TOA Scheikunde in de Praktijk

Een praktisch handboek voor TOA’s

Ook voor docenten, stagiairs en andere betrokkenen bij het scheikundeonderwijs

Ahmad Al Dweib

© 2026 Ahmad Al Dweib

Eerste editie, 2026
ISBN 9789465548876
Uitgegeven via Brave New Books

Alle rechten voorbehouden.

Voorwoord

Een practicum dat goed verloopt, lijkt soms vanzelfsprekend. De juiste oplossingen staan klaar, het materiaal werkt en leerlingen kunnen aan de slag. Wie de voorbereiding heeft gedaan, weet hoeveel kennis en aandacht daarachter schuilgaan. Het werk van een TOA vraagt inzicht in de scheikunde, oog voor de uitvoering en begrip van wat leerlingen moeten leren. Soms maakt een klein detail het verschil: de plaats van een thermometer, de manier waarop glaswerk is voorgespoeld of een vraag die op het juiste moment wordt gesteld.

Dit boek is voortgekomen uit mijn werk als docent scheikunde en de begeleiding van nieuwe assistenten. Ik wilde de uitleg die zij nodig hebben bij elkaar brengen, zodat ze die tijdens het leren en werken kunnen terugvinden. Hoe bereid je een oplossing? Waar let je op bij een proefopstelling? Hoe onderzoek je een onverwachte meetwaarde? De werkinstructies helpen bij de uitvoering; de uitleg eromheen helpt begrijpen waarom je zo werkt. Dat begrip heb je nodig wanneer een proef anders verloopt dan verwacht of wanneer je moet beoordelen of een vertrouwde werkwijze nog past.

Beginnende TOA’s vinden hier uitleg en oefeningen om het vak met de nodige begeleiding te leren. Ervaren collega’s kunnen het boek gebruiken om kennis op te frissen, een terugkerend probleem te onderzoeken of hun ervaring aan iemand anders over te dragen. Ook docenten, stagiairs en andere collega’s vinden aanknopingspunten voor hun eigen bijdrage aan het practicumonderwijs.

Bij dat onderwijs hoort ook het werk tussen de lessen door. Een overzichtelijke voorraad, goed onderhouden apparatuur en een haalbare planning besparen zoekwerk en voorkomen dat problemen zich opstapelen. Daarom gaat dit boek ook over het beheren van het kabinet, het starten en afsluiten van het schooljaar en het maken van werkafspraken. Er is aandacht voor zelfstandig initiatief nemen, blijven leren en werkplezier behouden. Goed werk vraagt voldoende tijd en ruimte om het zorgvuldig te kunnen doen.

Veilig werken hoort bij elke taak, van het kiezen van een stof tot het opruimen na de les. De samenwerking met de docent is daarbij belangrijk. Een TOA ziet tijdens een practicum vaak precies waar leerlingen vastlopen, welke instructie onduidelijk is of wat aan de voorbereiding kan worden verbeterd. Door die waarnemingen te bespreken, kunnen docent en TOA samen het onderwijs verbeteren.

De verhalen, praktijkvoorbeelden en vragen geven aanleiding om even bij een handeling stil te staan. Waarom werkte deze oplossing? Wat werd over het hoofd gezien? Wat herken je op je eigen werkplek? Voorbeelden uit de geschiedenis en de recente praktijk laten zien hoe mensen problemen onderzochten en bruikbare oplossingen vonden. De scheikunde uit het dagelijks leven biedt bovendien stof voor een gesprek met een nieuwsgierige leerling.

Ik hoop dat dit boek een plek krijgt binnen handbereik. Om iets op te zoeken, een werkwijze beter te begrijpen of samen met een collega een probleem op te lossen. En dat het je, naast praktische hulp, ook meer plezier geeft in de scheikunde en in het practicumonderwijs.

