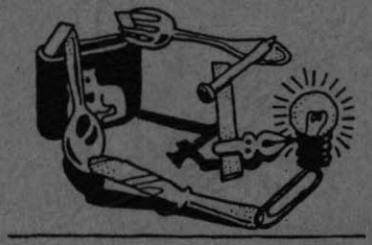
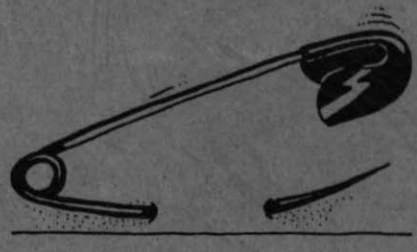
AVOL

Aantekeningen voor de leraar en Apparatuurgids

Mensen



en Metalen



Een lessenserie waarin leerlingen

- onderzoekend bezig zijn met metalen en enkele eigenschappen van metalen
- in aanraking komen met het maatschappelijk gebruik van metalen

Experimentele uitgave voor de tweede klas mavo, havo en vwo.
Samengesteld door de projectgroep PLON, met medewerking van projectleraren.

PLON

© 1983 Rijksuniversiteit Utrecht

Deze aanwijzingen voor de leraar maken deel uit van experimenteel lesmateriaal. Overname of referentie uitsluitend na toestemming van de medewerkers van het PLON, Lab. Vaste Stof, postbus 80.008, 3508 TA Utrecht.

INHOUD

Voorwoord	2
Didactische opzet	3
Lessenplan	4
Verantwoording	5
Het lesmateriaal	7
De voorbereiding	9
Het begin	10
De onderzoekjes naar de vier eigenschappen	12
De tussentoets	14
Eigen onderzoekjes	15
Begeleiding bij eigen onderzoekjes	16
De tentoonstelling over metalen	20
Leerlingenbeoordeling en afronding	21
Doelen voor leerlingen	22
Doelen voor de leraar	23
Boeken en audio-visuele media	24
Lerarenvragenlijst	27
Bijlagen:	
D1 Voorbeeld leerdoelen-papier (RSG Broklede)	35
D2 Enkele voorbeelden van opgaven voor een toets	37
D3 Voorbeeld leerdoelen T.O.M.	38
D4 Bedenken/kiezen van een eigen onderzoekje	41
I1 What is a metal?	49
I2 The physical properties of metals	52
I3 The chemical properties of metals	60
I4 Koper	66
I5 Techniek	69
I6 Tin is in	73
AV1 Publikaties van Staalcentrum Nederland	77
AV2 Films over metalen	78
AV3 Dia's over metalen	82
Apparatuurgids	83

Deze "Aantekeningen voor de leraar" kan worden besteld bij:

BV Uitgeverij NIB
Postbus 144
3700 AC Zeist
Tel. 03404-21624

De prijs is ƒ 10,-

VOORWOORD

U bent betrokken bij het PLON-experiment; fijn dat u mee doet! We hopen dat u deze aantekeningen voor leraren interessant zult vinden en dat zij u helpen bij het voorbereiden en geven van uw lessen "Mensen en Metalen". Deze AVOL is zowel bestemd voor hen die "Mensen en Metalen" voor de eerste keer geven als voor hen die er al ervaring mee hebben.

De AVOL geeft informatie over de didaktische opzet van het thema "Mensen en Metalen" en bespreekt de verschillende fasen van het lessenplan in detail. In de bijlagen zijn voorbeelden van toetsen en dergelijke opgenomen, er is een selectie informatief leesmateriaal over metalen te vinden en enkele lijsten met boeken, films en dia's maken het gemakkelijker het thema audio-visueel aan te kleden.

Het laatste deel is een gids voor de apparatuur en bevat ook details over de proeven.

Op blz. 27 is een vragenlijst opgenomen. U kunt uw enthousiasme en kritiek daarin kwijt. We stellen het zeer op prijs als u die lijst wilt invullen en opsturen.

Deze AVOL is op een klein aantal plaatsen herschreven of aangevuld, maar overigens praktisch gelijk aan de AVOL van 1981.

Het PLON-team
Lab. Vaste Stof
Rijksuniversiteit Utrecht
Postbus 80.008
3508 TA UTRECHT

mei 1983

"Mensen
en
Metalen"

DIDACTISCHE OPZET

"Mensen en Metalen" is gemaakt voor ca. 12 lessen. Er zijn drie gedeelten te onderscheiden.

Het eerste gedeelte is een klassikale verkenningsperiode.
Na een introductie over de aanwezigheid van metalen om ons heen onderzoeken de leerlingen enkele eigenschappen van metalen: geleiding van warmte en electriciteit, vervorming en vering. Hiervoor zijn vier instructies in het themaboek "Mensen en Metalen" opgenomen.
Daarna wordt bekeken of bij het gebruik van metalen in de omgeving één of meer van de onderzochte eigenschappen zijn te herkennen. Bijvoorbeeld: Vanwege de electrische geleidbaarheid kun je electrische draden van metalen maken, vanwege de vervormbaarheid kun je auto's van metalen maken etc.

In het tweede gedeelte doen de leerlingen (individueel of in groepjes) een eenvoudig eigen onderzoekje over metalen of over het gebruik van metalen. Dit kan aan de hand van een instructie, bijvoorbeeld uit het boek "Onderzoeken van Metalen". Ook is hetmogelijk deze onderzoekjes wat vrijer te laten en leerlingen een eigen idee te laten uitwerken. Er is enige achtergrondinformatie om ideëen op te doen.

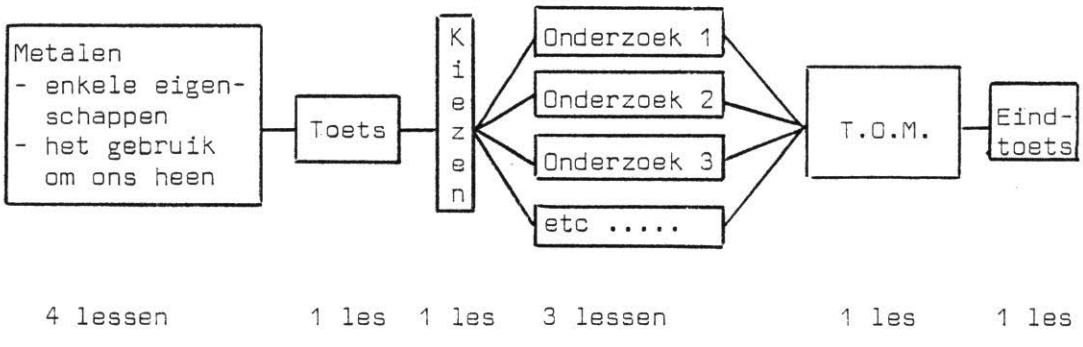
Deze eigen onderzoekjes worden tenslotte tentoongesteld in een Tentoonstelling Over Metalen (TOM). Deze tentoonstelling kan zijn voor de eigen klas of voor anderen, bijvoorbeeld de school of de ouders.
Leerlingen bekijken de TOM aan de hand van een door de leerlingen zelf opgestelde lijst, waarop staat wat er valt te leren. Aan het eind van het thema kan een toets worden afgenomen die bestaat uit drie delen: vragen over het eerste gedeelte van het thema, vragen over wat er was te leren op de TOM en een gedeelte dat verschilt per groep en bestaat uit vragen over de zelf gekozen onderzoekjes.

LESSENPLAN

Een voorbeeld van een lessenplan is:

eerste les	oriënterend gesprek over het thema. Over metalen: welke metalen, waarvoor gebruikt, waarom metalen? Eventueel film over metalen. Vertellen over verkennings-proeven, eigen onderzoek en de Tentoonstelling over Metalen (de TOM). Afspraken maken over materiaal.
tweede/derde les	uitvoeren van de proeven over basiseigenschappen van metalen
vierde les	bespreken van de proeven. Oefening met het herkennen van de vier eigenschappen bij het gebruik van metalen in de klas of de omgeving
vijfde les	toets over het voorgaande
zesde les	gesprek over de wijze van werken naar de TOM en de eisen die daaraan worden gesteld. Keuze van onderwerpen
zevende t/m negende les	werken aan onderzoekjes en de TOM
tiende les	bekijken en bespreken van de TOM
elfde les	eind-toets

Dit lessenplan is als volgt in beeld te brengen:



VERANTWOORDING

HET THEMA METALEN IN DE 2e KLAS KURSUS

We hopen dat het thema "Mensen en Metalen" bruikbaar is om een begin te maken met het ontdekken van fysische aspecten in de leefomgeving. Van oudsher hebben metalen in onze cultuur een belangrijke rol gespeeld. Ook nu nog bestaan de meeste machines en constructies voor een groot deel uit metalen. Een groot deel van de industrie is gebouwd op metaalkennis en metaalbewerking.
Veel fysici zijn betrokken bij onderzoek aan metalen (in bijlage I2 wordt nader op de (fysische) eigenschappen van metalen ingegaan).
Metalen zijn in de klas concreet onderzoekbaar op enkele interessante fysische eigenschappen en ze zijn in en buiten de klas genoeg aanwezig om een verband te kunnen leggen tussen die eigenschappen en het gebruik in de omgeving, of tussen fysische aspecten en niet-fysische aspecten van metalen.

JAARPROGRAMMA 2-MAVO/HAVO/VWO

	aantal lessen
Een eerste verkenning	6
Mensen en metalen	12
Werken met water	14
Leven in lucht	16
IJs, water, stoom	20
	68

HET DOEN VAN EEN EIGEN ONDERZOEK

Het doen van een eenvoudig eigen onderzoek is een kenmerk van PLON-lessen. Het is motiverend voor leerlingen en het maakt een manier van leren mogelijk die niet alleen via het hoofd, maar ook via het hart en de handen verloopt. Eigen onderzoekjes maken het mogelijk dat de leerlingen hun eigen belangstelling wat verder ontwikkelen.
De natuurkunde wordt daardoor een beetje meer van de leerling zelf in plaats van dat hij het ervaart als iets van anderen: "geleerden" bijvoorbeeld. Er ontstaat zo bovendien een gevarieerde sfeer in de klas die een wat betere afspiegeling is van de menselijke bezigheid natuurkunde dan een uniform lesprogramma.

VERANTWOORDING

WERKEN IN GROEPEN

Evenals bij andere thema's is in"Mensen en Metalen" het werken in groepen een centrale organisatievorm van de verschillende aktiviteiten.
Op die manier kan er tussen leerlingen gedifferentieerd worden waar het betreft hun interesse, hun manier van werken en hun tempo.
Maar er zijn nog andere dan organisatorische redenen om te kiezen voor groepswerk.
Vaardigheden als leren samenwerken, taken verdelen en communiceren, maar ook experimentele en methodische vaardigheden kunnen beter aangebracht worden in kleine taakgerichte groepen, dan in frontale, klassikale leersituaties.
Ook is het werken in groepen een afbeelding van samenwerkingsrelaties waarmee de leerlingen in hun verdere loopbaan vaak geconfronteerd worden.
Groepswerk als basis voor een sociaal proces[1] vraagt nogal wat van leraar en leerlingen. De rol van de leraar is meer begeleidend, uitgangspunt is gelijkwaardigheid; de leerlingen moeten zich meer verantwoordelijk voelen voor elkaars handelen en de sterke en zwakke punten van zichzelf en anderen kunnen ontdekken en accepteren.

DE TENTOONSTELLING OVER METALEN (TOM)

Er zijn enkele redenen om in het PLON-leerplan aandacht te geven aan rapportage/demonstratie door leerlingen:
- het helpt om eigen ervaringen te verwerken en te verwoorden, je bewust te worden van wat je leert;
- het helpt om je te leren richten op overdracht naar anderen;
- het helpt naar anderen te leren luisteren en feed-back te leren geven op zowel de inhoud van de rapportage als op de groepspresentatie en de overdrachtstechniek.

Rapportage dient in onze visie dus in de eerste plaats als hulpmiddel bij het leren. Als een ankertouw voor leerlingen waarmee ze hun pas verworven kennis kunnen vastzetten.

Het maken van een tentoonstelling is één vorm van rapportage, die als zodanig geen speciale betekenis heeft, maar als afwisseling van meer gebruikelijke rapportage-vormen (schriftelijk verslag, demonstratie) goed kan functioneren. Door leerlingen bij het maken van de tentoonstelling te vragen op te schrijven wat anderen er van kunnen leren, worden ze zich beter bewust van de functies van rapportages.
Een tentoonstelling heeft tevens de mogelijkheid iets van de activiteiten in de natuurkunde-lessen te laten zien aan anderen, zoals medeleerlingen en docenten of aan ouders, bijvoorbeeld op een ouderavond.

---

1) Sociale vaardigheid als doel van groepswerk bereik je niet zonder daar expliciet aandacht aan te schenken. Dat is een keuze van de leraar, die hij ook niet hoeft te maken. Meer over de verschillende fasen in zo'n groepsproces vindt u in bijv. het boek "Groepswerk in het onderwijs" van Gene Stanford, Uitgeverij Intro, Nijkerk.

HET LESMATERIAAL

HET THEMABOEK

Voor het thema "Mensen en Metalen" is voor de leerlingen een themaboek en een boek "Onderzoeken van Metalen" beschikbaar.
Beide boeken kunnen worden besteld bij:

BV Uitgeverij NIB
Postbus 144
3700 AC Zeist
Tel. 03404-21624

Het THEMABOEK is bestemd voor alle leerlingen. Het bestaat uit de volgende onderdelen:

VOOR DE LEERLINGEN
- Waarom het onderwerp "Mensen en Metalen"
- Wat gaat er bij dit thema gebeuren?
- Over dit boekje
- Opschrijven bij het doen van proeven
- Bedenken van een eigen onderzoek
- Het maken van een tentoonstelling

VERKENNING VAN METALEN - DEEL 1: EIGENSCHAPPEN
- Eigenschap 1 Stroomgeleiding
- Eigenschap 2 Warmtegeleiding
- Eigenschap 3 Vervorming
- Eigenschap 4 Vering

VERKENNING VAN METALEN - DEEL 2: HET GEBRUIK VAN METALEN
- Een wereld zonder metalen?
- Oefening
- Toepassingen van metalen

VERKENNING VAN METALEN - LEESTEKSTEN
- leestekst 1 De geschiedenis van metalen
- leestekst 2 Metalen in de 20e eeuw
- leestekst 3 Eigenschappen van metalen
- leestekst 4 Werken met metalen
- leestekst 5 Edele metalen
- leestekst 6 Koper
- leestekst 7 Lood
- leestekst 8 Aluminium
- leestekst 9 IJzer en staal
- extra Wetenschap en vakmanschap

WERKKAART - DE (MILLI)AMPEREMETER

INFORMATIEKAART DIAGRAMMEN

HET LESMATERIAAL

Het boek "ONDERZOEK VAN METALEN" is bestemd voor leerlingen die geen eigen idee uitwerken.
Het heeft de volgende inhoud:

ONDERZOEKEN VAN METALEN

IDEEEN VOOR KORTE ONDERZOEKJES OVER "MENSEN EN METALEN"

KEUZE-ONDERZOEKEN:

1 Torsiesterkte
2 Afschuiving
3 Treksterkte
4 Schroefveren
5 Een legering (soldeer)
6 Warmtebehandeling
7 Zijn alle metalen loodzwaar?
8 Waarom roesten metalen
9 Vernikkelen
10 Hergebruik van metalen (recycling)
11 Sieraden en beelden

APPARATUUR EN WERKMATERIAAL

Praktikum- en werkmateriaal moet door de school zelf worden verzorgd. In de apparatuurgids vindt u een overzicht van het praktikummateriaal per thema. Voor een jaar-overzichtslijst kunt u zich richten tot het PLON.
Er wordt een onderscheid gemaakt tussen basis (B) materiaal (dat is datgene wat nodig is om minimum doelen te bereiken) en extra (E) materiaal (o.a. ten behoeve van keuze-opdrachten).
Een school die met PLON gaat werken wordt aangeraden het eerste jaar alleen het basismateriaal aan te schaffen. Het extra-materiaal kan in de jaren daarna aangeschaft worden. De keuzemogelijkheden die in het eerste jaar beperkt zijn kunnen zo in latere jaren uitgebreid worden. Het voordeel daarvan is ook dat de leraar dan meer ervaring heeft met de organisatie van het praktikummateriaal in de klas.

Voor aanschaf van praktikummateriaal kunt u zich richten tot diverse firma's. Met Breukhoven BV te Rotterdam heeft PLON een samenwerkingsovereenkomst, waarbij Breukhoven BV de levering van PLON-apparatuur op zich neemt.
Deze heeft apparatuur voor de tweede klas vanaf 1982 beschikbaar.
Voor de derde en vierde klas zo spoedig mogelijk daarna.
Voor inlichtingen daarover:
Breukhoven BV
Mathenesserlaan 400
Postbus 6044
3002 AA Rotterdam
tel. 010-767688

Voor overleg en advies (bijvoorbeeld gefaseerde aanschaf) kunt u op het PLON Wim Kamphuis of Ad van Gameren bellen (tel. 030-532718 en 532717).

DE VOORBEREIDING

Problemen kunnen er optreden als u van te voren voor u zelf en voor de leerlingen niet duidelijk maakt waar het in deze leseenheid om gaat. Behalve een verder oriënteren op manieren van werken, manieren van verslaggeving e.d. zal ook de inhoudelijke bedoeling van Mensen en Metalen vastgehouden moeten worden. Deze bedoeling is bijvoorbeeld te omschrijven als: op de hoogte komen van enkele eigenschappen van metalen en hoe daarvan in onze maatschappij gebruik gemaakt wordt.

beslis hoeveel lestijd u voor dit thema wilt uittrekken en hoe u de aktiviteiten over de tijd wilt verdelen. In de praktijk blijkt dat na ca. 12 lessen het tempo eruit gaat.

beslis hoe u deze lessenserie begint, hoe u de leerlingen motiveert en tevens het thema duidelijk maakt. (bijvoorbeeld door middel van film, excursie, foto's, dia's, verhaal, leestekst).

beslis hoe u het doen van de verkenningsproeven gaat organiseren; welke aspecten u met de leerlingen wilt (na)bespreken en wanneer u dat gaat doen.

beslis hoe u tot de keuze van keuze-onderwerpen laat komen, hoe u de keuze-onderwerpen wilt begeleiden en hoe u ze wilt afronden.

beslis hoe u de rapportage (eventueel TOM) gaat organiseren; waarop bent u van plan te letten, hoe zal uw nabespreking verlopen?

zorg dat u het materiaal door en door kent. Het is beslist nodig de experimenten zelf te doen. Bedenk dat een eerste keer voorbereiden veel meer tijd kost dan wanneer u een leseenheid moet voorbereiden die u al eerder hebt gegeven.

zorg dat de noodzakelijke apparatuur, gereedschappen en weggooi-materialen er zijn en dat het zo toegankelijk is dat de leerlingen het kunnen vinden en kunnen opruimen. Het mag u tijdens de lessen niet veel tijd meer kosten.

zorg dat aanvullende informatie, boeken e.d. op het goede moment op de goede plaats zijn.

HET BEGIN

Bij dit thema moet u vanaf het begin aandacht besteden aan de volgende punten:
- het thema Metalen en het waarom van dat thema
- de wijze waarop er gewerkt gaat worden en de controle erop; het lessenplan

DE ORIENTATIE OP HET THEMA METALEN

Om het thema te beginnen kunt u inventariseren wat leerlingen al weten van metalen. Welke voorbeelden kennen ze. Kunnen ze zich een wereld voorstellen waarin geen ijzer of koper of welk ander metaal dan ook voorkomt? (zie bijvoorbeeld de leestekst met foto's van een straat met en zonder metalen (blz. 31 themaboek). Hoe zou het lokaal er zonder metalen uitzien? Het is ook goed mogelijk om een film te draaien over waar metalen vandaan komen en over aspecten van de metaalindustrie, omdat de leerlingen daarover vaak weinig eigen kennis meebrengen. (zie blz. 25 en bijlage AV2 voor een lijst met filmtitels). Nog een andere mogelijkheid is om een tafel te maken met allerlei metalen voorwerpen - munten, sieraden, smeedwerk, foto's van auto's, schepen, vliegtuigen, bruggen, e.d., afvalstukjes van diverse metalen enz. Aan de hand van deze voorwerpen kunnen verschillende namen van metalen worden geïntroduceerd. Waar is een kwartje van gemaakt? En een stuiver? En een trouwring? En een spijker? Hoe weet je dat? De aandacht kan worden gevestigd op het feit dat metalen voor zo'n groot aantal verschillende toepassingen worden gebruikt. Ook kan er een begin mee worden gemaakt dat kinderen leren begrijpen dat eigenschappen van materialen hun gebruik beïnvloeden: we gebruiken geen houten munten. We dragen geen ijzeren sieraden.
Na de oriëntatie zouden de leerlingen enkele metalen moeten kunnen noemen en van die metalen een belangrijke toepassing moeten weten. Eventueel is hierbij ook de leestekst te gebruiken. Ze moeten zich realiseren dat metalen enorm veel voorkomen.

Het waarom van het thema is af te leiden uit het feit dat metalen enorm veel in onze samenleving gebruikt worden en dat juist bij metalen interessante natuurkunde valt te beleven als je probeert te begrijpen waarom die metalen eigenlijk zoveel worden gebruikt. De natuurkunde is dus te herkennen als je naar het gebruik van metalen in je omgeving kijkt: electriciteitsdraden zijn gemaakt van metaal omdat metaal electriciteit kan geleiden. Ze zijn gemaakt van een soort metaal dat dat gemakkelijk blijkt te kunnen doen: koper.
Een metalen stoelpoot is van een soort metaal gemaakt dat niet te slap is, en dat niet roest.

Na de introductie leren we vier natuurkundige kenmerken van metalen wat beter kennen en we leren een proef te doen waarmee je erachter kunt komen of een materiaal zo'n kenmerk heeft, daarna kunnen we allerlei andere dingen en metalen bekijken.

DE ORIENTATIE OP DE WERKWIJZE

In het begin zult u, denken wij, met de leerlingen tenminste aandacht moeten besteden aan de volgende twee punten:

1. Het lessenplan
Hiervoor is het handig als u het lessenplan in groot formaat in de klas ophangt. Voor een voorbeeld, zie het lessenplan hiervoor.
U kunt op het lessenplan data invullen en het kort bespreken. De leerlingen weten dan steeds hoeveel tijd ze ergens voor hebben.
Aan de hand van het lessenplan bespreekt u met de leerlingen wat ze ongeveer moeten doen in elk van de periodes van het lessenplan. Als u een verbinding wilt leggen tussen de onderzoekjes en de TOM, is het van belang dat de leerlingen dat tijdig weten. Zie ook de paragraaf over de TOM.

2. De beoordeling
Hierover vertelt u of er een tussentoets komt (en met welke inhoud) en of er een eindtoets is.
U kunt duidelijk maken dat er bij "Mensen en Metalen" doelen zijn die voor iedereen gelden. Dit zijn de doelen die horen bij de eerste periode en bij de TOM. En dat er verder doelen zijn die per groep gelden (zie verder de paragraaf over de beoordeling en bijlage D1 voor een voorbeeld van doelen).
Het is mogelijk ook het werken aan de eigen onderzoekjes in de beoordeling te betrekken, maar u moet dan wel met de leerlingen duidelijk afspreken waar u dan op let, waarom, en wat daarbij de kriteria zijn. Het is goed mogelijk daarbij de leerlingen zelf een rol te laten vervullen.

DE ONDERZOEKJES NAAR DE VIER EIGENSCHAPPEN

UITVOERING

Deze onderzoekjes worden uitgevoerd aan de hand van geschreven instructies in het themaboek. Verdere aanwijzingen staan in de apparatuurgids.
U moet eraan denken dat de proeven waarbij materiaal vervormd wordt het laatst worden gedaan, of met aparte afval-stukken.

Het is de bedoeling van deze proeven dat de leerlingen zich de proef herinneren en dus kunnen beschrijven hoe je erachter kan komen of een materiaal vervormbaar is, electriciteit of warmte geleidt.
Een enkel stapje verder is dat ze kunnen zeggen wat de betekenis van de vier genoemde eigenschappen is: bijvoorbeeld een materiaal is vervormbaar als het niet versplintert als je erop slaat.
Leerlingen moeten inzien dat juist de vier eigenschappen: warmte- en electrische geleiding, vervorming en vering niet willekeurig zijn, maar metalen goed beschrijven.
Er zijn natuurlijk andere stoffen die veren of warmte geleiden of vervormbaar zijn of electriciteit geleiden. Metalen hebben die eigenschappen altijd alle vier.

Het woord geleiding begrijpen veel leerlingen niet. Zelfs al nemen ze waar dat een koperen staafje na een minuut heel heet is en een plastic staafje niet, dan trekken ze nog niet de conclusie dat koper geleidt en plastic niet. U moet hen er dus op wijzen, dat we dit nu juist met "geleiden" bedoelen. In de tekst wordt eerst gesproken over "doorlaten".

De "extra's" in de instructies voor de verkenningsperiode geven aan op welk moment de onderzoeken overgaan van de eigenschap als zodanig (b.v. electriciteitsgeleiding) naar het vergelijken van verschillende metalen op die eigenschap (verschillen in geleidbaarheid). U kunt desgewenst beslissen deze onderdelen weg te laten en eventueel in de onderzoeksperiode te laten doen. De reden dat we ze opgenomen hebben is dat op deze wijze het begrip van de eigenschap wat verder wordt verdiept.

Een organisatievorm voor deze onderzoekjes is als volgt:
- zorg voor twee sets materiaal per onderzoekje (eventueel in 8 aparte houten kistjes)
- verdeel de klas in maximaal 8 groepjes (die u voor deze twee lessen best eens zelf kunt indelen)
- zorg ervoor dat elke groep met één onderzoek niet langer dan een halve les bezig is en laat de onderzoekjes achtereenvolgens afwerken
- eventueel kunt u het aantal extra proeven dat elke groep moet doen te voren vastleggen (bijv. één).

DE ONDERZOEKJES NAAR DE VIER EIGENSCHAPPEN

OEFENING

Nadat de leerlingen de proeven hebben gedaan volgt een bespreking. Hierin kunt u een discussie houden over of een bepaald materiaal wel of geen metaal is door de vier eigenschappen na te gaan. Aansprekende voorbeelden van geschikte materialen zijn kwik, grafiet , zilverachtig plastic e.d. Ook zijn er aktiviteiten die betrekking hebben op het gebruik van metalen in de omgeving en de relatie die er is tussen de eigenschappen van metalen en dat gebruik. Dit kunt u doen door bijvoorbeeld metalen voorwerpen in de klas of op foto's (leestekst) langs te gaan en te kijken waarbij in die voorwerpen één of meer van die vier eigenschappen te herkennen zijn.
Of schrijf een lijst van 6-10 voorwerpen op en vraag leerlingen uit deze lijst die voorwerpen op te noemen die warmte geleiden, die verschillende vorm hebben (vervormbaarheid), enz.
Of vraag leerlingen in hun huis rond te kijken en te zien welke van de vier eigenschappen het vaakst voorkomt.

Deze aktiviteit zou moeten leiden tot de volgende doelen voor iedereen:

- leerlingen moeten kunnen aangeven of een materiaal een metaal is door de vier fysische eigenschappen na te lopen.
- de leerlingen moeten inzien en accepteren dat bij de toepassing van metalen steeds één of meer van de vier fysische eigenschappen is aan te wijzen. Ze kennen daartoe het rijtje.
- leerlingen hebben geaccepteerd/ingezien dat één of meer van deze vier eigenschappen bij het gebruik van metalen steeds weer zijn te herkennen. Ze hoeven dus geen vergelijking tussen metalen en niet-metalen te maken.
- leerlingen realiseren zich dat meestal ook allerlei andere eigenschappen van metalen bepalend zijn voor een toepassing zoals sterkte, prijs enz.
- leerlingen weten dus na de verkenningsperiode dat een holle stoelpoot van ijzer zo gemaakt kan worden omdat ijzer vervormbaar is, van hout had óf de poot massief moeten zijn òf er had gezaagd moeten worden; dat een radiator van metaal en bijvoorbeeld niet van plastic gemaakt kan worden omdat metaal warmte geleidt; dat koper in een stroomdraad gebruikt kan worden omdat koper electriciteit geleidt; dat een gouden ring gemaakt kan worden omdat goud vervormbaar is. Het doel van deze aktiviteit is dat leerlingen kunnen aangeven hoe één van de fysische eigenschappen in het gebruik te herkennen is, ook al had je er best een ander materiaal voor kunnen kiezen. Daar mag best over gepraat worden overigens.
- leerlingen hoeven dus niet te weten dat koper beter geleidt dan ijzer; ze hoeven niet te weten dat zink in dakgoten gebruikt wordt omdat het én buigzaam is én oxydeert én goedkoop is, ze moeten wel weten dat zink gebruikt kan worden vanwege zijn vervormbaarheid. Als het ter sprake komt kunt u natuurlijk heel goed bespreken waarom nu juist zink en bijvoorbeeld geen ijzer of koper, en waarom bijvoorbeeld steeds meer plastic gebruikt wordt, maar dat is dan een nevendoel.

DE TUSSENTOETS

Over de eerste klassikale periode kunt u een korte tussentoets afnemen, met vragen over de vier eigenschappen en hoe je die onderzoekt en over de oefening over het gebruik van metalen die de leerlingen hebben gedaan. De toets is mede bedoeld om het eerste deel af te sluiten, voordat begonnen wordt met de eigen onderzoekjes.
Een voorbeeld voor een dergelijke toets is als bijlage D2 in deze AVOL opgenomen. Zoals u ziet zijn de vragen eenvoudig. Het is de bedoeling dat de toets niet langer dan 20-30 minuten duurt, maar als u de praktikumvraag opneemt kost dat wellicht wat extra tijd.

EIGEN ONDERZOEKJES

Met "onderzoekjes" worden hier allerlei soorten bezigheden bedoeld: enkele praktikum-proefjes (zoals in de werkbladen beschreven), een bezoek aan de plaatselijke juwelier, een idee om iets in een boek op te zoeken, zijn allemaal voorbeelden van onderzoekjes. Kenmerk van eigen onderzoekjes is dat leerlingen zelf hun onderzoek kunnen kiezen en dus ook zelf bepalen wat ze leren in de keuze-periode. Hoewel de (groepjes) leerlingen aan verschillende onderwerpen bezig zijn, hoeft dit niet te betekenen dat er geen gemeenschappelijke kennis wordt aangeleerd. Door tentoonstelling en bij elkaar kijken vindt wel degelijk overdracht plaats. Het is wel zo dat wat er gemeenschappelijk wordt gemaakt van klas tot klas kan en zal verschillen.
In bijlage D3 vindt u een voorbeeld van de doelen die twee klassen van de R.S.G. Broklede moesten bereiken. De leraar heeft daarin aangeduid dat er op de tentoonstelling doelen voor iedereen zijn te behalen. Deze doelen verschillen per klas.

De meeste leerlingen geven te kennen het doen van eigen onderzoekjes "erg goed" te vinden en er veel van te leren.[2]

Voor sommige leraren, die gewend zijn aan lesgeven in een klassikale vorm, brengt het idee om in groepen aan eigen onderzoek te laten werken een aantal moeilijkheden met zich mee. Overgaan van klassikaal onderwijs naar groepswerk kan niet in één keer goed gaan. Niet alleen is de organisatie in de klas verschillend, maar de houdingen van de kinderen verschillen ook.
Als leerlingen gewend zijn aan een les waarin ze opgedragen werk uitvoeren, is het niet eenvoudig voor ze om snel over te schakelen naar een situatie waarin ze zelf tot op grote hoogte verantwoordelijk zijn voor hun eigen bezigheden. De verandering moet daarom geleidelijk zijn, bijvoorbeeld niet alle groepen tegelijk. Als het met één groepje goed gaat, kan dat worden gebruikt als voorbeeld voor anderen en geleidelijk verandert de klas in een richting waarbij meerdere groepen eigen werk doen.
Dit betekent dat u moet beslissen of u alle groepjes een vrij onderzoek laat kiezen, of dat u - zoals bij de eerste verkenning - een aantal onderzoekjes voorstructureert en de leerlingen er daar één of twee uit laat kiezen of dat u combinaties hiervan toelaat.

Voor de groepsindeling geldt hetzelfde als bij "Een Eerste Verkenning" is gezegd: groepjes van 2 tot 4 leerlingen op basis van vriendschap voldoen goed in dit stadium.

Het is van belang de onderzoekjes niet langer dan ca. 3 lessen te laten duren, anders verliezen veel leerlingen concentratie en motivatie.

2] Evaluatieverslag "Mensen en Metalen", PLONin 78-0528-1

BEGELEIDING BIJ EIGEN ONDERZOEKJES

BEDENKEN OF KIEZEN

In het themaboek (blz. 9-10) wordt een onderscheid gemaakt tussen het bedenken van een eigen onderzoek en het kiezen van een eigen onderzoek. Wij pleiten er voor om zelf bedachte onderzoekjes zoveel mogelijk te honoreren en het kiezen uit een verzameling achter de hand te houden voor hen die echt niets kunnen bedenken.
Een tussenvorm is om gebruik te maken van een ideëenlijst, zoals afgedrukt op blz. 6 en 7 van "Onderzoeken van Metalen". De leerlingen kiezen dan een idee en bedenken de onderzoeksopzet. U kunt deze ideëenlijst op uw eigen school completeren met suggesties die u in de loop der jaren van uw leerlingen krijgt.

BEDENKEN VAN EEN EIGEN ONDERZOEK

In het themaboek (blz. 9) is een globale procedure geschetst voor het zelf bedenken van een onderzoek.[3]
Als leerlingen zelf een onderzoekje bedenken, moeten ze zich niet alleen een beeld vormen van wat ze willen weten, maar vooral ook van wat ze gaan doen, dus welke proeven, welke bibliotheken of mensen ze willen bezoeken, welke teksten ze willen bestuderen. De onderzoekjes moeten vooral niet te omvangrijk zijn, en binnen het gezichtsveld van de leerlingen liggen. Bovendien moeten leerlingen voor ogen hebben wat ze er van kunnen leren.

Het blijkt dat het maken van een realistisch plan (voor enkele lessen), dat voldoende binnen hun eigen gezichtsveld ligt voor de meeste leerlingen moeilijk is. Hier zal dus vooral het accent van uw begeleiding moeten liggen. Maar hier ligt ook juist het belangrijkste leereffect voor de leerlingen: om een aanvankelijk vaag idee langzaam aan om te bouwen tot een eenvoudige uitvoerbare handeling.
Als leerlingen een onderzoekje buiten de klas of buiten de school willen uitvoeren is meestal toestemming van de schoolleiding en de ouders nodig. U moet daarvoor dus tijdig overleggen.

Een heel andere vorm van oriëntatie om tot eigen onderzoekjes te komen, is de volgende. U geeft als groepsopdracht "eigenschappen van metalen verder leren kennen en onderzoeken". En u stelt dan een aantal eisen, bijvoorbeeld:

---

3) In bijlage D4 is een gedetailleerde beschrijving opgenomen van een uitgewerkte procedure voor het zelf laten bedenken en plannen van een onderzoekje.

BEGELEIDING BIJ EIGEN ONDERZOEKJES

a) De volgende begrippen moeten worden uitgezocht
   - torsie - harden - .....
   - legering - smeden - .....
   - treksterkte - ..... - .....
b) Er moeten minstens 2 korte opstellen worden gemaakt. Je mag zelf een titel bedenken, als het maar over metalen gaat. Voorbeelden zijn:
   - Een bepaald metaal (kwik, koper, ...)
   - Van ijzererts tot braadpan
   - Van kopererts tot koperdraad
   - Metalen en toekomst, een persoonlijke visie
   - Metaalverwerkende industrieën in onze omgeving
   - Bij juwelier ..... op bezoek
   - .....

