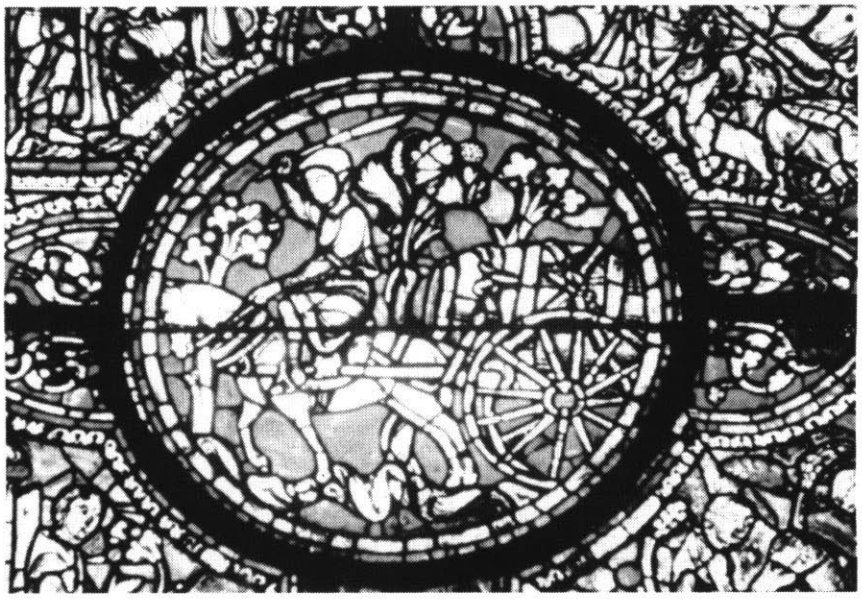
Lood werd veel gebruikt voor waterbuizen en nog steeds wordt het gebruikt als dakbedekking.

Strookjes lood worden ook gebruikt bij ramen, om stukjes glas bij elkaar te houden. Je kunt zulke glas-in-lood ramen vaak nog zien in kerken.

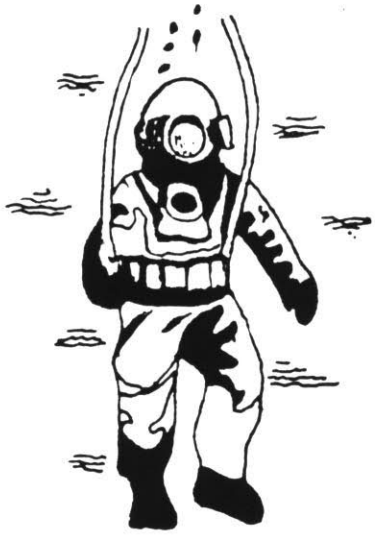
Meer dan éénderde van al het lood dat wordt gemaakt, wordt gebruikt voor accu's. Elke auto heeft er een, zoals hiernaast. Maar er zijn ook grotere accu's. Bijvoorbeeld de accu in een vorkheftruc.

Bijna éénvijfde van al het lood wordt opgelost gebruikt in benzine om te zorgen dat de motor soepeler loopt. De looddamp die uit de uitlaat komt, is echter giftig.

verkenning van metalen



Gebrandschilderd raam in de kathedraal van Chartres in Frankrijk, gevat in lood



Er zijn nog allerlei andere toepassingen ook:

- voor het waterdicht bedekken van elektrische leidingen. Vroeger werden bijvoorbeeld telefoonkabels met lood bedekt.
  In oude huizen zie je die loodkabels nog wel
- voor gewichten. Omdat lood zo zwaar is, wordt het vaak gebruikt voor allerlei gewichten. De laarzen van duikers zijn vaak van lood
- afscherming. Om mensen te beschermen tegen gevaarlijke straling, zoals röntgenstraling wordt vaak een loden afscherming gebruikt. Verpleegsters in röntgenkamers dragen een loden schort
- hagel. Loodkorrels worden gebruikt bij het vissen, en in hagelpatronen
- lood wordt ook gebruikt in sommige verfsoorten, in soldeer en – vroeger – voor drukletters

Misschien weet je zelf nog andere voorbeelden.

aluminium

Aluminium is een van de nieuwkomers onder de metalen. Honderd jaar geleden was het nog zeldzaam en kostbaar. Hoge gasten aan het hof van Napoleon III mochten eten met lepels en vorken van aluminium, terwijl de anderen maar 'gewoon' zilveren bestek kregen.

Tegenwoordig staat aluminium, wat betreft de hoeveelheid die er jaarlijks van geproduceerd wordt, tweede op de ranglijst, na ijzer en staal. Elk jaar wordt er bijna 13 miljoen ton aluminium gebruikt. In Nederland is dat ca. 100.000 ton. Ongeveer 20% daarvan is aluminium dat al eerder werd gebruikt.

Aluminium is veel lichter dan staal en koper. Daarom is aluminium zo geschikt voor vliegtuigen. Maar ook voor hoogspanningskabels wordt het gebruikt, voor reddingsboten en voor delen van auto's en bussen.

Aluminium is geschikt voor vliegtuigen omdat het zo licht is.



verkenning van metalen

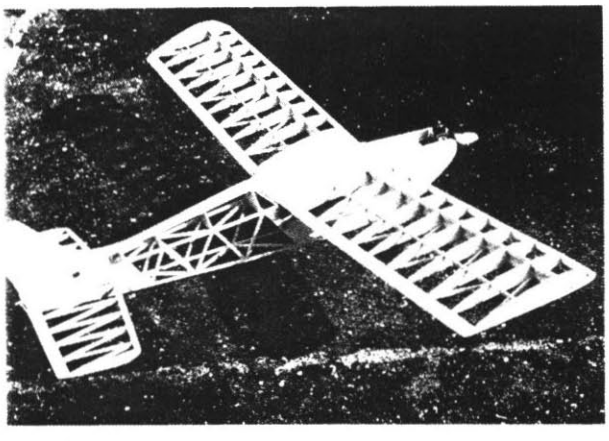


Het Erosbeeldje op Piccadilly Circus in Londen is gemaakt van aluminium (1893)

Aluminium is een onedel metaal. Door de zuurstof uit de lucht krijgt aluminium een dun laagje roest. Dat heet corrosie. Maar dat is geen schilferig laagje zoals bij ijzer. Aluminium krijgt een heel dun gesloten laagje en dat beschermt de rest van het metaal tegen verder roesten. Dat maakt aluminium geschikt voor raamkozijnen en voor huishoudelijke apparaten.