Ahmad Al Dweib

Inhoud

Voorwoord **2**
Zo gebruik je dit boek **6**
Hoofdstuk 1 Het vak achter een goed practicum **8**
1.1 De rol van de TOA scheikunde 9
1.2 Zelfstandig leren en je werk controleren 11
1.3 Een leerroute die bij je werk past 12
1.4 Schoolboeken en TOA-handleidingen gebruiken 13
1.5 Een practicum voorbereiden en klaarzetten 15
Hoofdstuk 2 Stoffen kennen en veilig werken **18**
2.1 Veilig beginnen 19
2.2 Veilig werken met stoffen 21
2.3 Gevarenpictogrammen en etiketten lezen 22
2.4 Etiketten voor potjes en flessen maken 23
2.5 Het veiligheidsinformatieblad gebruiken 27
2.6 Risico's beoordelen: vóórdat je begint 29
2.7 Bescherming, hygiëne en bijzondere situaties 31
2.8 Incidenten, eerste hulp en bedrijfshulpverlening 33
2.9 Welke eisen gelden voor deze school? 35
Hoofdstuk 3 Rekenen, afmeten en bereiden **38**
3.1 Glaswerk kiezen, wegen en volume meten 39
3.2 De benodigde massa van een stof voor een practicum berekenen 41
3.3 Verdunningen en percentages praktisch maken 44
3.4 Je pipetvaardigheid zelf onderzoeken 45
3.5 Oplossingen bereiden en controleren 47
Hoofdstuk 4 Meten, scheiden en onderzoeken **52**
4.1 Meetapparatuur en betrouwbare resultaten 53
4.2 Meetsoftware, sensoren en dataloggers 55
4.3 Scheiden en analyseren: begrijpen wat je klaarzet 60
4.4 Practica op microschaal en groene chemie 62
4.5 Biochemie en biologische risico's 65
Hoofdstuk 5 Practicumopstellingen opbouwen en controleren **69**
5.1 Eerst de route, dan de onderdelen 70
5.2 Een eenvoudige destillatie opbouwen 71
5.3 De scheitrechter gebruiken 72
5.4 Gas opvangen boven water 73
5.5 De opstelling controleren en overdragen 74
Hoofdstuk 6 Leerlingen verder helpen **76**
6.1 Een practicum toegankelijk maken 77
6.2 Leerlingen begeleiden zonder de docentrol over te nemen 79
6.3 Nieuwe proeven, profielwerkstukken en wijzigingen 81
Hoofdstuk 7 Het schooljaar starten en veilig afsluiten **84**
7.1 Vóór de eerste practicumles 85
7.2 Water na stilstand gebruiken 86
7.3 Voor een vakantie afsluiten 87
7.4 Stoffen, afval en apparatuur achterlaten 88
7.5 Het jaar afronden en onderhoud voorbereiden 90
7.6 Overdragen en opnieuw beginnen 91
Hoofdstuk 8 Een goed georganiseerd kabinet **93**
8.1 Het lokaal, de voorbereiding en de zuurkast 94
8.2 Gas, verwarming, druk en elektriciteit 96