   Je kunt leesteksten, leerboeken, eigen boeken, tijdschriften, krantenartikelen etc. gebruiken. Een aantal boeken vind je in de bibliotheek.
c) Ieder maakt een individueel verslag met een samenvatting van de groeps-proeven en uittreksels van de opstellen
d) Jullie maken samen een opstelling voor de tentoonstelling en een lijstje met 5 dingen die er bij jullie stand zijn op te steken. Dit lijstje lever je 2 lessen voor de TOM bij mij in. (Vrij naar een suggestie van het Hertog Jan College).

KIEZEN VAN EEN EIGEN ONDERZOEK

Voor het kiezen is een procedure beschreven in het themaboek (blz. 10) en het boek "Onderzoeken van Metalen" (blz. 5).
Het is van belang voor het kiezen als zodanig tijd uit te trekken, bijvoorbeeld 20 minuten.

De waarde van het kiezen als zodanig zit hem aan de ene kant in het feit dat de leerlingen een onderzoek op zich in (moeten) laten werken vóór ze er aan beginnen: ze weten waar ze aan beginnen. Aan de andere kant is het gezamenlijk kiezen een oefening in activiteiten als luisteren naar elkaar, opkomen voor eigen keuze, conclusies, besluiten leren nemen[4].

4] Meer over "kiezen" in het rapport "Aspecten van kiezen", PLONoz 80-1204 en de AVOL "IJs Water Stoom".

BEGELEIDING BIJ EIGEN ONDERZOEKJES

SUGGESTIES VOOR DE LEERKRACHTEN BIJ DE KEUZEFASE

Hieronder volgen een aantal punten waarvan we het idee hebben dat ze belangrijk zijn om het keuzeproces zo goed mogelijk te laten verlopen:

1. Start het kiezen aan het begin van de les.
Hierdoor krijgt de keuze-fase meer reliëf en wordt het meer een wezenlijk onderdeel van het lessenplan. De leerlingen zien hun keuze-aktiviteit in deze les beloond worden, doordat ze er aan kunnen werken.

2. Duidelijk markeren van de keuze-fase
Dit kan door de tijd (bijvoorbeeld 20 minuten) aan te geven die voor het kiezen beschikbaar is. Hierbij hoort ook een gezamenlijke afsluiting, bijvoorbeeld door toewijzing van de keuzes. Nuttig lijkt hierbij ook het door de leerlingen zelf op bord laten schrijven van hun keuze(s).

3. Formuleer de mogelijkheden ten aanzien van de keuze-fase en formuleer de eisen, te stellen aan de afronding van de leerlingen-activiteit
Hiermee bedoelen we het aangeven van het aantal te maken keuzes (liefst met een rangorde in verband met de "toewijzing" van de gemaakte keuzes). Verder het ook aangeven van eventuele beperkingen ten aanzien van de gemaakte keuzes (niet twee groepen hetzelfde proefje of maximaal twee groepen per vervolgdeel).
Daarnaast zijn, met betrekking tot het kiezen door de leerlingen, de eisen die de leerkracht stelt ten aanzien van de afronding van het onderzoek belangrijk. Bijvoorbeeld eisen gesteld aan een demonstratie, een schriftelijke rapportage, of de tentoonstelling.

4. Stimuleer leerlingen in de keuze-fase
Dit kan bijvoorbeeld door langs de groepen te gaan en te vragen "hoever zijn jullie" of per groepje nog even de eisen toe te lichten of een blaadje aan te reiken waarop ze hun voorlopige keuzes kunnen schrijven.

5. Opstelling van de groep
Het beste lukt het om de leerlingen tegenover elkaar, in een drie- of vierhoek, te laten zitten. Op deze wijze kunnen ze elkaar allemaal zien en ligt het niet aan de opstelling, zoals het bijvoorbeeld in één rij gemakkelijk kan gebeuren, dat er slechts twee bezig zijn en anderen buiten spel staan.

6. Wijs de leerlingen op het overzicht op blz. 8 en 9 voor het verkrijgen van een globaal overzicht van de keuze-onderwerpen.

DE UITVOERING

Voordat de leerlingen met hun onderzoekjes beginnen, spreekt u met hen af hoeveel tijd ze eraan mogen besteden en welk praktikum materiaal ze zelf verzorgen. U maakt ook een afspraak over de afronding. Verwacht u een verslagje? Bespreekt u dat ook of kijkt u het alleen na? Of is een goede tentoonstellingsstand voldoende?

Wij raden u aan dat u schriftelijk bijhoudt waar elk groepje mee bezig is. U kunt dat in uw agenda aantekenen. Een andere methode is om elke groep te vragen na elke les op een papiertje te schrijven wat ze die les hebben gedaan (en eventueel wat ze thuis gaan doen en wat ze de volgende les van plan zijn).
Zoiets kan ook door de leerlingen worden ingeschreven op een schema dat aan de wand is opgeprikt en waarop de groepjes zijn genoemd.

BEGELEIDING BIJ EIGEN ONDERZOEKJES

Wij dringen er op aan dat u probeert uw tijd zo te verdelen dat elk groepje zowel bij het kiezen als bij het afronden met u kan overleggen over de voortgang, en dat ook doet.
Uit PLON-onderzoek blijkt dat veel leraren hun hulp vooral aan die leerlingen geven die erom vragen. Dat is natuurlijk niet voldoende.

Als u aan elk groepje de benodigde aandacht aan de voortgang wilt besteden, kunt u niet steeds beschikbaar zijn voor assistentie bij praktikum-materiaal. Leerlingen zullen daaraan dus veel zelf moeten doen.

DE AFRONDING

Als de eigen onderzoekjes uitmonden in een tentoonstelling zouden daaraan de volgende eisen te stellen zijn:
- hij is duidelijk
- er is aangegeven (opgeschreven) wat er geleerd kan worden door andere leerlingen
- die andere leerlingen leren dat ook.

Zie hierover ook de volgende blz. over De Tentoonstelling.

DE TENTOONSTELLING OVER METALEN

In de tweede periode van "Mensen en Metalen" hebben de leerlingen naar eigen keuze gewerkt aan diverse onderzoekjes. Over hun activiteiten kunnen ze nu rapporteren op de tentoonstelling.

Sommige docenten van de proefscholen hebben aan de leerlingen gevraagd bovendien een lijstje te maken van de dingen waarvan zij vonden dat die voor de hele klas belangrijk waren om te weten.
Iedere groep levert daartoe één of twee lessen voor de tentoonstelling een briefje in waarop die dingen staan. De leraar kijkt die na en geeft er commentaar op. De leerlingen verwerken dat commentaar in een definitieve versie. Op de TOM hebben de groepen de taak de bezoekers van hun stand te leren wat zij zelf als leerdoelen hebben geformuleerd.
De leraar typt alle leerdoelen uit en vermenigvuldigt ze, zodat alle leerlingen ze kennen. In bijlage D3 ziet u een voorbeeld van zo'n lijst (afkomstig van klas 2a en 2d van de R.S.G. Broklede, Breukelen, docent: Paul Verhagen).
In de eind-toets komen dan onder meer vragen voor over deze lijst met leerdoelen.

Deze procedure heeft het voordeel dat de TOM een geïntegreerd deel van het thema wordt, en er niet zo'n beetje bij gaat hangen. De TOM groeit als het ware mee met de eigen onderzoekjes. Als bezwaar voeren sommige docenten aan dat de TOM op deze manier weinig levendig wordt. Zij doen de suggestie om leerlingen thuis allerlei dingen van metaal te laten maken en deze op de TOM te tonen. Dat kan lopen van sieraden tot zelf ontworpen fietsen en kunststukken.

LEERLINGENBEOORDELING EN AFRONDING

LEERLINGBEOORDELING

De leerlingbeoordeling bij "Mensen en Metalen" zou u uit drie aspecten kunnen laten bestaan:

1. De resultaten op de tussentoets
2. De uitvoering van de eigen onderzoekjes - was het een eigen idee of een door u gesuggereerd onderzoek, werd het snel en met initiatief uitgevoerd, werd het doeltreffend en met smaak gepresenteerd op de TOM? Het is hierbij van belang, dat u de leerlingen laat meedenken over de eisen die er aan zo'n eigen onderzoek zijn te stellen, bijvoorbeeld door 1 of 2 onderzoekjes samen met de klas te beoordelen.
   U kunt de leerlingen ook elkaars werkstuk laten beoordelen. Dat kan doordat ze cijfers geven, maar eerlijker lijkt het om ze per groepje bijvoorbeeld 40 punten over de werkstukken van de andere groepjes te laten verdelen. U bepaalt daarna zelf een met het puntentotaal korresponderend cijfer.
3. De resultaten op een eind-toets. Hierbij kunt u denken aan een proefwerk dat gedeeltelijk bestaat uit vragen die voor de hele klas gelden (over kenmerken, gebruik van metalen en over de tentoonstelling) en verder uit vragen die slaan op de speciale onderzoekjes van elke groep. Maak de vragen niet te moeilijk, vraag terug wat ze hebben gedaan en enkele conclusies daaruit.

DE AFRONDING

Als afronding kan een ontspannen kringgesprek georganiseerd worden. Meer als terugblik dan als een echte evaluatie. Het kan gaan over samenwerking in de groepjes, of het moeilijk was, wat er geleerd is, welke onderwerpen leuk, niet leuk waren, de manier van werken. Ook kunt u uw eigen rol kort bespreken - was uw hulp adequaat, wat vond u moeilijk om te doen, waar had u last van, wat vond u fijn.

DOELEN VOOR LEERLINGEN

Het is de bedoeling dat de leerlingen *tijdens* "Mensen en Metalen":

- enkele eenvoudige proefjes doen om op de hoogte te komen van vier basis-eigenschappen van metalen
- in aanraking komen met het gebruik van metalen, ook buiten de klas
- onderzoekend bezig zijn om zelf iets te weten te komen over één of meer aspecten van metalen of een metaal
- verder ervaring opdoen met verslaggeving, bijvoorbeeld door het inrichten van een tentoonstelling

en verder

- met plezier en met elkaar aktief bezig zijn

Het is de bedoeling dat de leerlingen *na* "Mensen en Metalen":

- op de hoogte zijn van enkele algemene eigenschappen van metalen en in staat zijn deze eigenschappen met eenvoudige proefjes te onderzoeken
- zich realiseren dat er verschillende metalen zijn met verschillende eigenschappen
- begrijpen waarom metalen ergens voor worden gebruikt in termen van eigenschappen

DOELEN VOOR DE LERAAR

Het is de bedoeling dat de leraar *tijdens* "Mensen en Metalen":

- de doelen die hiervoor voor de leerling genoemd zijn verwerkt in kriteria en daaraan afmeet/weegt of een leerling vordert in de richting van die doelen
- bijhoudt of bij laat houden wat elke leerling/elk groepje doet gedurende de lestijd en of de leerling vordert in die richting
- de leerlingen stimuleert bij het doen van eigen onderzoekjes en aan de leerlingen laat merken dat hij belangstelling heeft voor het verloop van hun onderzoekjes
- de leerlingen stimuleert in het rapporteren via de Tentoonstelling Over Metalen (TOM)

en verder:

- met plezier met de leerlingen werkt

Het is de bedoeling dat de leraar *na* "Mensen en Metalen":

- zin heeft om met de natuurkundelessen verder te gaan
- van de meeste leerlingen een voorlopige indruk heeft waar het de manier van werken, initiatief en gedrag in de groep betreft, en weet van welke leerlingen hij zo'n indruk nog niet heeft
- een paar voorbeelden kan beschrijven van momenten/klassesituaties waarin hij naar eigen indruk goed functioneerde en van situaties waarin hij achteraf bezien anders had willen functioneren

BOEKEN EN AUDIO-VISUELE MEDIA

BOEKEN, TIJDSCHRIFTARTIKELEN e.d.

Er is een overmaat aan boeken en publicaties over metalen en de metaalverwerkende industrie.

In bijlage AV1 zijn publicaties van het staalcentrum Nederland opgenomen, die men kan aanvragen. Ook Hoogovens in IJmuiden heeft tentoonstellingsmateriaal.

Interessant buitenlands onderwijsmateriaal over metalen is bijvoorbeeld:

Science 5/13: Metals (MacDonald Education)
ASEP : Metals (ASEP, Australia)
NUFFIELD secondary science: 7; Using Materials (Longman)

Dit materiaal (en nog ander) is op het PLON in te zien.

Er zijn allerlei dia-series over metalen. Zie hiervoor bijlage AV3

FILMS, DIA's E.D.

Er zijn vele films over metalen. Zie hiervoor de NIAM en de TFC-catalogus. TFC (Stichting Technisch Filmcentrum) te Velp, NIAM (Stichting Nederlands Instituut voor Audio-Visuele Media) te Den Haag.
In bijlage AV2 zijn enkele algemene films vermeld over metalen en de metaalverwerkende industrie. Daarnaast zijn er nog vele films over auto-, scheeps- en vliegtuigbouw.

SAMENWERKING MET HET NBLC EN HET NIAM

In samenwerking met het PLON heeft het NBLC lijsten gemaakt met boeken, dia's, films, tijdschriften artikelen e.d. die bruikbaar zijn als aanvulling op de thema's.
Inlichtingen bij Het Nederlands Bibliotheek- en Lectuurcentrum
t.a.v. M. Bartling
Taco Scheltemastraat 5
Postbus 93054
2509 AB Den Haag
tel. 070-264351
Verdere informatie en de adressen vindt u in de AVOL's "Een Eerste Verkenning" en "Bruggen".

In samenwerking met het NIAM heeft PLON-proefschoolleraar Theo Boks een aantal films uitgezocht bij verschillende thema's. Op blz. 25 vindt u zijn lijst voor het thema "Mensen en Metalen", waarin hij korte omschrijvingen en gebruikssuggesties geeft van enkele toepasselijke films.

BOEKEN EN AUDIO-VISUELE MEDIA

INLEIDING

Bij elk PLON-thema is een lijst gemaakt van mogelijk te gebruiken films en/of video-banden, die te verkrijgen zijn bij:
NIAM
Sweelinckplein 33
2502 JK Den Haag
tel. 070-600924

TFC
Arnhemsestraatweg 17
6881 NB Velp (Gld)
tel. 085-629188

De nummers voor de titels zijn die van het NIAM, staat er achter de titel de opmerking - video- dan betekent dit dat de film ook op video beschikbaar is. De nummers van het TFC zijn achter de titels vermeld.

De volgorde waarin de films/video-banden staan vermeld geven een voorkeur voor het gebruik aan: hierbij dient opgemerkt te worden dat de keuze, bij het nastreven van bepaalde doeleinden niet automatisch op de eerste films/banden hoeft te vallen.

VOOR DE 2e KLAS:

MENSEN EN METALEN

3036	Blik op staal	(video)	TFC 148866
20307	Van erts tot staal	(video)	
20305	Het warmwalsen van staal	(video)	TFC 6737
HA 25	IJzergieterij in de Achterhoek	(video)	
45	De hoefsmid	(video)	

3036 Blik op staal — TFC 148866
16 mm film-kleur-geluid-18 min. -1972
Inhoud: Het gehele proces van erts tot staal, zoals bij Hoogovens IJmuiden wordt toegepast, wordt overzichtelijk in beeld gebracht. De volgende proces-stappen zijn systematisch in beeld gebracht:
- de erts voorbereiding, voor het gebruik in de hoogoven
- de omzetting van erts in ruwijzer in de hoogoven
- het bereiden van staal uit ijzer in de staalfabriek
- het uitwalsen van dit staal tot half-fabricaten als dikke/dunne plaat profielen e.d.
- het vervaardigen van blik uit staal.

Aan de chemische reacties worden in deze film vrijwel geen aandacht gegeven. De materialen nodig voor het proces worden volledig vermeld. Het begrip "recycling" komt bij de staalproduktie aan de orde.

Toepassing: Het is een goede film bij dit thema. De plaats is afhankelijk van het lesprogramma. De film vraagt wel enige toelichting, die zowel vooraf als achteraf gegeven kan worden; ik geef de voorkeur aan een klasse-gesprek na de film. Bij een uitgebreidere bespreking kunnen de dia's van het "staalcentrum" goede diensten bewijzen.

20307 Van erts tot staal.
16mm film-kleur-geluid-17 min.-1977
Inhoud: De film komt in grote lijnen overeen met de "blik op staal" film. De verschillen zijn:
- de chemische reacties krijgen meer aandacht
- de productie van "blik" komt niet in deze film voor, het eind is dunne plaat op de rol
- het is een film opgenomen in een niet Nederlands bedrijf.

Toepassing: Zie "blik op staal" met enige extra aandacht voor de chemische formules.

20305 Het warmwalsen van staal. TFC 6737
16 mm film-kleur-geluid-19 min.-1973
Inhoud: De film is er één in een serie van zes die de productie van staal laten zien in al z'n facetten. De film is technisch van aard. In deze film komen de soorten walsen met hun voor- en nadelen aan de orde. De soorten walsen met hun producten als plaat, knuppels, profiel en betonstaal, worden getoond.

Toepassing: de film is geschikt om het onderwerp "vervorming"(eigenschap 3) meer nadruk te geven. De inhoud van deze film wordt, in het kort, ook getoond in de film: blik op staal
van erts tot staal

HA 25 IJzergieterij in de Achterhoek
16 mm film-zwart/wit-stom-10 min.
Inhoud: De film geeft een historisch overzicht van het oude gieterijbedrijf, zoals er vele in de Achterhoek zijn geweest. Het gaat hier om de productie van ijzeren pannen. Het begint met het maken van de vormkist, daarna het gieten. De mislukte pannen krijgen een tweede kans door ze te verschrotten.

Toepassing: De film is toe te passen als een "demonstratie-opdracht" bij mensen en metalen. De groep kan zelf voor een verhaal/toelichting zorgen, dit is dan op een bandje te zetten en synchroon met de film af te draaien.

45 De hoefsmid
16 mm film-zwart/wit-stom-16 min.-1947.
Inhoud: De film volgt een jongetje, die een hoefijzer op het pad gevonden heeft, hij ziet een kar met paard, waarvan het paard het hoefijzer heeft verloren. De jongen mag nu van de voerman mee om te zien hoe een paard "beslagen" wordt. Het werk van de hoefsmid, nu sterk verandert, wordt door de jongen bewonderd. Als afscheid krijgt hij het oude hoefijzer mee.

Toepassing: De film vraagt om een toelichting die, zoals bij de film "gieterij in de Achterhoek", door leerlingen te maken is.

LERAREN VRAGENLIJST

We zijn benieuwd naar uw ervaringen met het thema "Mensen en Metalen". Uw opmerkingen, commentaar en ervaringen kunnen wij mogelijk verwerken in de volgende versie van deze AVOL.
Wij zouden het daarom erg op prijs stellen als u onderstaande vragenlijst ingevuld zou willen toesturen naar het PLON

Lab. Vaste Stof
t.a.v. Ton van de Valk
Postbus 80.008
3508 TA UTRECHT

Leest u de vragenlijst eerst even in grote lijnen door, dan krijgt u een indruk hoe u de lijst "economisch" kunt invullen, terwijl u toch uw enthousiasme en uw kritiek kwijt kunt.

OVER DE LERAAR EN DE SCHOOL

Naam leraar . . . . . .

Naam school . . . . . Plaats . . . . . .

Leservaring natuurkunde: . . . jaar, waarvan . . . jaar met PLON.

In welke klassen hebt u met het thema "Mensen en Metalen" les gegeven?

(leerjaar/schooltype) . . . . . .

Hoeveel leerlingen waren dit in totaal? . . . . . leerlingen

Hoeveel natuurkunde-uren hebt u per week per klas beschikbaar?

. . . . . .

LERAREN VRAGENLIJST

ALGEMENE VRAGEN OVER HET ONDERWIJS

Hoe kwam u "Mensen en Metalen" op het spoor?

. . . . . .

. . . . . .

Gebruikt u in de 2e klas andere PLON-thema's dit jaar? ja/nee

Zo nee, welk boek gebruikt u in de 2e klas?

. . . . . .

Opmerkingen hierover:

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

OVER "MENSEN EN METALEN"

Had u een amanuensis om u te helpen? ja/nee

Hoeveel tijd heeft u zelf besteed aan de technische voorbereiding (de proeven e.d.? . . . . . uur.

Hoeveel tijd heeft u zelf besteed aan de inhoudelijke voorbereiding (lessenplan, proeven hierin etc.] . . . . . uur.

Opmerkingen hierover: . . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

Heeft u de leerlingen zelf een onderzoek laten bedenken of heeft u laten kiezen uit het boek "Onderzoeken van Metalen"

. . . . . .

. . . . . .

LERAREN VRAGENLIJST

Eventuele toelichting: . . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

Heeft u een tentoonstelling over metalen gehouden? ja/nee

Opmerkingen hierover: . . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

Heeft u een proefwerk gegeven? ja/nee

Wilt u een copie van het proefwerk bijsluiten?

Heeft u lesmateriaal bijgemaakt; in welke vorm dan ook? ja/nee

Wilt u een copie van dat eigen gemaakte lesmateriaal bijsluiten?

KRITIEK IN DETAIL

Wilt u steeds postieve en negatieve opmerkingen maken over de afzonderlijke delen van het materiaal (te lang, te kort, weglaten, inkorten, te moeilijk, voorstellen voor verbetering, etc.)

HET THEMABOEK

Waarom het onderwerp Mensen en Metalen (blz. 5) . . . . . .

. . . . . .

Wat gaat er bij dit thema gebeuren (blz. 6) . . . . . .

. . . . . .

LERAREN VRAGENLIJST

Opschrijven bij het doen van proeven (blz. 8) . . . . . .

. . . . . .

Bedenken van een eigen onderzoek (blz. 9) . . . . . .

. . . . . .

Het maken van een tentoonstelling (blz. 11) . . . . . .

. . . . . .

Eigenschap 1: stroomgeleiding (blz. 15 e.v.) . . . . . .

. . . . . .

Eigenschap 2: warmtegeleiding (blz. 18 e.v.) . . . . . .

. . . . . .

Eigenschap 3: vervorming (blz. 21 e.v.) . . . . . .

. . . . . .

Eigenschap 4: vering (blz. 24 e.v.) . . . . . .

. . . . . .

ONDERZOEKEN VAN METALEN

De lijst van ideëen (blz. 6-7) . . . . . .

. . . . . .

1. Torsiesterkte . . . . . .

. . . . . .

2. Afschuiving . . . . . .

. . . . . .

3. Treksterkte . . . . . .

. . . . . .

4. Schroefveren . . . . . .

. . . . . .

5. Een legering (soldeer) . . . . . .

. . . . . .

6. Warmtebehandeling . . . . . .

. . . . . .

7. Zijn alle metalen loodzwaar? . . . . . .

. . . . . .

8. Waarom roesten metalen? . . . . . .

. . . . . .

9. Vernikkelen . . . . . .

. . . . . .

10. Hergebruik van metalen (recycling) . . . . . .

. . . . . .

11. Sieraden en beelden . . . . . .

. . . . . .

De AVOL . . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

De apparatuurgids . . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

LERAREN VRAGENLIJST

KRITIEK OP HET TOTAALCONCEPT

Welke onderdelen zijn te moeilijk? . . . . . .

. . . . . .

Welke onderdelen zijn te makkelijk? . . . . . .

. . . . . .

Welke onderdelen moeten vervallen? . . . . . .

. . . . . .

Waarom moeten ze vervallen? . . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

Wat ontbreekt er aan "Mensen en Metalen" ? . . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

Waarom? . . . . . .

. . . . . .

Welke onderdelen van het lessenplan zou u willen veranderen?

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

Noemt u a.u.b. drie bijzondere voordelen van Mensen en Metalen

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

LERAREN VRAGENLIJST

Noemt u a.u.b. drie bijzondere nadelen van "Mensen en Metalen"

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

Gaat u "Mensen en Metalen" volgend jaar weer gebruiken? ja/nee

Hartelijk dank voor het invullen!

VOORBEELD LEERDOELEN-PAPIER (R.S.G. Broklede) **BIJLAGE D 1**

LEERDOELEN - wat je moet weten

Het is een beetje ingewikkeld met de leerdoelen, omdat lang niet alle leerlingen hetzelfde gedaan hebben.
Er zijn drie soorten leerdoelen.

1. Leerdoelen die alle leerlingen moeten kunnen. Dat geldt dus voor de hele klas. Dat zijn de leerdoelen die hieronder staan bij punt A.
2. Leerdoelen per groep afzonderlijk. Een groep die "sterkte van metalen" onderzocht heeft moet van dat onderwerp meer afweten dan een groep die "toekomst van metalen" bekeken heeft. En die laatste groep moet weer meer van de toekomst van metalen afweten (B).
3. Leerdoelen die gemaakt worden voor de TOM. Iedere groep maakt voor de TOM een lijstje van de dingen die alle leerlingen van hun onderwerp af moeten weten. Dat zijn dus ook leerdoelen die voor alle leerlingen gelden. Die leerdoelen staan niet op dit lijstje, omdat de groepen ze nog niet eerder ingeleverd hebben. Daar komt dus een apart stencil van (zie hiervoor bijlage D3).

TOETS - kijken of iedereen de leerdoelen kent.

De toets bestaat uit twee gedeelten. Het eerste gedeelte moet door alle leerlingen gemaakt worden en gaat over de leerdoelen die voor alle leerlingen gelden. Daarnaast staan er nog vragen per groep in.

A. LEERDOELEN DIE IEDEREEN MOET KENNEN - horen bij basiswerkblad (eventueel leestekst)

1. Een aantal metalen op kunnen noemen en van elk metaal een belangrijke toepassing weten (themaboek blz. 36)
2. Een aantal eigenschappen kennen waarmee metalen zich onderscheiden van andere metalen
3. Kunnen zeggen wat de betekenis van die eigenschappen is, bijvoorbeeld een materiaal is vervormbaar als .....
4. Bij elk van de eigenschappen een proef kunnen beschrijven waarmee je erachter kunt komen of dat materiaal die eigenschap bezit en kunnen zeggen hoe je dat kunt zien
5. Kunnen zeggen waarom aluminium zo duur is (themaboek blz. 47)

Voor klas 2a:

6. Uit kunnen leggen waarom we zuinig met metalen moeten zijn (themaboek blz. 44 t/m 46)
7. Weten wat we onder recycling verstaan en enkele voorbeelden daarvan kunnen noemen (themaboek blz. 47)
8. Kunnen zeggen wat een legering is en enkele voorbeelden daarvan kunnen noemen (themaboek blz. 41/42)
9. Iets weten van het verschil tussen ijzer en staal (themaboek blz. 68 t/m 73).

Hier komen dus nog de leerdoelen bij die iedere groep boor de TOM maakt.

BIJLAGE D 1

B. LEERDOELEN PER GROEP - alleen de groepen die dat onderzoek gedaan hebben, moeten dat weten of kunnen, b.v. Onderzoek naar de sterkte van Metalen

1. Kunnen zeggen wat we verstaan onder trekkrachten, buigkrachten, drukkrachten en draaikrachten. Van elk een eenvoudig voorbeeld kunnen noemen waarbij je één of meer van die krachten kunt aanwijzen.
2. Kunnen zeggen wat we verstaan onder druk, trek, afschuiving, buiging en torsie.
3. In een heel eenvoudig praktijkgeval kunnen zeggen van welke van deze belastingen er sprake is.
4. Verder heeft iedere groep weer wat anders gedaan met dit onderwerp, er worden indien nodig per groep nog leerdoelen vastgesteld.

Voor de andere onderzoeken maken we ook zulke lijstjes.

ENKELE VOORBEELDEN VAN OPGAVEN VOOR
EEN TOETS NA HET EERSTE GEDEELTE

BIJLAGE D 2

---

1. Noem 4 metalen en van elk van die metalen een belangrijk voorbeeld waar het wordt gebruikt.
2. Bij welk van de onderstaande materialen zou het lampje gaan branden als je het tussen de krokodille-bekjes zou houden? (plaatje uit themaboek).

   A. Houtkrullen
   B. Staalwol
   (C. IJzererts)?
   D. (grafiet)potloodslijp
   E Stukjes glas
   F. Een punaise
   G. Een paperclips

3. De tekening laat kleine balletjes boter/was zien die vastgemaakt zijn aan de uiteinden van 4 staafjes van dezelfde diameter en lengte, maar van verschillend materiaal zijn. De staafjes worden op dezelfde manier verwarmd aan de andere uiteinden.

   staal

   hout

   plastic

   glas

   de balletjes zullen er af vallen als de boter smelt, welk staafje zal de eerste zijn die zijn balletje kwijt raakt?

4. (Indien gewenst andere vragen over het onderzoek naar eigenschappen).
5. De Romeinen waren dol op baden en regelmatig wassen. Ze gebruikten grote hoeveelheden lood voor de baden en de waterpijpen. Noem twee speciale eigenschappen van lood die het geschikt maakten voor wat de Romeinen wilden.
6. Lood wordt tegenwoordig niet veel meer gebruikt als watervat of om water te vervoeren. Waarom niet?
7. Eventuele andere vragen over toepassingen .....

Een voorbeeld van een praktikum-vraag is:

8. Bij deze vraag ga je uitvinden of een onbekend materiaal een metaal is of niet. Om dit te doen, krijg je van je leraar een stukje "mysterieus materiaal" (heel geschikt is het "zilveren" plastic van bijv. een balpen). Je mag elke test doen die je nodig vindt. Maak een plannetje voor de volgorde van de test. Doe geen test dat het materiaal kan beschadigen voor je alle andere tests hebt gedaan.

BIJLAGE D 3 VOORBEELD LEERDOELEN T.O.M.

R.S.G. Broklede - klas 2a - 04-11-77

WAT JE OP DEZE TENTOONSTELLING OVER METALEN KUNT LEREN:

Bij Renee, Milia, Margret en Nieneke kun je leren:
- weten welke metalen wel en welke niet smelten, en wat er gebeurt met de metalen die niet smelten
- weten wat er gebeurt als je gesmolten metaal in water gooit
- weten wat je met gesmolten metaal kunt doen of maken
- weten wat je nodig hebt om metalen te smelten
- weten waarmee je metalen dié gesmolten zijn snel kunt afkoelen

Bij Inge, Mariëlle, Ineke en Yvon kun je leren:
- welke metaaldraden beter bestand zijn tegen afschuiving en welke minder
- hoe afschuiving het metaal telkens verder vervormt

Bij Jeroen, Niek en Remco kun je leren:
- wat koud vervormen van een metaal is
- wat de resultaten zijn van
  a. sterk verhitten - snel afkoelen
  b. sterk verhitten - langzaam afkoelen
  c. enigszins verhitten - langzaam afkoelen
- met behulp van welke methodes b.v. een vijl gemaakt wordt
- hoe hebben we de lange pilaren en de uiteengespatte kunstwerken verkregen. Waardoor ontstaat het verschil
- wat ontstaat er uit een legering van tin en lood

Bij Vera, Isolde, Lydia en Rina kun je leren:
- wat een diagram is
- uit een diagram van doorbuiging bij verschillende aantallen knikkers afleiden welk metaal het elastisch is.
- wat is de wet van Hooke? (wat houdt het in)

Wat je bij Willem-Johan, Ricky en Jeroen kunt leren:
- iets over theorie van sterkte van metalen

Bij Margreet, Mariëtte en Tjitske kun je leren:
- welke twee dingen kan een metaal geleiden
- metalen hebben een laag smeltpunt. Wat gebeurt er bij hoge temperatuur?
- metalen reageren vaak op de atmosfeer. Vooral als ze warm worden. Wat is een voorbeeld hiervan?
- wat zijn keramische materialen
- roesten (corroderen) veel metalen ook bij gewone temperatuur?

Bij ???????????? kun je leren:
- waar wordt een metaal hard en bros van?
- wat haal je uit een metaal als je het onthard?
- wat moet je doen om een metaal te harden
- noem drie verschillende punten van warmtebehandeling
- hoe heet de behandeling van gehard metaal dat weer verend gemaakt wordt?

Bij Marco, Kees en Cees kun je leren:
- weekijzer — buigzaam maar niet elastisch
- gietijzer — niet buigzaam, niet elastisch
- aluminium — zeer licht, roestvrij, buigzaam, taai, gebruikt in de vliegtuigindustrie
- lood — zeer zwaar, buigzaam, niet elastisch, dof, zacht, roest niet
- soldeer — laag smeltpunt, legering van lood en tin
- wat is een legering

BIJLAGE D 3

R.S.G. Broklede - klas 2d - 04-11-77

WAT JE OP DEZE TENTOONSTELLING OVER METALEN KUNT LEREN:

Bij Leo, Karin en Jette kun je leren:
- weten welk metaal het grootste gewicht kan dragen (aluminium, koper of messing)
- weten welk metaal het meeste/minste uitrekt voor het breekt (aluminium, koper of messing)
- weten wat er met de draad gebeurt op de plaats van de breuk

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

Bij Albert en Conny kun je leren:
- hoe je soldeert en wat je kunt solderen
- wat je daarbij nodig hebt en waar je op moet letten
- weten wat kunst is en een paar metalen kunstvoorwerpen kunnen noemen
- weten waar kunst te vinden is

Bij Ronald, Marjan, Daan, Aline, Jolien en Lilian kun je leren:
- weten wat een legering is
- weten wat a) ontharden is
  b) harden is
  c) ontladen is
- weten wat koudvervormen en warmvervormen is

Bij Ellen en Nicole kun je leren:
- de afgelopen 150 jaar werden steeds meer metalen gebruikt
- wat is recycling
- waarom gebeurt dit sneller in ontwikkelingslanden
- in welke werelddelen wordt veel metaal gebruikt
- voor de winning van metalen wordt veel energie gebruikt
- de metaalwinning is erg ontsierend voor de omgeving (vooral een open groeve)

Bij Jolande, Sabine, Jolanda en Yvonne kun je leren:
- soldeer is gemaakt van tin en van lood
- soldeer harder dan tin en lood
- lood smelt het eerst, dan tin en dan soldeer
- conclusie: het zachtste metaal smelt het eerst
- vervormbaar als het vloeibaar is

Bij Rob en Eric kun je leren:
- hoe hard je een metaal en wat gebeurt er dan mee
- hoe onthard je een metaal en wat gebeurt er dan mee
- hoe ontlaat je een metaal en wat gebeurt er dan mee
- koud vervormen
- wat is breekbaarder, dik of dun en waardoor

John, Josephine, Annelies, Maarten, Serge:

BIJLAGE D 3

Commentaar van de leraar bij doelenlijst klas 2d

Groep 1: In hun tentoonstelling hadden zij treksterkte, het langer en dunner worden van de draad bij het afbreekpunt. De resultaten hebben ze vergeleken met de tabel in 't boek, namelijk de treksterkte/mm^2.

Groep 2: Zij hebben een stuk voorin gedaan, Ze hebben lang geaarzeld en gesproken over wat te doen. Torsie gedaan.

Groep 3: Zij zijn met Hoogovens begonnen. Ze zien niet zitten wat ze daarmee moeten doen. Daarna zijn ze kunst gaan doen, maar zijn niet verder gekomen dan wat spelen en houtwerk maken en solderen. Ze hebben niet gekeken naar metalen en kunst.

Groep 4: Ze hebben alles van "Metalen op bestelling" gedaan.

Groep 5: Ze hebben van de "Toekomst" blz. 4, 5, 6 en 7 samengevat en ze hebben een eigen idee uitgewerkt over welvaart en metaalverbruik, onder andere een kaartje met het voorkomen van metalen op de wereld.

Groep 6: Ze hebben "Metalen op bestelling" uitgewerkt.

Groep 7: Ze hebben "Metalen op bestelling" 1 en 2 gedaan. Ze hebben hard gewerkt en goed geprobeerd goede T.O.M. te maken met hele duidelijke uitleg op de flappen.