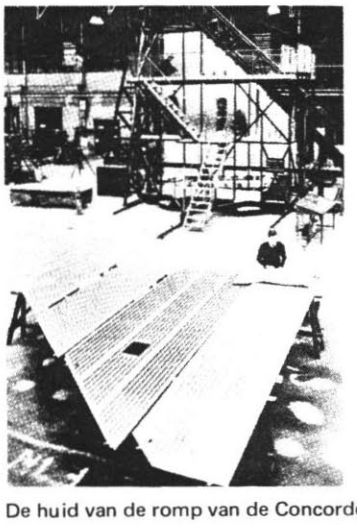
Je kent ook wel aluminiumfolie; dat is soms maar een honderdste millimeter dik.
Aluminiumfolie wordt vaak gebruikt voor warmte-isolatie. Het kaatst namelijk licht en warmtestraling erg goed terug. Aluminium is daarom ook geschikt voor reflectors van auto- en fietslampen.

Net als koper en ijzer wordt aluminium vaak gemengd met andere metalen. Zulke combinaties worden legeringen genoemd. Enkele procenten koper bijvoorbeeld, maken aluminium veel sterker.





Vergelijk de vormen en materialen die gebruikt worden bij het maken van deze vliegtuigen. Wat hebben ze gemeen?



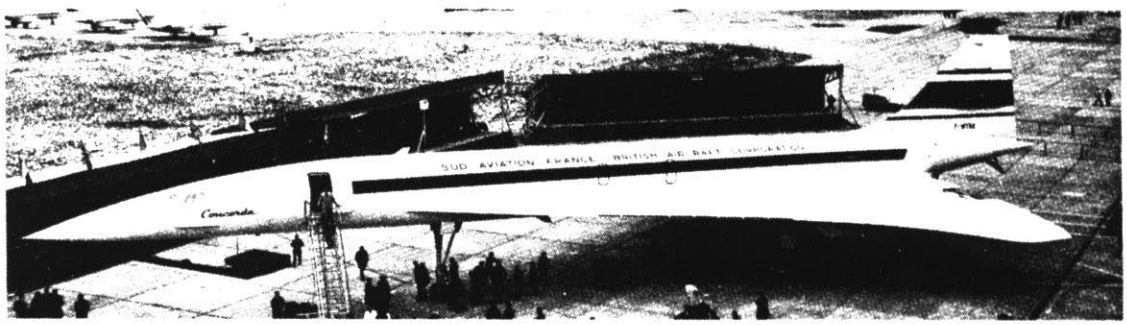
DURALUMINIUM

Dit is een legering van aluminium met 4% koper en kleinere hoeveelheden mangaan, magnesium en silicium.

Het werd uitgevonden in 1908 door een Duitse ingenieur. Het is even licht als aluminium, maar veel sterker. Dat is van belang voor de vliegtuigindustrie.
Duraluminium is niet zo corrosiebestendig als aluminium. Daarom wordt het aan beide zijden bekleed met een dun laagje zuiver aluminium.

De huid van de romp van de Concorde wordt aan temperaturen blootgesteld, variërend van onder nul tot ovenhitte. De huidpanelen van het staartvlak op deze opname worden gemaakt van een speciale aluminiumlegering, die zijn sterkte behoudt tot 1500 °C

verkenning van metalen

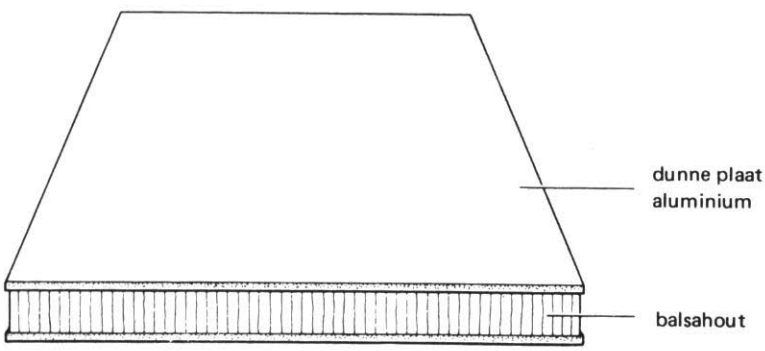


De Concorde 001 bij zijn officiële roll-out
in december 1967.

MALLITE

De eerste vliegtuigen werden van hout gemaakt. Het hout moest natuurlijk erg licht zijn.
Balsahout is een tropische houtsoort en groeit dus erg snel, waardoor het zo donzig-luchtig en dik is. Balsahout is nog steeds in de modernste en grootste vliegtuigen te vinden, niet zichtbaar, maar ingesloten tussen twee zeer dunne platen van een aluminiumlegering. Dit samengestelde materiaal wordt *mallite* genoemd.
Het wordt voor waterdichte schotten, deuren en vloeren gebruikt. Mallite is sterk en stijf, slijtvast, smeult alleen, maar brandt niet en is erg licht.

In welke richting moet de draad van het balsahout lopen als de plaat niet gemakkelijk ingedeukt mag worden? Ben je het eens met de manier waarop de draad in de figuur is getekend?



ijzer en staal



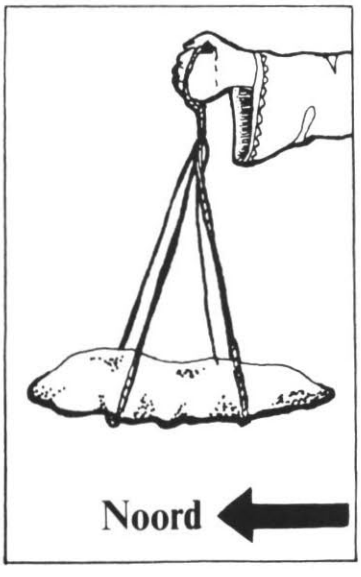
Elke dag komen er in Nederland duizenden auto's op de schroothoop. Elke auto bevat ongeveer een $\frac{1}{2}$ ton staal.