8.3 Chemicaliën opbergen zonder nieuwe risico's 99
8.4 Inkopen, ontvangen en voorraadbeheer 105
8.5 Afval, afvalwater en vervoer 110
8.6 Onderhoud, inspectie en buitengebruikstelling 111
8.7 Schoonmaken, afsluiten en overdragen 112
Hoofdstuk 9 Digitaal voorraadbeheer en het kabinetsdossier 116
9.1 Eén overzicht dat aansluit op de werkplek 117
9.2 Flessen en gegevens betrouwbaar koppelen 118
9.3 Het juiste veiligheidsinformatieblad beschikbaar houden 119
9.4 Bijwerken tijdens ontvangst, gebruik en afvoer 120
9.5 De kast en het overzicht blijven vergelijken 121
9.6 Het dossier bruikbaar maken bij afwezigheid 122
Hoofdstuk 10 Samenwerken en blijven verbeteren 124
10.1 Een jaarcyclus die problemen vóór is 125
10.2 Begeleiden zonder de regie over te nemen 126
10.3 Documenten, digitale hulpmiddelen en privacy 128
10.4 Je vakmanschap verder ontwikkelen 129
10.5 Van voorbereiding naar een beter practicum 133
Hoofdstuk 11 Zelfstandig plannen en initiatief nemen 135
11.1 Zelfstandig werken binnen duidelijke afspraken 136
11.2 Van werkvoorraad naar een haalbare week 137
11.3 Rustige practicumweken nuttig gebruiken 138
11.4 Opruimen, onderhouden en aanvullen horen bij de taak 139
11.5 Inkopen voorbereiden en deskundigheid onderhouden 140
11.6 Wat schalen 6, 7 en 8 van elkaar onderscheidt 141
Hoofdstuk 12 Met plezier en energie blijven werken 143
12.1 Wat het werk aantrekkelijk en veeleisend maakt 144
12.2 Een gezamenlijke planning die ook echt uitvoerbaar is 145
12.3 Rust voor werk dat aandacht vraagt 146
12.4 Werk, werktijden en herstel op elkaar laten aansluiten 147
12.5 Duidelijk zijn en prettig blijven samenwerken 149
12.6 Voldoening en vakmanschap ruimte geven 151
12.7 Overbelasting herkennen en tijdig hulp krijgen 152
Hoofdstuk 13 Scheikunde als gereedschap 155
13.1 Stoffen, mengsels en reacties begrijpen 156
13.2 Atomen, ionen, formules en namen 158
13.3 Rekenen met eenheden en meetgegevens 159
13.4 Mol en molaire massa 161
13.5 Concentraties: wat zit er in de oplossing? 162
13.6 Zuren, basen, pH en titraties 163
13.7 Neerslag, redox, energie en organische stoffen 166
13.8 Vijf leerlinguitspraken waarop je kunt doorvragen 168
Hoofdstuk 14 Chemische notaties lezen en gebruiken 169
14.1 Formules lezen en schrijven 170
14.2 Positieve en eenvoudige negatieve ionen 171
14.3 Samengestelde ionen en zoutformules 172
14.4 Zuren en hun notatie in water 173
14.5 Basen en gebruikelijke oplossingsnamen 174
14.6 Oxidatoren en reductoren herkennen 176
Hoofdstuk 15 Werken met een nieuwe lesmethode 178
15.1 Begin bij het boek van de leerling 179
15.2 Geef nieuwe experimenten een eerlijke proefdraai 179
15.3 Bewaar ervaring bij de nieuwe methode 180
15.4 Voer de methode in een haalbare volgorde in 180

15.5 Van oude proef naar passende uitvoering 181
Hoofdstuk 16 Een open dag voorbereiden 182
16.1 Kies wat je bezoekers wilt laten ontdekken....183
16.2 Voorbeelden die een gesprek openen 183
16.3 Bereid de uitleg samen met de proef voor 184
16.4 Maak de bezoekerssituatie veilig en overzichtelijk....184
16.5 Een draaiboek dat de volgende keer helpt....185
Begrippenlijst....187
Bronnen en verder lezen 195
Rekenhulp en omrekenschema 216
Snelzoeker....218

Zo gebruik je dit boek

Je eerste oplossing bereiden, uitzoeken waarom een vertrouwde proef anders verloopt of een collega op weg helpen: voor al die vragen kun je dit boek gebruiken. Het dagelijkse werk van de TOA scheikunde vormt de basis. Wie het vak leert, vindt uitleg en oefeningen om zorgvuldig en steeds zelfstandiger te werken. Wie ervaring meebrengt, kan vertrouwde werkwijzen onderzoeken en de redenen achter een handeling aan anderen uitleggen. Ook docenten, assistenten, stagiairs en collega's die het practicumonderwijs organiseren, vinden hier aanknopingspunten voor hun eigen werk. De praktische aanwijzingen richten zich tot degene die de beschreven taak uitvoert; de afgesproken rolverdeling blijft daarbij bepalend.

Begin bij een taak die je gaat uitvoeren of een vraag die je bezighoudt. Lees de bijbehorende uitleg en de volledige werkinstructie voordat je begint. De rekenvoorbeelden laten zien hoe je een berekening opzet en controleert. Met de zelfcontroles beoordeel je je uitvoering en resultaat. Ben je nieuw op de werkplek, begin dan met hoofdstuk 2 en leer de plaatselijke veiligheids- en noodafspraken kennen. Oefen nieuwe handelingen met de benodigde begeleiding. Tijdens een stage gebruik je het boek naast de opdrachten en leerdoelen van je opleiding.