Groep 8: Deze groep heeft weinig gedaan. Serge heeft zich afzijdig gehouden. Ze zijn met toekomst begonnen, maar waten niet wat ze moeten doen. Ik heb er veel mee gepraat en afspraken mee gemaakt. Daar houden ze zich niet aan, met name Serge niet. Er is geen enkel initiatief. Serge begint ergens mee, 't mislukt en dan gaan ze klooien.

BEDENKEN/KIEZEN VAN EEN EIGEN ONDERZOEKJE

BIJLAGE D 4

In het begin ervaren leerlingen heel wat moeilijkheden in het zelf bedenken en uitvoeren van een onderzoekje. U kunt hen erbij helpen door hen te begeleiden bij het plannen van het werk.

Die begeleiding bestaat uit twee onderdelen:

+ Eerst gaat u na in welke mate de leerling of het groepje in staat is om zelf een onderzoekje te plannen. Dit gebeurt door een kort gesprek met de leerling of het groepje. Dit maakt het u mogelijk te beslissen wat u moet voorbereiden voor de eigenlijke planning.

+ De eigenlijke planning bestaat uit een overleg van de leraar met de groep nadat u en de leerling(en) één of twee dagen hebben kunnen nadenken over wat ze willen gaan doen. Bij deze gelegenheid bespreekt u met de groep 7 <u>besluiten</u> over het onderzoek en deze worden opgeschreven in een <u>werkplan</u>.

Deze <u>besluiten</u> zijn:

1. De verwachting over wat er zal worden geleerd.
2. Een beschrijving van de manier waarop een resultaat zichtbaar zal worden gemaakt.
3. Welke bronnen/hulpmiddelen worden gebruikt.
4. De volgorde van dingen die gaan gebeuren.
5. Check-punten/controles
6. Realistische deadlines
7. Een afspraak over wat ze gaan doen als ze klaar zijn.

Een voorbeeld van een werkplan is als bijlage toegevoegd.

Het idee hierachter is

- dat de leerling helder voor ogen moet staan wat hij wil gaan doen,
- dat de leerling tijdens de uitvoering de leraar alleen raadpleegt als het echt nodig is.
- dat zowel de leerling als de leraar weten of het werk bevredigend verloopt.

<u>ONDERDEEL 1</u>. Het bepalen van de mate waarin de leerling zelf in staat is een onderzoek te plannen.
In een klas van 30 leerlingen komen allerlei verschillende interessen en vaardigheden voor. Omdat het doen van eigen onderzoekjes aan deze verschillen tegemoet komt, loopt het zelden vanzelf vanwege de grote verscheidenheid van hulp die van u wordt gevraagd.
Terwijl sommige leerlingen gemakkelijk zelf iets opzetten vragen anderen meer aandacht en soms voortdurend toezicht. Als dat voor veel leerlingen geldt, staat de leraar onder hoge druk en wordt het moeilijk voor hem aan alle verschillende behoeften tegemoet te komen.

Om dat soort situaties te voorkomen is het goed eerst een fase in te lassen waarin u nagaat welke leerling/groepjes zelfstandig verder kunnen en welke uw hulp behoeven.

BIJLAGE D 4

VIER ASPECTEN.
U bespreekt daartoe 4 aspecten met het groepje:
1. Zelf bedenken van een idee.
2. Het benoemen van hulpmiddelen.
3. Het uitstippelen van een volgorde van werk.
4. Het bepalen van realistische deadlines voor z'n werk.

3 NIVO'S VAN ONAFHANKELIJKHEID.
Globaal zijn er 3 nivo's van onafhankelijkheid in het bedenken van een eigen onderzoekje te onderscheiden. De nivo's gelden voor elk van de 4 aspecten die hierboven zijn genoemd.

1. Hulpnivo
Een leerling/groep zit op het hulpnivo als hij-
- op de vraag welk idee hij heeft iets zegt als :'weet niet'.
- geen hulpmiddelen en volgorde kan bedenken en niet weet hoe lang hij bezig zal zijn.
Voor deze leerling/dit groepje zult u zelf iets moeten bedenken.

2. Overlegnivo
Een leerling/groep zit op het overlegnivo als ze-
- wel een vaag idee hebben waar ze het over willen gaan hebben, maar uw hulp nodig hebben bij het meer specifiek maken ervan.
- ze wel enkele hulpmiddelen noemen, maar u er enkele bij moet noemen.
- ze wel enkele stappen noemen, maar u moet ze aanvullen of een andere volgorde moet voorstellen.
- niet specifiek kan zeggen wanneer ze klaar zijn, maar alleen globaal.
Dit nivo is het meest voorkomend. Zulke leerlingen/groepjes zult u op de aangegeven punten moeten helpen.

3. Onafhankelijk nivo
Een leerling/groep zit op onafhankelijk nivo als ze t.a.v. alle 4 aspecten een duidelijk beeld hebben. Deze leerlingen kunt u hun gang laten gaan.
Denk erom dat deze bepaling steeds gekoppeld is aan één bepaald idee. Een groep die t.a.v. een bepaald idee totaal hulp-behoevend is, kan t.a.v. een ander idee onafhankelijk zijn op de andere drie aspecten.

De precieze procedure
Als u begint met de hierboven beschreven procedure zult u merken dat u dat 5 tot 10 minuten per groep kost. Naarmate u meer ervaring krijgt zult u zien dat het erg weinig tijd kost om te bepalen hoeveel hulp de leerlingen zullen vragen. Bedenk dat het in dit stadium alleen nog maar gaat om het bepalen van hun onafhankelijkheidsnivo. Het planningswerk zelf komt later. U moet dus in deze fase niet teveel suggesties zelf inbrengen. De volledige procedure nu dus als volgt:

BIJLAGE D 4

aspect	procedure	voorbeeldvraag
1. bedenken van een idee	1. stel een algemene vraag 2a. bepaal snel of het idee bruikbaar is 2b. als het antwoord is 'ik weet niet' doe dan een suggestie 3. vraag zonodig wat meer specifiek om de leerling te helpen z'n idee verder te ontwikkelen 4. bepaal de bruikbaarheid van deze ideeën 5. als de leerling geen ideeën heeft, doe dan een suggestie	'waaraan denken jullie te gaan werken?' 'wat zou je denken van iets over roesten?' 'roesten kan van alles zijn. Wat zou je er speciaal van willen kiezen?' 'ik weet dat je interesse voor sieraden hebt. Zou je willen uitzoeken hoe ze metalen sieraden maken?'
2. selecteren van hulpmiddelen	1. stel een algemene vraag 2. bepaal snel of het antwoord adequaat is 3. stel zonodig meer specifieke vragen om de ll te helpen z'n gedachten verder te ontwikkelen 4. bepaal de bruikbaarheid van deze ideeën	'wat zou je nodig kunnen hebben om je onderzoek te doen?' 'je zegt dat boeken en andere mensen je kunnen helpen, heb je bepaalde boeken of mensen in je hoofd?'
3. bepaling van volgorde van aktiviteiten	1. stel een algemene vraag 2. bepaal snel of het antwoord adequaat is 3. stel zonodig meer specifieke vragen om de ll te helpen z'n gedachten verder te ontwikkelen 4. bepaal de bruikbaarheid van deze ideeën	'vertel me hoe jullie je onderzoek willen gaan doen' 'laten we nu eens kijken naar het eerste wat je gaat doen bij je onderzoek naar de treksterkte van draden, wat zou dat zijn?'
4. bepalen van realistische deadlines	1. stel een algemene vraag 2. ga snel na of dit realistisch is 3. stel zonodig meer specifieke vragen om de ll te helpen z'n gedachte verder te ontwikkelen 4. bepaal de realiteit van deze antwoorden	'hoe lang denk je hiermee bezig te zullen zijn?' 'je zegt dat het je 3 lessen kost om je onderzoek af te ronden, kan je me vertellen het die tijd zal vragen?'

Veel van uw beoordeling zal gebaseerd zijn op uw eigen gezonde verstand. Het volgende kan u echter misschien nog helpen om te besluiten op welk nivo een leerling of groepje zit voor een bepaald planningsaspect.

BIJLAGE D 4

De vaardigheid om een idee te bedenken
Als u van een leerling of een groepje besluit dat ze wat dit aspect betreft op overlegnivo of op hulpnivo zitten moet u hen of helpen aan een specifiek idee (overlegnivo) of er hen één aanreiken(hulpnivo). Dit is belangrijk want anders kan de leerling onmogelijk de volgende vragen beantwoorden.

De vaardigheid om tijd realistisch te schatten
Als een leerling/groepje naar uw oordeel op de eerste 3 aspecten zich bevindt zitten ze automatisch ook hier op hulpnivo. Het heeft geen zin hen daar nog naar te vragen. Als de leerling zomaar een tijd noemt, maar op geen enkele manier een zinnige rechtvaardiging kan geven, zit hij ook op hulpnivo wat dit betreft.

ONDERDEEL 2. Het maken van een werkplan.
Enige tijd nadat u bepaald hebt welke hulp leerlingen/groepjes nodig hebben gaat u met ze aan het werk om een echt werkplan te maken.
Dat wordt opgeschreven op een werkplan, waarvan zowel de leraar als de leerling/groep een exemplaar hebben.
De besluiten die op zo'n werkplan moeten worden ingevuld zijn hiervoor al genoemd (blz. 1).
We gaan nu kort op elk van die besluiten in. In de praktijk gaan er steeds twee samen.

1. De verwachting over wat er zal worden geleerd.
Meestal betekent dit dat een onderwerp moet worden versmald. I.p.v. 'roesten': 'ik kom te weten of ijzer sneller roest in droge lucht of in vochtige lucht.' Deze stap is belangrijk omdat hij richting geeft aan het werk.
Van belang is dat het doel niet makkelijk is, maar wel door de leerling kan worden bereikt. Dat geeft hem zelfvertrouwen voor de toekomst.
In het algemeen zullen de doelen in het begin van het curriculum kort en enkelvoudig zijn. Later kunnen langere en meer complexere doelen een plaats krijgen.
Zorg ervoor dat u in het overleg met de leerlingen rekening houdt met het nivo, zoals u dat eerder vaststelde. Als de groep op zelfstandigheidsnivo was, kunt u verwachten dat zij zelf de doelen formuleren. Als de groep op overleg- of hulp-nivo was zult u van te voren zelf wat mogelijke doelen moeten hebben overdacht, al zal de overlegleerling zelf het één en ander kunnen bijdragen. U moet leerlingen aanmoedigen bij te dragen opdat ze geleidelijk hun onafhankelijkheidsnivo verhogen.

2. Een beschrijving van de manier waarop een resultaat zichtbaar zal worden gemaakt.
Dit kan van alles zijn: een geschreven verslag, een tekening of tabel, het kunnen beantwoorden van enkele testvragen, een tentoonstellingskraampje of een demonstratie voor de klas. Als ergens voor gekozen wordt, is het goed om ook enkele eisen te bespreken: b.v. een verslag van 1 blz. of een uitleg aan de klas die duidelijk is te verstaan.

BIJLAGE D 4

3. Gebruikte hulpmiddelen.
Zelf gekozen onderzoek maakt het mogelijk voor de leerling allerlei bronnen in en rond de school aan te boren en daar zelf uit te kiezen. Het is belangrijk dat leerlingen leren dat er veel meer bronnen zijn dan het schoolboek. Daardoor krijgt hij een beter beeld van het vak en leert hij begrijpen dat een onderwerp op allerlei verschillende manieren benaderd kan worden.
Typen hulpmiddelen zijn:

1. Informatieve boeken - encyclopedieen, tabellenboeken e.d.
   - schoolboeken
   - boeken over speciale onderwerpen
2. Verhalende boeken - verhalen gebaseerd op de werkelijkheid
   - sprookjes, science-fiction
   - gedichten, toneelspelen e.d.
3. Werkboeken/praktikumbladen e.d.
4. Kranten, tijdschriften, folders etc.
5. A.V.-materiaal, T.V.-programma's, films, dia's, geluidsbandjes
6. Apparaten zowel praktikummateriaal v.d. school als allerlei gewone gebruiksapparaten.
7. Constuctie-materiaal, bouwdozen etc.
8. Speciaal verzameld materiaal, b.v. een collectie munten
9. Bezoeken elders en waarnemingen buiten de klas
10. Interviews en discussies

De beschikbaarheid van hulpmiddelen.
Dit is uiteraard sterk afhankelijk van de school, maar ook van de manier waarop de toegang tot zulke hulpmiddelen is georganiseerd. Een lijst in de klas is al een goed begin.
Van belang is dat u met de leerlingen bespreekt wat het nut is van een bepaald hulpmiddel voor het doel dat hij zich gesteld heeft.

4. De volgorde van aktiviteiten.
Hierbij moet u letten op de volgende dingen.
- zorg dat alle noodzakelijke stappen zijn opgenomen.
  De mate van precisie is een kwestie van gezond oordeel.
- zorg voor een logische volgorde, dit leert de leerlingen om systematisch te werken.
- zorg dat de aktiviteiten gevarieerd zijn. Nieuwe of ongebruikelijke bezigheden stimuleren de leerlingen bij hun werk en vernogen hun ervaring.

5. Controles.
Het afspreken van controles is nuttig omdat de leerling op die manier steeds direkte feedback op zijn werk krijgt. Dit vernoogt de motivatie en versnelt de voortgang.
Om praktische redenen mogen deze controle-momenten niet te veel tijd van de leraar vragen. U kunt denken aan de volgende feedback- technieken:

1. Referentie-materiaal. b.v. vergelijken met een grafiek in een boek of een figuur uit een folder.
2. Vergelijken met andere leerlingen/groepen die iets analoogs doen of hebben gedaan.
3. Tests. Een paar korte vragen beantwoorden, die u op een blaadje hebt staan (eventueel met antwoorden).
4. Voorleggen aan anderen dan de leraar b.v. ouders, amanuensis.
5. Afstrepen op een werkprogramma. b.v. op een aktiviteitenschema dat in de klas hangt of een logboek-schrift.
6. Voorleggen aan de leraar. Alleen voor de meest kritische aktiviteiten/momenten.

BIJLAGE D 4

6. Deadlines.
Dit is van belang omdat het leerlingen leert op tijd te werken en voor de leraar om in kontakt te blijven met de voortgang.
In het begin lijkt het moeilijk om realistische deadlines te bepalen. Geleidelijk gaat het echter steeds beter. Voor sommige minder goede leerlingen is het nuttig frequente deadlines af te spreken.
Het is niet perse nodig voor elke aktiviteit ook een deadline af te spreken, dat kan ook voor een paar tegelijk.

7. Afspraak over wat te doen als je klaar bent.
Dit is een belangrijke organisatorische afspraak, omdat als een leerling/groep klaar is, u niet direkt klaar staat om het resultaat te bespreken of doordat niet iedereen klaar is met de volgende klasse-aktiviteit te beginnen.
Een dergelijke aktiviteit moet een andere zijn dan de leerling heeft gedaan en kan b.v. zijn: het verder lezen van leesteksten of een boek, iets maken, iets opruimen, of wat dan ook. Als het kan is het iets wat de leerling zelf graag wil doen.

Wat is er nodig om dit te doen in een klas van 30 leerlingen?
Het lokaal.
Wellicht moet het lokaal wat worden veranderd, zodat leerlingen in groepen kunnen werken en in een speciale hoek ook dingen kunnen maken.

Het organiseren van hulpmiddelen.
Veel hulpmiddelen kunt u in het lokaal beschikbaar houden. Het is dan belangrijk dat de leerlingen weten waar ze het kunnen vinden. Speciale of breekbare dingen moeten misschien op een speciale plaats worden bewaard, maar bedenk dat steeds als een leerling u moet consulteren, dat hem (en u) tijd kost.
Het kan zijn dat u regelingen moet treffen dat de leerlingen tijdens de les het lokaal/of de school uit mogen, b.v. voor bibliotheekbezoek.

Het begeleiden van de leerlingen.
Het idee achter het werkplan was dat leerlingen zelfstandig kunnen werken zonder dat u ze voortdurend in de gaten hoeft te houden.
Let daarbij nog op de volgende punten:
+ Routine-problemen.
Deze zullen zeker voorkomen en het is van belang dat u van het begin af aan leerlingen aanmoedigt om die zelf op te lossen. U kunt hen tevoren wijzen op algemene problemen zoals het aansteken van een gasbrander, het gebruik van de mA-meter, het niet op z'n plaats teruglegggen van iets wat je gebruik waardoor een ander het niet kan vinden.
Verder kunt u hen erop wijzen dat er in elk geval twee momenten zijn waarop u voor hen beschikbaar bent:
1. bij het maken van het werkplan.
2. bij controles (checkpunten).
+ Bijstellingen van het werkplan.
Echter het kan toch voorkomen dat een leerling/groep niet verder kan. Het kan voorkomen dat een werkplan geheel moet worden veranderd tijdens de uitvoering van het onderzoek.
Dit blijkt b.v. als deadlines niet worden gehaald of als de leerlingen hun tijd klaarblijkelijk niet zinvol gebruiken.
Bij goede leerlingen kan het ook voorkomen dat ze tijdens hun werk nieuwe mogelijkheden ontdekken die mee willen nemen. Dit betekent verandering van de doelen van het onderzoek en dus ook van de aktiviteiten en hulpmiddelen.

BIJLAGE D 4

De oriëntatie op zelfbedachte onderzoekjes met een nieuwe klas.

Als u voor het eerst begint met de klas met zelfbedachte of zelfgekozen onderzoekjes kunt u denken aan de volgende dingen om de klas daarop voor te bereiden:

1. Een gesprek over de ervaring die ze misschien al hebben met deze werkwijze.
2. Een beschrijving van hoe het in uw klas zal gaan.
3. Een gesprek over het werkplan en de aspekten die daarin aan bod komen.

Daarna kunt u beginnen met de onderdelen 1. en 2. die hiervoor zijn bespoken.
We lopen deze dingen nu achtereenvolgens door.

1. Een gesprek over eerdere ervaringen.
Het is belangrijk om te weten welke eerdere ervaringen de leerlingen hebben met zelfstandig onderzoek, en wat ze daarvan vonden.
Er zijn drie soorten informatie die u zou moeten achterhalen:
a. Hebben ze ooit eerder zelfstandig in kleine groepen gewerkt?
b. Wat voor werk was dat?
c. Vonden ze het prettig om te doen?

2. Een beschrijving van hoe het in uw klas zal toegaan.
Hierbij moet u uitleggen:
a. Waar en wanneer in het lessenplan in kleine groepen wordt gewerkt.
b. Dat ze steeds eerst een werkplan (met u) moeten maken.
c. Dat ze u niet onnodig mogen storen, en dat daar nu juist dat werkplan voor dient.
d. Dat u verwacht dat elke ll/groep zelf verantwoordelijk is voor z'n eigen werk.

Maak duidelijk dat u hun werk met interesse zult volgen en dat u precies weet waar ze mee bezig zijn.

Vertel de klas ook wat ze van u kunnen verwachten, dat u er bent om ze te helpen bij het plannen van hun werk, maar dat u het liefst hebt dat ze eigen ideeën inbrengen en uitvoeren. Vertel dat u af en toe zult kontroleren hoever ze zijn en dat u in elk geval hun werk wilt zien als ze klaar zijn.
Tenslotte moet u iets zeggen over het gedrag wat u in de klas accepteert wat betreft lopen, praten e.d. en welke vrijheid de leerlingen hebben om buiten de klas te gaan b.v. naar de schoolbibliotheek, de werkplaats o.i.d.

3. Een bespreking van het werkplan en z'n onderdelen.
Besteedt tijd aan het bespreken van een werkplan. Voor u dat doet is het goed om de klas een aantal onderwerpen te laten bedenken, er dan één uit te kiezen en dat met elkaar uit te werken tot een voorbeeld werkplan.
Daarna kunt u dan elk aspekt nog eens appart bespreken. Schrijf het werkplan op het bord of op een flap papier. Het is ook mogelijk dat u elk groepje vraagt op een vel papier het voorbeeld werkplan op te schrijven, zodat ze dat later bij de hand hebben als herinnering.
Als u hulpmiddelen bespreekt, laat ze zien waar ze in de klas staan en welke regels er gelden om ze te gebruiken. Zorg er in elk geval voor dat ook hulpmiddelen buiten de klas aan bod komen (openbare bibliotheek, interviews, observaties buiten e.d.)
Ten aanzien van dit laatste hangt het nogal van de school af welke vrijheid u de leerlingen in dit opzicht toelaat. Soms moet u hiervoor aparte afspraken met de kollega's/schoolleiding maken.

BIJLAGE D 4

Er zijn allerlei momenten waarop leerlingen kontakt met u willen maken. b.v. op de afgesproken kontrole momenten. Wijs hen er in elk geval op dat ze u niet mogen storen als u met een andere groep bezig bent. Van belang is nog dat u een redelijk arsenaal aktiviteiten voorradig heeft die ze kunnen gaan doen als ze klaar zijn. Deze moeten in elk geval zo gekozen zijn dat ze het werk van andere leerlingen niet storen.

4. Het bepalen van het nivo van onafhankelijkheid.
Voordat u hieraan begint (onderdeel 1.) zorg dan dat de klas aan het werk is. Dit kan zijn het bestuderen van leesteksten of een paar specifieke praktikum-taken.
Als ze eenmaal aan het werk zijn kunt u de groepen langs gaan en bepalen welke mate ze zelfstandig hun werkplan zullen kunnen gaan maken. Hierdoor weet u wat u moet voorbereiden voor de volgende keer. (zie onderdeel 1. hiervoor)

5. Het plannen van de onderzoekjes.
Terwijl u dit doet werkt de klas verder aan de taken van de vorige keer. Als een plan echter klaar is moet een groep er snel aan kunnen beginnen!

Tijdschema
Het volgende tijdschema vat nog eens samen wat u kunt doen als u onafhankelijk werk bij een klas voor het eerst introduceert:

1. Discussie over de eerdere ervaringen v.d. ll	- 20 minuten	- 1 les
2. Discussie met de klas over wat u bedoelt met zelfbedachte onderzoekjes	- 30 minuten	
3. Discussie over werkplan, en een ontwikkeling van een voorbeeld werkplan	- 1 les	
4. Bepalen van mate van onafhankelijkheid van de groepen	- 1 les	
5. Ontwikkelen van werkplannen met de groepen	- (de ll'n zijn dan al aan het werk)	
totaal	3 lessen	

BIJLAGE I 1

3 What is a metal?

Bron: Metals
Macdonald Educational
A unit for teachers,
5/13

Matter is made up of tiny particles called atoms; these can be called nature's building bricks. They are attracted to one another and are held together by forces which are mainly electrical in character. The strength and nature of these forces largely determine what the material is like, and explanations of what is meant by hardness, strength and brittleness can be given in terms of these forces and the way in which atoms are piled on top of each other that is, their structures. We could imagine a house built of bricks; the strength of the house depending upon the bricks and cement and how they are put together. In this way we could explain the hardness of a diamond as compared with the softness of graphite, although both these substances are composed entirely of the element carbon; compare the strength of a high dam with that of a garden wall. We could also explain why a metal can often be beaten into sheets or drawn into a wire while it is cold whereas glass is far more brittle and will shatter from a hammer blow unless it is reinforced in some way. If a car suffers an accident it is twisted and bent—not shattered to fragments—the metal gives before it breaks whereas the glass undergoes a clean break—this is why cars are made of metal and not of the sort of material used for making dinner plates or glass tumblers. (Which is the *harder*, a piece of iron used for dinner knives, or the glass tumbler? Now which will break easier?)

Before we attempt to understand the behaviour of metals perhaps it it well to sort out such words as 'stiffness', 'strength' and 'brittleness'. These do not mean the same thing, for example copper is not as strong as a piece of porcelain but it is far less brittle, that is, it resists cracking better than porcelain but does not resist pulling forces as well as porcelain. This resistance to cracking is due to the peculiar arrangement of the atoms in the metal, which will be dealt with later. Now let us look at stiffness and strength.

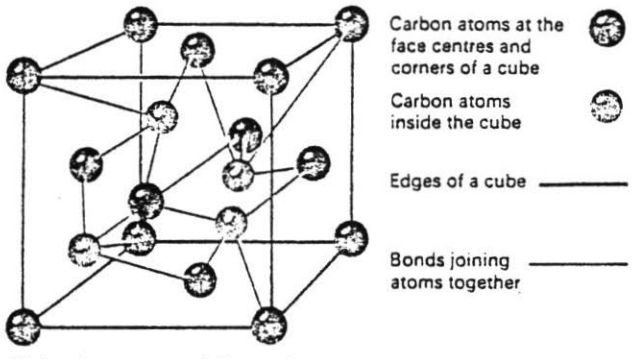
	Strength, in relation to pulling forces	**Stiffness, the resistance a substance has to bending**	**Brittleness, liability to crack when bent**
Tool steel	Very high	Very high	Brittle
Cast iron	Medium-low	High	Brittle
Glass tumbler	Medium	High	Brittle
Mild steel	Medium-high	High	Does not easily break, ie it is tough
A table jelly	Extremely low	Very flexible	Cracks very easily
Bricks and concrete	Very low (about $\frac{1}{10}$ of the strength of spruce wood)	Very stiff	Very brittle
Cotton	Almost as high as mild steel	Very flexible	Is not brittle

Properties of materials compared

BIJLAGE I 1

Again these are not the same. Stiffness deals with the bendability of a substance while strength is its ability to resist breaking. A substance like steel is stiff and strong, while a rope is floppy and fairly strong. The table on page 5 compares the properties of some common substances.

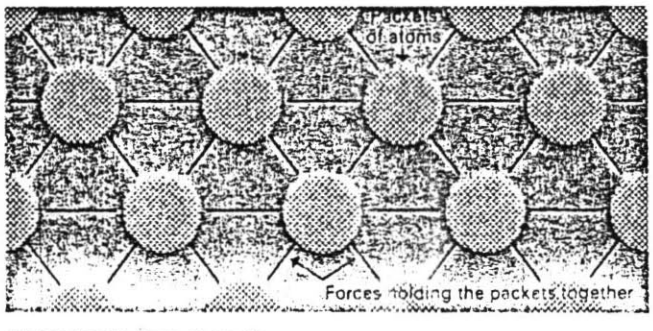
Why is it that there is so much difference between the various substances? It all depends upon the structure. Suppose we could look at the structure of a diamond. It would have a structure something like this.



Molecular structure of diamond

This is a continuous structure, all atoms are joined, there are no separate collections of atoms.

It might remind you of a brick wall held together by cement. Now let us look at a substance, say, candle wax. Here the atoms are found bound together in packets and then the packets attract one another so:



Molecular structure of candle wax

In this case we could think of this structure as being something like a dry stone wall made of large pieces of stone piled on top of each other.

In the first diagram the forces of attraction between the atoms are stronger than the forces of attraction between the bundles of atoms in the second diagram. This results in diamonds being stronger than candle wax because if each substance is pulled then a break will occur if the forces of attraction between the particles along the line of the pulling forces are less than these pulling forces. Think of the brick wall and dry stone wall; if they were of equal height and thickness which is the stronger?

The hardness of a substance depends upon the attraction forces: the greater the forces of attraction between the particles the harder the substance will be because it will become increasingly more difficult to force the particles apart.

Brittleness in non-metals is due to invisible cracks in the material joining together when the material is stressed, ie when you knock it or pull, push or twist it. A piece of ordinary glass is full of tiny cracks too small to be seen by common means. Even metals are full of these tiny cracks, but there is a difference: in a metal these cracks (called dislocations) are free to move and when the metal is lightly stressed the cracks do not get bigger but move somewhere else: they do not immediately join up.

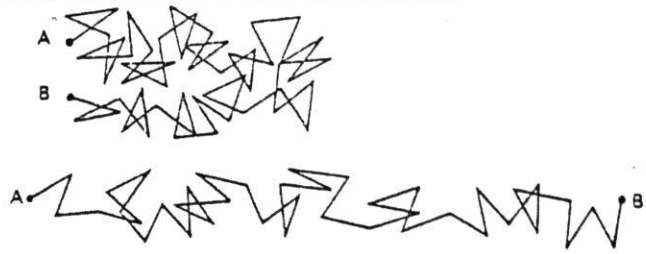
Metals can often be hammered into sheets or pulled into wires: this is because above a certain stress the metallic atoms slip over one another (without actually coming apart) in the same way as the sheets of paper move over each other when a pile of loose sheets is pushed. This is known as plastic flow and it is helped by the dislocations in the metal. However, if a piece of copper or brass is hammered or the lid of a tin can is bent backwards and forwards, the metal becomes hard and much more brittle. What happens is that more and more dislocations are produced and these move about and become so tangled that their movement is restricted, and without dislocation movement the atoms cannot move so easily; in other words, the metal becomes harder. Also if the dislocations become tangled the chance of them joining up is increased; the metal

becomes more brittle.

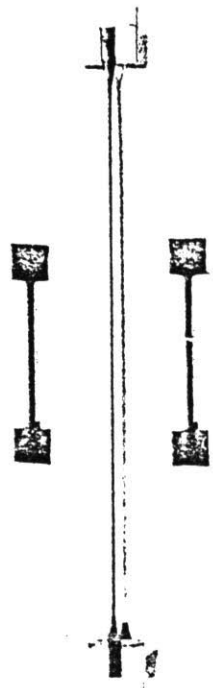
Metal hardened in this way can be restored to its original softness by heating it red hot and allowing it to cool slowly. (This process is called annealing.) By heating the metal, atoms become freer and tend to move about within the solid; this allows the tangle of dislocations to be sorted out and many of them disappear; in other words, the metal becomes softer and more ductile. It loses its brittleness. (This annealing of metal is very much like recrystallisation which is a rearrangement of the particles of a substance into an orderly pattern.)

There is one property which is very confusing because it can be caused by completely different mechanisms; this is elasticity or stretchiness. It was Robert Hooke (1635–1703) who first studied the elasticity of solids and put forward his famous law which states that the extension (or stretch or strain) is proportional to the force applied (stress). In other words, if a wire stretched by 1 cm under a loading of 1000 g, it would stretch by 2 cm if the load was increased to 2000 g (this is only true if the wire returns to its original length when the loading is removed). With metals this stretching takes place because the atoms are pulled slightly further away from each other and return to their original position when the load is removed. If the loading is increased beyond a certain amount plastic flow takes place because layers of atoms slide over one another into a new permanent position. If the loading is insufficient to cause this irreversible stretching then removal of the force will allow the atoms to resume their previous positions, ie the metal will return to its original size. Metals have an elastic range of between 0 and 1 percent of their length and if stretched beyond about 1 percent they become permanently stretched.

Rubber has a very wide elastic range. It is quite easy to stretch rubber to twice its normal length and when the load is removed the rubber returns to its original length. The reason for the difference in behaviour between rubber and metals lies in the structure of rubber. Rubber is made of particles (molecules) which consist of long chains tangled together and on stretching a rubber band the chains are straightened (see diagram top right). It is easier to straighten a bent chain than to stretch it if it was already straight.



A rubber molecule consists of a long tangled chain, which when pulled straightens and lengthens



Stretching experiments carried out on a piece of rubber, *from left to right*, unstretched, stretched, after stretching to breaking point

The harder a metal is, the higher a ball-bearing will bounce if dropped on to a specimen. This is because with soft metals some of the energy of the ball-bearing as it hits the specimen is expended in making a dent. The greater are the forces between atoms, the harder is the metal; the smaller will be the dent and the higher the ball-bearing will bounce.

BIJLAGE I 2

4 The physical properties of metals

Bron: Metals
Macdonald Educational,
A Unit for Teachers,
5/13, blz. 8

4.1 The ways by which we recognise metals

As adults we are all well aware of what we expect metal to be: it has to possess a number of attributes by which we recognise it as a metal and then as a particular metal. These properties are those which are called physical properties and for metals the most distinctive are given in the following summary:

	Exampies
Metals are:	
hard	Iron
shiny	Gold, chromium
strong	Steel
not easily broken when pulled (high tensile strength)	Steel
often beaten flat by hammering (malleable)	Aluminium
heavy (have a high density)	Lead
Metals:	
conduct electricity and heat	Copper
bend easily without breaking	Iron
do not melt when heated (high melting point)	Iron
have a colour	Brass
when dropped or struck give out a musical note (sonorous)	Bell metal
can be pulled out into a wire (ductile)	Silver, copper
get bigger when heated	
feel cold (good conductors of heat)	
Some metals:	
can be hardened	Steel
are attracted by magnets	Iron, nickel

4.2 Hardness or 'Scratch as scratch can'

Compared with substances like wood or plastics, metals are hard, and, as we have seen, this hardness depends upon the forces of attraction which exist between the particles of the metal. The stronger the attractive forces, the harder the metal will be.

A diamond is the hardest substance known and is used industrially in order to determine the hardness of metals. If a diamond-tipped weight is dropped on to a piece of metal, then the harder the metal the shallower will be the pit. The depth of the pit can be measured and these measurements are used to compare the hardness of different metals.

There is another scale of hardness used by geologists and mineralogists, called Moh's scale; this is illustrated in the table opposite.

This scale and method of measuring hardness is based on the simple idea that a harder substance will scratch one which is softer.

4.3 Altering the hardness of metals

We have said that the hardness of a metal depends upon the way in which the metallic atoms are arranged, so if we wish to alter the hardness of a given specimen then we ought to alter the arrangement of the atoms. This can be done in several ways, three of which are discussed here.

Metals/Materials	A scale of hardness	Mineral which has this hardness	Remarks
	1	Talc	Can be scratched by the finger-nail
Plastics	2	Gypsum	
Annealed aluminium Annealed brass	3	Calcite	Can be scratched by a brass pin or copper coin
Low carbon steels	4	Fluorspar	Easily scratched by a knife
Machining steels	5	Apatite	Scratched with difficulty by a knife; hardness equal to that of window-glass
Tool steel	6	Orthoclase	Easily scratched by a file
Special hard steel	7	Quartz	Scratched with difficulty, if at all, by a file
	8	Topaz	All minerals harder than 6 will scratch window-glass
Tungsten carbide Silicon carbide	9	Corundum	A form of aluminium oxide, used in the manufacture of emery paper, cloth and paste
	10	Diamond	The hardest natural substance

Moh's scale of hardness

i. Heat treatment

The hardness of many metals can be altered by heating and cooling the metal; this has been known ever since metals were first used, and generally it has been employed to produce a harder metal with a superior cutting edge.

ii. Work-hardening

But there is another common method of hardening; that is by physically altering the positions of metallic particles. This can be done by hammering the specimen, or by bending it, and is known as work-hardening. This process is very common indeed and occurs whenever we wind a piece of wire or metal backwards and forwards in order to break it. The metal work-hardens, becomes brittle and finally breaks.

iii. Surface treatment

The third method of hardening is that of changing the composition of the metal surface only, and in its commonest form is known as case-hardening. This is the hardening of a soft form of iron by inducing it to combine with carbon by heating the iron with a suitable carbon compound.

In each of these methods metal has not been melted so that a gross alteration in chemical composition has been kept to a minimum. Metals can often be hardened by melting them and by mixing in substances to form alloys, like brass or steel, but in the cases which we have mentioned the hardness has been altered without melting. To summarise, the hardness of a given specimen can be altered by: heat treatment, work-hardening, surface treatment.

4.4 Heat treatment or making soft metals hard and hard metals soft

If a substance is heated the first effect is for the particles of which it is composed to acquire more energy, and so to move about more vigorously. The picture which we should have in our minds is that all materials are made of particles: sometimes these particles are atoms, sometimes they are a collection of atoms known as molecules and sometimes they are electrically charged particles. In the case of a solid the particles are held fairly firmly by their attraction for each other to form a fixed framework and the particles are allowed only to vibrate and very occasionally to move about. In a gas the particles are completely free to move about in all directions. In a liquid there is a certain amount of restriction upon their movement; they can move within the liquid, but can break loose only

with some difficulty (the liquid slowly evaporates). When a substance is heated the particles vibrate or move about more energetically and if a solid is sufficiently heated the particles may even exchange places with one another. This may allow rearrangements to take place with a likely alteration of hardness. If the temperature is high enough it may be possible for collections of particles, in the form of compounds, to decompose into groups containing a smaller number of particles; perhaps some of the particles may even collect together to form new compounds. In either case such alterations are likely to have a profound effect upon the hardness of the metal.