Hieronder kun je lezen hoe ijzer en staal worden gemaakt en hoe het wordt gebruikt.

IJZER IN VROEGER TIJDEN

De mens kent ijzer al meer dan 4000 jaar. Mensen uit die tijd ontdekten dat als je bepaalde stenen verhitte in een fel vuur, gestookt met houtskool, er tussen de as sponsachtige brokjes ijzer verschenen. Die stukjes kon je vervormen tot wapens en gereedschap door er op te hameren.

IJZERERTS



De stenen die de mensen gebruikten bevatten ijzererts. Er zijn allerlei soorten ijzererts.

Eén soort (magnetiet) is vermoedelijk al door de Chinezen ontdekt. Zij gebruikten stukken van die steen als kompas. Als je het aan een touwtje hing, draaide het met één kant steeds naar het noorden.

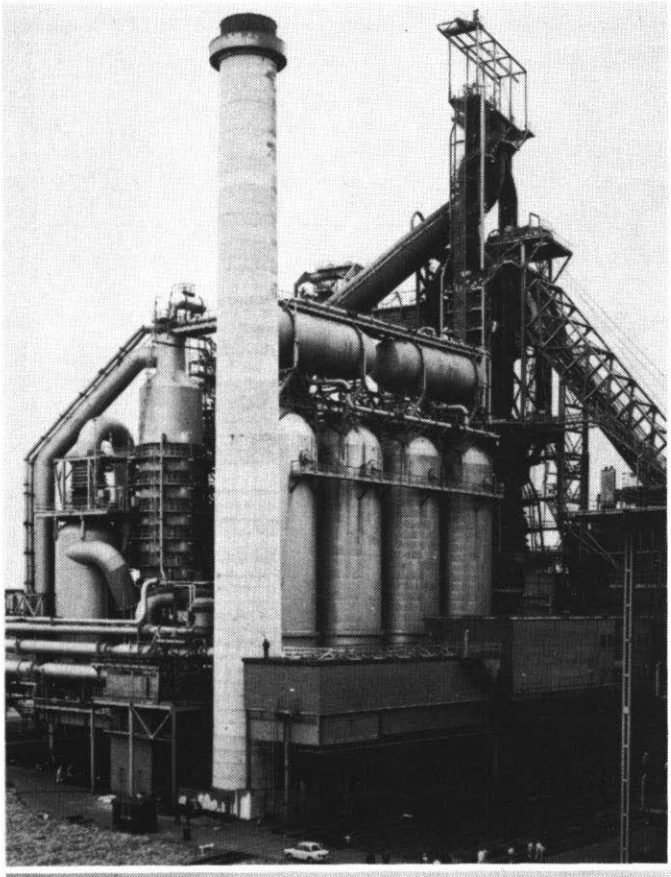
Je moet je een stuk ijzererts niet voorstellen als een soort steen waar korreltjes ijzer in zitten. Wat het dan wel is, is nog niet precies te zeggen, omdat je nog geen scheikunde hebt gehad. Maar je kunt je misschien wel een stuk ijzer voorstellen dat werkelijk door en door verroest is.
Het is dan geen ijzer meer.
Als je het roest zou verpulveren en mengen met zand en vuil heb je zoiets gekregen als een ijzererts. Het zou je moeite kosten om daar weer een stuk ijzer uit te maken. Toch is dat feitelijk wat er in zo'n vuur met houtskool gebeurt.

In de Middeleeuwen had men zóveel houtskool nodig om van ijzererts ijzer te maken, dat er in Engeland en Duitsland hele bossen voor werden opgehakt. Gelukkig bleek het smelten van het ijzer uit erts ook mogelijk te zijn met steenkool (*cokes*). Dit gebeurt tegenwoordig in zogenaamde hoogovens.

Waar komt het ijzererts vandaan?

IJzererts wordt uit de grond gegraven in ijzermijnen. Veel ijzererts komt uit Zweden, Spanje, en bepaalde delen van Frankrijk en Duitsland. Veel komt ook uit Canada en Noord-Afrika.

verkenning van metalen



De hoogovens

Kijk eens naar de foto van de hoogovens. Kun je de volgende delen zien?

1 de bovenkant van de oven
2 de buizen waardoor het ijzererts, de cokes en de kalksteen naar de oven worden vervoerd
3 de schoorsteen
4 de warmtewisselaar

Kijk eens naar de auto's op de foto. Een auto is ongeveer 7,5 meter lang. Hoe groot denk je dat een hoogoven is?
Je ziet ook de schepen, wat denk je dat die schepen naar de hoogovens brengen?