Bij een praktijkvraag of oefensituatie bedenk je eerst zelf wat je zou doen. Lees daarna de bespreking en vergelijk de redenering met je eigen antwoord. Een verschil helpt je bepalen wat je nog wilt uitzoeken of oefenen. Bij de rekenvoorbeelden kun je de uitwerking afdekken en eerst een schatting maken. De oefengegevens zijn bedoeld om mee te leren; het zijn geen keuringsresultaten of algemene grenswaarden.

De korte gesprekken bij 'Even afstemmen' laten zien hoe je met een docent, leerling of collega tot een bruikbare afspraak komt. Pas de woorden aan je eigen situatie aan. Onder 'Handig in de praktijk' vind je kleine verbeteringen voor het dagelijkse werk. De vragen bij 'Op jouw werkplek' helpen om één onderwerp met je eigen voorbereiding of kabinet te verbinden. Kies wat je nodig hebt en bewaar een bruikbare uitkomst bij het bestaande practicumdossier.

Een korte controle vóór een les of activiteit gebruik je nadat de voorbereiding is afgerond. Zo kun je bij de overdracht nagaan of de afspraken kloppen en wat nog aandacht vraagt. De volledige werkinstructie, veiligheidsbeoordeling en benodigde begeleiding blijven daarbij het uitgangspunt.

Soms maakt een kleine uitleg een bekende handeling ineens begrijpelijk. Neem het voorspoelen van glaswerk. Bij een gewone waterige zuur-basetitratie mag in de erlenmeyer een klein restje schoon water zitten. Dat verdunt het afgemeten monster, maar verandert niet de hoeveelheid stof die je wilt bepalen. Water dat in de pipet achterblijft, kan de monsteroplossing juist verdunnen vóórdat je die afmeet. Met hetzelfde pipetvolume breng je dan minder van de te bepalen stof over. Daarom spoel je de pipet vóór gebruik met een kleine portie van de monsteroplossing. Hetzelfde restje water heeft dus een ander gevolg, afhankelijk van waar het zit.

Zo'n voorbeeld helpt bij het leren van een techniek én bij het onderzoeken van een afwijkende uitkomst. Het geeft bovendien een bruikbare vraag voor een leerling of nieuwe collega: "Waarom maakt water hier wel verschil en daar niet?" Laat iemand het antwoord in de opstelling aanwijzen. Je merkt dan welke uitleg al begrepen is en waar nog hulp nodig is. De vragen en voorbeelden in dit boek zijn bedoeld om zulke gesprekken tijdens het werk gemakkelijker te maken.

Daarbij blijft het doel van het practicum belangrijk. Alles vooraf afwegen bespaart misschien tijd, maar helpt niet wanneer leerlingen juist moeten leren wegen. Voor scheikundedocenten en leraren in opleiding verbindt het boek daarom de les met het werk achter de schermen. Collega's die uit een laboratorium komen, zullen veel technieken herkennen; op school komt daar de afweging bij wat je zelf voorbereidt en wat leerlingen moeten oefenen. Hoofdstukken 1

en 6 helpen om voorbereiding, uitleg en begeleiding op elkaar af te stemmen. Het leerboek van de leerlingen laat zien welke kennis zij daarbij nodig hebben.

Voor het praktische werk kun je gericht verder lezen. Hoofdstuk 3 behandelt rekenen, afmeten en bereiden. Hoofdstuk 4 helpt bij meten, scheiden en het beoordelen van resultaten. In hoofdstuk 5 staan het opbouwen en controleren van practicumopstellingen centraal, met tekeningen die de onderdelen en de route van vloeistoffen en gassen verduidelijken. Gebruik die uitleg naast het voorschrift van de proef die je voorbereidt.

Ook de organisatie bepaalt of een practicum goed verloopt. Materialen moeten beschikbaar zijn, apparatuur moet werken en er moet tijd zijn voor voorbereiding en opruimen. Hoofdstuk 7 helpt bij het starten en afsluiten van het schooljaar en bij de voorbereiding op vakanties. Hoofdstuk 8 behandelt het kabinet, de voorzieningen, inkoop, opslag, afval en onderhoud. Hoofdstuk 9 laat zien hoe je de voorraad en het kabinetsdossier bijhoudt, zodat gegevens kloppen en een collega het werk kan overnemen.