Given the right conditions heat treatment can either harden or soften a metal.

i. If a razor blade or darning needle is heated red hot and allowed to cool down slowly it will be markedly softer than an untreated blade or needle. This treatment is called annealing and can be applied to most common metals.

ii. If the soft specimen is re-heated red hot and plunged, while still red hot, into cold water the metal will be restored in hardness but will be brittle, and when an attempt is made to bend the metal it will snap.

iii. The brittle but hard specimen, if it is cleaned to a bright surface with emery cloth, then heated by holding it above the flame of a Bunsen burner until the surface turns blue, and then quenched in (ie plunged into) cold water, will be found to be just as hard as before but no longer brittle. This process is known as tempering.

iv. If a piece of hard copper sheet is heated red hot and quenched in water, curiously enough it becomes softer.

Now it may seem strange that when red-hot steel is quenched in water it is hardened while the same treatment for copper will soften it. The explanation of hardening and softening depends upon the idea that heating a substance:

i. Causes the particles of which it is composed to assume new arrangements.

ii. That a new arrangement may result in either hardening or softening.

iii. That a new arrangement can be frozen in place by quenching.

iv. If, on the other hand, the cooling takes place slowly, the new hard rearrangement may alter to a softer form because the particles have time to rearrange themselves into a form which is stable at room temperature, as for example the razor blade when it was heated red hot and allowed to cool down slowly gave a form of steel which was soft.

Further and more advanced information on the heat treatment of steel is given in section 11.1.

4.5 Work-hardening or why aeroplane tails may drop off if we are not careful

If a piece of thick copper wire is softened by heating it red hot in a gas flame and then quenching in cold water it can be work-hardened by beating it with a hammer; such beating will cause the copper to form a thin sheet. This property of copper is known as malleability, but the sheet which is formed is very much harder than the copper from which it was made. Work-hardening can be quite a serious disadvantage because the metal becomes brittle and is liable to fracture under load. The effect is not difficult to find and all metals work-harden to some extent. It is only a matter of degree. But if we have a structure such as the fuselage of an aircraft, then we must make sure that such a structure is constructed of metals which can withstand the buffeting and twisting and not work-harden too quickly.

4.6 Surface-hardening or magic swords to order

Sometimes it is necessary to produce a form of iron which is both hard and tough, that is, it is hard but will not easily break. Unfortunately, it is a truism that the harder steel becomes, the more brittle it is. We have two incompatibles to reconcile. The way to do this is simple but ingenious.

	Carbon content	Brittleness	Hardness	Uses
Cast-iron	4 per cent	Very brittle	Very hard	Castings
High carbon steel	1 per cent	Brittleness depends upon heat treatment: can be very springy	Hardness depends upon heat treatment	Tools, machinery, springs
Mild steel	0·1 per cent	Not brittle, not much use as a spring, too easily permanently deformed	Moderately hard	General use, cars, car bodies, girders for building
Wrought iron	Little or none	Not brittle, very easily permanently bent	Relatively soft	Horse-shoes, chains, railway couplings, wire used for tying bunches of flowers

Differences between iron and steel

Suppose we want an iron bar which is hard and tough. If we make the bar tough right through, the outside will not be hard enough: if we make it hard right through then it will be too brittle. Suppose we take a tough bar, how can we harden just the outside? Fortunately the hardness of steel depends to quite an extent on the percentage of carbon in it; the higher the percentage of carbon the harder will be the steel. So if we can get just the outside of the bar to combine with carbon then we shall have achieved our objective.

This surface-hardening can be carried out by heating the bar red hot and plunging it into oil or some suitable material containing carbon. The heat releases the carbon which then combines with the iron to form a hard layer on top of the still tough interior. Such a process is called case-hardening.

4.7 Shininess and radar

Metals are often used because they are shiny, for example the backing of a glass mirror is made of a metal, and films of plastics coated with metal are often used as mirrors in aircraft—they are lighter in weight than glass mirrors. This shininess and the metallic appearance of the metal can be modelled if we look at a roll of acetate of the sort that is used for overhead projectors. The many thin acetate layers together reflect light in a way similar to the reflection of light from the surface of a piece of polished metal. Light is reflected off a number of parallel surfaces. In the case of the acetate it is the sheets which do the reflecting: in the case of metal the reflection is from layers of atoms and electrons which are arranged in an orderly pattern. Metals reflect not only light, but also heat and radio waves. It was, of course, the reflection of radio waves from metallic aircraft which provided this country with the means of detecting bombers during World War II. Light, heat and radio waves are all examples of what are called electro-magnetic radiations. These include ultra-violet light and even X-rays.

4.8 The conduction of heat and electricity: how they travel

One of the most notable properties of metals is observed when we pick up a block of metal. It feels cold even though the temperature of the block is the same as that of the objects in the room. This phenomenon is due to the metal being able to absorb heat from the hand very easily whereas the other objects made of wood or plastics are poor absorbers of heat. The property of conduction stems from the presence within

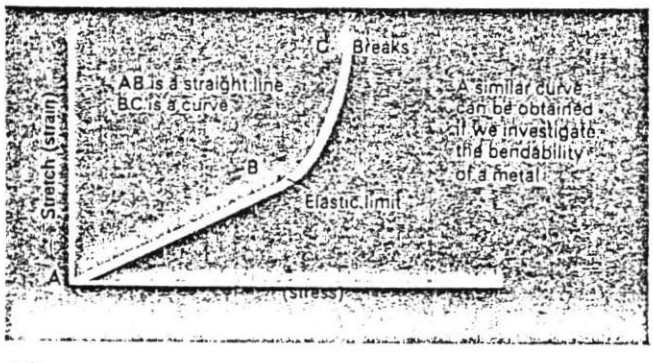
BIJLAGE I 2

the metal of a large number of electrical particles which are free to move around. These electrons help to conduct the heat; they also contribute towards the conduction of electricity. It is therefore no surprise to find that metals are generally good conductors of electricity, as well as of heat, and in this respect they are quite unlike most other substances.

4.9 Metals for strength

We instinctively equate metals with strength, mainly because strong and powerful structures are made of metals. This is not a matter of personal experience but rather the result of being told that such and such a thing is enormously powerful or strong. Generally we do not test to see that a certain material is stronger than something else but we rely upon being told that it is so. However metallurgists frequently require to measure the strength of metals and they do so by using a machine which applies an increasing load to a piece of metal. The load is built up until the metal breaks. This is a test for what is known as tensile strength. If a wire is subjected to an increasing load it begins to stretch, and the amount of stretch is at first proportional to the load upon it; but beyond a certain load the wire begins to yield, and the stretch becomes greater than it has been so far. This point is known as the elastic limit and if the load is removed after this point has been reached the wire does not return to its original length; it has become permanently stretched.

A similar curve can be obtained if we investigate the bendability of a metal.



12

The graph shows the stretching of a metallic wire with increased load. (Note. The axes are reversed to the usual engineering convention which has stress along the *Y* or upright axis and strain along the *X* or horizontal axis. This has been done because it is usual in school to put the variable which we can alter along the *X* axis.)

Whether we stretch a wire or bend a rod there comes a point when the metal becomes permanently deformed. This is because the metal is plastic, or malleable, in nature. We can make use of this plasticity to enable us to beat metals into shapes. Some metals, such as lead, aluminium or copper can be very easily hammered into sheets by hammering the metal when it is cold and, of course, aluminium foil is well-known both as itself and in such things as milk bottle tops and collapsible toothpaste tubes.

Now these metals which we have mentioned can be beaten or drawn out when they are cold, but if we raise the temperature to red heat then nearly all metals can be beaten into shape. The working of red-hot iron has been known ever since iron has been used as metal. This way of working was, until late medieval times, the only method, until technical progress enabled iron founders to use molten iron. Smiths have for many thousands of years joined two pieces of iron together by heating them red hot and hammering the two pieces until a joint has been effected. This is known as welding.

There is one property of metallic plasticity which is liable nowadays to have quite considerable effects; this is known as creep. If a piece of fuse wire is loaded with a weight so that the loading is below the elastic limit and then if the wire is left for some time the wire slowly becomes longer. Now this is quite easily shown with a soft material like fuse wire or soft solder and, of course, in these metals it has little ill effect but there are metals which illustrate creep to an undesirable extent, particularly when the temperature is raised. For some time trouble was experienced with the turbine blades in gas turbine engines. These underwent creep. The length of the turbine blades increased because of the centrifugal forces until the blades fouled the outer casing of the engine causing them to break off and as a result the engine exploded.

Another example of creep is the gradual slipping of lead sheets on church roofs.

4.10 Minor properties

There are a number of properties of metals which have little real significance although they help us to build up our ideas of what a metal is like. We are all aware of the sound of bells, the clash of cymbals and the tinkle of the glockenspiel and the triangle. We are also aware of the colour and the appearance of metals; these are the properties which help us to distinguish between metals; the shine and colour of gold, or harsh brilliance of chromium. In fact these are the properties which children use at an early age without being consciously aware of what they are and what they mean. A piece of solder can easily be distinguished from a piece of polished iron, both by virtue of its appearance and from its dull sound when struck. As adults we are also aware of the magnetic properties of iron and steel, but we may not be aware that certain compounds of iron and of metals other than iron are also magnetic. The brown layer on recording tape is a form of iron oxide;* many powerful magnets are made up of alloys containing nickel, cobalt and aluminium. The reason why metals are magnetic lies in the structure of the metallic atoms and is bound up with the electrical properties of rotating electrons.

4.11 Thermal expansion—'Things get bigger when hotter'

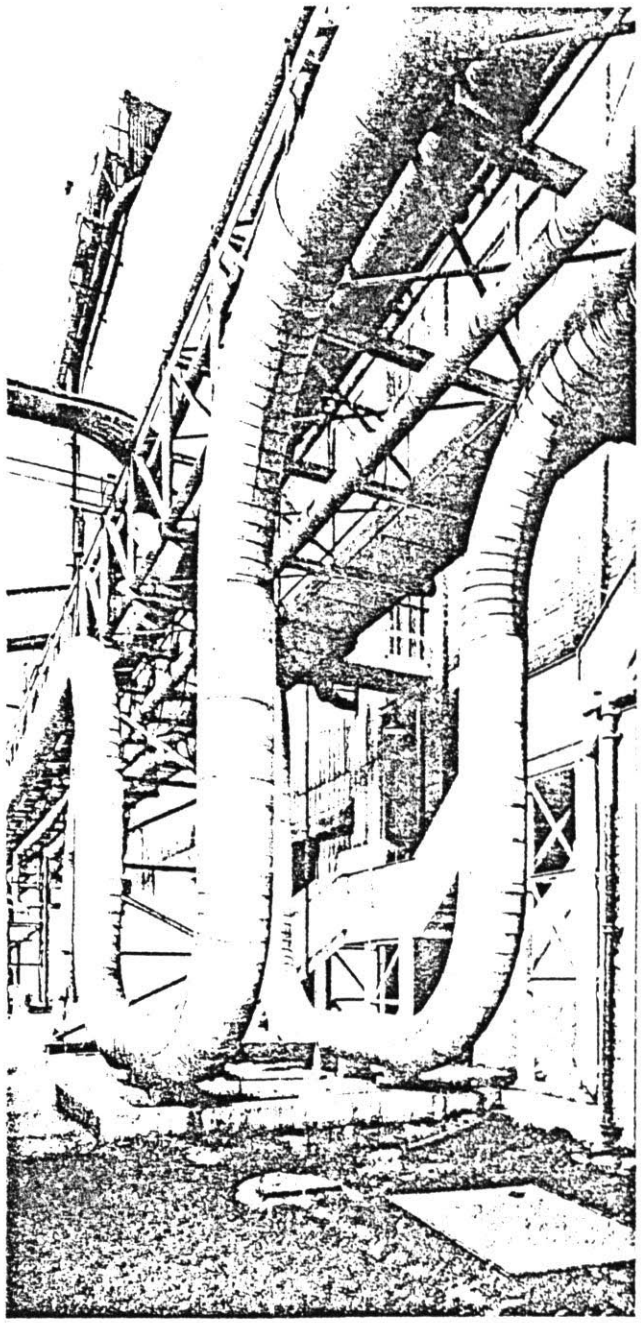
The thermal expansion of metals is so well known to adults that it does not require any introduction. All that is really needed is a list of the important industrial applications.

4.11.1 The applications of expansion

i. Gaps in railway lines; these however are becoming fewer as railway lines are often welded together and when they are laid they are stretched the same amount as they would expand on a hot summer's day.

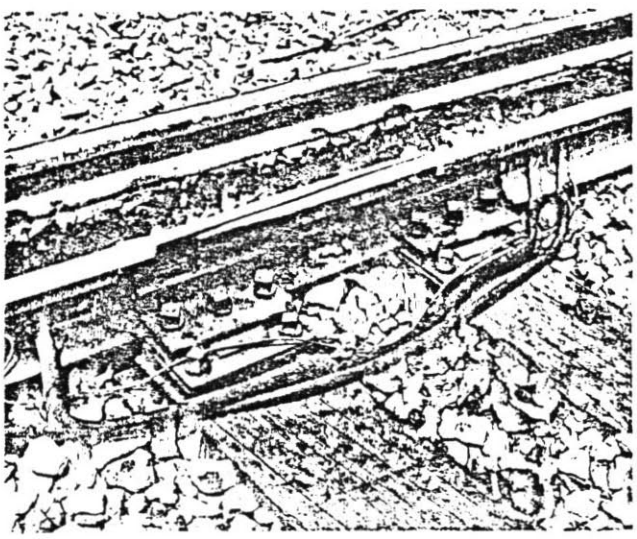
ii. Steam pipes shaped with a loop or bend in them to allow for expansion.

**Recently, oxides of cobalt and chromium have been used.*



Steam pipes showing expansion loops

BIJLAGE I 2



Expansion of railway lines: there are two points of interest in the photograph above. The two lines are not joined by a butt joint but by a scarf joint; this reduces the bump usually experienced when the wheels go over the gap between two rails. As this is an electrified line (see the far rail) the two rails on which the wheel run (the shiny ones) are joined together by two thick cables. This is done to make sure of a low resistance electrical connection

Laying welded rails: these have to be pre-stressed (stretched) so that as the temperature rises and the metal expands the expansion does not exceed the original stretching. If it does then the rail buckles and an accident is likely

iii. Expansion joints in concrete roads.

iv. Expansion gaps in steel bridges, and reinforced concrete.

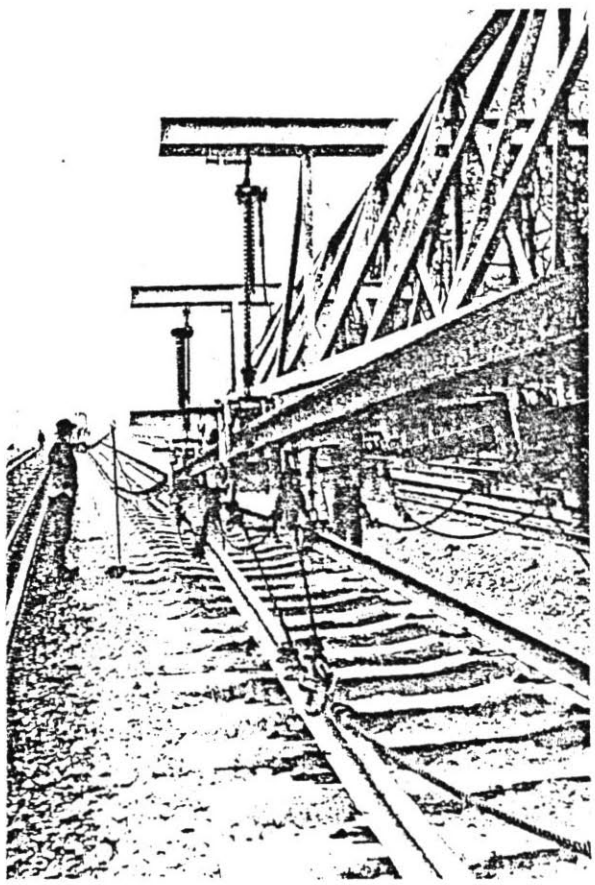
v. Bimetallic strips and temperature measurement and control.

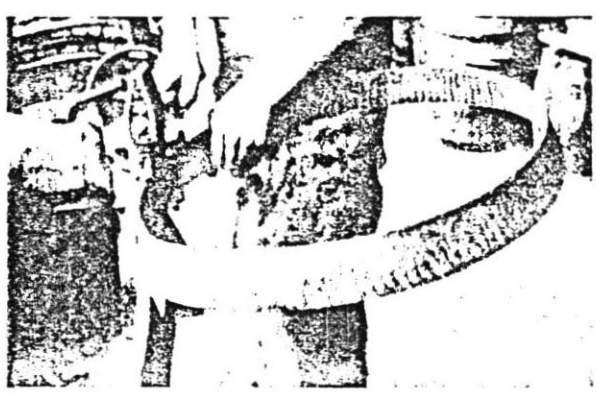
vi. Mercury thermometers.

vii. Barrel hoops are heated before fixing.

viii. The starter ring gear is shrunk on to car flywheels.

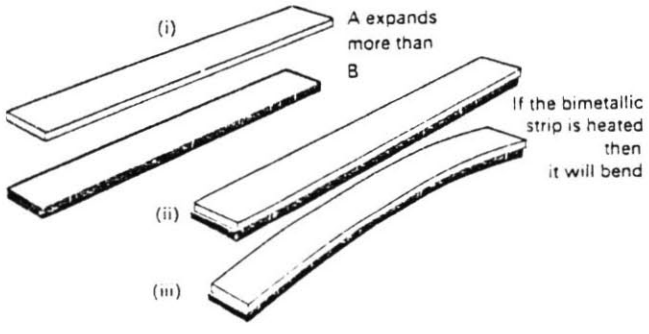
Most temperature devices are based upon expansion of metals. The mercury thermometer is such a device. Another is the use of a bimetallic strip. This is a





The metal bands that hold together the staves of the barrel are heated before they are hammered into position. On cooling the bands contract and pull together very tightly the wooden staves. In this way the barrel is made water tight

particularly useful device because it forms the basis of a number of thermostats, such as are used for controlling the heat of an oven or the coldness of a refrigerator. The bimetallic strip consists of two metals with different coefficients of expansion* welded or rivetted together. If such a unit is heated one metal will expand more than the other and the unit will bend. In so doing the metal which expands the most will be on the outside of the curve. Such a bending can be used to break or to make electrical contacts, or it can be used to control the gas glow by altering a small valve. Most central heating is controlled by means of these metallic strips. Is there a thermostat in your classroom?



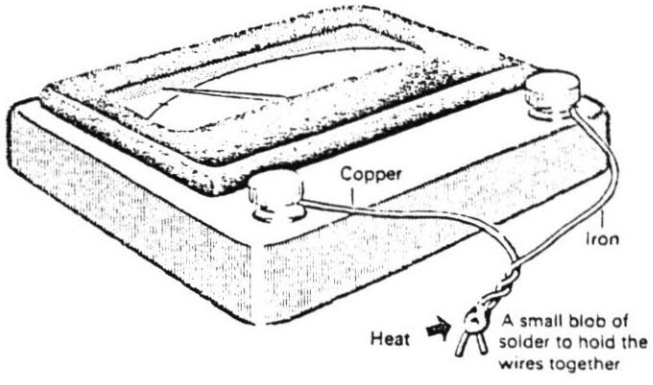
Bimetallic strip. All thicknesses and amounts of bending are exaggerated

In practice both A and B are alloys of nickel; B is usually an alloy called invar which expands very little indeed when it is heated.

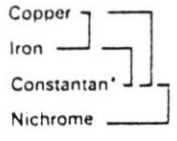
4.12 Thermo-electrical effects—a gas-powered TV set?

If two different pieces of wire, for example copper and iron, are twisted together at one end, the separate ends joined to a sensitive milliammeter (instrument for measuring an electric current), and then the twisted join is heated, an electrical current will be generated which will deflect the milliammeter. Such a device is known as a thermocouple and can be used to measure temperatures. Like the bimetallic strip it can also be used as a temperature controller. The generation of electricity in this way is known as the Seebeck or thermo-electric effect and the magnitude of the voltage depends upon the metals which have formed the junction and the temperature of the junction. An attempt has been made to run a radio set by plugging into the gas tap; a gas flame heats a number of junctions which produce an electric current sufficient to run the set. Given enough junctions, it should be possible to power a TV set.

This should be a low-resistance milliammeter or microammeter



Pair of wires which can be used:



Using a 0–3-mA (3-Ω movement) meter recovered from Government surplus material, 3 mA can easily be obtained if a junction of Nichrome/constantan is gently heated with a match. This means that something in excess of 9 mV is produced; if the meter resistance was of the order of 30 Ω the current would be only 0·3 mA, so if your readings are low it is most likely due to the resistance of the meter.

The coefficient of expansion can be used to calculate the amount by which a substance expands when it is heated: the bigger the coefficient, the more the substance will expand (all other factors being equal).

**Eureka, 60 Cu 40 Ni*

BIJLAGE I 3

5 The chemical properties of metals

Bron: Metals
Macdonald Educational
A Unit for Teachers
5/13, blz. 16.

5.1 What is meant by chemical properties

By chemical properties we mean those properties which result from interactions between substances in which new substances are produced. Thus the rusting of iron is a chemical reaction and the liability of iron to rust is a chemical property. The investigation of the chemical properties of anything is largely the province of Stage 3 learning but there is *no reason why* chemical reactions *which go on around us cannot be observed, even if they cannot be satisfactorily explained.*

5.2 The rusting of iron: why painting the Forth Bridge is an endless job

This is a phenomenon which is so familiar that it could quite well pass without comment. Actually the reactions which take place are very complicated, but it is quite easy to investigate the conditions under which iron rusts. In a similar way the methods of stopping rust from forming can also be easily investigated.

The factors controlling rusting are:

i. The presence of water on the iron.

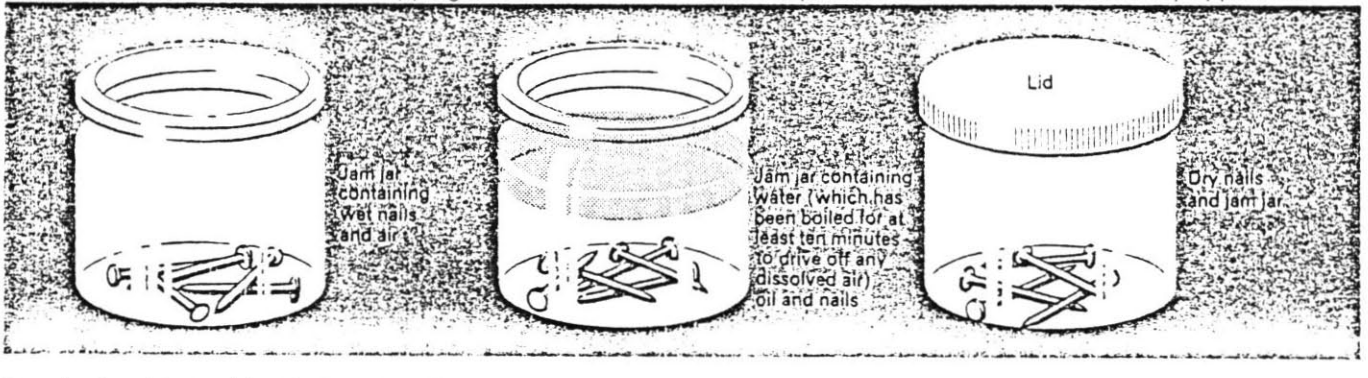
ii. The presence of oxygen in contact with the water and iron.

iii. Impurities in the iron.

iv. Impurities in the water or oxygen, eg acid fumes dissolved in rain, or the action of sea spray.

Factors i and ii are the important ones over which we have the most control and the importance of water and oxygen or, as the children know them, water and air, can easily be demonstrated by excluding one and not the other and showing that rusting does not then take place.

Commonplace jam jars and ice-cream cartons can be used in place of the more usual laboratory apparatus.

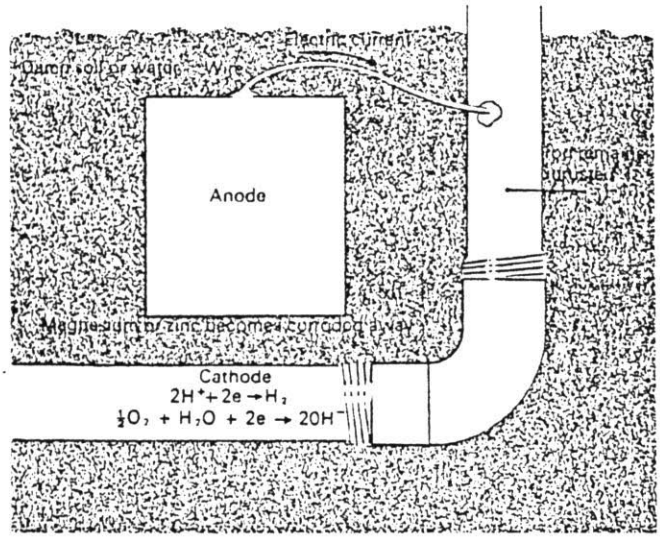


Determination of the conditions for the rusting of iron

16

5.3 Protection of metal against corrosion

It has already been mentioned that the rusting of iron is a complicated process. It is one which involves the transfer of electrons from one substance to another. In other words, it has something to do with electricity and we can use electricity to protect metals against corrosion. Such a protection is known as cathodic protection and has been used very considerably in the past few years. Gas pipe lines, ships and bridges and ironwork of all kinds have been protected by joining the metal to a large plate made of zinc or magnesium either immersed in the water or in the ground next to the iron.



The cathodic protection of iron

What happens is that an electric current is set up because we have an electric cell. The magnesium or zinc dissolves away and the electric current which flows through the wire connecting the magnesium or zinc plate to the iron protects the iron from rusting.

Sometimes a dc source of electricity supplies the protection current; in this case the anode is made of graphite and is not used up.

Natural gas pipe-lines are protected from corrosion by special paints and wrappings and by connecting the steel pipe by a wire to an anode which is buried in the ground close by. Corrosion takes place at the anode not at any gap that might occur in the paint layer

Protecting iron or steel from rusting, or how we save millions of pounds

i. Painting.

ii. Coating with another metal, eg tin, zinc, nickel or copper.

iii. Greasing or oiling.

iv. Keeping the iron permanently dry.

v. Cathodic protection.

The plating of one metal with another has frequently been used not only for decoration but also to protect the base metal. Chromium plating of a car bumper is sometimes only $\frac{1}{10000}$ in ($\frac{1}{10000}$ cm) thick and is used to protect the bright nickel plating which in turn was plated on top of copper which was plated on the mild steel. Copper provides a smooth surface by filling in the cracks on the mild steel surface; the bright nickel forms a shiny surface and the chromium protects the nickel. Only a thin layer of chromium is used because a thick film is so stressed that it is likely to peel off.

Galvanised iron is mild steel sheeting coated with zinc by dipping it into a bath of molten zinc. This layer protects the iron in two ways:

i. Mechanically by acting as a barrier to both air and water.

BIJLAGE I 3

ii. Electrochemically by providing a metallic layer which is corroded away leaving the iron unaffected provided that there is some zinc left.

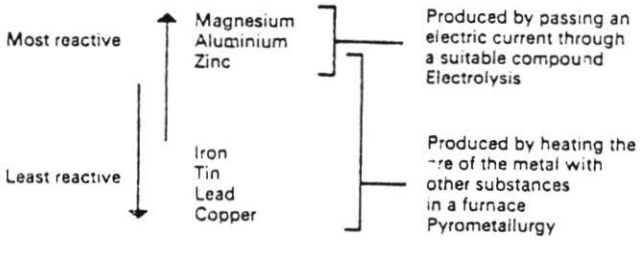
Corrosion of the iron does not take place until all the zinc has disappeared.

Another example of protective plating found in common use is tin plating. Mild steel coated with tin is used for making tin cans needed in the food industry because the tin coating protects the mild steel from rusting and is not attacked to any extent by food. Even if the tin is slightly attacked the products are non-poisonous, unlike those from zinc plating.

The main snag with using tin as a protective coating is that tin is below iron in the reactivity series and if iron and tin in contact with each other are subjected to corrosion, the *iron* is preferentially attacked. This means that if a scratch is made in tin plate the iron revealed by the scratch will be liable to rust.

5.4 The reactivity series of metals: a pecking order for metals

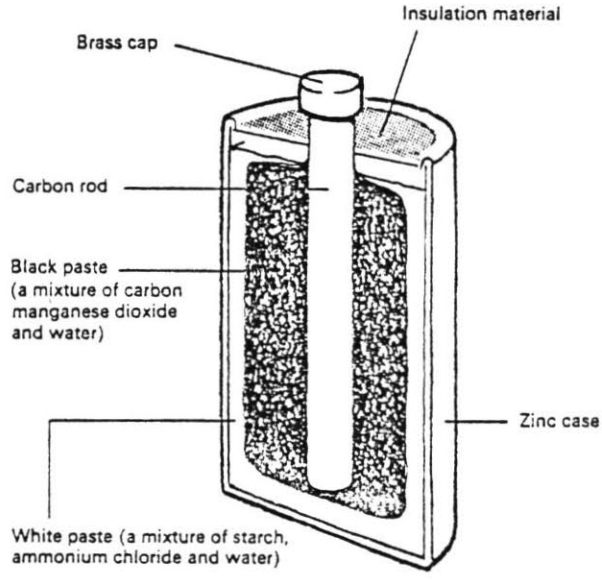
Metals can be arranged in an order in which the most chemically energetic (reactive) metals are at the top of the list and the least reactive metals are at the bottom. Such a list is called a reactivity series. Metals high in the list will displace from compounds metals which are low in the order, eg copper metal is precipitated from a solution of copper sulphate by any of the metals in the table although the higher the metal is, the more vigorous the reaction will be.



Pyrometallurgy is a process for producing metals in which the metallic ore is heated, often with other substances, in a furnace.

Electrolysis is the process of splitting up a substance by passing an electric current through it.

5.5 The use of metals to produce electricity



Cross-section of a dry battery

If a dry battery is examined it will be found that the material underneath the cardboard tube is a metal.

That this metal is somehow involved in the production of electricity can easily be shown if the battery is deliberately shorted and left for several days. The metal will have dissolved in a number of places and the

interior paste will have oozed out. The metal is zinc and electricity is produced as a result of its reaction with the semi-liquid paste.

When two different metals not in contact with each other are dipped into an acid or a salt solution a voltage is set up between them. This voltage varies according to the metals chosen and the theoretical determination of its values need not concern us. However, it is useful to show that this is a common property of metals and is not confined to zinc. The fact that metals have this property is made use of in explaining and preventing metal corrosion. As we have said rusting is really a very complicated phenomenon. That is why satisfactory explanations can only be attempted at a very much higher level than we are studying at present. If electrical cells are made up of two metals then the greatest voltage will be obtained from metals which are the furthest apart in the reactivity series. A table of voltages of pairs of metals is given as follows:

Zinc		Copper	1·1 V
Zinc		Aluminium	0·5 V
Zinc		Iron	0·3 V
Zinc		Lead	0·6 V
Iron		Aluminium	0·8 V
Iron		Copper	0·8 V
Iron		Lead	0·3 V
Aluminium	(only if the aluminium is	Copper	1·6 V
Aluminium	chemically clean)	Lead	1·1 V
Copper		Lead	0·4 V

5.6 Do metals burn? The oxidation of metals

The word oxidation is a scientific term which has definite meanings but for us it need only mean the reaction of a metal with oxygen. Most metals if they are heated strongly enough interact (or combine) with the oxygen in the air to form a substance called an oxide. We are concerned with oxidation because the oxides which are formed often have properties which are very much less satisfactory than those of the original metal. In the rusting of iron, the iron corrodes to form a powder which crumbles away and in the end the structure collapses; with aluminium, the metal is covered with a layer of oxide but this layer is firmly adherent and protects the rest of the metal from further attack.

In everyday life there are a number of experiences which illustrate the oxidation of metals:

i. The fireworks called sparklers contain steel dust which produces the well-known sparks. These are due to the oxidation of the steel particles to form iron oxide. As the oxidation takes place heat is given out to make the particles white hot.

ii. The striking of the lighter flint is due to the fact that when we rotate the wheel against the flint very fine particles of metal are produced. These very fine particles react with the oxygen in the air producing heat. The metal is oxidised.

iii. Photographic flash bulbs produce their light because a reaction takes place between the thin metal foil (which is usually a metal called zirconium) and the oxygen in the photographic bulb.

iv. In fire grates the fire bars slowly oxidise because they become red hot and the iron in such a state reacts with the oxygen in the air. Iron oxide is formed.

v. When a polished metal poker, usually made of steel, is left in the fire it becomes coated with a black oxide layer of iron oxide.

vi. The blueing of a motor-cycle exhaust is due to the oxidation of the metal exhaust system.

vii. A milk bottle top, if it is put into a fire, changes from a piece of shiny metallic foil to a grey dust. This dust is aluminium oxide and has been formed because the aluminium has combined with the oxygen in the air.

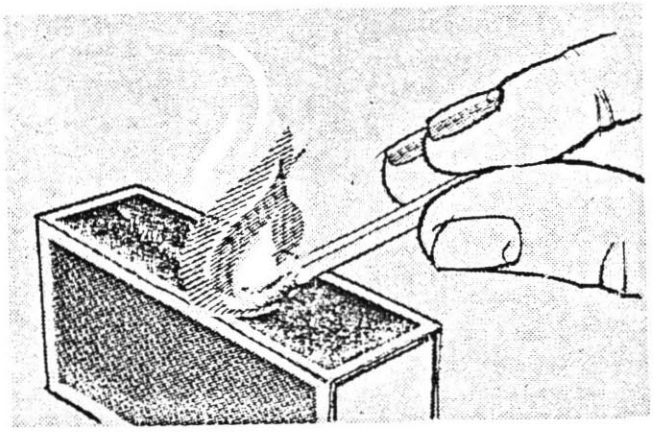
viii. A toothpaste tube will burn in the fire forming either a yellow residue of tin and lead oxides or a grey residue of aluminium oxide.

ix. If a bright penny made of a copper alloy is accidentally dropped in the fire it will turn black. Once again this is due to the formation of an oxide, in this case black copper oxide.

BIJLAGE I 3

x. Bright copper or brass slowly turns black on contact with the air; where air is excluded, for example with Sellotape, the metal remains bright.

Thus it can be seen that the oxidation of metals is not confined to a chemistry laboratory but has a very real experience for us all, because wherever we go oxidation is taking place. It is a common reaction and, as such, it is a subject worthy of study. Now the oxidation of metals is merely one facet of the great subject of oxidation; other substances besides metals are oxidised by the oxygen in the air; by a roundabout way oxidation is the process by which we ourselves obtain energy for our bodies; the oxidation of sugar produces the energy which runs our human machine.



One of the commonest everyday examples of oxidation is the striking of a match. The non-safety type of match has red phosphorus in the match head which spontaneously begins to burn (oxidise) whenever it is rubbed against a rough surface. Safety matches have a small amount of red phosphorus in the striking strip on the match box. The match head contains sulphur which does burn (oxidise) but only when there is a flame to initiate the reaction and a plentiful supply of oxidising agent. Hence the match head hits the striking strip, the oxidation of a small amount of red phosphorus produces a flame which initiates the oxidation of the sulphur; the match burns.