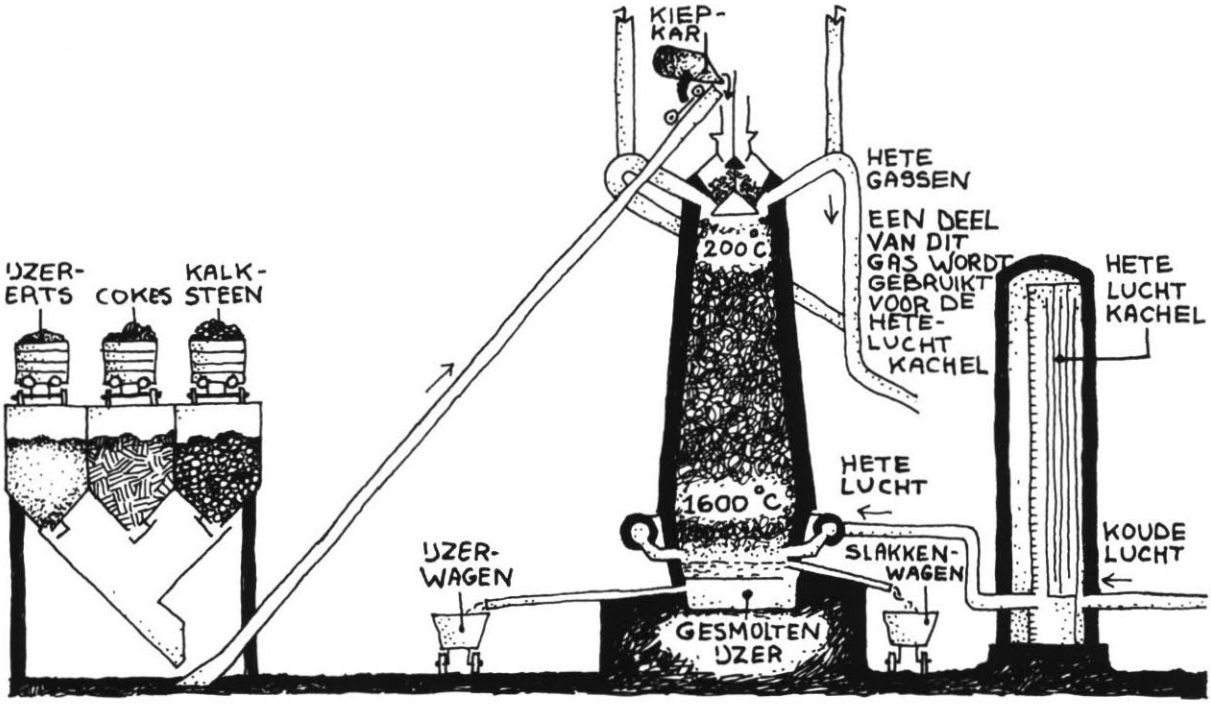
Als een hoogovern eenmaal is beginnen te werken, werkt hij twee jaar lang dag en nacht door. De hoogoven van de foto is ongeveer 30 meter hoog.



Hoogovens IJmuiden

verkenning van metalen

Als we de hoogoven zouden doorsnijden, zou hij er ongeveer zo uitzien:



De brokken ijzererts, cokes en kalksteen worden boven in de oven gegooid. Als de oven vol is, worden er hete lucht en zuurstof in de oven geblazen. De temperatuur stijgt dan tot 1600° C. Het ijzererts, cokes en kalksteen vormen dan ijzer en slakken.

De slakken zijn lichter dan het vloeibare ijzer en drijven er op. De slakken worden afgevoerd door de slakkenpijp.
Kun je zien dat de slakkenpijp hoger ligt dan de ijzerpijp?

De slakken worden niet weggegooid. Als ze koud geworden zijn, zijn ze hard en steenachtig. Ze worden gebruikt bij het maken van wegen.



De ijzerpijp gaat elke zes uur open. Het gesmolten, withete, ijzer stroomt er uit in vormen.

Gietijzer

Dit ijzer kan direct worden gebruikt bijv. voor putdeksels of koekepannen. Dit soort ijzer heet gietijzer.
Gietijzer kan niet worden gebogen of vervormd. Het kan alleen worden gegoten.

verkenning van metalen



Smeedijzer

Veel van het gietijzer wordt opnieuw verhit. Daardoor verandert het in smeedijzer.
Smeedijzer is zachter dan gietijzer. Het is iets veerkrachtiger. Als je het buigt veert het niet meteen meer terug. Smeedijzer kan ook vervormd worden door er op te hameren. Smeedijzer wordt bijvoorbeeld gebruikt voor het maken van hekken.

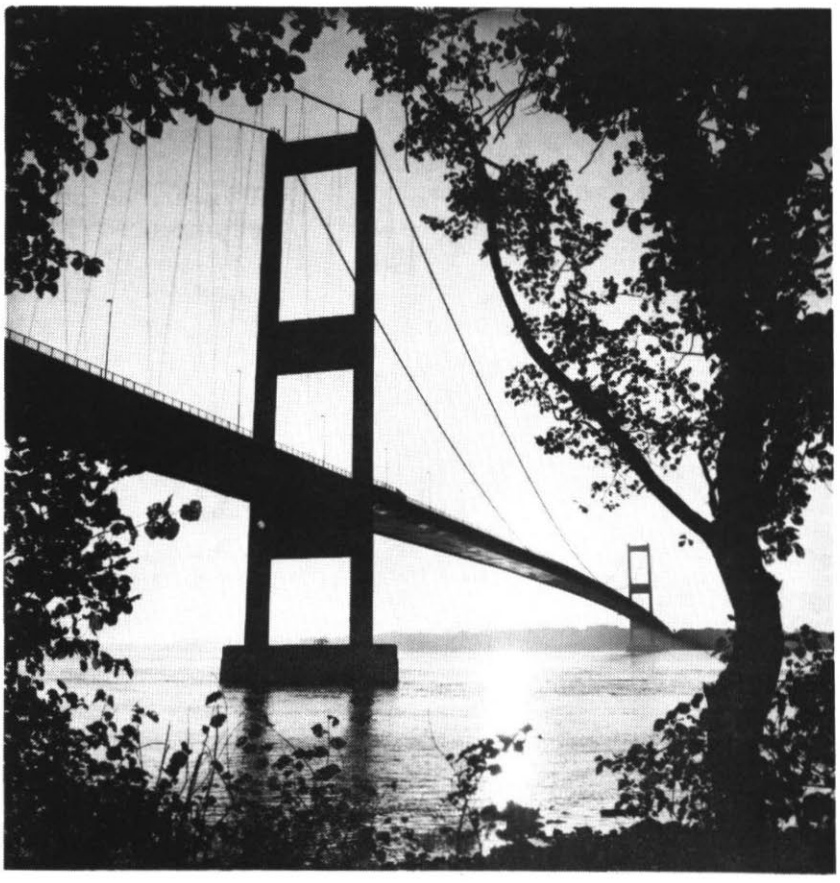
Staal

Van heel veel gietijzer wordt staal gemaakt. Meestal wordt staal gemaakt door vloeibaar gietijzer en schroot samen opnieuw te verhitten. Het metaal wordt tijdens het afkoelen in platen gerold. Deze staalplaten gaan naar allerlei fabrieken die er auto's, messen, ijskasten, schepen en naalden en nog heel veel meer van maken.