5.7 Acids and metals: fish, chips and acetic acid

It is surprising how many acids we come across in everyday life without being aware of them. The following table gives a few of the common acids:

Acid	Where found
Acetic	Vinegar
Ascorbic	Fruit
Amino-acids	Proteins
Butyric	Perspiration
Carbolic	Disinfectants
Carbonic	Soda water
Citric	Lemons, 'fizzy' salts
Lactic	Sour milk, cheese
Linolenic	Linseed oil
Malic	Apples
Oxalic	Sorrel
Sulphuric	Accumulators
Tannic	Tea
Tartaric	Grapes, 'fizzy' salts

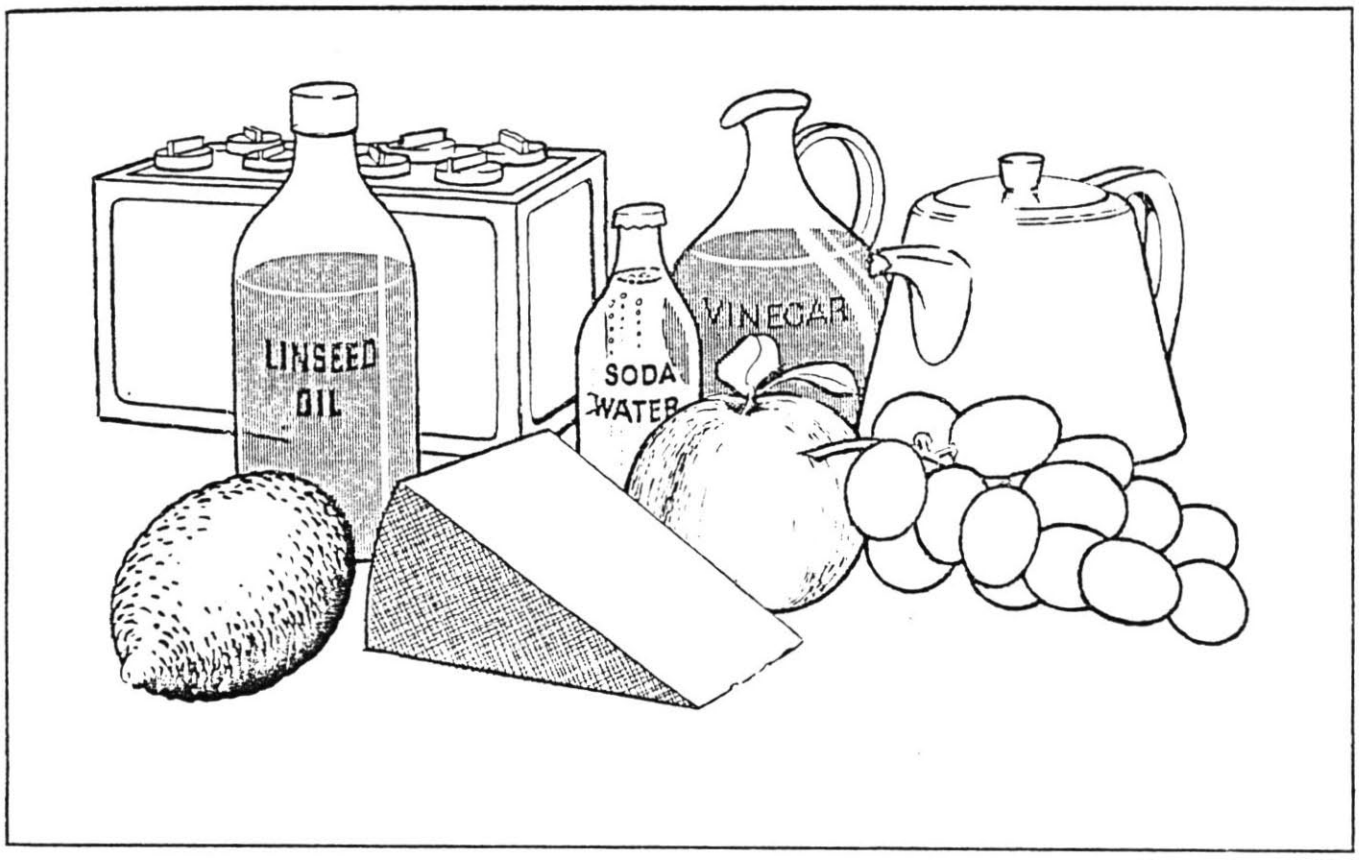
Like oxidation the word acid has a precise meaning but as far as we are concerned we can say that an acid has the following properties:

i. It contains hydrogen which can be replaced by a metal. It will therefore probably react with or corrode a number of metals.

ii. It usually has an effect on certain coloured substances (indicators) changing their colours, eg litmus changes from blue to red.

All acids contain hydrogen; but the possibility of releasing this hydrogen varies from acid to acid. Some acids readily part with their hydrogen when a suitable metal or metallic oxide is added, other acids hold on to their hydrogen rather tenaciously. Chemists grade acids according to their willingness to part with hydrogen; those acids which give up their hydrogen most readily are said to be strong acids, while acids which hold on to their hydrogen are termed weak acids.

BIJLAGE I 3



Now the rate at which hydrogen may be displaced from an acid by a metal depends on such factors as:

i. Temperature.

ii. The metal involved.

iii. The concentration of the acid.

iv. The acid itself: whether it is weak or strong.

v. The surface area of the metal, for example powdered metals react far more quickly than metals in the form of lumps.

When an acid reacts with a metal the products are likely to be hydrogen and a substance called a salt.

The word salt in common life means common salt which we use on our food but the scientist uses the term far more widely. To him a salt is a substance which is formed as a result of replacing the hydrogen in an acid by means of a metal, and substances such as washing soda, bicarbonate of soda and epsom salts are salts.

We have seen that metals are liable to be attacked by acids and that acids are pretty common in everyday life. If that is so then, if we wish to avoid them interacting, we must, as far as possible, keep the two separate; avoid cooking an acid material, such as rhubarb, in an aluminium saucepan, or wearing for any length of time an unvarnished copper ornament.

KOPER

Uit: Archimedes
1979/1980, 3

°°Het element komt in de natuur zowel in vrije (gedegen koper) als in gebonden vorm voor (fig. 1).
Koper is een helder rood, zeer rekbaar, pletbaar en buigzaam metaal en na zilver de beste geleider voor warmte en elektriciteit.
Als elektriciteitsdraad wordt het daarom zeer veel toegepast, ook vanwege zijn moeilijke aantastbaarheid door de buitenlucht.

De geschiedenis van koper

Welk metaal in de loop der geschiedenis als eerste door mensen werd gebruikt, is niet bekend. Sommigen beweren dat het goud was, omdat dat door zijn opvallend uiterlijk makkelijk in rivierbeddingen gevonden kon worden. Daar was het in de vorm van klompjes aanwezig. Anderen menen daarentegen dat koper als eerste toegepast werd omdat dat aanwezig was in de steden waar de eerste smeden werkzaam waren. Vast staat echter dat koper het eerste metaal was dat door de mensen op grote schaal gebruikt werd om allerlei werktuigen en wapens te maken. Het tijdvak in de geschiedenis waarin koper in het Nabije Oosten hoofdzakelijk gebruikt werd liep van circa 6 000 v. Chr. tot circa 3 000 v. Chr.
Waarschijnlijk is koper ongeveer 12 000 jaar geleden ontdekt in Koerdistan, in het noorden van Irak. Uit deze streek is ook het oudst bekende koperen voorwerp afkomstig, namelijk een hanger uit Shanidar van 9 500 v. Chr. (fig. 2).
In het Nabije Oosten, bijv. in het huidige Irak, Iran, Syrië, de Sinaï-woestijn en het Turkse Anatolië kwamen vele aders met koper en koperertsen voor. De aanwezige kopermineralen waren o.a.
cupriet (Cu_2O)
melanochaleiet (mengsel van koperertsen)
azuriet ($Cu_3(CO_3)_2(OH)_2$)
malachiet ($Cu_2CO_3(OH)_2$)
koperglans (Cu_2S)
chalcopyriet ($CuFeS_2$)

Fig. 1*a*. Dendritisch koper.

Fig. 1*b*. Oktaëders van cupriet (Cu_2O).

In fig. 1 zijn een aantal kristallen te zien.

Fig. 1*c*. Chalcopyriet ($CuFeS_2$). Chalcopyriet is een koperijzersulfide. Hier zien we kristallen van chalcopyriet en kwarts.

Fig. 1*d*. Malachiet ($Cu_2CO_3(OH)_2$).

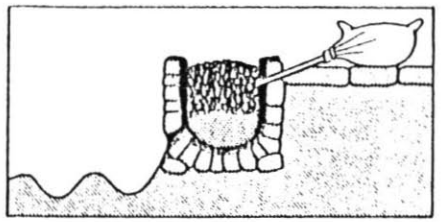
Hoe men koper ontdekt heeft, weten we niet. Archeologen vermoeden dat mensen uit het stenen tijdperk bij het zoeken naar bruikbare stenen stukken gedegen koper tegengekomen zijn. Gedegen koper heeft een opvallende groene kleur door de aanwezigheid van een laagje malachiet. Bij het slaan op zo'n 'steen' zagen ze dat er geen schilfers afsprongen, zoals bij gewone stenen, maar dat er een kras kwam in de groene laag. Het onderliggende materiaal bleek bovendien een andere kleur te hebben, namelijk roodbruin. Bij verdere behandeling met een stenen hamer kon men ten slotte de 'steen' een hele andere vorm geven. Werktuigmakers zijn toen bewust koper gaan zoeken en dit gaan bewerken.

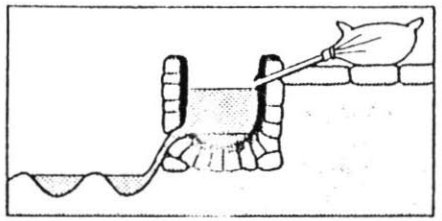
Fig. 2. Hanger uit Shanidar, Irak, circa 9 500 v. Chr.

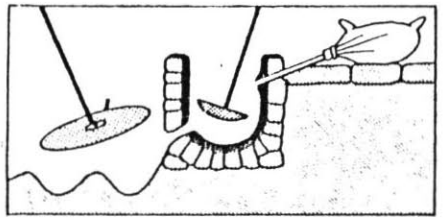
Vanaf 6 000 v. Chr. is er in het Midden-Oosten een uitgebreide handel in koper en koperen voorwerpen ontstaan. Pas rond 4 000 v. Chr. is ontdekt dat koper aan ertsen onttrokken kon worden. Deze vondst lijkt logisch maar er moet op gewezen worden dat er ogenschijnlijk helemaal geen verband tussen koper en koperertsen bestaat. Bovendien is voor het smelten van koper een temperatuur van 1000°C nodig. Met een houtskoolvuur kan er maximaal een temperatuur van 700°C bereikt worden en dan moet er nog extra lucht toegevoerd worden. Archeologen nemen daarom aan dat de reductie van koperertsen tot koper ontdekt is door pottenbakkers. Zij gebruikten soms koperoxyden om aan hun produkten een blauwe of groene kleur te geven. In hun ovens kunnen zij, na het bakken, sporen van koper gevonden hebben omdat daar de volgende processen plaats konden vinden:

$CuO(s) + C(s) \rightarrow Cu(s) + CO(g)$
$CuO(s) + CO(g) \rightarrow Cu(s) + CO_2(g)$

Verder onderzoek heeft ten slotte het smeltproces opgeleverd.
Van nu af aan beschikte men over grote hoeveelheden koper. De pottenbakkersovens werden later vervangen door andere ovens. In fig. 3 staat een oven die, na het maken van blaaspijpen en de uitvinding van de blaasbalg, ontwikkeld is in Egypte.







Een revolutionaire oven

De sleutel voor het succes van een koper-smelt operatie is de oven. Men gelooft dat de Egyptenaren omstreeks 1 200 v. Chr. het hoog ontwikkelde type hiernaast gebruikt hebben om rijke koperertslagen in de Negev Woestijn te ontginnen.

De oven, gebouwd van stenen en bekleed met klei, werd aan de rand van een laagte in de grond geplaatst. Aan de achterzijde blies een blaasbalg van geitehuid er door een kanaal lucht in; men mengde er malachieterts in met houtskool.

Als de hitte van de oven 1000°C bereikte, kwam het gesmolten koper op de bodem en bleef de lichtere slak boven. Door de stop uit het gat voorin de oven te halen konden de smeden de slakken afvoeren terwijl het koper achterbleef.

Als alle slakkenafval in een ringvormige greppel was gestroomd, die speciaal daarvoor was gegraven, liet men het afkoelen en werd het met een haak verwijderd. Het verharde koper werd met een lange staaf van de bodem van de oven getild.

De tegenwoordige koperwinning

Het Midden-Oosten is wat koperwinning betreft tegenwoordig van weinig belang meer. In fig. 4 staan de belangrijkste koperleveranciers in de wereld. Uit de verschillende koermineralen wordt op diverse manieren koper gewonnen. Gaat men uit van oxyden dan is reductie met koolstof voldoende, bijv.

$$Cu_2O(s) + C(s) \rightarrow 2\ Cu(s) + CO\ (g)$$

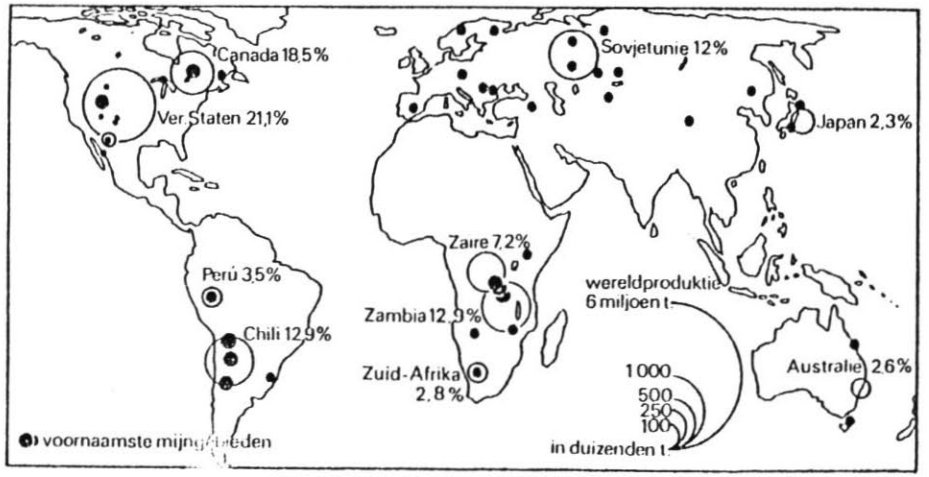
Worden daarentegen sulfiden gebruikt dan moeten deze eerst omgezet worden in een oxyde via het zogenaamde *roosten*. Roosten is verhitten in aanwezigheid van overmaat lucht. Reactievergelijking:

$$2\ CuS(s) + 3\ O_2(g) \rightarrow 2\ CuO(s) + SO_2(g)$$

Daarna kan met koolstof het CuO weer gereduceerd worden tot koper. Het op deze manier verkregen ruw koper wordt ten slotte langs elektrolytische weg gezuiverd.

In elektrolysebakken, die gevuld zijn met verdund zwavelzuur en kopersulfaat, dompelt men ruw koper en verbindt dit met de positieve pool van een gelijkstroominstallatie. Het ruwe koper gaat in oplossing en op de negatieve elektrode slaat bij gebruik van een lage spanning zuiver koper neer (zie fig. 5).

Fig. 4. Winning van koper.



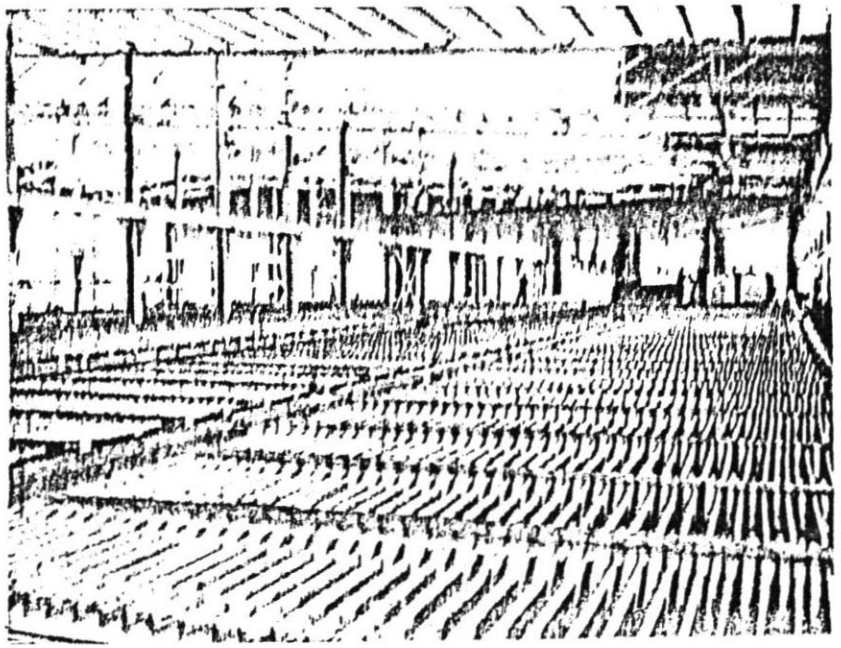
Koperlegeringen

Reeds snel na de ontdekking van koper zijn smeden het metaal gaan mengen met andere elementen. Hieraan liggen twee belangrijke redenen ten grondslag.

De eerste is dat men zuiver koper moeilijk kan gieten (er vormen zich belletjes die het eindprodukt verzwakken).

De tweede is dat er geen zuivere koperertsen voorkomen. Koperertsen bevatten altijd in wisselende hoeveelheden arseen, antimoon, bismuth, ijzer, lood, nikkel, zink, tin enz. Uitgaande van verschillende ertsen verkregen de smeden daarom wisselende eindprodukten met betere (of slechtere) eigenschappen. Kleine hoeveelheden bismuth bijv. maken koper bros en

Fig. 5. Elektrolytische bereiding van zuiver koper. Lange rijen elektrolysebakken, waarin afwisselend de platen ruw koper en zuiver koper hangen.



grote hoeveelheden lood maken het zacht.
De eerste koperlegeringen in het Midden-Oosten bevatten allemaal arseen omdat alle kopererts en in het Midden-Oosten dat bevatten. Het gaf bovendien een goed eindprodukt. Arseen vermindert namelijk de adsorptie van gassen.
Nadat de giftige arseendampen verschillende slachtoffers geëist hadden is men arseen gaan vervangen door tin. Deze wijziging was zeer succesvol. De legering van tin en koper (brons) verdrong het gebruik van zuiver koper praktisch volledig. Vanaf 3 000 v. Chr. spreken we dan ook over het Bronzen tijdvak.
Een andere koperlegering is geelkoper of messing, een mengsel van roodkoper en zink.
Ook goud kan met koper gemengd zijn. Het gele goud krijgt daardoor een rodere kleur.
Nieuw zilver is ook een legering met koper. Naast koper zijn verder nikkel en zink aanwezig. De naam 'nieuw zilver' slaat dus alleen op het uiterlijk.
Tabel 1 geeft de samenstelling van een aantal koperlegeringen.

Chemische eigenschappen
Koper is een vrij bestendig metaal. In droge lucht gebeurt er niets met koper. In vochtige lucht ontstaat een laagje basisch koper carbonaat (malachiet) hetgeen het onderliggende koper tegen verdere aantasting beschermt. Koperen daken van bijv. kerken zijn daarom altijd groen.
De reactievergelijking staat in tabel 2 bij *a*.
Bij verwarming van koper vormt zich eerst zwart koper(II)oxyde (vergelijking *b*). Koperen pitten van een gasfornuis moeten daarom van tijd tot tijd gepoetst worden om dit zwarte koper(II)oxyde te verwijderen. Je kunt hier ook zoutzuur voor gebruiken (oppassen dat dit niet op het fornuis terechtkomt!). Zoutzuur reageert wel met koperoxyde (vergelijking *c*), maar niet met koper. Alleen de oxyderende zuren salpeterzuur en geconcentreerd zwavelzuur reageren met koper, waarbij dit in oplossing gaat (vergelijkingen *d*, *e* en *f*). Ook in ammonia kan koper oplossen, maar dan moet de ammonia wel goed belucht zijn (vergelijking *g*). Andere stoffen waarmee koper kan reageren zijn de halogenen en zwavel. In een volgend artikel gaan we met koper wat proefjes bekijken, die je zelf kunt uitvoeren.

Tabel 1

brons	90% Cu	10% Sn	
messing	55–70% Cu	30–45% Zn	
nieuw zilver	45–70% Cu	5–30% Ni	8–45% Zn
constantaan	54% Cu	45% Ni	1% Mn
manganien	84% Cu	4% Ni	12% Mn

Tabel 2 Reactievergelijkingen

a $2\,Cu(s) + O_2(g) + H_2O(l) + CO_2(g) \rightarrow Cu_2CO_3(OH)_2(s)$

b $2\,Cu(s) + O_2(g) \rightarrow 2\,CuO(s)$

c $CuO(s) + 2\,H_3O^+(aq) + 2\,Cl^-(aq) \rightarrow Cu^{2+}(aq) + 2\,Cl^-(aq) + 3\,H_2O(l)$

d gec HNO_3 + Cu

$Cu(s) + 4\,H^+(aq) + 4\,NO_3^-(aq) \rightarrow Cu^{2+}(aq) + 2\,NO_3^-(aq) + 2\,H_2O(l) + 2\,NO_2(g)$

e verdund HNO_3 + Cu

$3\,Cu(s) + 8\,H^+(aq) + 8\,NO_3^-(aq) \rightarrow 3\,Cu^{2+}(aq) + 6\,NO_3^- + 2\,NO(g) + 4\,H_2O(l)$

f geconcentreerd warm H_2SO_4 + Cu

$Cu(s) + 4\,H^+(aq) + 2\,SO_4^{2-}(aq) \rightarrow Cu^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq) + SO_2(g) + 2\,H_2O(l)$

g $2\,Cu(s) + 8\,NH_3(aq) + O_2(aq) + 2H_2O(l) \rightarrow 2\,Cu(NH_3)_4^{2+}(aq) + 4\,OH^-(aq)$

PROEVEN MET KOPER

°°In het artikel over koper heb je kunnen lezen dat koper chemisch erg bestendig is. Vandaar dat proeven met koper alleen uitgevoerd kunnen worden met zeer reactieve en dus meestal gevaarlijke stoffen. De nodige voorzichtigheid moet zodoende steeds in acht genomen worden. Doe de proeven bij voorkeur onder leiding.

Koperoxyde maken
Verhit een beetje koperpoeder. Er ontstaat aan het oppervlak een zwarte aanslag. Dit is koper(II)oxyde. Gebruik je een koperen cent dan kun je de zwarte laag eraf krabben. Onder de zwarte laag ontdek je een rode laag van koper(I)-oxyde.

Koper oplossen in ammonia
Belucht een kleine hoeveelheid huishoudammonia door hier een tijdje doorheen te blazen.
Niet zuigen want dan krijg je giftige ammoniakdamp binnen! Voeg er vervolgens een beetje koperpoeder aan toe en laat het geheel een tijdje staan. Na enige minuten wordt de eerst kleurloze vloeistof diepblauw. Je kunt ook de opstelling uit fig. 1 gebruiken. Het beste is om in het glazen potje koperpoeder en ammonia te doen en met een pompje er lucht doorheen te zuigen. Vrij snel wordt de vloeistof nu diepblauw. De zuurstof oxydeert koper waarbij koper(II)ionen ontstaan. Deze reageren met de ammoniakmolekulen tot de diepblauwe diamminekoper(II)-ionen.

Etsen van koper
Beplak een plaatje koper met pleisters of plakband en laat de plaatsen, waar je aantasting wenst, open. Je kunt natuurlijk ook het hele plaatje beplakken en uit de bedekking een bepaalde figuur snijden. Deze figuur moet in het koper zichtbaar worden. Leg het plaatje daarom in een bakje met geconcentreerd salpeterzuur. Waar het koper in contact komt met het zuur, wordt het weggevreten. Spoel na enige tijd het plaatje goed af onder de kraan en verwijder de bedekking. Je getekende figuur is nu in het plaatje geëtst.
Geconcentreerd salpeterzuur is een erg agressieve stof. Bovendien komen er bij de reactie tussen koper en geconcentreerd salpeterzuur giftige gassen vrij. **Je kunt het beste hier zelf maar niet mee gaan werken.** Vraag daarom aan je docent scheikunde of hij je gemaakte plaatje in geconcentreerd salpeterzuur wil leggen.

In plaats van te etsen met geconcentreerd salpeterzuur kun je ook een ijzer(III)chloride-oplossing gebruiken. Deze manier van etsen kun je wel thuis uitvoeren. Daarbij verloopt de volgende reactie:

$Cu(s) + 2\,Fe^{3+}(aq) \rightarrow Cu^{2+}(aq) + 2\,Fe^{2+}(aq)$

Koper wordt dus opgelost. Het grote voordeel is dat de ijzer(III)chloride oplossing niet gevaarlijk is en er geen giftige gassen vrijkomen.
De reactievergelijkingen van alle andere proeven kun je in het artikel over koper vinden.

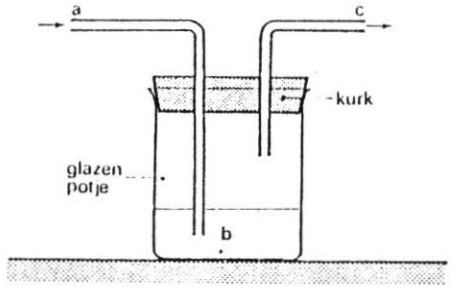


Fig. 1. a = luchttoevoer
b = geconcentreerde ammonia + koperpoeder
c = afvoer lucht (zuigen met pompje)

Bron: Vraagboek 6e jaargang
nr. 3 pag. 20
Uitgave: Stichting Tool

techniek

SMEDEN, HARDEN EN AANSLIJPEN VAN EENVOUDIGE WERKTUIGEN VOOR AMBACHTEN.

In de briefwisseling met ontwikkelingswerkers worden herhaaldelijk vragen gesteld over de fabrikatie, het harden en het slijpen van gereedschappen voor de ambachtelijke bewerking van ivoor, been, hout en dergelijke. Wij menen dan ook dat dit onderwerp voor ruimere verspreiding vatbaar is.

De grondstof

Voor de ambachtelijke bewerking van been, ivoor, hout, enz. worden meestal beitels en stiften gebruikt uit koolstofstaal. Indien men de keuze heeft zal men dàt ruwstalen profiel kiezen dat het dichtst bij de uiteindelijke vorm en volume ligt van het te maken gereedschap (vierkant, rechthoekig, halfrond, enz.). Alle invoerders van ijzer- en staalsoorten beschikken normaal over de vereiste kwaliteit van staal, die 0.7 à 1.1% koolstof bevat, en die voor allerlei doeleinden in de gereedschapsbouw gebruikt wordt.

Als vervangingsstalen kan men eventueel en met sukses zoeken in het schroot van vrachtwagens, autobussen en landbouwwerktuigen, waarin gelijkaardige staalkwaliteiten verwerkt zitten. Ook versleten en gebroken metaalvijlen kunnen hiervoor gebruikt worden.

Het smeden

De staalsoorten in de handel, worden in uitgegloeide toestand geleverd (état recuit doux - soft annealed) terwijl men deze, die uit het schroot gerekupereerd worden, zelf eerst moet uitgloeien. Hiervoor zal men ze gedurende 1 à 3 uur (al naar gelang de dikte) tussen 900 en 920° C verwarmen, met in achtname dat er

geen lucht langs het metaal kan strijken. Daarna laat men ze langzaam afkoelen tot omgevingstemperatuur, liefst in de oven, en indien dit niet mogelijk is, in droog zand, kalk of houtskoolpoeder.

Vertrekkende van het uitgegloeide materiaal (nieuw of herbruikt) zal men voor het smeden (dit is plastisch vervormen), volgende grondregels in acht nemen:

- Gezien wij met een koolstofstaal te doen hebben, moeten wij er rekening mee houden dat de beide komponenten (ijzer en koolstof) zich bij lagere temperaturen graag verbinden met de zuurstof uit de lucht, en dat zo het basismateriaal ontaardt (decarbonisatie - oxidatie). Wij zullen dus steeds op onze hoede zijn om dit te vermijden of altans tot een minimum te beperken.
- Teneinde de noodzakelijke vervormingen van het metaal gemakkelijker en spanningsvrij te laten verlopen zullen wij verwarmen tot 900 à 950° C en daarna met de hamer zo vlug mogelijk te smeden tot de vorm die wij nodig hebben. Hierbij is het aangeraden enkel dat gedeelte te verwarmen dat wij gaan vervormen, de gegeven temperatuur niet te overschrijden en tijdig het staal opnieuw te verwarmen voor een volgende vervorming.

De handigheid van de inheemse werkkrachten is over het algemeen ruim voldoende om het smeden van beitels en stiften zonder problemen te laten verlopen.

Nadat het smeedwerk volledig is afgewerkt, laat men de stukken, afgesloten van de lucht, langzaam afkoelen in zand, kalk of houtskoolpoeder.

De warmtebehandeling: harden en aanlaten (hardening en tempering).

De warmtebehandeling van het staal is één van de meest belangrijke werkzaamheden, wil men de juiste eigenschappen en daarmee een optimaal gereedschap bekomen. Het gaat om materiaalhardheid gekoppeld aan voldoende taaiheid.

A. Het harden

Onder harden verstaat men het meerdere keren snel afkoelen van het, op de hardingstemperatuur verkerende, staal (920° C). Het vereist algemeen wat ervaring om voor een gegeven staal en een bepaald gereedschap de juiste handelswijze te vinden. Men moet zich dus niet te vlug ontmoedigd voelen wanneer deze bewerking geen of slechts geringe resultaten oplevert. Vooral dunne beitels zijn,zowel wat het harden en het aanlaten betreft, zeer delikaat.

Zoals gezegd zal men het gereedschap goed doorverwarmen (zonder oververhitting) in een niet-oxyderende warmtebron (vuur, oven, gasvlam) tot 920° C (helrood) en het daarna snel afkoelen in water waaraan 5% NaOH of 8% NaCl (zout) zijn toegevoegd. Voor alle gereedschappen heeft men er baat bij ervoor te zorgen dat de afkoeling energisch (plots) gebeurt. Daartoe kunnen we het gereedschap in de

vloeistof heen en weer bewegen, of de vloeistof in beweging houden.

B. Het aanlaten of temperen.

Onder aanlaten verstaat men het zacht verwarmen van het gehard gereedschap om de inwendige spanningen die de kristallisatie van het ijzer tijdens het harden nalaat, weg te nemen. De aanlaattemperaturen voor de betreffende staalsoort en de bedoelde gereedschappen zijn begrepen tussen 230° tot 300° C.

We wijzen erop dat het afkoelen (van ongeveer 300° tot omgevingstemperatuur) zo langzaam mogelijk moet gebeuren door het in een oliebad te dompelen of in zand of kalk te leggen.

Op tabel 1. vindt men voor enkele gereedschappen de aanlaattemperatuur, met de overeenkomstige oxidatiekleur van het metaal, dat op die betreffende temperatuur is (zie ook verder). Als algemene regel kunnen we stellen dat hoe hoger de aanlaattemperatuur is, hoe sterker (taaier) het staal is, maar dit ten koste van de hardheid. Als het gereedschap te plots wordt afgekoeld (te hard is als het ware) ontstaan er gemakkelijk scheurtjes en we spreken van bros materiaal.

Tabel 1.

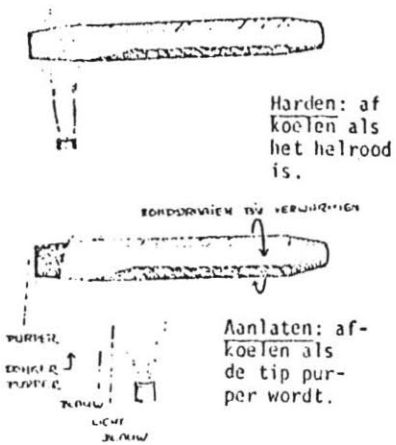
Gereedschap	oxidatiekleur	temperatuur °C
Draaigereedschap	licht strokleur	230
Zware boren	donker strokleur	240
Tappen, dunne mesjes	bruin	250
Bijl en houtbeitels	bruin tot purper	260
Metaalbeitels	purper	270
Veer	donker purper	280
Ander gereedschap	blauw	300

We bevelen aan het harden te kombineren met het aanlaten. We koelen het gereedschap dan snel af (bij het harden) tot slechts ongeveer 300° C, om het dan weg te trekken uit het water en verder traag tot de omgevings temperatuur te laten afkoelen in een oliebad (minerale of vegetale olie). Als het fluiten of bruisen van de stoomvorming rond het gereedschap in kontakt met het water ophoudt, weten we dat het metaal op ongeveer 300° C is. Dit is een oud werkhuistruukje.

We sluiten deze paragraaf af met enkele raadgevingen bij het harden en aanlaten.

1. Het zal voor iedereen duidelijk zijn dat beide bewerkingen moeten geschieden op de juiste temperaturen. Het objektief beoordelen hiervan zonder meetinstrumenten (pyrometer) vereist wat oefening en men zal er voordeel bij hebben dit werk steeds zoveel mogelijk onder dezelfde belichting te laten plaatsvinden. Het is inderdaad zo dat de kleur van het verhitte metaal een aanduiding is voor de temperatuur waarop het zich bevindt. En zo kunnen zon, schaduw of kunstlicht zeer verschillende kleurkontrasten scheppen met de uitstraling van de gereedschappen, waardoor ons oordeel beinvloed kan worden.

Figuur 1.
Harden en aanlaten van een beitel.



Bij het aanlaten zeer langzaam verwarmen, anders verschijnen de oxidekleuren te snel na elkaar, en is de tip donker purper voor je het weet. Als dit gebeurt, opnieuw harden en aanlaten.

2. Misschien is er in de buurt wel een technische school of een ijzerhandelaar die beschikt over een vergelijkende kleurenkaart, om de temperatuurkleuren wat beter te leren kennen. Vraag dan om deze bij het begin te mogen gebruiken. Wij onthouden in elk geval:

Smeden: 920°C (helrood)
Harden: 920°C (helrood)
Aanlaten: 230-300°C (stro - bruin - purper - blauw).

3. Indien men het gekombineerde harden-aanlaten niet toepast zal men er zorg voor dragen het gereedschap na de harding schoon te schuren om de aanlaattemperatuur bij verwarming te kunnen volgen.
4. De schacht en het uiteinde van het gereedschap mogen niet gehard en getemperd worden. Enkel de snede moet deze bewerkingen ondergaan.

In tabel 2. geven we een overzicht van de meest voorkomende fouten bij het harden. Kort worden de gevolgen geschetst en hoe ze verholpen kunnen worden. De fout heeft gewoonlijk het snel breken of scheuren van het gereedschap tot gevolg. Teneinde de juiste oorzaak te beoordelen, geeft de tabel ook het uitzicht van het breukvlak.

Fout	Gevolgen: Hardheid	Breukvlak	Te herstellen door
Gereedschap onvoldoende verwarmd. Hardingstemperatuur te laag.	Gereedschap onvoldoende gehard; zacht.	Gelijkaardig aan dit van een niet geharde breuk.	Uitgloeien en opnieuw harden op de juiste temperatuur.
Gereedschap "over"-verwarmd.	Goede hardheid, maar vervormingen en scheurtjes.	Gelijkaardig aan een steenbreuk.	Uitgloeien, gebeurlijk hersmeden en opnieuw harden.
Gereedschap zeer sterk oververhit.	Goede hardheid; grotere scheurtjes; breuk bij gebruik.	Grove korrel; blinkende breuk.	Onherstelbaar.
Aan de oppervlakte ontkoold gereedschap.	Onvoldoende hardheid; onder de huid is de hardheid goed.	Bij breuk ziet men een duidelijk verschil tussen rand en kern.	De ontkoolde zone op de slijpsteen wegslijpen. Regelmatig koelen.
Te snel en niet tot in de kern verwarmd.	Onregelmatige hardheid.	Onregelmatige korrel.	Uitgloeien en korrekt harden.
Gereedschap te traag afgekoeld.	Onvoldoende hardheid.	Goede korrel slechts in de dunne materiaaldikten.	Uitgloeien en opnieuw, krachtiger harden; vloeistof bewegen.
Gereedschap afgekoeld in een ongeschikte vloeistof (olie, vet, lucht).	Onvoldoende hardheid.	Korrel gelijkaardig aan niet-gehard materiaal.	Uitgloeien en harden in het juiste afkoelmiddel.
Gereedschap te snel afgekoeld.	Goede hardheid, maar scheurtjes en brosheid.	Korrel geeft diepe harding aan.	Brosheid door een verhoogde ontlaattemperatuur verbeteren; of harding hernemen.

Het slijpen

Van zodra de thermische behandeling van het gereedschap beëindigd is, kunnen we overgaan tot het slijpen. Voor de nieuw gemaakte gereedschappen zal men het slijpen in twee bewerkingen doen: het afruwen en in vorm brengen, en het op snede brengen of eigenlijk slijpen.

A. Het afruwen.

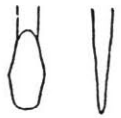
Het afruwen kan men het best met een draaiende afruwsteen (slijpsteen) doen. De optimale hoek is 25°. Men zal erop letten het te slijpen gereedschap niet overmatig te verhitten en het regelmatig af te koelen gedurende het hele proces. Zo men over geen slijpsteen beschikt, kan men het ook stellen met een vlakke zandsteen. Dit vraagt echter meer geduld, gezien er zo minder snel materiaal wordt afgeschuurd.

B. Het op snee brengen.

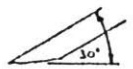
Deze bewerking gebeurt op een natte draaiende slijpsteen ofwel op een vlakke oliesteen (zie volgende paragraaf). De slijphoek is ongeveer 30°. Figuur 2. toont ons het slijpproces in twee fasen van een schroevendraaier; evenals het profiel van enkele soorten beitels.

Figuur 2.

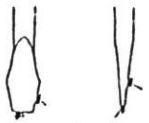
Afruwhoek.



Afruwing.

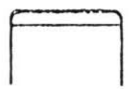


Snedehoek.



Op snede brengen.

Gewone beitel.

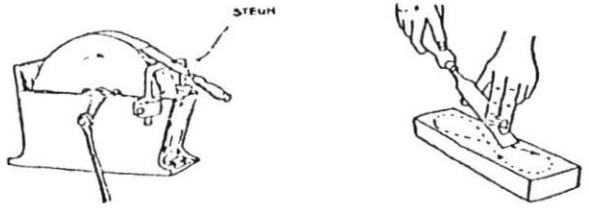


Vlakke beitel.

Jack beitel (profileren).

De slijpsteen

Op figuur 3. is een slijpsteen in zijn trog voorgesteld, zoals we die sinds lang en in veel landen aantreffen. Belangrijk voor het slijpen is dat - in ieder geval bij de tweede fase - de steen permanent nat gehouden wordt. De temperatuur bij het fijnslijpen kan inderdaad lokaal zeer hoog oplopen, zodat de hardingsstruktuur geheel of gedeeltelijk teniet gedaan wordt in de punt van het gereedschap, waar dit juist het meest vereist is.



Figuur 3. Slijpsteen (links) en oliesteen (rechts).

Als de steen niet gebruikt wordt, moeten we hem droog laten staan; dus ofwel het water uit de bak aflaten, ofwel de steen boven het waterpeil stellen.

Over de hele breedte van de steen is een verstelbare gereedschapssteun voorzien. Hierlangs kunnen we het gereedschap geleiden tijdens het slijpen. Dit zal het regelmatig aanslijpen alsook het aanzetten van de juiste snedehoek in belangrijke mate bevorderen.

Het scherpen op een oliesteen (zie figuur 3.) is ook mogelijk. Hiervoor neemt men één of andere vlakke natuursteen (zand-, lei-, granietsteen) die men in een zwaar houtolok inlegt of zacht in een bankschroef vastzet. Enkele druppels smeermiddel bevorderen het vlot en zonder haperen afschuren van het gereedschap. Als smeermiddel kan men elke lichte olie of zelfs petroleum of kerosine gebruiken. Men moet er op letten met het gereedschap een zo groot mogelijke oppervlakte van de steen te bestrijken (best in 8-vorm). De juiste scherphoek vindt men met het afgeronde gereedschap op de afruwhoek te stellen (25^{o}) en het dan zeer lichtjes in de hand naar vóór te brengen (30^{o}).

Ontbramen

Om de snede af te bramen (weghalen van kleine scherpe randen metaal) zal men de rugzijde van de snede enkele malen loodrecht over de oliesteen of de slijpsteen strijken. Ook de zijkanten van de snede worden op dezelfde manier ontbraamd.

Voor holle en geprofileerde beitels zal men voorgaande basisregels aanpassen aan de vorm van de snede. Bij ingewikkelde vormen of moeilijk toegankelijke profielen moet men zich behelpen met aangepaste slijpstenen, die de vorm van het gereedschap zo trouw mogelijk volgen (driehoekig, ronde en halfronde). Zeer fijne sneden zal men (zoals bij scheermesjes) met sukses ontbramen door het enkele malen op een lederen riem of in de handpalm af te wrijven.

FREDERIK BARENDS

Tin is in

Nu de laatste jaren velen zich laten bekoren door de matte, zilverachtige glans van het tin en het meer en meer een gezocht verzamelobject is geworden, lijkt het mij goed ons eens te verdiepen in het materiaal dat zo vroeg al in onze beschaving werd gebruikt.
Reeds de oude Egyptenaren voegden een percentage tin toe aan hun bronsgietsels, waardoor zij het smeltpunt hiervan enige honderden graden konden verlagen en bovendien een beter vloeiende legering kregen.
Ook de Phoeniciërs handelden reeds ijverig in tin dat zij vermoedelijk via handelscontacten met Banka en Malakka verkregen, terwijl de Romeinen hun tin haalden uit mijnen in Frankrijk en het Engelse Cornwall.

In de vroege middeleeuwen was tin het enige materiaal dat door de kerk werd toegestaan naast goud en zilver voor de vervaardiging van liturgisch vaatwerk. Ook pelgrimstekens – kleine plaquettes met heiligenafbeeldingen (een soort badges), die de pelgrims als teken van herkenning op hun kleding droegen – waren van tin, maar het zou nog tot het begin van de achttiende eeuw duren voordat dit zo makkelijk te bewerken materiaal op wat grotere schaal gebruikt zou worden voor de produktie van huishoudelijke voorwerpen.
Toch is tin een uiterst prettig metaal. Het uit tinsteen of cassiteriet gewonnen materiaal heeft een laag smeltpunt, 232° Celsius, en kan eenvoudig in allerlei vormen gegoten worden. Ook leent het zich goed voor het bekleden van de binnenzijde van allerlei koperen potten en pannen, die hierdoor ongevaarlijk worden bij de bereiding van voedsel.
Tinnen huisraad bleek in het gebruik zéér handig. Bier, de drank van het eenvoudige volk, bleef koel in tinnen kruiken maar warme spijzen behielden hun temperatuur in tinnen dekschalen. Bovendien was het nagenoeg smaakloos en vrij goed bestand tegen zuren. Het was alleen niet zo sterk, als het viel had het al snel een fikse deuk, maar bij een ernstige breuk of beschadiging behield het materiaal zijn waarde, want men kon het eenvoudig laten omsmelten tot nieuwe voorwerpen.
Door deze eigenschappen was het dus bij uitstek het materiaal voor het gewone gebruiksgoed. Zoals gezegd, reeds de Egyptenaren kenden uit ervaring de mogelijkheid van het tin om vrij gemakkelijk een legering met andere metalen aan te gaan. Dit opende perspectieven bij de vervaardiging van allerlei bronsgietsels, waarin men soms wel 20% tin verwerkte. Vijzels, klokken, kandelaars, monumentale beelden en later ook kanonnen werden in de late middeleeuwen en de vroege renaissance perfect gegoten met behulp van tin. Werden de eerste grootschalige tinprodukties nog in de oude kloosters gedaan, spoedig groeide in de opkomende steden een nieuw gilde: dat van de kandler of kandelgieszers. In andere streken werden zij ook wel kannenmakers of tingieters genoemd en thans spreekt men algemeen over tinnegieters.
Zoals bekend waren de gilden zeer goed georganiseerd. Dat van Neurenberg (het oudste) wordt al genoemd in 1285 en vanaf de veertiende eeuw kennen we, vooral in de Duitse landen, vele complete gildebepalingen, die naast de bescherming van de vakbroeders en de handhaving van de kwaliteitsnorm ook de merken en de verhouding met de verwante beroepen, zoals dat van de brons- of geelgieters regelden.
Dankzij diezelfde gilden weten we nog het een en ander over de oude methoden van tinvervaardiging. Men werkte aanvankelijk met de 'verloren vorm' (cire perdue), een dunne waslaag opgesloten tussen een kleikern en een kleimantel. Door gloeiende tin in deze vorm te gieten smolt men de was uit en verkreeg men het gewenste produkt. Deze manier van gieten wordt bij de bronsgieter thans nog gehandhaafd, maar voor de beperkte vorm van massaproduktie die de tinnegieters voorstonden had men het voortdurende nadeel van het steeds weer verloren gaan van de vorm. Daarom zon men op een methode om die te bewaren en men vond die door uit te gaan van een houten model van de kan of beker die men wilde gaan vervaardigen. Dit model werd gedrukt in een lage kist, gevuld met aangestampt zand. Door het houten model enige millimeters boven de afdruk te houden, kon men een dunne laag tin tussen het zand en de modelwand gieten. Twee van deze halve gietsels werden daarna tot een geheel gesoldeerd. Op deze manier kon men met één houten model eindeloos voort en deze wijze van fabricage hield dan ook tot het midden van de negentiende eeuw stand.
Pas daarna ontstonden de echte gietvor-

Linksboven:
Een klein kardinaalsbordje, zoals dat in de antiekhandel nog vrij vaak voorkomt

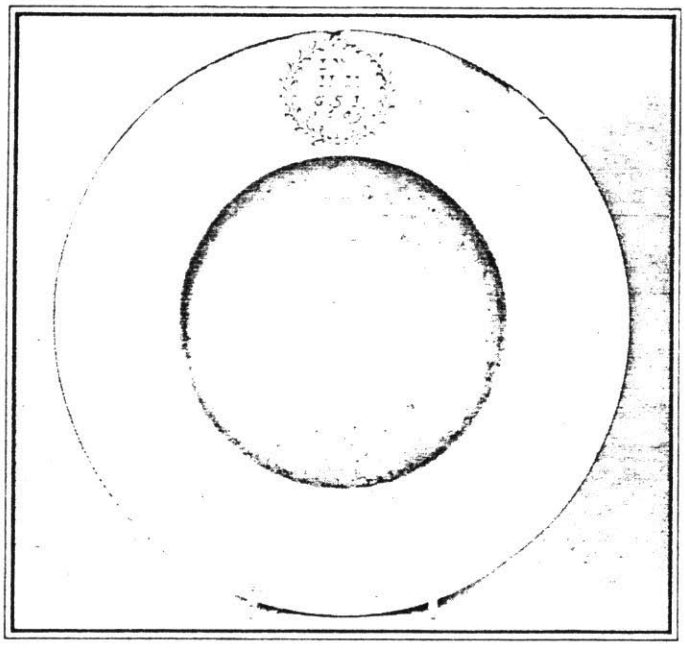
Linksmidden:
Een paar zeventiende-eeuwse kerkkandelaars, gelukkig nog niet omgebouwd tot schemerlampen

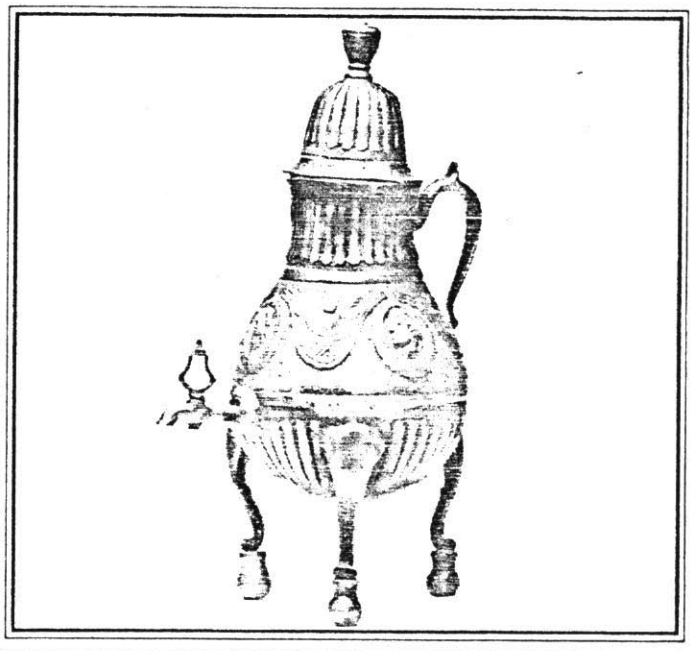
Linksonder:
Ook in een achttiende-eeuws klapbuffet vond het tin zijn toepassing.
Hier een ingebouwde kraantjeskan met daaronder een spoelbak

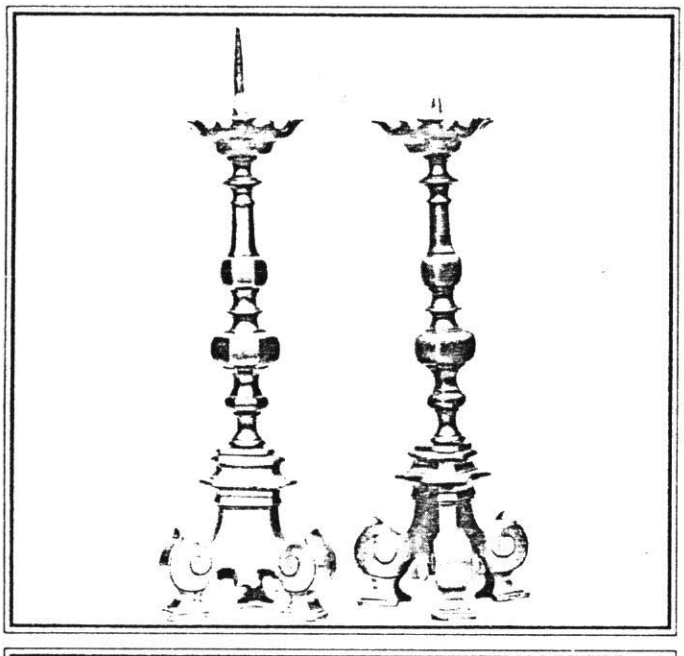
Rechtsboven:
Een tinnen kraantjeskan, oubollige gezelligheid van onze voorouders

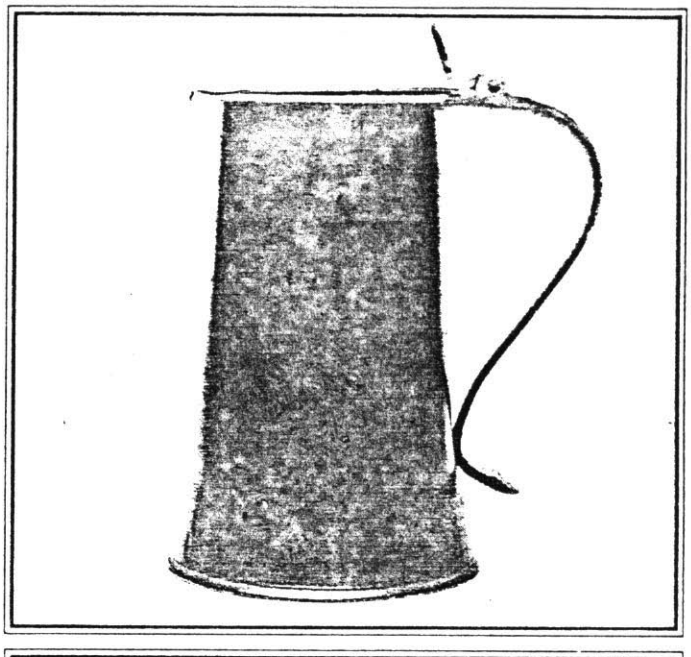
Rechtsmidden:
In een tinnen bierkan blijft de drank heerlijk koel

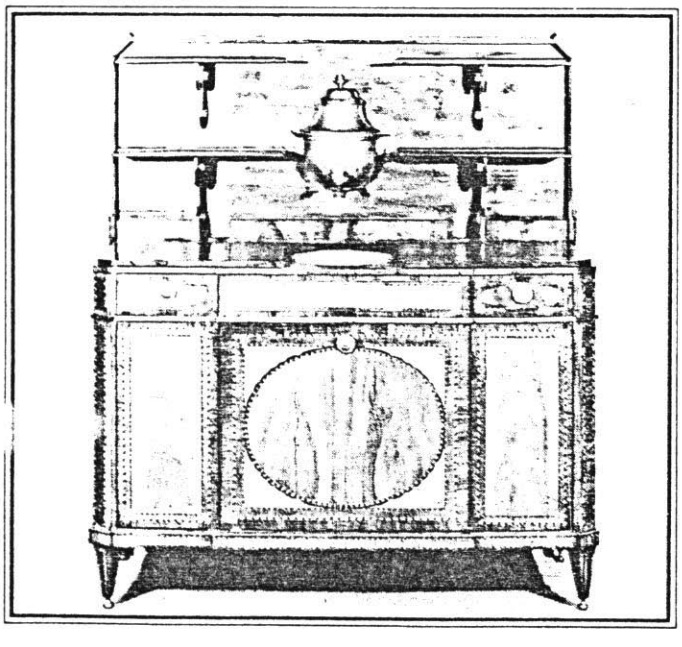
Rechtsonder:
Een tinnen tabakspot uit de achttiende eeuw.
In dit eenvoudige gebruiksvoorwerp zijn alle stijlkenmerken van de Louis Quinze-periode terug te vinden

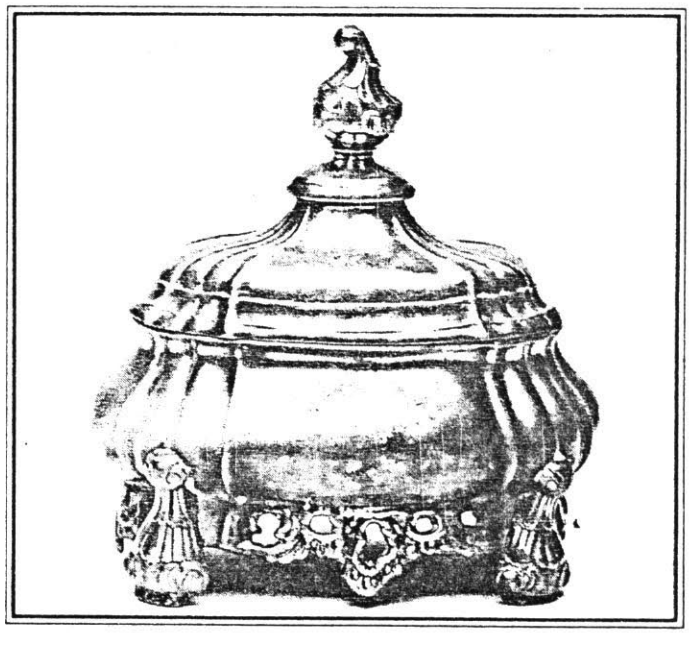












Tin is in

men zoals wij ze nu nog kennen, alleen waren die in het begin van alle mogelijke materialen tot steen toe. Geleidelijk echter ging men meer op koper over en in de zeventiende eeuw voornamelijk op ijzer. Het maken van deze metalen gietvormen was een kunst op zich, waardoor ze zéér kostbaar waren. Vooral de grotere modellen waren daardoor niet het persoonlijk eigendom van een bepaalde gieter, maar hoorden meestal toe aan het gilde. Naar behoefte konden gildeleden er dan gebruik van maken. Had men eenmaal zo'n vorm dan kon men hiernaar steeds weer gieten en verkreeg men bovendien een fraai, scherp en bovenal gladwandig gietsel.

Het maken van de gietvormen was het werk van de vormensnijder. Hij maakte voor ingewikkelde modellen gietvormen, die uit een aantal onderdelen bestonden. Voor een schenkkan maakte hij dus aparte vormen voor de kanwand, de schenktuit, de oren, het deksel en de bodem. Het was een bewijs van vakmanschap zo'n gietvorm uit zo weinig mogelijk delen te laten bestaan en er toch met een zo goed mogelijk resultaat in te kunnen gieten.

Het gieten zelf was een werkje dat grote ervaring vereiste en onmogelijk machinaal kon worden gedaan. Midden in de werkplaats stond de grote, gemetselde oven, met bovenin de smeltkroes, waarin de tinmassa op de vereiste temperatuur van ca. 230 ° Celsius werd gebracht. Was die hitte eenmaal bereikt, dan werden alle losse onderdelen van de gietvorm in de warme tinmassa ondergedompeld teneinde te bereiken dat de gietvorm de gelijke temperatuur van het gesmolten tin aannam. Vervolgens werden de diverse delen van de vorm met tangen uit de smeltkroes genomen en met behulp van een klem op de juiste wijze in elkaar gezet. Om het goede vloeien van het tin in de vorm te bevorderen werd deze vetvrij gemaakt door middel van leemwater, terwijl aan het gloeiende tin ondertussen een weinig koper en antimonium werd toegevoegd, om een betere hardingsgraad te bereiken. Hierna kon het tinmengsel met behulp van de gietlepel in de vorm worden gebracht, maar de juiste temperatuur was daarbij van groot belang. Te koud gaf een slechte en brokkelige structuur, te warm was ook niet goed want dan bestond er kans op barsten. Was er eenmaal gegoten, dan werd de vorm met behulp van natte lappen afgekoeld en kon het gietsel worden gelost. Dat zag er verre van fraai uit. Ongelijkheden en gietnaden op de plaatsen waar de diverse delen van de gietvorm tegen elkaar gezeten hadden, alsmede uitsteeksels op de plekken van de gietkanaaltjes, ontsierden het produkt. Wegsnijden en bijvijlen brachten daar verbetering in en na een behandeling op de draaibank zag het er al wat beter uit. Met behulp van zeewater en agaatsteen kwam er ook glans op het tin, maar een van de meest precieze werkjes moest nog volgen, namelijk het aanzetten van de apart gegoten oren, tuiten of klepdeksels. Dit laatste geschiedde door middel van solderen, waarbij het zaak was de diverse onderdelen niet te laten smelten. Was ook dit gebeurd, dan volgde nog een laatste handeling: het polijsten. Met behulp van een roterende schijf, bezet met kleine leren lapjes, verkreeg het eindprodukt die zilverachtige glans die aan oud tinwerk zo'n voornaam karakter weet te geven.

Wie vandaag de dag nog een mooie verzameling tinnen voorwerpen bijeen wil brengen, doet er goed aan zich te bezinnen op het volgende: de bijzondere oude pronkschotels en gildekannen, die zo'n groots en decoratief karakter hebben, zijn in de antiekhandel en bij de veilinghuizen tegenwoordig nagenoeg onvindbaar. Als u die wilt zien moet u naar de musea of naar oude, reeds jaren geleden aangelegde particuliere collecties. Wat nog wel veel voorkomt is het eenvoudige gebruikstin uit de laatste drie eeuwen, waarbij u de zeventiende-eeuwse voorwerpen natuurlijk wat minder vaak ziet dan die van de negentiende eeuw. Hoewel door de tinnegieter vroeger veel is omgesmolten (veel oude stukken zijn in de vorige eeuw omgezet in tinsoldeer) en ook twee wereldoorlogen nogal het een en ander hebben opgeslokt, is er toch nog veel schotelgoed en vindt u schapenkannetjes, gortkokers, zandstrooiers, klepkannen, kandelaars, kraantjeskannen, kastanjevazen en inktkokers bij de vleet.

Vooral sedert de uitgave van het handboek 'Tin en tinnegieters in Nederland', door de Deventenaar B. Dubbe (hij kreeg voor zijn werk onlangs de zilveren anjer) bezitten wij een uitmuntend naslagwerk waar het de merken van onze vaderlandse tingieters betreft.

Deze twee omstandigheden: een ruim aanbod, vaak tegen betaalbare prijzen, en de mogelijkheid tot enig onderzoek naar de ouderdom via de merken, kunnen de verzamelaar veel voldoening geven, als hij zich maar bij het eenvoudige gebruiksgoed houdt.

Bij het aanbod van rijkbewerkte en gegraveerde stukken is het goed een expert in de arm te nemen.

Het herkennen van vervalsingen is niet eenvoudig en zelfs voor een vakman vergt het soms een onderzoek van enkele dagen. Een mooi patina geeft geen houvast, want dat kan tegenwoordig kunstmatig worden aangebracht. Sedert 1600 worden tinnen voorwerpen gekopieerd en vaak zo, dat ze niet van echt te onderscheiden zijn. Niet altijd staat daarbij het oogmerk van list en bedrog voorop. Vaak zijn veelbewonderde museumstukken door knappe vaklieden nagemaakt, alleen om het genoegen zo'n stuk werk ook eens te leveren, of bij wijze van meesterstuk om hun vakmanschap te tonen.

Een goed voorbeeld daarvan is de in de zestiende eeuw te Neurenberg door Caspar Enderlein gemaakte gietvorm, naar voorbeeld van de Temperantia schotel van de Fransman François Briot. Dat was geen vervalsing maar een bewijs van even groot meesterschap. Precies datzelfde was de opzet van het Verband Deutscher Zinngiesser, dat in 1914 te Leipzig keurig gemerkte stukken naar oude voorbeelden in omloop bracht. Als men u nu zo'n stuk uit 1914 in handen zou spelen, terwijl de merken weggevijld zijn, zou u het bedrog waarschijnlijk niet onderkennen.

Houdt u dus bij het eenvoudige gebruikstin, dat vroeger in het boerenhuis, maar ook in de patriciërswoning tot het dagelijks huisraad behoorde. Zoek daaronder naar de edelste vormen en naar de matte glans van de voorbije tijd. Zet het niet in een vitrine, maar gebruik het en zet het neer in uw leef- of werkruimte.

Tin vraagt weinig onderhoud. Als het dof is kunt u het eens reinigen in een warm sopje met wat zeep en een zachte borstel. Is het erg lang verwaarloosd dan zal een poetsbeurt met wat puimsteenpoeder en een zachte lap wonderen doen.

Ga een oud stuk tin nooit zelf polijsten. Dat is werk voor een vakman. Zet uw tin ook niet in de was. Op den duur raakt u daardoor de mooie tinkleur kwijt en dat is zonde. Er zijn ook lieden die hun tin in de olie zetten, ja die het zelfs met lak behandelen, maar ik kan dat niet aanbevelen.

Verder heeft elke oude tinverzamelaar mij altijd aangeraden tinnen voorwerpen niet in koude, onverwarmde kamers te plaatsen. Temperaturen onder de 15 ° Celsius zouden niet zo best zijn voor tin. Ook vochtige kelders en het jarenlang opbergen (verpakt in vochtaantrekkende kranten of houtwol) zou uit den boze zijn. Dat is vragen om tinpest.

Of dit werkelijk waar is kan ik u niet vertellen. Men neemt algemeen aan dat een samengaan van lage temperaturen en een hoge vochtigheidsgraad de oorzaak van deze nare 'ziekte' vormt en zeker is, dat het gedurende de oorlogsjaren onder de grond bewaarde tin vaak deze kwaal vertoont. Toch staan in het Rijksmuseum te Amsterdam (afd. Vaderlandse geschiedenis) een aantal stukken oud tin afkomstig uit het Behouden Huis op Nova Zembla, daar door de mannen van Willem Barendtsz in 1599 achter gelaten: in felle koude bleven die bekers en kannen daar liggen tot 1886, maar ik heb ze laatst nog eens bekeken en ze zien er nog steeds redelijk uit.

Zo ziet u maar, als aankomend tinverzamelaar hebt u meteen al een probleempje om u in te verdiepen.

STAALCENTRUM NEDERLAND
Johannes Vermeerstraat 9
Postbus 5044
Amsterdam-Z.
Telefoon (020) 76 03 66
Uitgave: februari 1975

Publikaties van Staalcentrum Nederland

EIGEN PUBLIKATIES

Nr. 101 **Staal en zijn eigenschappen**
Een geïllustreerd overzicht van de eigenschappen van staal, een inzicht in de normalisatie van staalsoorten. Vermelding van vele mogelijkheden voor de toepassing van staal.
36 blz.; 56 afb.; vijfde druk, november 1974.

Nr. 102 **Beknopte staalkennis**
Naast bereiding en toepassing wordt ook de microstructuur van staal behandeld. Voorts wordt een inzicht gegeven in de mogelijkheden, door warmtebehandeling en legering met andere elementen, de eigenschappen van staal te beïnvloeden. De brochure bevat ook gegevens over de vindplaatsen van ijzererts en de vestigingsplaatsen van de ijzer- en staalindustrie.
36 blz.; 54 afb.; derde, gewijzigde druk, oktober 1972.

Nr. 103 **De vervaardiging van staal; ijzer-koolstof diagram**
Verkleinde weergave van twee wandplaten voor het technisch onderwijs, voorzien van een korte toelichting.
1. De vervaardiging van staal, een schema van het produktieproces van erts tot walserijprodukt.
2. IJzer-koolstof diagram.

8 blz.; 2 afb.; derde druk, oktober 1973.

De wandplaten, groot 80 x 100 cm, worden gratis aan het onderwijs ter beschikking gesteld.

Nr. 104 **Beschermen en verfraaien van staal**
De belangrijkste technieken voor de bescherming van staal worden in vogelvlucht behandeld. De publikatie geeft een overzicht van voorbehandelingsmethoden, organische en anorganische deklagen, meest voorkomende metaallagen op staal en diverse applicatiemethoden.
Ook staalsoorten die geen bescherming nodig hebben: roestvast staal en weervast staal worden beschreven. Een hoofdstukje over kathodische bescherming completeert de publikatie.
20 blz.; 26 afb.; derde druk, maart 1974.

Nr. 201 **Reinigen door stralen**
De brochure bevat de 'Richtlijnen 1973 betreffende de voorbehandeling van constructiestaal — Mechanische reiniging' en de 'Onderzoekingen op het gebied van het reinigen door stralen' die nodig waren voor het vernieuwen van de uit 1960 daterende verouderde richtlijnen. Er zijn foto's in opgenomen van oppervlakken die met verschillende straalmiddelen zijn behandeld.
26 blz.; 9 afb.; 32 foto's; juni 1974.

Nr. 301 **Forceren en vloeidraaien van staal**
Forceren, vanouds als handwerk beoefend, en vloeidraaien zijn thans moderne technieken voor de niet-verspanende vervorming van staal. De brochure geeft daarvan een goed beeld.
36 blz.; 64 afb.; derde druk, april 1972.

Nr. 401 **Staal in de architectuur**
door R. Blijstra
Geïllustreerde brochure, waarin de schrijver uiteenzet hoe ijzer en staal architecten hebben geïnspireerd tot het scheppen van nieuwe vormen.
28 blz.; 37 afb.; oktober 1969 (nog slechts te leen verkrijgbaar).

Nr. 501 **Stalen vakwerkspanten**
De brochure behandelt de berekening van spanten met hellende boven- en onderrand; overspanningen van 5.0 tot 34,5 meter; berekeningen volgens de nieuwe TGB 1972; computerberekeningen beschikbaar.
Vele tekeningen en tabellen, compleet voorbeeld van een spantberekening met behulp van de computer *(verschijnt zomer 1975).*

Nr. 601 **Moderne varkensstalling**
In deze publikatie wordt beschreven, hoe staal wordt toegepast bij de bouw en de inrichting van stallen voor het fokken en mesten van varkens.
20 blz.; 27 afb.; derde druk, september 1970.

Nr. 602 **Transport in het landbouwbedrijf**
Rationalisatie en mechanisatie van het transport verminderen de exploitatiekosten in de landbouw. In de brochure wordt uiteengezet, hoe deze besparing met behulp van staal kan worden verwezenlijkt.
28 blz.; 36 afb.; november 1969.

BIJLAGE AV 1

Nr. 603 **Opslag in het landbouwbedrijf**
Een aantal voorbeelden van doelmatige toepassing van staal voor de opslag van verschillende produkten in het landbouwbedrijf.
20 blz.; 21 afb.; december 1969.

Nr. 604 **Nieuwe stallen en schuren**
Beschrijving van economische bedrijfsgebouwen in de landbouw, die geheel of voor een belangrijk deel in staal zijn uitgevoerd. Speciale aandacht wordt geschonken aan de toepassing van voorbedekte gegolfde of geprofileerde thermisch verzinkte staalplaat voor daken en wanden.
24 blz.; 42 afb.; mei 1973.

Nr. 701 **Voetgangersbruggen**
Aan de hand van foto's wordt een groot aantal typen en constructies van stalen voetgangersbruggen behandeld. Er wordt gewezen op de verkeerstechnische en constructieve voordelen van deze veilige oversteekplaatsen voor voetgangers.
28 blz.; 47 afb.; september 1970 (nog slechts te leen verkrijgbaar).

KOSTEN
Voor verzendkosten wordt *f* 1,— per exemplaar berekend. Aan docenten worden de publikaties zonder kosten verstrekt. Bij bestelling van meer exemplaren voor gebruik in klassen wordt *f* 0,25 per exemplaar in rekening gebracht.

PUBLIKATIES SAMEN MET ANDEREN

Met de Vereniging voor Oppervlaktetechnieken van Metalen:
Oppervlaktebehandelingen van constructiestaal
door T. van der Klis
In dit boekje worden naast de verschillende methoden van voorbehandeling, zoals schoonstralen en beitsen, de moderne methoden van bescherming tegen corrosie behandeld.
150 blz.; 39 afb. en tabellen; 1970 (in herdruk; thans slechts te leen verkrijgbaar).

Het lakken van stalen massaprodukten
door Dr. J. A. W. van Laar en M. Bannink
De functionele, constructieve en commerciële aspecten van de voorbehandeling en het lakken van stalen gebruiksgoederen die doorgaans in serie worden vervaardigd.
150 blz.; 39 afb. en tabellen, 1970; prijs f 13,—.

Met het Centrum Bouwen in Staal:
Stalen viaducten
Aan de hand van een aantal voorbeelden in binnen- en buitenland wordt de aandacht gevestigd op de mogelijkheid, staal toe te passen voor de draagconstructie van viaducten.
44 blz.; 56 afb.; december 1971.

Met het Staalbouwkundig Genootschap en het Centrum Bouwen in Staal:
Bouwen met staal
Deze periodiek die vijfmaal per jaar verschijnt, is samengesteld uit artikelen over staalbouw en aanverwante onderwerpen. Een documentatie van staalliteratuur en korte berichten, die voor architecten en constructeurs van belang zijn, vormen verder de inhoud van het blad.

Met de Stichting Kunst en Bedrijf:
Beelden in ijzer en staal
Heldere en boeiende tekst van de criticus Cor Blok; illustraties van Ad Petersen, conservator aan het Amsterdams Stedelijk Museum.
28 blz.; 19 afb.; 1968 (nog slechts te leen verkrijgbaar).