Staal is heel sterk en heel veerkrachtig. Als je staal buigt, veert het meteen weer terug. Daardoor is het geschikt voor veren in bijvoorbeeld horloges en ook voor kabels, bijv. in hangbruggen.



Ook een horloge is grotendeels uit staal vervaardigd



verkenning van metalen

IJZER EN STAAL

Houtskool en ook steenkool bestaan allebei uit koolstof. Bij het samen-verhitten van ijzererts en steenkool neemt het ijzer een beetje koolstof in zich op. De hoeveelheid koolstof is erg belangrijk voor de eigenschappen van het ijzer; zoals de hardheid, de buigzaamheid en de sterkte. Gietijzer is ijzer met enkele procenten koolstof en andere onzuiverheden. Staal is ijzer met ongeveer 1% koolstof; smeedijzer is bijna zuiver ijzer.

Maar de eigenschappen van ijzer en staal hangen niet alleen af van de samenstelling. Ook de manier van bewerken is belangrijk.

Als je een eind van de stalen breinaald roodgloeiend maakt in een gasvlam en dit stuk, terwijl het nog roodheet is, in koud water steekt, is het hard en bros geworden. Als je nu zo'n naald aan één eind verhit, ongeveer een kwart minuut roodgloeiend houdt en dan langzaam uit de vlam haalt en langzaam verder laat afkoelen, blijkt hij makkelijk te buigen. Weer anders is het resultaat als je begint op de eerste manier (roodgloeiend maken en ineens afkoelen), maar dan een speciale behandeling toepast. Maak de naald schoon met schuurpapier en verhit hem voorzichtig tot het oppervlak een blauwige tint krijgt. Haal dan de naald meteen uit de vlam en laat hem langzaam afkoelen. Hij is dan weer sterk en veerkrachtig.

Vroeger was dit allemaal een kwestie van praktijkervaring en uitproberen. Een smid leerde de kneepjes van het vak aan zijn zoon of zijn knecht. Tegenwoordig wordt veel van het oude smidswerk in fabrieken uitgevoerd met machines. De grote ijzer- en staalbedrijven hebben laboratoria, waar steeds nieuwe mogelijkheden worden onderzocht.

Staallegeringen kunnen verkregen worden door metalen als chroom, nikkel, mangaan en molybdeen aan het ijzer toe te voegen.
Titaniumstaal bijvoorbeeld is ontwikkeld om zeer hoge temperaturen te kunnen weerstaan. Het wordt voor de vleugeltips en de neus van de Engels-Franse Concorde gebruikt, een vliegtuig dat tweemaal de geluidssnelheid vliegt. Bij zulke hoge snelheden wordt door de wrijving tussen de lucht en de huid van het vliegtuig de huid tot boven de 1250 graden C verhit.

verkenning van metalen



Voor de Concorde zijn speciale aluminium legeringen ontwikkeld.

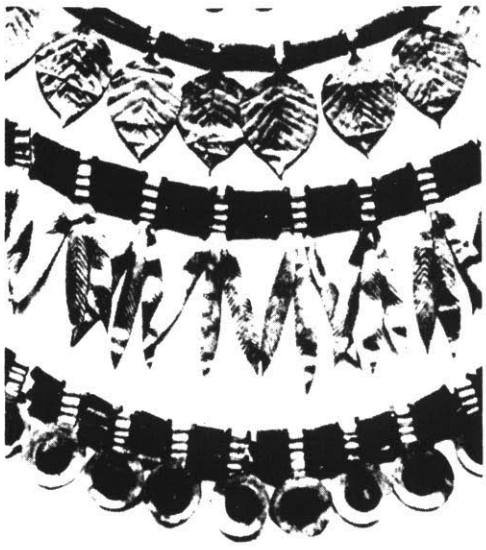
Mogelijk wordt het ook gebruikt voor de neuskegels van raketten en andere ruimtevaartuigen.

Stainless steel betekent eigenlijk 'vlekvrij staal'. Wij zeggen meestal roestvrij staal. Het laat wel vlekken achter als je er vloeistoffen zoals water en thee op laat opdrogen, zonder het goed af te poetsen. Het roest echter niet, zoals gewoon staal zou doen. Het werd toevallig ontdekt in 1913 en bevat zowel een hoog gehalte aan chroom en nikkel, als ijzer en koolstof.

wetenschap en vakmanschap

De kennis over metalen heeft zich gevormd door praktische ervaringen van mensen die ermee werken.

Metaalbewerkers uit de Oudheid maakten metalen voorwerpen van hoge kwaliteit. Misschien heb je wel eens een museum bezocht waar je metalen sieraden uit de Oudheid kunt zien.
De juwelen uit de koninklijke graven bij Ur (een stad uit de oudheid in Mesopotamië) zijn een goed voorbeeld van dit vroegere vakmanschap. Zij zijn gemaakt ongeveer 2600 v.C. en zijn mooier en knapper gemaakt dan vele moderne voorwerpen van vandaag de dag.



Het Parthenon in Athene is een ander voorbeeld van metaalvakmanschap. Hoewel het ongeveer 2400 jaren geleden is gebouwd, staat het nog steeds overeind. Vele jaren dacht men dat dit kwam doordat de marmeren blokken zo goed tegen elkaar aan pasten. Men heeft echter aangetoond dat de marmeren blokken bij elkaar worden gehouden door metalen pennen en klemmen die in het marmer zijn vastgezet. Voor deze pennen en klemmen gebruikte men soms zuiver ijzer en ook wel staal. Volgens de normen van vandaag is het staal van slechte kwaliteit. Toch is het een opmerkelijke prestatie als je bedenkt hoe lang geleden het gemaakt is. Het metaal is gezet in lood, om te voorkomen dat het ging roesten. Het kan daardoor ook uitzetten en inkrimpen zonder dat het marmer breekt.



verkenning van metalen

ALCHEMIE

De eerste mijnwerkers werkten proefondervindelijk. Door steeds te proberen ontdekten ze wat de beste manier was om een metaal uit erts te verkrijgen. Maar waaróm iets de beste manier was, wisten ze niet. De wetenschap der metalen ontbrak nog.