Met de Europese staalvoorlichtingscentra:
Acier-Stahl-Steel
Internationaal maandblad over toepassingen van staal; uitgegeven in het Engels, Duits, Frans, Italiaans en Spaans. Jaarabonnement B.francs 840,— (ca. *f* 60,—); proefnummers beschikbaar bij Staalcentrum Nederland.

BIJLAGE AV 2 FILMS OVER METALEN

Over goud en juwelen
In tegenstelling tot vroeger zijn goud en juwelen nu voor iedereen bereikbaar. Enkele ontwerpers van naam tonen hoe zij sieraden maken die iedereen kan betalen. Tevens zien we dat door toevoeging van koper, zink of nikkel, het goud, dat op zichzelf een te zacht metaal is, een andere tint krijgt.
FEDERATIE GOUD EN ZILVER
Nederlandse versie
185 961 32 min. kleuren TFC gratis

De hoefsmid
N.I.A.M., Den Haag, bestelnummer: 45
Voorwaarden: abonnement
14 min. - zwart/wit. Handleiding.
Niveau: 7-11 jaar

Klokkengieterij
N.I.A.M., Den Haag, bestelnummer: 68
Voorwaarden: abonnement
14 min. - zwart/wit. Handleiding
Niveau: 11-16 jaar
De film laat vrij uitvoerig zien hoe de vorm voor een klok tot stand komt en hoe de klokken gegoten worden. Hij leent zich bijzonder goed voor gebruik in een 'projekt'.

Films (16 mm, geluid)

390 Tonnen Massarbeit
R.V.D., Den Haag (Ambassade van Duitsland) bestelnummer: CW 390
Voorwaarden: adm. en verzendkosten
30 min. - kleur - opt.
Commentaar: Duits
In Gundremmingen werd een reservoir gebouwd voor de grootste kernenergiecentrale van West-Duitsland. Een hele staalfabriek was bij de bouw betrokken. Driehonderd ton staal moest met de precisie van horlogemakerswerk worden behandeld.

For brighter business
R.V.D., Den Haag (Ambassade van India), bestelnummer: EV 667
Voorwaarden: adm. en verzendkosten
10 min. - kleur - opt.
Commentaar: Engels
In India worden vele kantoorartikelen, zoals bureaus, stoelen, kasten, tekentafels, adresseer- en frankeermachines etc. gemaakt die naar o.a. Singapore, Bangkok, Hongkong worden geëxporteerd. Een modern en praktisch ingericht kantoor werkt tijdbesparend, wat de handel ten goede komt.

Het lied van de klok
N.I.A.M., Den Haag, bestelnummer: 3073
Voorwaarden: abonnement
10 min. - kleur - opt.
Niveau: 12 jaar en ouder
Commentaar: Nederlands
Vaardige handen overtuigen ons dat het geen kleinigheid is een carillon te bespelen. Maar ook de klokkengieter blijkt een ware kunstenaar te zijn. Zijn edele ambacht wordt reeds eeuwenlang volgens dezelfde beproefde tradities beoefend.

Bestemming toekomst
N.I.A.M., Den Haag, bestelnummer: 3117
Voorwaarden: abonnement
20 min. - kleur - opt. Handleiding
Niveau: 11 jaar en ouder
Geen commentaar
Deze kunstzinnig gemaakte film geeft - zonder kommentaar - een impressie van nederlands grootste bedrijfstak, de metaalindustrie en de verscheidenheid van beroepen die hieronder thuis horen.

Enginaers in steel
T.F.C., Velp (Staatcentr. Nederland), bestelnummer: 6853
Voorwaarden: huur plus verzendkosten
25 min. - kleur - opt.
Commentaar: Engels
Fabricage van hoogwaardig staal met elektro-ovens. Overzicht van de bewerkingen die leiden tot het eindprodukt met de nadruk op spaanloze bewerkingsmethoden. Verduidelijking van fabricage van onderdelen voor spoorwagens, auto's en motoren.

Staal-variaties op een thema
Een mengeling van beelden in realistische en surrealistische kleuren en elektronische muziek wordt ritmisch aaneengeregen tot een fascinerend spel, waarin mensen met de oerelementen vuur en water manipuleren.
MANNESMANN NEDERLAND N.V.
Nederlandse versie
175 612 13 min. kleuren TFC gratis

Blik
Deze film toont de fabrikage van blik tot in de kleinste details, vanaf het aftappen van de oven tot de verpakking.
BETHLEHEM STEEL
Nederlandse versie
6037 40 min. TFC f 20,–/f 40,–

BIJLAGE AV 2

Films (16 mm, geluid)

Koper en koperlegeringen
Koper is een metaal, dat zich gemakkelijk met andere metaalsoorten laat verbinden. Er ontstaan legeringen, die het toepassingsgebied aanzienlijk vergroten. Zo zijn er koperelementen verwerkt in diepgetrokken hulzen, muziekinstrumenten, lampfittingen, bijouterieën etc. Uitvoerig behandelt de film hoe b.v. een messingstrook wordt gewalst, hoe naadloze buizen worden vervaardigd, het Mannesmannprocédé enz.
REVEHE COPPER AND BRASS
Nederlandse versie
6253 23 min. f 20,–/f 40,–

De produktie van ruwijzer
Een instructieve film over het hoogovenproces, dat met animaties en installatie-opnamen wordt verduidelijkt. Ook het winnen en voorbereiden van het erts en de hulpstoffen worden getoond.
Ned. gespr.; 29 min.; kleur.
(TFC-NIAM)

De produktie van oxystaal
Film over het meest toegepaste procédé voor de bereiding van staal. Opnamen uit een grote, moderne oxystaalfabriek volgen het proces op de voet en geven daarvan een duidelijk beeld.
Ned. gespr.; 16 min.; kleur.
(TFC-NIAM) TFC : 7735 / NIAM : 20304

Engineers in steel
T.F.C., Velp (Staalcentr. Ned.), bestelnummer: 6853
Voorwaarden: huur plus verzendkosten
25 min. - kleur - opt.
Kommentaar: Engels
Fabricage van hoogwaardig staal met elektro-ovens. Overzicht van de bewerkingen die leiden tot het eindprodukt met de nadruk op spaanloze bewerkingsmethoden. Verduidelijking van fabricage van onderdelen voor spoorwagens, auto's en motoren.

F4CB; staal naar maat
T.F.C., Velp (Leonard Lang/Fiat), bestelnummer: 137 548
Voorwaarden: alleen retourvracht
24 min. - kleur - opt.
Kommentaar: Nederlands
Tests, research en experimenten die nodig zijn om een hoogwaardige staalsoort te produceren.

Gestroomlijnd staal
T.F.C., Velp (Bethlehem Steel), bestelnummer: 7328
Voorwaarden: huur plus verzendkosten
28 min. - zwart/wit - opt.
Kommentaar: Nederlands
Uitgebreid behandelt de film de vervaardiging van stalen platen, te beginnen met de aanvoer van het benodigde erts. In verschillende fasen van de bewerking wordt het staal op het laboratorium onderzocht of het de eigenschappen verkrijgt, die men wenst.

Elementaire begrippen van het harden
T.F.C., Velp (U.S. Office of Education), bestelnummer: 7033
Voorwaarden: huur plus verzendkosten
19 min. - zwart/wit - opt.
Kommentaar: Nederlands
Het hardingsproces en de oplopende graad van hardheid bereikt door het afschrikken van verschillende staalsoorten, bij verschillende temperaturen, worden behandeld. De laagste en hoogste kritische temperaturen van staal worden bepaald.

Het keuren van metalen
Het mechanische keuren van metalen op hun fysische eigenschappen is het onderwerp van deze film. De werking van een hiervoor te gebruiken hydraulische beproevingsmachine wordt uiteengezet, waarna de voorbereidingen van de keuring, de bepaling van de elasticiteitsgrens, van de vloeigrens, van de uiteindelijke sterkte, van de verlenging en insnoering en tenslotte de berekening van de elasticiteitsmodulus stap voor stap worden behandeld.
U.S.O.E.
Nederlandse versie
6105 21 min. TFC f 20,–/f 40,–

Blik op staal
Door middel van animatie en beelden van het werkelijk gebeuren wordt het produktieproces van ijzer en staal uitgelegd zoals dit bij Hoogovens in IJmuiden plaats vindt.
HOOGOVENS
Nederlandse versie
148 866 25 min. kleuren TFC gratis
NIAM 3036

BIJLAGE AV 2

Inleiding tot metaalvervorming
Duizenden voorwerpen voor dagelijks gebruik worden door vervorming uit metaal vervaardigd. Vervorming maakt een hoge produktiesnelheid mogelijk bij lage kosten per geproduceerde eenheid. Het principe van de metaalvervorming wordt uiteengezet en toegelicht en er worden voorbeelden getoond van werkwijzen en machines die in deze sektor van de industrie in gebruik zijn. De methoden die behandeld worden zijn: persen, dieptrekken, extruderen, ponsen, buigen, knippen, elektromagnetisch en explosief vervormen. Aandacht wordt ook besteed aan veiligheidsmaatregelen en smeermiddelen welke voor een goede gang van zaken onontbeerlijk zijn.
BP – BENZINE EN PETROLEUM HANDELMIJ. N.V.

Nederlandse versie
140 599 34 min. TFC gratis

Warmtebehandeling
Deze film laat de verschillende vormen van warmtebehandeling zien en hoe deze de uiteindelijke eigenschappen van het staal bepalen. Het belang van de laagste en bovenste overgangstemperatuur bij alle vormen van warmtebehandeling wordt uitgelegd en door middel van schema's worden de veranderingen getoond, die in de mikrostruktuur plaats vinden. Tenslotte worden enige vormen van warmtebehandeling getoond.

Nederlandse versie
6577 17 min. f 20,–/f 40,–

Staalkwadraat
In deze film worden diverse stadia van ontwerp tot montage van een staalconstructie behandeld. De opnamen zijn gemaakt tijdens de bouw van de tweede oxystaalfabriek van Hoogovens IJmuiden. De twee delen van de film kunnen onafhankelijk van elkaar worden vertoond.
Deel I 'Ontwerp en montage'
Ned. gespr.; 25 min.; zwart-wit.
(TFC-NIAM)
Deel II 'Tekenkamer en werkplaats'.
Ned. gespr.; 25 min.; zwart-wit.
(TFC-NIAM)

Bridging the highways
In het kader van de uitbreiding van het wegennet wordt in Groot-Brittannië in toenemende mate gebruik gemaakt van constructiestaal voor de bouw van bruggen en viaducten. De film toont fabricage en montage van dergelijke kunstwerken overal in dat land.
Eng. gespr.; 23 min.; kleur.
(TFC)

De produktie van elektrostaal
Deze film laat zien hoe in de elektro-oven van schroot opnieuw staal wordt vervaardigd.
Ned. gespr.; 9 min.; kleur.
(TFC-NIAM) TFC 7733/NIAM 20303

Study in steel
T.F.C., Velp (Staalcentrum Nederland), bestelnummer: 7758
Voorwaarden: huur plus verzendkosten
28 min. - kleur - opt.
Kommentaar: Engels
Staal; wat het is; hoe het gemaakt wordt; hoe het nog meer gemaakt kan worden. Kortom, de gehele weg van ijzererts tot ijzer, van ijzer tot staal en van stalen blok tot plaat.

Warmtebehandeling
T.F.C., Velp (British Iron and Steel Federation), bestelnummer: 7577
Voorwaarden: huur plus verzendkosten
17 min. - zwart/wit - opt.
Kommentaar: Nederlands
Deze film laat de verschillende vormen van warmtebehandeling zien en hoe deze de uiteindelijke eigenschappen van het staal bepalen.

Het harden en ontlaten van staal
T.F.C., Velp (BP-Benzine en Petroleumhandel Mij), bestelnummer: 140 847
Voorwaarden: alleen retourvracht
25 min. - kleur - opt.
Kommentaar: Nederlands
De metallurgische achtergronden, de praktische toepassingen en het gebruik van hardingsoliën bij het harden en ontladen van staal.

Het juiste materiaal op de juiste plaats
T.F.C., Velp (Int. Harvester), bestelnummer: 7026
Voorwaarden: huur plus verzendkosten
20 min. - zwart/wit - opt.
Kommentaar: Nederlands
De film geeft een samenvatting van de verschillende stadia in de fabricage van ijzer en staal. Zij begint met het delven en beschrijft de loop van deze ruwe materialen door de hoogovens.

Design in steel
In een serie interviews geven architecten, ontwerpers en kunstenaars hun mening over materiaalkeuze en over de vraag, in hoeverre de eigenschappen van staal die keuze beïnvloeden.
Eng. gespr.; 24 min.; kleur.
(TFC) 206 955

Staal kunst
De film toont staalsculpturen zoals die thans veel in de open lucht bij bouwwerken of in parken zijn te zien. De commentator legt daarbij verband met de meest karakteristieke eigenschappen van staal.
Ned. gespr.; 13 min.; kleur.
(TFC) 206 984

In velerlei vorm
De structuurveranderingen van ongelegeerd staal
In deze instructieve Europese film worden het FeC (ijzer-koolstof) diagram en het TTT (tijd-temperatuur-transformatie) diagram behandeld en daarbij wordt de samenhang tussen de twee diagrammen getoond. Er wordt duidelijk gemaakt, hoe door warmtebehandelingen en door wijziging van het percentage koolstof de structuur en daarmee de eigenschappen van staal zijn te beïnvloeden.
Ned. gespr.; 35 min.; kleur.
(TFC-NIAM)

De produktie van warmgewalst staal
T.F.C., Velp (Staalcentrum Nederland), bestelnummer: 7737
Voorwaarden: huur plus verzendkosten
16 min. - kleur - opt.
Kommentaar: Nederlands

Staal
T.F.C., Velp (Svenska Institutet), bestelnummer: 8696
Voorwaarden: huur plus verzendkosten
21 min. - kleur - opt.
Kommentaar: Nederlands
De fabricage en verwerking van Uddeholmstaal zijn zeer sterk geautomatiseerd. Buizen in vele soorten, draad, veren, gereedschappen en hogedrukketels zijn enkele van de vele produkten waarvoor dit staal gebruikt wordt.

Korrelstructuur
T.F.C., Velp (British Iron and Steel Federation), bestelnummer: 7575
Voorwaarden: huur plus verzendkosten
16 min. - zwart/wit - opt.
Kommentaar: Nederlands
De verschillende eigenschappen van staal, zoals hardheid, buigzaamheid en treksterkte zijn afhankelijk van de verschillen in de inwendige structuur. Deze film verklaart hoe de korrelstructuur en de korrelgrootte van staal worden bepaald door de hoeveelheid koolstof, de wijze waarop het staal wordt gevormd of bewerkt en de warmtebehandeling, waaraan het wordt onderworpen.

Ontlaten, normaliseren en spanningsvrij gloeien
T.F.C., Velp (U.S.Office of Education), bestelnummer: 6039
Voorwaarden: huur plus verzendkosten
15 min. - zwart/wit - opt.
Kommentaar: Nederlands
Deze onderwerpen worden in deze film uitgebreid behandeld, mede aan de hand van grafieken.

Power with precision
R.V.D., Den Haag (Ambassade van Australië), bestelnummer: MS 352
Voorwaarden: adm. en verzendkosten
20 min. - zwart/wit - opt.
Kommentaar: Engels
Hoewel Australië oorspronkelijk een landbouwstaat is, heeft vooral na de 2e wereldoorlog de industrie een grote vlucht genomen. Dit komt omdat in Australië een grote hoeveelheid ijzererts wordt gewonnen, welke de basis schept voor een staalindustrie. De Australische welvaart steunt op twee pijlers: het schaap en het staal.

Het warmwalsen van staal
T.F.C., Velp (Staalcentrum Nederland), bestelnummer: 6737
Voorwaarden: huur plus verzendkosten
21 min. - kleur - opt.
Kommentaar: Nederlands
Staal wordt in diverse vormen, afmetingen en kwaliteiten geleverd aan de industrie b.v. dunne platen en rollen voor autocarosserieën, dikke plaat voor de scheepvaartindustrie enz. Het walsblok is hierbij steeds uitgangspunt, dat onder hoge temperatuur wordt gewalst met behulp van walstuigen. Aan de hand voorbeelden worden de bewerkingen getoond die het staal in de walserij ondergaat alvorens het als gereed produkt de fabriek verlaat.

OVERIGE METAALBEREIDING

Films (16 mm, geluid)

Copperbelt
R.V.D., Den Haag (Ned. Emigratiedienst), bestelnummer: MS 366
Voorwaarden: adm. en verzendkosten
20 min. - kleur - opt.
Kommentaar: Engels
Rhodesia is de 2e koperproducent ter wereld. De welvaart van het land is voor een groot deel aan dit metaal te danken. De mijnen en smelterijen worden nog steeds uitgebreid, want de voorraden kopererts zijn zeer groot en er bestaat geen vervangingsmiddel voor koper.

Gegalvaniseerd plaatijzer
T.F.C., Velp, bestelnummer: 221 386
Voorwaarden: alleen retourvracht
24 min. - kleur - opt.
Kommentaar: Nederlands
Deze film geeft op logische wijze een indruk van de bewerkingen en toepassingen van gegalvaniseerd plaatijzer, dat vooral in de bouwnijverheid voor vele doeleinden geschikt is.

BIJLAGE AV 3 DIA'S OVER METALEN

Door Nicholas Hunter Filmstrips, Mutton Yard, 46 Richmond Road, Oxford OX1 2JT, Engeland worden setjes van 12 dia's geleverd. Voor Mensen en Metalen zijn misschien van toepassing:

no. 3 Compositities
no. 2 brittle materials and rubber
no. 1 ductile materials

Deze dia's zijn bij het PLON op zicht te vragen.

DIASERIES van het Staalcentrum Nederland.

Diaserie 1 **De vervaardiging van staal**
De serie omvat 20 dia's in kleur, waarvan enkele gecombineerd zijn met doorsneetekeningen. Daarmee wordt een beeld gegeven van de belangrijkste installaties die worden gebruikt voor de verwerking van de grondstoffen ijzererts, cokes en kalksteen tot stalen walsprodukten. Een handleiding met toelichting is bij de diaserie gevoegd.
Prijs: f 15,—. TFC 426097

Diaserie 2 **De invloed van koolstof en afkoelingssnelheid op de structuur van staal en ijzer**
De 20 dia's van deze serie behandelen — aan de hand van het ijzer-koolstof diagram, het tijd-temperatuur-transformatie diagram en microstructuurfoto's — de invloed op de structuur van ijzer en staal van verschillen in het koolstofpercentage en van de wijze waarop het staal wordt afgekoeld. Een handleiding met toelichting is bij de diaserie gevoegd.
Prijs: f 15,—.

Filmstroken

Hemelse klanken
N.C.R.V.-Schoolradio, Hilversum, bestelnummer: B 73
Voorwaarden: aanschaf
Zwart/wit - kleinbeeld. Handleiding
Niveau: 9-12 jaar
Het terrein van de beiaardier, waarbij het spel niet vergeten wordt.

Hemelse klanken uit helse gloed
N.C.R.V.-Schoolradio, Hilversum, bestelnummer: B 71
Voorwaarden: aanschaf
Zwart/wit - kleinbeeld. Handleiding
Niveau: 9-12 jaar
Het oude bedrijf van de klokkengieter wordt hierin op de voet gevolgd.

Muntvervaardiging vroeger en nu
C.P.L.I., Driebergen, bestelnummer: 9932
Voorwaarden: aanschaf
Zwart/wit - kleinbeeld. Handleiding

De metaalindustrie in Nederland
Polyvisie, Hilversum, bestelnummer: K 3004
Voorwaarden: aanschaf
29 dia's - kleur - kleinbeeld. Handleiding

De metaalindustrie I (Frankrijk)
P.O.C., Hilversum, bestelnummer: CV 27-F1
Voorwaarden: aanschaf
15 dia's - kleur - kleinbeeld. Handleiding (Frans)

De metaalindustrie II (Frankrijk)
P.O.C., Hilversum, bestelnummer: CV 27-F2
Voorwaarden: aanschaf
10 dia's - kleur - kleinbeeld. Handleiding (Frans)

Vom Erz zum Stahl
Lintel, Rijswijk (V-dia), bestelnummer: K 71001
Voorwaarden: aanschaf
13 dia's - kleur - kleinbeeld. Handleiding

Filmstroken

Het hoogovenproces
T.F.C., Velp (Hoogovens), bestelnummer: S 46
Voorwaarden: aanschaf
29 beelden - kleur - kleinbeeld. Handleiding
Het verwerken van erts tot ruwijzer. Uitvoerig worden de vindplaatsen van het erts, de grondstoffen voor de hoogovens en de opbouw en werking van de hoogovens toegelicht.

Enige beroepen in de metaalindustrie
C.P.L.I., Driebergen, bestelnummer: 5712
Voorwaarden: alleen huur
51 beelden - zwart/wit - kleinbeeld. Handleiding

Metaal
Fibo, Zeist, bestelnummer: Fibocolor 659
Voorwaarden: aanschaf
30 beelden - kleur - kleinbeeld. Handleiding
Niveau: 9 - 14 jaar

De staalindustrie
Polyvisie, Hilversum, bestelnummer CGA: B 759
Voorwaarden: aanschaf
Kleur - half kleinbeeld. Handleiding (engels)

INHOUD MENSEN EN METALEN

Inleiding	84
Benodigdheden per proef of onderzoek	86
Materialenoverzicht t.b.v. aanschaf, organisatie en berging	98
Bijzonderheden	104
Adressen	105

INLEIDING

INFORMATIE OVER DE VORM EN DE INHOUD VAN DE APPARATUURGIDS

Deze gids bestaat uit vier delen:
1. Benodigdheden per proef en onderzoek
2. Materiaaloverzicht ten behoeve van aanschaf, organisatie en berging
3. Bijzonderheden, onder andere bouwbeschrijvingen en tekeningen
4. Waar verkrijgbaar, bevat adressen van leveranciers

1. Benodigdheden per proef en onderzoek

Dit overzicht bestaat uit twee kolommen. De linker kolom bevat aanwijzingen voor de proeven. In de rechter kolom staan de benodigde materialen en apparatuur.
Iedere proef wordt apart weergegeven. Voor de proef staat een verwijsnummer (....) dat correspondeert met het nummer (....) van de proeven in het leerlingenmateriaal. Het verwijsnummer is ook van belang voor de overzichtslijsten. Daarmee wordt het materiaal teruggekoppeld naar de proeven, zodat onmiddellijk vastgesteld kan worden hoe vaak en waar het materiaal in de diverse proeven gebruikt wordt.
In de linker kolom wordt tevens aangegeven:
- de plaats van de proef in het themaboek, blz. nummer
- de werkvorm, bijvoorbeeld leerlingenproef, knutselproef e.d.
- korte samenvatting van leerdoelen en leerlingactiviteiten in relatie met de aard van de benodigdheden die in de rechter kolom staan.
- foto's en/of tekeningen indien deze ter verduidelijking nodig zijn.

In de rechter kolom staan per proef de benodigdheden.
Indien nodig wordt door ! teken de leraar opmerkzaam gemaakt voor proefjes die extra aandacht en voorbereiding vragen.
Aanwijzingen die van speciaal belang zijn worden in de betreffende kolommen omkaderd; in de linker kolom in het belang van de les; in de rechter kolom met betrekking tot de proef.
Tussen de regels staan vaak kleine tips en alternatieven vermeld.
Bouwtekeningen en foto's waarin staat hoe men zelf diverse apparaten kan bouwen en samenstellen staan tussen de teksten in.

2. Materiaal overzicht ten behoeve van aanschaf, organisatie en berging

Deze lijst is onderverdeeld in 7 rubrieken:
- specifieke apparatuur en materiaal
- audiovisuele media
- meten en wegen
- algemene hulpmiddelen zoals statiefmateriaal e.d.
- gereedschappen e.d.

- chemicaliën e.d.
- verbruiksmateriaal, zoals papier e.d., lijm, potjes, blikken, waarmee leerlingen zelf apparaten kunnen maken.

De aantallen zijn gebaseerd op materiaal dat nodig is in één les. Daarbij is ervan uitgegaan dat de vier onderzoeken van eigenschappen uit het themaboek door leerlingen tegelijk worden gedaan waarbij per onderzoek twee groepen bezig zijn dus ook het materiaal in tweevoud aanwezig behoord te zijn.
De groepen rouleren langs de proeven (stations-praktikum).
Bij de keuze-onderwerpen is uitgegaan van materiaal voor één groep leerlingen.
Als u beslist dat bepaalde proeven klassikaal of door meer dan twee groepjes gedaan moeten kunnen worden, dient u deze lijst zelf daarmee in overeenstemming te brengen. Toegevoegd is een kolom extra. Hierin zijn suggesties gedaan voor reserve-materiaal en uitbreidingen.

Er is ook een kolom voor geschatte kostprijzen, en een kolom diversen of alternatieven met ruimte voor aantekeningen voor bijvoorbeeld adressen, eigen alternatieven e.d.
Deze lijst kan tevens dienen voor gefaseerde aanschaf en voor het opbergen.

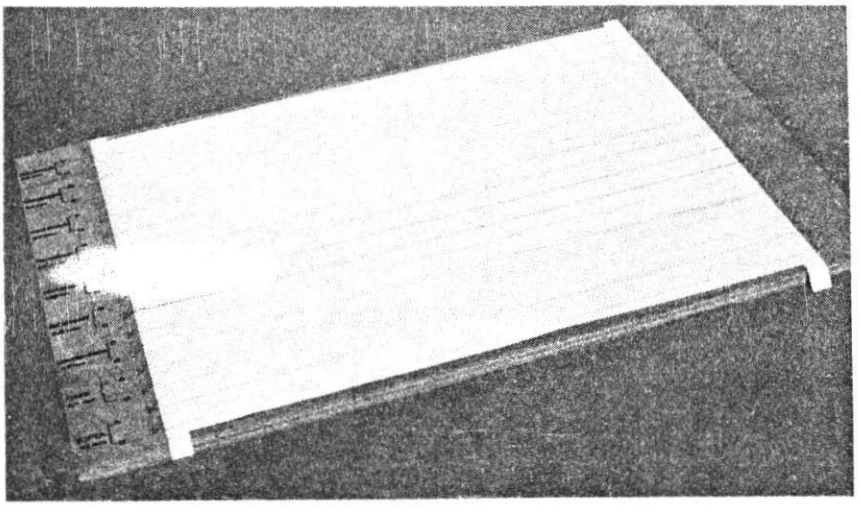
3. Bijzonderheden, onder andere bouwbeschrijvingen en tekeningen

4. Waar verkrijgbaar

De adressenlijst bevat hoofdzakelijk adressen van leveranciers van leer- en hulpmiddelen voor de natuurwetenschappen. Handig is het om zelf een lijstje samen te stellen van bedrijven, winkels in de omgeving van de school waar het verbruiksmateriaal e.d. verkrijgbaar is.

BENODIGDHEDEN PER PROEF OF ONDERZOEK

verwijs-nummer	beschrijving proef of onderzoek	benodigdheden
	VERKENNING VAN METALEN, deel 1: eigenschappen	
	Eigenschap 1: stroomgeleiding	
B (1+2)	LEERLINGENPROEF (blz. 15)	
	de schakeling	- batterij 1,5 V - batterijhouder - fitting E 10 - lampje E 10, (1,5 V - 0,25 A) - aansluitsnoeren 50 of 25 cm lang - krokodilklemmen
	onderzoek naar stroomgeleiding	- voorwerpen van hout, plastic, koper, ijzer, zink, aluminium, potlood
	eventueel	- eventueel set plaatjes van verschillende materialen met namen o.a.
	leren onderscheiden van materialen met hun namen	- ijzer - koper - messing - zink - aluminium - lood (giftig) - plastic (zacht) - plastic (hard) - glas - hout - katoen
B (3)	LEERLINGENPROEF (blz. 16)	
	extra onderzoek naar stroomgeleiding van metaaldraden	- schakelingen - stroommeter - aantal metaaldraden even lang en even dik (bijvoorbeeld 0,2 of 0,3 mm) gemonteerd op een plank - koperdraad - messingdraad - ijzerdraad - aluminiumdraad - nichroomdraad - constantaandraad - plank - spijkers - hamer - schuifmaat

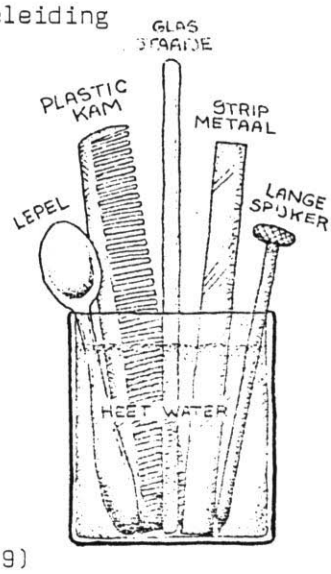


BENODIGDHEDEN PER PROEF OF ONDERZOEK

Eigenschap 2: warmtegeleiding

B (4) **LEERLINGENPROEF** (blz. 18)

onderzoek naar warmtegeleiding



- verzameling van vijf of zes langwerpige voorwerpen van metaal en niet-metaal, bijvoorbeeld:
- glasstaafje
- lange spijker
- zilveren lepel
- kam
- strip koper
- bekerglas 250 ml. of leeg jampotje met heet water
- ijsblokjes evnt.
- gasbrander
- driepoot
- gaasje

B (5) **LEERLINGENPROEF** (blz. 19)

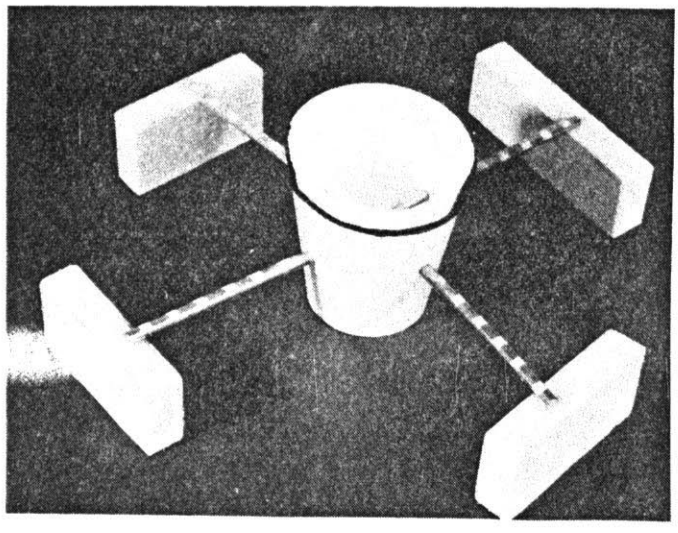
onderzoek naar warmtegeleiding met temperatuurgevoelig papier

- lange koperen staaf
- temperatuurgevoelig papier
- plakband
- gasbrander

B (6) **LEERLINGENPROEF** (blz. 20)

extra

Twee in elkaar geschoven bekers en de blokjes hout geven de staafjes meer steun . Daardoor wordt lekken voorkomen



- twee plastic soepbekers inhoud 250 ml
- staafje koper, 6 mm Ø, 13 cm lang
- staafje messing, 6 mm Ø, 13 cm lang
- staafje ijzer, 6 mm Ø, 13 cm lang
- staafje aluminium, 6 mm Ø, 13 cm lang
- temperatuurgevoelig papier of verf
- plakband
- 4 blokjes hout voor ondersteuning
- plaatje hardboard als dekseltje
- bekerglas met heet water

BENODIGDHEDEN PER PROEF OF ONDERZOEK

Eigenschap 3: vervorming

B (7) LEERLINGENPROEF (blz. 22)

onderzoek naar vervormbaarheid

Let op veiligheid Bescherm de ogen door het dragen van een veiligheidsbril

- afvalstukjes van verschillende metalen
- stukjes hout
- stukjes karton
- stukjes plastic
- stukjes porcelein
- hamer
- aambeeld
- kranten of een plaat zachtboard, tegen het lawaai
- veiligheidsbril

B (8) LEERLINGENPROEF (blz. 23)

extra

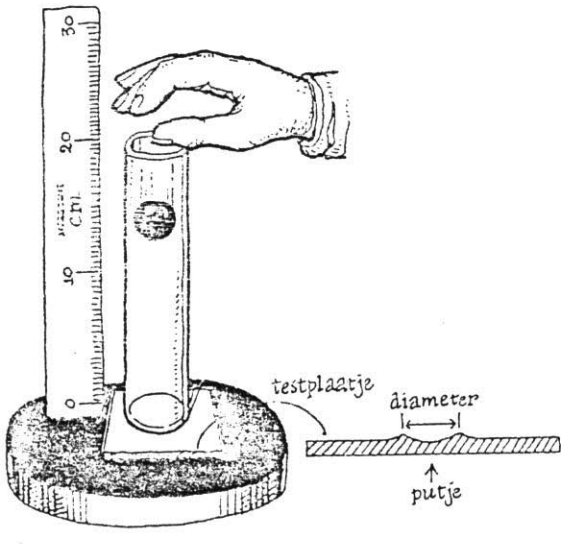
onderzoek naar hardheid

- setje verschillende materialen, kleine plaatjes gebruiken

(onder invloed van 2 drukkrachten)

met vallende kogel

- zwaar plat stuk staal bijv. aambeeld, stuk rails e.d.
- lineaal
- dradenteller of schuifmaat
- plastic buis ca. 70 cm lang met een inwendige diameter groter dan 15 mm
- stalen kogel ca. 15 mm Ø
- set plaatjes van verschillende metalen minstens 2 mm dik



eventueel

2e manier, de krasmethode bepalen door met 2 verschillende metalen op elkaar te krassen welke van die twee metalen het hardst is

- set plaatjes van verschillende metalen, afvalstukjes zijn hiervoor goed te gebruiken

stukjes metaal scherp maken door deze te knippen

- kniptang

BENODIGDHEDEN PER PROEF OF ONDERZOEK

Eigenschap 4: vering

B (9) LEERLINGENPROEF (blz. 25)

onderzoek naar vering van verschillende materialen

strips (1 mm dik, 10 mm breed en 300 mm lang), o.a.:
- koper strip
- messing strip
- ijzeren strip
- aluminium strip
- plastic strip
- twee blokjes hout

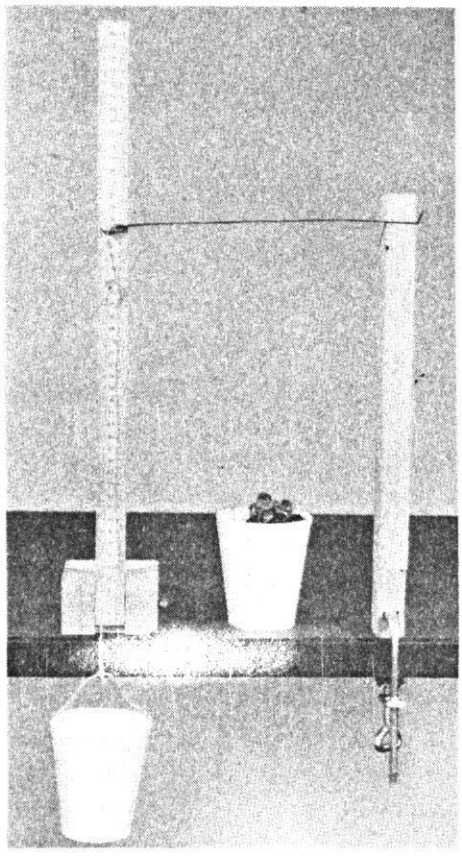
B (10) LEERLINGENPROEF (blz. 26)

extra
onderzoek naar buigzaamheid (onder invloed van 3 buigkrachten)

In het elastisch gebied van de vervorming geldt de wet van Hooke, dat de doorbuiging recht evenredig is met de belasting.