De wetenschap der metalen heeft een lange geschiedenis. De filosofen Plato en Aristoteles geloofden dat er alleen één soort materie was. Zij dachten dat je elke stof kon maken door verschillende hoeveelheden 'warmte' of 'koude' en ook 'vochtigheid' of 'droogte' aan deze materie toe te voegen. De vier basiselementen die je door deze combinaties kon verkrijgen waren Aarde, Water, Lucht en Vuur. Dit was de theorie van de alchemie.
De alchemisten geloofden dat je om het ene metaal in het andere te veranderen het ene metaal van al zijn eigenschappen moest ontdoen en er vervolgens een mengeling van 'warmte' of 'koude' en 'vochtigheid' of 'droogte' aan toevoegen.

Plato dacht dat metalen een geest bezaten en daarom moesten ze eerst dood gaan voordat zij konden veranderen in een ander metaal. Dit deed men dan door het metaal zwart te maken en er dan andere metalen bij te doen (hierdoor komt het dat de alchemie ook wel 'zwarte kunst' werd genoemd).
Sommige Grieken en Romeinen waren zelfs nog optimistischer. Zij verlieten hun uitgewerkte mijnen en verwachtten dat deze opnieuw zouden 'uitlopen' om nieuwe ertslagen te maken.

Tijdens de Middeleeuwen (van de twaalfde tot de vijftiende eeuw) ontwikkelde zich een vreemde mengeling in de alchemie: 'Abracadabra' en andere mystieke spreuken waren heel gewoon, maar ook werd heel nauwgezet gewerkt in laboratoria.

Tijdens de zestiende eeuw waren er in de meeste Europese steden werkplaatsen voor alchemie. De grote hoeveelheid wetenschappelijke kennis die er zo beschikbaar kwam, maakte dat velen de ideeën van de alchemisten in twijfel trokken.

Aan het begin van de achttiende eeuw was het geloof in de mogelijkheid om het ene metaal in het andere te veranderen, bijna geheel verdwenen. Er waren echter vele grote denkers, onder wie de Engelse geleerde Sir Isaac Newton (1642-1727), grondlegger van de moderne natuurkunde, die er nog steeds in geloofden.

verkenning van metalen



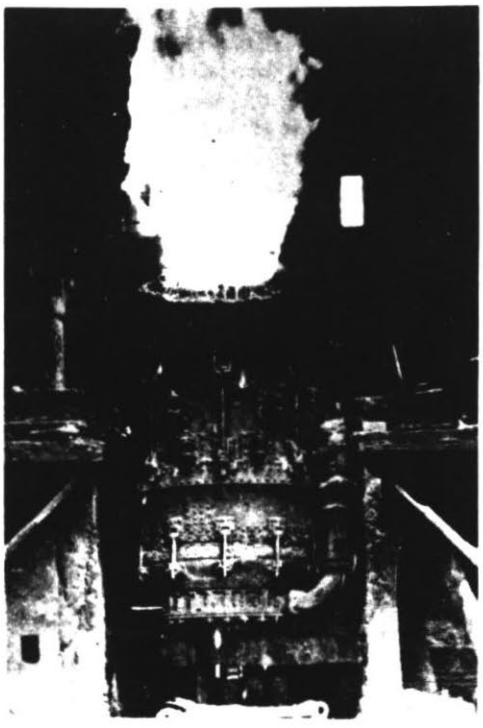
Alchemistenwerkplaats

De erfenis die door de alchemisten nagelaten is, is groot. Zij lieten een grote hoeveelheid feiten over veranderingen met metalen achter; alles heel precies opgeschreven in allerlei geschriften. Zij ontwikkelden laboratoriumtechnieken en wetenschappelijke apparatuur, en ze gebruikten deze om zuivere stoffen te maken.

Een groot probleem was dat vele alchemisten hun eigen taal hadden bedacht. Eén van de redenen hiervoor was om de minder geleerde mensen om de tuin te leiden en hun ontdekkingen geheim te houden. Dit maakte dat vele mensen bang voor hen waren.

Tussen de Middeleeuwen en het begin van het industriële tijdperk was de belangrijkste vooruitgang in de kunst van het maken van metalen: het gebruik van grotere en efficiëntere ovens. Deze produceerden metalen in grote hoeveelheden tegen lagere prijzen.

verkenning van metalen



Sir Henry Bessemer, een Brits ingenieur, bouwde in 1856 de eerste Bessemer-omvormer (door zijn vorm in de volksmond de Bessemer-peer genoemd) om staal van hoge kwaliteit te maken. Op theoretisch gebied gebruikte Henry Clifton Sorby, een Engelse metaaldeskundige in 1861 voor het eerst de microscoop om metalen te bestuderen.

Een interessant voorbeeld van de 'kunstenaar' in de metaalbewerking is Ron Stibbard, die in 1920 bij Broken Hill Proprietary Ltd. (een metaalfabriek bij Melbourne in Australië) begon te werken. Na 50 jaren werken met de hoogovens zegt hij:

'Het is raar; hoe ingewikkeld het maken van ijzer ook wordt, er zijn nog steeds oudjes zoals ik die het moeten hebben van instinct en ervaring. Instrumenten kunnen mij niet veel meer vertellen dan ik al weet in een oven. Ik keek gewoon door de blaaspijp in de oven om te zien of de temperatuur bijgeregeld moest worden. Dit deden wij elk uur. De oudjes kunnen je ook vertellen wat het siliconengehalte is van het ijzer dat uit het tapgat komt, door naar de kleur te kijken en de manier waarop het vonkt.
Je zou denken dat het zwarte kunst is, maar ik kon op de ovenvloer lopen en door de zolen van mijn laarzen voelen of alles goed was. Enkele van de nieuwe mensen kunnen dit niet geloven, maar het is waar.
Als je zo lang als ik bij de hoogovens werkt, worden ze een stukje van je leven. Je neemt ze mee naar huis, de problemen en de vreugdes. Er is altijd wel een uitdaging te overwinnen.'