Strips liefst niet verbuigen, draadje kan ook met plakband vastgezet worden

! - set strips 1 mm dik, 10 mm breed, 300 mm lang van ijzer
- messing
- koper
- aluminium
- fiber
- plastic (koffie)bekertje
- koordje
- maatlat met blokje hout voor het rechtop houden
- statiefmateriaal of houten plankje met zaagsnede en/of tafellijmklem
- knikkers of gewichtjes
- plakband voor het vastzetten van koordje aan de strip en
- blokje hout aan de maatlat



Til voor elke nieuwe beweging het bekertje even op zodat de strip weer in zijn oorspronkelijke stand terugkomt. Ga net zolang door met het vullen van het bekertje totdat de strip niet meer in zijn oorspronkelijke stand terugkomt

BENODIGDHEDEN PER PROEF OF ONDERZOEK

Keuzeonderzoeken

(11) LEERLINGENPROEF (blz. 8)

keuzeonderzoek 1:
torsiesterkte (onder invloed van twee draaikrachten)

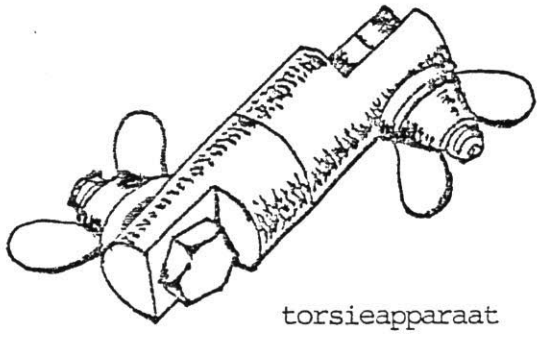
- setje metaaldraden van gelijke dikten, bijv. 0,5 of 1 mm
- torsie apparaat
- schuifmaat

Zie ook werkkaart de schuifmaat

Dit is ook een goed alternatief

Met behulp van een bankschroefje en een tang kunnen staafjes van 5 à 6 mm dikte getordeerd worden. Het terugveren, verdraaien en breken zijn dan uitstekend te ervaren en waar te nemen.

* Bekijk de breukvlakken ook eens met een loupe of microscoop

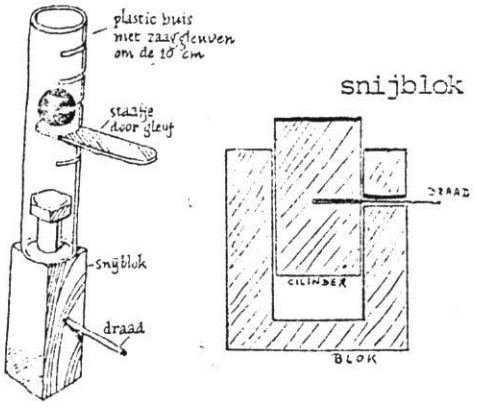


torsieapparaat

(12) LEERLINGENPROEF (blz. 12)

keuzeonderzoek 2:
afschuiving (onder invloed van twee drukkrachten)

- setje metaaldraden van verschillende materialen met gelijke diameter
- schuifmaat
- snijblok (gehard staal) een alternatief is een hefboomsnijblok
- kogel of zwaar stukje staal van ca. 50 g zwaar (rolgewicht)
- plastic buis maximum 1 meter lengte met gaten om de 10 cm voor pen of staafje



BENODIGDHEDEN PER PROEF OF ONDERZOEK

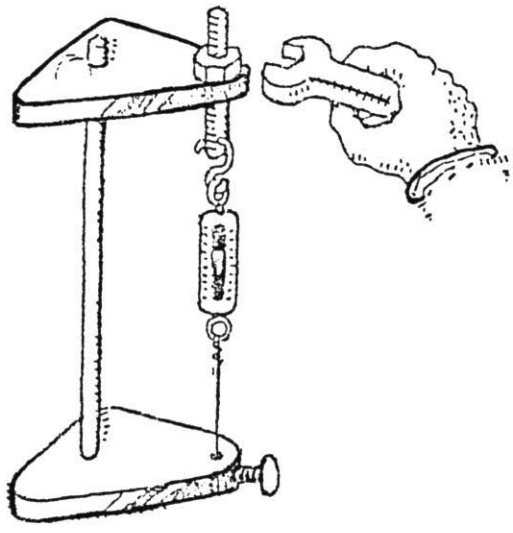
(13) LEERLINGENPROEF (blz. 14)

keuzeonderzoek 3:
treksterkte

hint: je kunt de proef ook langs de muur doen

- lange houten balk
- emmer met een touw eraan
- gewichten of zakjes zand ½ of 1 kg.
- draden van verschillende materialen, maar wel even dik b.v. 0,5 mm
- een reep cm of mm papier
- veiligheidsbril
- loupe of microscoop
- schuifmaat
- weegschaal of unster

Een andere manier is om gebruik te maken van statiefmateriaal met twee geschikte statiefvoeren



- statiefmateriaal
- draadstand M10 ca 30 cm lang met aan heteinde een gat van 6 mm dwars doorgeboord ten behoeve voor de strek- of stalen S-haak
- moer M10
- ring M10
- veerunster 0-25 kg
- steeksleutel voor moer M10
- setje verschillende soorten draden

LET OP: als de draad breekt kan hij wegspringen, gebruik een veiligheidsbril

* Meet de draaddikten voor en na het uitrekken met een schuifmaat

* Een goede manier om de draad vast te maken is de draad een paar maal door een stokje waarin een gaatje is geboord heen halen

* Denk ook aan de instructie meten met een schuifmaat

(14+15) keuzeonderzoek 4:
schroefveren

(14) LEERLINGENPROEF (blz. 18)
de veerkracht van een trekker

- schroefveer

* Je kunt ook zelf een schroefveer maken. Zie hiervoor knutselkaart

BENODIGDHEDEN PER PROEF OF ONDERZOEK

- bekertje met een ophangtouwtje
- hoeveelheid knikkers
- iets waaraan je de veer kan ophangen (hiervoor kun je statiefmateriaal gebruiken of een spijker in de muur
- lineaal

* verschillende soorten metaaldraden ongeveer 1,5 m lang echter even dik:

- koperen draad, ca. 1 mm dik
- messingdraad, ca. 1 mm dik
- aluminiumdraad, ca. 1 mm dik

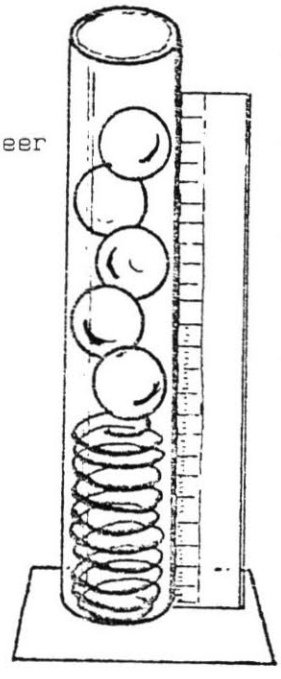
* om een eigen schroefveer te maken ook

- rond stokje met een zaagsnede in het uiteinde
- tangetjes (knip en buig)

Een eigen zelfgemaakte schroefveer

(15) LEERLINGENPROEF (blz. 19)

de veerkracht van een drukveer



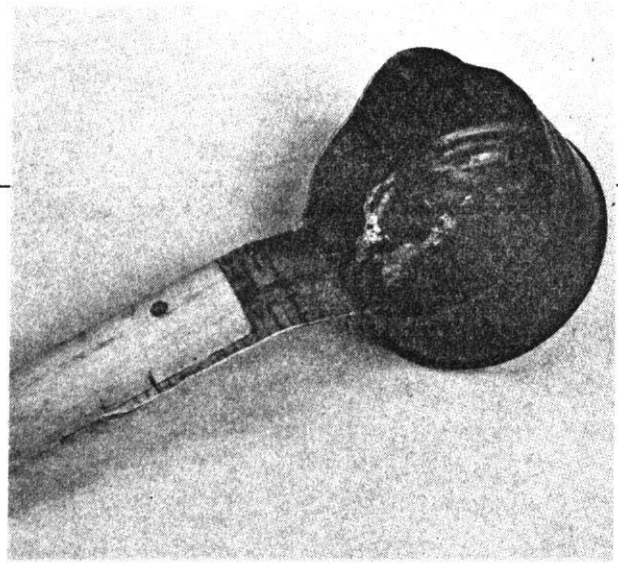
- drukveer, bijv. 1,5 cm Ø, afhankelijk van binnenmaat buis
- lange buis van perspex of glas, doorsnede afhankelijk van dikte veer, bijv. 2 cm Ø
- knikkers
- lineaal

Wanneer de knikkers binnendoor of langs de veer kunnen vallen, leg dan een stukje karton of hout op de veer

(16) LEERLINGENPROEF (blz. 20)

keuzeonderzoek 5:
een lagering (soldeer)

- een smeltlepel of smeltkroesje met pijpstenen driehoek
- gasbrander (lees zonodig werkkaart 1 in themaboek Een Eerste Verkenning)



Denk om veiligheidsbril

BENODIGDHEDEN PER PROEF OF ONDERZOEK

- een tegeltje
- een stukje koperplaat
- 2 brokjes tin
- 2 brokjes lood of lood-kogeltjes
- kroesentang of tang
- veiligheidsbril
- vijl

Enkele hints:

1) Het probleem van onjuiste resultaten verkregen door ongelijk kontakt op het koperen plaatje kan worden voorkomen door met een vijltje de bobbeltjes en uitsteeksels aan de onderkant glad te vijlen
2) of eerst alle drie te smelten, dan afkoelen en dan pas opnieuw verwarmen. Pas op voor het weglopen van het smelt.

Pas op dat je je niet brandt. Pak nooit metaal of het smeltkroesje met je vingers beet. Gebruik altijd de tang en koel de metalen met water af vóór je ze beetpakt.

* Smeltlepel is ook zelf te maken

(17+18) keuzeonderzoek 6:
warmtebehandeling

LEERLINGENPROEF (blz. 22)

(17) koud vervormen van metalen
buigen en drijven

- stuk dik koperen draad ca. 3 cm Ø
- hamer
- aambeeld of zwaar stuk ijzer (kranten, karton of vezelplaat eronder)
- veiligheidsbril
- kniptangetje

LEERLINGENPROEF (blz. 23)

(18) warmtebehandeling van metalen
harden, ontharden en ontlaten (blz. 23)

- 2 metalen haarspelden of stukjes fietsspaak
- brander
- tang (punt of montage-tang)
- bekerglas of potje met koud water
- staalwol of schuurpapier
- veiligheidsbril i.v.m. spatten

Eerst uitproberen of het materiaal voor deze proef geschikt is.

Veiligheidsbril ..... i.v.m. spatten

BENODIGDHEDEN PER PROEF OF ONDERZOEK

(19) LEERLINGENPROEF (blz. 25)

keuzeonderzoek 7:
zijn alle metalen loodzwaar

* een aantal stukjes van verschillende metalen:
  - blokje ijzer
  - blokje koper
  - blokje messing
  - blokje aluminium
  - maatglas bijvoorbeeld 50 cm3
  - balans met gewichten of veerbalans
* eventueel rekenmachine
  - rol ijzerdraad
  - scheermesje

keuzeonderzoek 8:
waarom roesten metalen

(20) LEERLINGENPROEF (blz. 28)
1. hoe snel corrodeert een metaal

- stukjes metalen
- poetsmateriaal
- vernis of transparante lak
- glazen of potjes
- wat olie
- plastic zak
- droogmiddel, b.v. silicagel

(21) LEERLINGENPROEF (blz. 28)

2. een electrische cel door electrochemische corrosie

- leeg groenteblikje
- magnesiumlint ca. 10 cm lang
- fietslampje (1,25 V/ 0,25 A)
- schuurpapier of staalwol
- kleine fitting E10
- 2 krokodilleklemmen met slipjes koper aan de fitting gemonteerd
- kopersulfaatoplossing

De binnenkant van een conservenblikje is meestal bedekt met een laagje vernis of iets dergelijks. Dit moet je eerst goed door schuren verwijderen zodat het metaal weer te zien is.

BENODIGDHEDEN PER PROEF OF ONDERZOEK

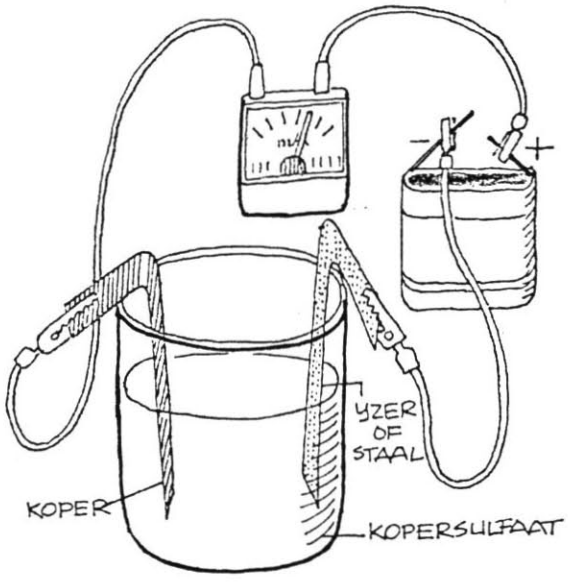
(22) LEERLINGENPROEF (blz. 29)

bescherming tegen corrosie

- 2 schone ijzeren spijkers
- 2 bekerglazen met water
- klein stukje zink

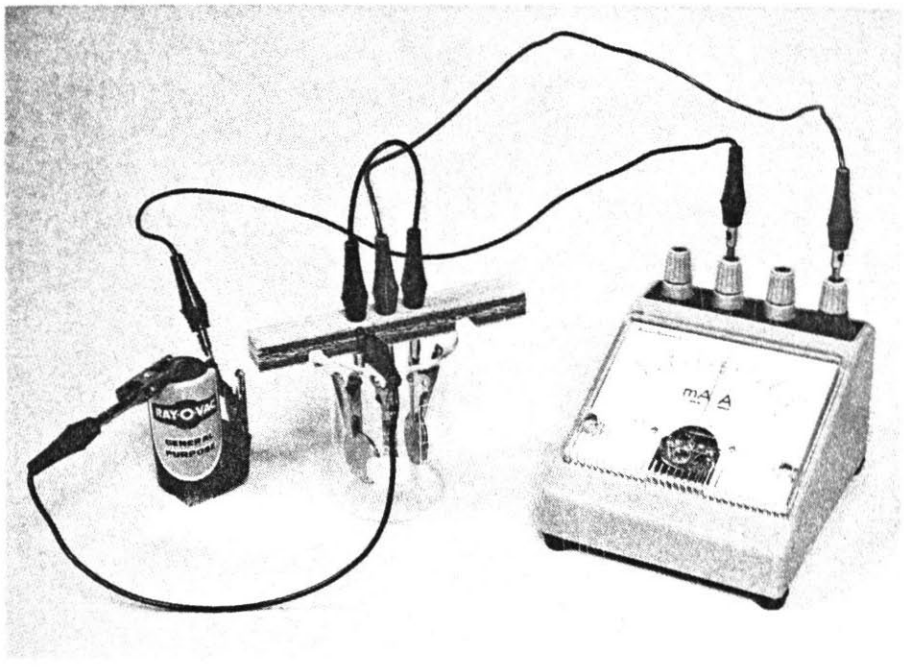
(23) LEERLINGENPROEF (blz. 30)

keuzeonderzoek 9:
vernikkelen



- staalwol
- bekerglas
- nikkelammoniumsulfaatoplossing
- batterij met aansluitdraden
- nikkel (nikkelen gulden)
- koper (schroef of bout, cent)
- krokodilklemmen
- koperen plaatje of batterijhouder

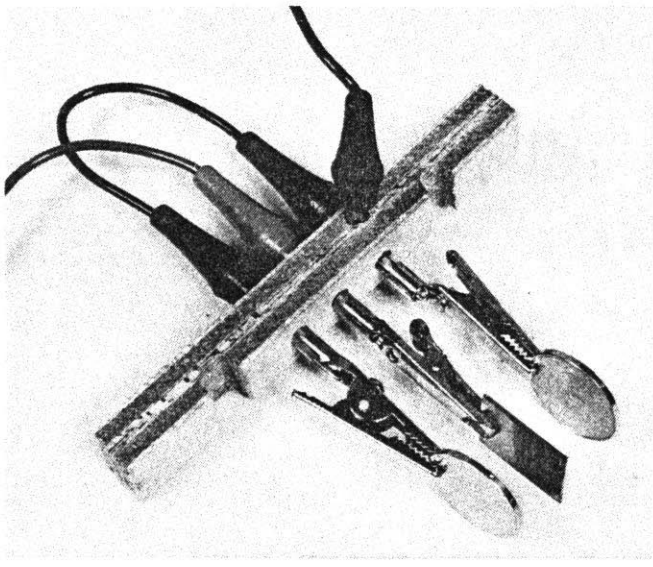
hint:
het vernikkelen gaat beter als je het voorwerp dat je wilt vernikkelen plaatst tussen twee nikkelen munten. Let wel op de aansluiting!



BENODIGDHEDEN PER PROEF OF ONDERZOEK

hint:
verzinken

- plaatje zink
- zinksulfaat



(24) LEERLINGENONDERZOEK (blz. 31)

keuzeonderzoek 10:
hergebruik van metalen (recycling)

metalen blikjes, doppen, enz. thuis of op school verzamelen

(25) LEERLINGENONDERZOEK (blz. 33)

keuzeonderzoek 11:
sieraden en beelden

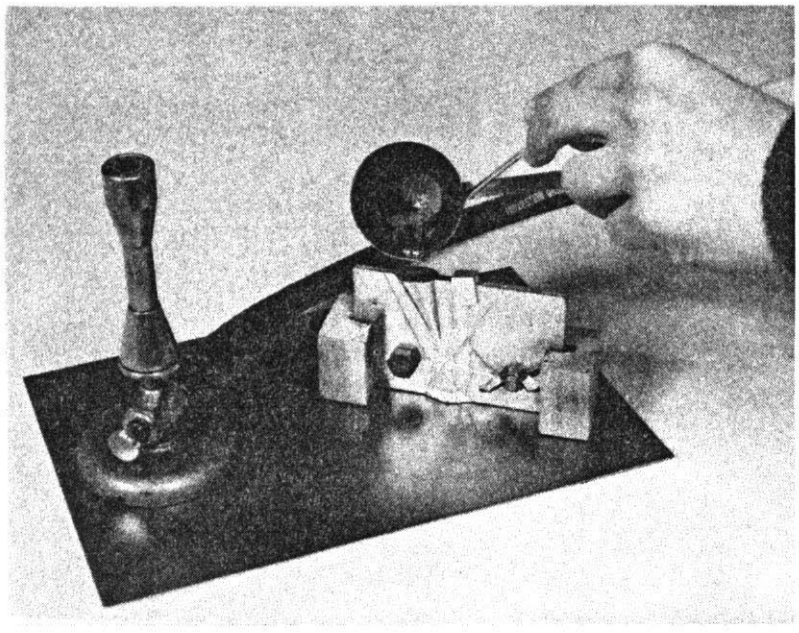
* kijken naar beelden en sieraden in je omgeving:
- fototoestel
- evnt. siervoorwerpen

BENODIGDHEDEN PER PROEF OF ONDERZOEK

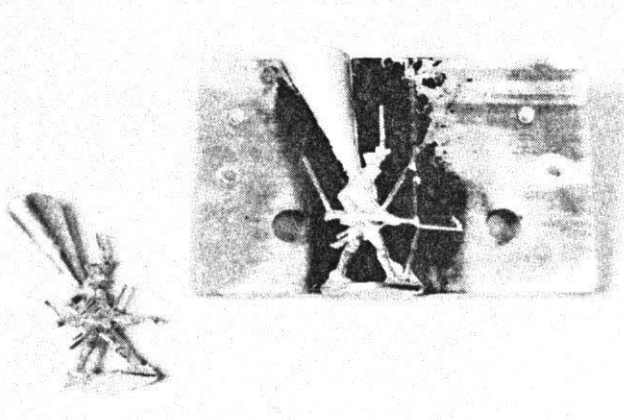
(26) zelf iets maken

* zelf iets maken uit of met behulp van boekjes, b.v. graveren, etsen, tin gieten e.d.

hint om iets te gieten



- soldeer, mengsel van tin en lood
- gasbrander
- gietvorm
- bak met droog zand of tegel
- smeltlepel
- tang



MATERIAALOVERZICHT

Bij het voorbereiden van dit thema:

De aantallen zijn gebaseerd op materiaal dat nodig is in één les. Daarbij is ervan uitgegaan dat de vier onderzoeken van eigenschappen uit het themaboek door leerlingen tegelijk worden gedaan waarbij per onderzoek twee groepen bezig zijn.
De groepen rouleren langs de proeven (stations-practicum).
Bij de keuze-onderwerpen is uitgegaan van materiaal voor één groep leerlingen.
Natuurlijk bent u vrij om de les anders te organiseren, houd u dan echter rekening met het wijzigen van de aantallen.

* kolom kosten zijn geschatte prijzen

SPECIFIEKE APPARATUUR	aantal basis	aantal extra	verwijs-nummer	kosten * basis	kosten * extra	opmerkingen en eventuele alternatieven
plank met spijkers of klem met evnt. set metaaldraden	2	-	3	20,-	-	door ll te monteren eventueel zelf maken
koperen staaf met temperatuurgevoelig papierstrookje	2	-	5	20,-	-	i.p.v. temp. gev. papier ringen schilderen met temp. gev. verf
proef warmtegeleiding bestaat uit:						
staaf koper, 6 mm Ø, 13 cm lang	2	-	6	2,-	-	idem
staaf messing, 6 mm Ø, 13 cm lang	2	-	6	2,-	-	idem
staaf ijzer, 6 mm Ø, 13 cm lang	2	-	6	2,-	-	idem
staaf aluminium, 6 mm Ø, 13 cm lang	2	-	6	2,-	-	idem
set van 4 blokjes hout voor ondersteuning	2 sets	-	6	2,-		
1 hardboarddekseltje	2	-	6	1,-	-	
proef onderzoek naar hardheid met vallende kogel:			8			
kogel, staal, ca. 15 mm Ø	2	-	8	5,-	-	
plastic buis ca. 70 cm lang met een inw. diameter groter dan 15 mm	2	-	8	10,-	-	
metalen strips 1 mm dik, 10 mm breed, 300 mm lang, samengestaande uit:						
strip ijzer	2	2	9, 10	1,-	-	
strip messing	2	2	9, 10	1,-	-	

MATERIAALOVERZICHT

strip koper	2	2	9, 10	1,-	-	
strip aluminium	2	2	9, 10	1,-	-	
strip plastic of fiber	2	-	9, 10	1,-	-	
2 blokjes hout	2	-	9, 10	-	-	z.m.
torsieapparaat	1	1	11	20,-		
snijblok	1	1	12	15,-	-	
met						
kogel of zwaar stukje metaal ca. 50 g, rolgewicht	1	1	12	3,-	3,-	
plastic buis max. 1 m lang met gaten om de 10 cm voor pen of staafje	1	1	12	10,-	10,-	
loep	1	1	13	15,-	15,-	evnt. microscoop
trekveer	1	1	14	3,-	3,-	
drukveer	1	1	15	3,-	3,-	
plastic of perspex buis doorsnede afhankelijk van de veer, b.v. 2 cm Ø	1	1	15	10,-	10,-	
smeltlepel	2	-	16, 26	10,-	-	evnt. zelf maken
setje verschillende metalen blokjes:						
ijzer	1	1	19	2,-	2,-	
koper	1	1	19	3,-	3,-	
messing	1	1	19	3,-	3,-	
aluminium	1	1	19	2,-	2,-	
fototoestel		1	25	-	80,-	evnt.
gietvorm	1		26	15,-	-	

METEN EN WEGEN	aantal basis	aantal extra	verwijs-nummer	kosten * basis	kosten * extra	opmerkingen en eventuele alternatieven
liniaal (met blokje hout voor rechtopstaan)	2	1	10,14,15	6,60	3,30	
schuifmaat	2	1	3,8,10,14 11,13	80,-	40,-	
dradenteller	1	-	8	6,-		
zakjes zand ½ of 1 kg	10	-	13	-	-	z.m.
weegschaal met gewichten	1	1	13,19	315,-	315,-	
unster 0-25 kg	1		13	9,-		
maatglas 50 cm3	1	1	19	5,50	5,50	

MATERIAALOVERZICHT

rekenmachine	-	-	19	-	-	l.l.
stroommeter, voorbeeldbereiken: 1-0-1mA 30-0-30mA 300-0-300mA 3-0-3A	1	1	3	85,-	85,-	

ALGEMEEN HULPMATERIAAL	aantal basis	aantal extra	verwijsnummer	kosten * basis	kosten * extra	opmerkingen en eventuele alternatieven
batterijhouder (voor 1½V)	2	1	1,2,23	18,-	9,-	
fitting E10	2	1	1,2,21	20,-	10,-	
aansluitsnoeren lang ca. 25 cm	4	2	1,2,23	18,-	9,-	
aansluitsnoeren lang ca. 50 cm	2	1	1,2,23	10,-	5,-	
krokodilklemmen	10		1,2,21,23	12,80	-	
set plaatjes van verschillende materialen met hun namen	-	1	1,2	-	-	evnt. z.m.
lepel	-	1	4	-	-	l.l.
bekerglas 250 ml.	4	2	4,6,18,22 23	12,-	6,-	of leeg jampotje
gasbrander	4	2	4,5,16,18 25	66,-	33,-	
driepoot	2	1	4	10,-	5,-	
gaasje	2	1	4	9,-	4,50	
houten balkje met zaagsnede en tafelklem of statiefmateriaal	1	1	10	-	-	z.m.
knikkers als gewichtjes, zak	1	1	10,14,15	-	-	l.l. zelf
emmertje, ca. 10 l	1	1	13	4,50	4,50	
statief materiaal - voet	2	1	14	60,-	30,-	
statiefmateriaal - klem	2	1	14	18,-	18,-	
rond stokje met een zaagsnede in het uiteinde	2		14	-	-	z.m.
kroezentang	1	1	13	6,10	6,10	
dubbel- of kruisklem	2	1	14	21,50	10,75	
universeelklem	2	1	14	20,-	10,-	

MATERIAALOVERZICHT

GEREEDSCHAP	aantal basis	aantal extra	verwijsnummer	kosten * basis	kosten * extra	opmerkingen en eventuele alternatieven
hamer	1	1	3,7,17	11,-	11,-	
schuifmaat	1	-	3,8,10,11 13,14	40,-		
koelkast voor ijsblokjes	-	1	4	-	-	
aambeeld o.i.d.	1	-	7, 17	60,-		
veiligheidsbril	5	-	7,13,16, 17,18	31,25		
plaat zachtboard voor aambeeld	1		7,8,17	-	-	z.m.
dradenteller	1	-	8	6,-	-	
kniptang	2	-	8,14,17	10,75	-	
bankschroefje	1	-	10	25,-	-	
tang (b.v. montagetang)	2	1	10,14,16 18,25	21,50	10,75	
vijl	1	-	16	8,-	-	
staalwol of schuurpapier	1	-	18,21,23	4,50	-	
poetsmateriaal	1	-	20	2,50	-	
vernis of transparante lak	1	-	20	3,50	-	
olie(busje)	1	-	20	3,50	-	
lijm of tafelklem (eenvoudige)	1	-	13	4,50		

VERBRUIKSMATERIAAL	aantal basis	aantal extra	verwijsnummer	kosten * basis	kosten * extra	opmerkingen en eventuele alternatieven
staafbatterijen 1½V, dikke	4	-	1,2,23	4,-	-	
lampjes E10 (1,5V-0,25A)	4	-	1,2,21	4,-	-	
koperdraad, dik ca. 0,2 mm	rol	-	3	2,80	-	
messingdraad, dik ca. 0,2 mm	rol	-	3	2,75	-	
ijzerdraad, dik ca. 0,2 mm	rol	-	3	2,-	-	
aluminiumdraad, dik ca. 0,2 mm	rol	-	3	2,-		
nichroomdraad, dik ca. 0,2 mm	rol	-	3	2,75		

MATERIAALOVERZICHT

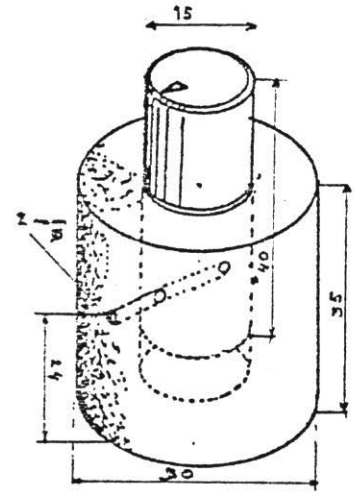
contantaandraad, dik ca. 0,2 mm	rol	-	3	2,75	-	
plank, ca. 55 cm lang	1	-	3	-	-	
spijkers of klemmen ds.	set	-	3,4,13,22	-	-	
glasstaafje	1	-	4	-	-	
strip koper	1	-	4	1,-	-	
temperatuurgevoelig papier	rol	-	5,6	-	-	of temperatuurgevoelige verf
plakband	rol	-	5,6,10	1,-	-	
plastic (soep)bekers, inhoud 250 ml	4	-	6	-	-	
afvalstukjes van verschillende materialen o.a.						
metalen plaatjes 2 mm dik (koper, messing, ijzer, aluminium, zink)	set	-	7,8,9,16, 20,23			
hout, plaatje	1	-	7,8	-	-	l.l.
plastic, plaatje	1	-	7,8	-	-	
porcelein, stukje	1	-	7,8	-	-	l.l.
koord	rol	-	10	4,50	-	
plastic koffiebekertje	4	-	10,14	-	-	
blokje hout	1	-	10	-	-	
set metaaldraden van gelijke dikten 0,5 mm Ø	set			10,-		
idem 1 mm Ø o.a.	set		14	20,-		
koperdraad			14			
messingdraad			14			
aluminium draad			14			
ijzer draad			14,19			
houten plank ca. 1,25 m lang	1	-	13	7,50	-	
cm of mm papier	-	-		-	-	l.l.
tegeltje	1	-	16	-	-	l.l.
brokjes tin, potje	1	-	16	10,-	-	
brokjes lood of loodkorrels	1	-	16	10,-	-	
metalen haarspelden of stukjes fietsspaak	4	-	18	-	-	l.l. zelf
scheermesje, pakje	1	-	19			
plastic zak	-	-	20	-	-	l.l. zelf
conservenblik	-	-	21	-	-	l.l. zelf
soldeer	rol		25	15,-	-	
zand	10 kg	-	25			l.l. zelf
koperdraad dik 3 mm	rol		17	5,-	-	

MATERIAALOVERZICHT

CHEMICALIEN	aantal basis	aantal extra	verwijs-nummer	kosten * basis	kosten * extra	opmerkingen en eventuele alternatieven
silicagel, 500 g in potje	1		20	-	-	scheik. lok.
magnesiumlint, rol	1		21			idem
kopersulfaat, 100 g potje	1		21	-	-	idem
nikkelammoniumsulfaat, 100 g in potje	1		23	-	-	idem
zinksulfaat, 100 g in potje	1		23	-	-	idem

BIJZONDERHEDEN

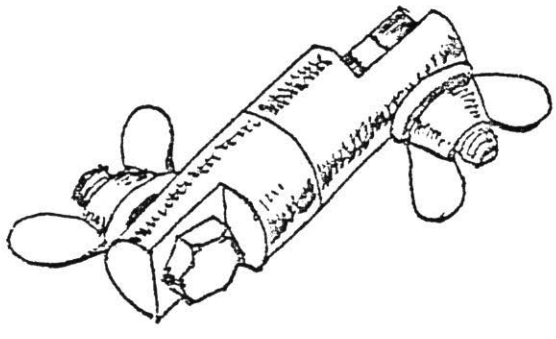
BOUWBESCHRIJVINGEN EN TEKENINGEN

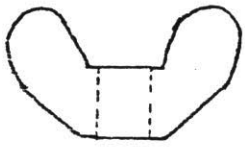


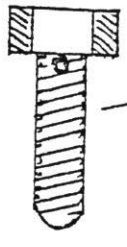
vlak kantje

Snij/afschuifblok

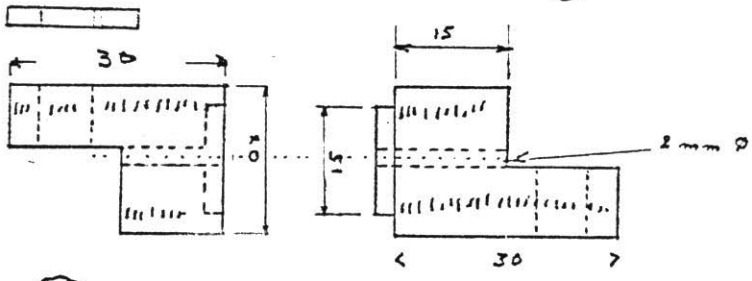
Torsie apparaat

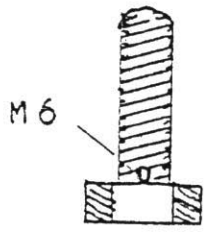


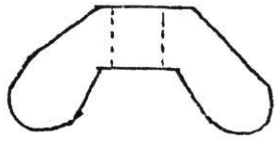




bout kwartslag draaien







ADRESSEN

Met de firma Breukhoven is een samenwerkingsovereenkomst betreffende een compleet leveringspakket van PLON-materiaal.
Informatie hierover bij:

Breukhoven BV
Mathenesserlaan 400
3023 HD Rotterdam
Postbus 6044
3002 AA Rotterdam
tel. 010-767688

Depex B.V.
(nat. instr. Phywe)
Dorpsstraat 85
3732 HH De Bilt
Postbus 27
3730 AA De Bilt
tel. 030-763111

Emaf B.V.
(gasmeters, gerevideerd)
Nijverheidsstr. 3a-b
3071 GA Rotterdam
tel. 010-855266

Griffin Europa B.V.
(nat. instr.)
Rudonk 18
4824 AJ Breda
Postbus 1121
4801 BC Breda
tel. 076-412080

Harris
(nat. instr.)
(zie Breukhoven)

I.P.C.
(kwh-meter, gerevideerd)
De Grootkade 2
1052 LP Amsterdam
tel. 020-842325

Leybold-Nederland
(nat. en scheik. instr.)
Ohmweg 12
3442 AA Woerden
Postbus 90
3440 AB Woerden
tel. 03480-14145

Malmberg
(nat. instr. + Banativ)
Leeghwaterlaan 16
5223 BA Den Bosch
Postbus 233
5201 AE Den Bosch
tel. 073-215565

Econosto
Admiraliteitskade 75
Postbus 4060
3006 AB Rotterdam
tel. 010-141500

Meterfabriek Dordrecht
(gasmeters, nieuw)
Lijnbaan 12
3311 RL Dordrecht
tel. 078-186066

Merkelbach Fysica B.V.
(nat. instr. + Kröncke)
Gildeweg 18
3771 NB Barneveld
tel. 03420-16406

Model Engeneering B.V.
(waterpompjes PSN)
Bangert 23
1689 CJ Zwaag (N.H.)
tel. 02292-1577

Nooitgedagt en Zn. B.V.
(gereedschappen)
Eegracht 12
8651 EG IJlst
Postbus 1
8650 AA IJlst
tel. 05155-1441

Phywe (zie Depex)

Snikkers Handel MIJ. B.V.
Hfd. Kantoor:
Industriestraat 2
Postbus 5750
3290 AB Strijen
tel. 01854-2400
Voor depots:
zie RIB boek

Radio Twente
(recordermotortjes)
Stille Veerkade 11-13
2512 BE Den Haag
tel. 070-469200

Technowa B.V.
(nat. instr. unilab. e.d.)
Industrieweg 35
1512 NE Wormerveer
tel. 075-285767

Technische Unie
(metalen, draad e.d.
in iedere grote stad