Misschien ken je wel zo iemand als Ron Stibbard: een goede lasser, een bekwame kleermaker, of iemand die het beton elke keer weer goed mengt.
Veel jonge mensen maken een geslaagde carrière door zich ten doel te stellen een goed vakman te worden.
Denk eens aan vaardigheden als een voetbal trappen, een cake bakken, een muziekinstrument bespelen of zelfs een gedicht waarderen. Sommigen zijn van nature al goed in deze dingen, anderen moeten hun vaardigheid ontwikkelen door te oefenen.

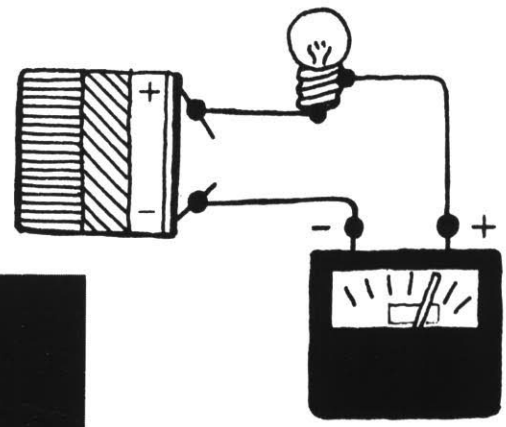
Zo zijn er ook mensen die beter uit boeken leren. Hetzelfde kan ook gelden voor jouw loopbaan straks. Al deze verschillende soorten mensen spelen belangrijke rollen in onze maatschappij.
In de industrie is het van belang dat arbeiders samenwerken. Degene die de theoretische kennis bezit, vertrouwt op de praktijkman, en omgekeerd natuurlijk.

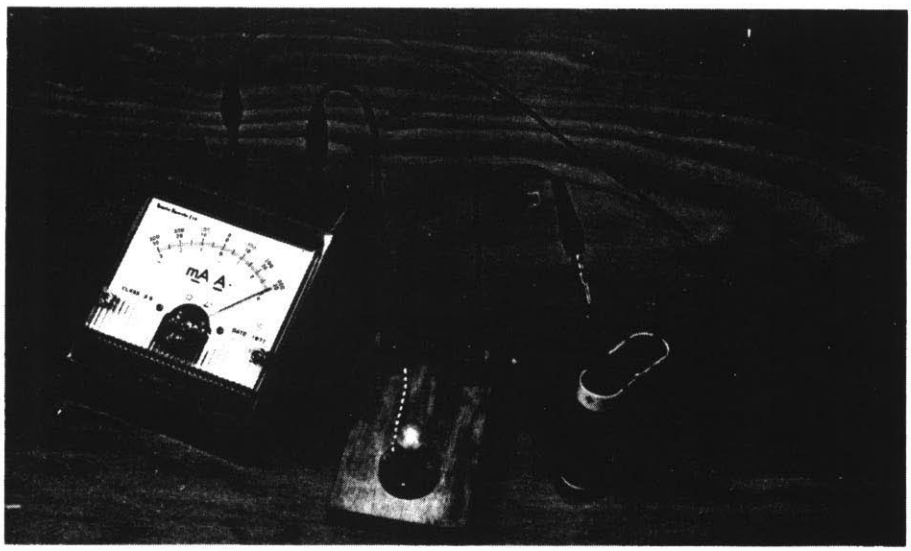
Werkkaart

de (milli)ampèremeter

Omdat je elektrische stroom niet kunt zien, kun je er natuurlijk helemaal niet achter komen of er veel of weinig stroom door je stroomkring loopt . . .
Tenzij je een *meter* gebruikt, die de stroomsterkte kan meten. Zo'n meter heet een *ampèremeter* en moet natuurlijk in je stroomkring opgenomen worden.

Let op!
Sommige ampèremeters hebben een + en een – aansluiting. Die mag je niet verwisselen, anders kan de meter kapot gaan. De + aansluiting moet in de richting van de + van de batterij staan. En de – dus in de – richting van de batterij.





Verschillende meters
Je kunt in je klas meestal kiezen tussen verschillende ampèremeters (of één meter met verschillende mogelijkheden).

Welke ampèremeter moet je dan kiezen?
Het verschil tussen al die ampèremeters zit in de grootste stroom die door de meter kan worden verwerkt. Een ampèremeter waarop 10A* staat kan meer stroom verdragen dan een ampèremeter waarop 1A staat.

De mA-meter
mA betekent **milli ampère**
Een milli ampère is een duizendste ampère,
dus

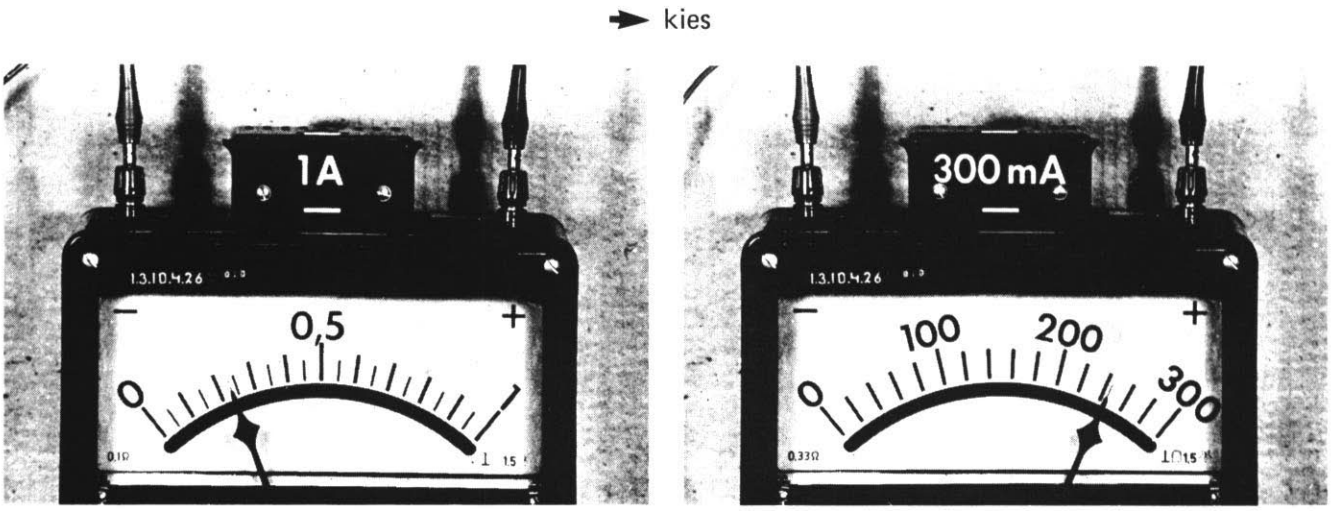
$$100\ \text{mA} = \frac{\mathbf{100}}{\mathbf{1000}}\ \text{ampère} = \mathbf{0{,}1}\text{A}$$

* A is in de natuurkunde de letter waarmee ampère wordt bedoeld.

verkenning van metalen

Als je van te voren niet weet *hoeveel* stroom er door je stroomkring loopt, kun je dus het beste met een meter *beginnen* die veel stroom kan verdragen. Op deze meter kun je dan zien welke meter je dan beter kunt gebruiken om nauwkeuriger te meten.

VOORBEELD:

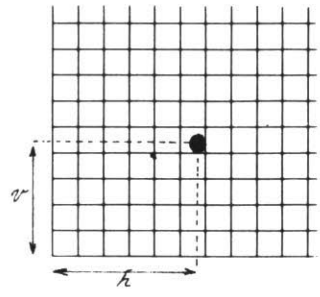


Wat wijst deze meter aan?
Juist: minder dan 0,3A, je kunt dus ook de 300 mA-meter gebruiken!

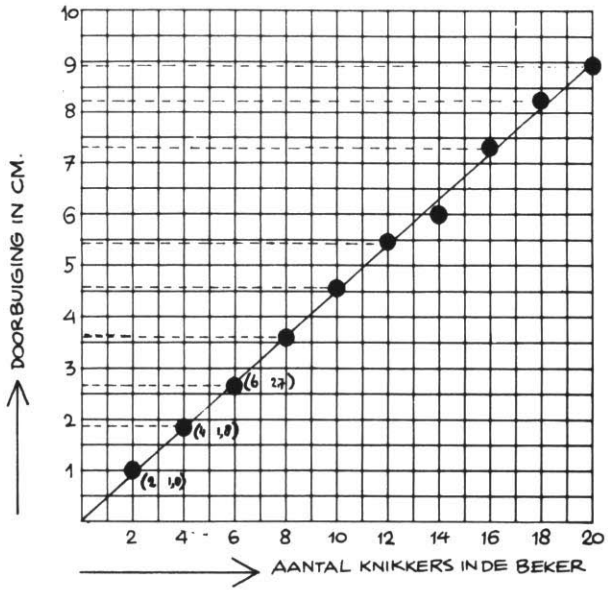
AANTAL KNIKKERS IN HET BEKERTJE	DOOR-BUIGING V.D. STRIP IN CM.
2	1.0
4	1.8
6	2.7
8	3.6
10	4.6
12	5.4
14	6.0
16	7.3
18	8.2
20	8.9

Hiernaast zie je de resultaten van metingen aan de doorbuiging van een metalen strip. In de linker kolom zie je het aantal knikkers in het bekertje en in de rechter kolom de doorbuiging van de strip. Deze tabel moet je horizontaal lezen. Dus bij 8 knikkers is de doorbuiging 3,6 cm, enz.

Deze metingen kun je ook in een diagram noteren. Hiervoor heb je een vel vierkantjes-papier nodig.



Langs de horizontale as zet je het aantal knikkers uit, en langs de verticale as de doorbuiging.
Nu moet er nog een maat bepaald worden langs de assen. Langs de horizontale as heb je 20 hokjes beschikbaar. Dat komt goed uit: elk hokje stelt 1 knikker voor. Langs de verticale as heb je ook 20 hokjes. De maximale doorbuiging is 8,9 cm (bijna 10 cm dus). Als je nu bij het bovenste hokje 10 cm hebt, neem je dus twee hokjes voor 1 cm. In het diagram hieronder zijn alle metingen genoteerd. Elke meting wordt een punt in het raster. Het verloop van de doorbuiging bij toenemende belasting kun je zien door een vloeiende lijn tussen de punten door te trekken. Voor deze metingen lukt het met een rechte lijn.



'verzicht van PLON-thema's voor mavo en onderbouw
avo-vwo

OOR DE 2e KLAS

Een eerste verkenning in de natuurkunde
Mensen en metalen – themaboek
Keuzeonderzoeken
Werken met water – themaboek
Leven in lucht
IJs, water en stoom (I en II)

'evens zijn beschikbaar:
Terugblik 2e klas, avol/app. gidsen, rommelpakket Leven in lucht, waterbladen en demonstratiebladen Werken met water.

/OOR DE 3e KLAS

– Bruggen
– Zien bewegen
– Geluid weergeven
– Natuurkunde in de samenleving: Water voor Tanzania
– Elektrische schakelingen – instructieboekje
– Energie thuis
– Natuurkunde in de samenleving: Energie in de toekomst

Tevens zijn beschikbaar:
– Kleur en licht
– Avol/app. gidsen

VOOR DE 4e KLAS MAVO EN DE 3e KLAS HAVO-VWO

– Verkeer en veiligheid
– Krachten – instructieboekje
– Natuurkunde in de samenleving: Stoppen of doorrijden?
– Verwarmen en isoleren
– Schakelen en regelen
– Machines en energie
– Natuurkunde in de samenleving: Kernwapens

Tevens zijn beschikbaar:
– Repeteerthema voor het eindexamen mavo
– Examenboekje voor mavo
– Avol/app. gidsen