Hoofdstukken 10 tot en met 12 gaan over samenwerken, zelfstandig plannen en met plezier en energie blijven werken. Gebruik deze hoofdstukken ook om met de sectie afspraken te maken over aanvragen, voorbereidingstijd, begeleiding en de verdeling van het werk. Sectieleiders, schoolleiders en arbocoördinatoren krijgen zo zicht op wat het TOA-werk vraagt en welke knelpunten aandacht verdienen. Hoofdstuk 2 verduidelijkt de verantwoordelijkheden. Het boek ondersteunt de samenwerking; technische keuringen en specialistische beoordelingen blijven afzonderlijk nodig.

Voor je eigen scheikundige achtergrond kun je terecht in hoofdstuk 13, *Scheikunde als gereedschap*. Hoofdstuk 14 helpt bij het lezen en gebruiken van chemische notaties. Gaat de sectie met een nieuwe lesmethode werken, gebruik dan hoofdstuk 15 om bestaande materialen en nieuwe experimenten op het leerlingboek af te stemmen. Hoofdstuk 16 helpt bij het voorbereiden van een open dag, van de keuze van een proef tot de uitleg en een veilige uitvoering voor bezoekers.

De verhalen uit de scheikunde en de voorbeelden uit het dagelijks leven geven achtergrond bij de instructies. Ze kunnen een verschijnsel verduidelijken, een vertrouwde routine in een ander licht zetten of aanleiding zijn voor een gesprek met een nieuwsgierige leerling. Elk hoofdstuk eindigt met een feitelijk verhaal dat aansluit bij de inhoud. Soms komt dat uit de geschiedenis, soms uit de recente praktijk. De verhalen nodigen uit om na te denken over het eigen werk; het zijn geen proefvoorschriften. De broncijfers verwijzen naar de publicaties achterin. Waar oefensituaties of oefengegevens zijn bedacht, staat dat erbij.

Wijkt een resultaat af, gebruik dan de foutanalyses om gericht te zoeken in plaats van de proef zonder meer te herhalen. Houd de verwachte uitkomst en je werkelijke waarnemingen uit elkaar. Bewaar een bruikbare verbetering bij de bestaande practicumdocumentatie, met de reden voor de wijziging en het resultaat van de controle. Zo kan een collega begrijpen wat je hebt aangepast en waarom.

Werk steeds met het geldende practicumvoorschrift, het veiligheidsinformatieblad van de gebruikte stoffen en de handleiding van de apparatuur. De uitleg in dit boek ondersteunt het gebruik daarvan, maar vervangt die informatie niet. De verwijzingen naar wetgeving en sectorafspraken zijn gericht op Nederland; elders gelden de voorschriften van de eigen werkplek.

Je hoeft het boek niet eerst helemaal uit te lezen. Gebruik de inhoudsopgave of de snelzoeker om een onderwerp terug te vinden. Achterin staan ook een begrippenlijst, de bronnen en een rekenhulp met omrekenschema. Pak het boek erbij wanneer je een proef voorbereidt, een berekening wilt controleren of wilt begrijpen waarom iets anders loopt dan verwacht. Lees tussendoor een verhaal dat je nieuwsgierig maakt of bespreek een voorbeeld met een collega. Zo blijft het boek bruikbaar tijdens het leren én wanneer je het vak al jaren uitoefent.

Hoofdstuk 1
Het vak achter een goed practicum

De proef lukte. Maar was de les ook gelukt?

Ian Abrahams en Robin Millar onderzochten 25 gewone natuurwetenschappelijke practicumlessen in Engelse middelbare scholen. Zij keken niet alleen of leerlingen de proef uitvoerden, maar ook of zij de bedoelde ideeën met hun waarnemingen verbonden. In hun publicatie uit 2008 bleek dat in de onderzochte lessen het uitvoeren van de bedoelde handelingen doorgaans beter lukte dan het verbinden van de waarnemingen met de bijbehorende ideeën.

De onderzoekers maakten daarmee een belangrijk onderscheid: een geslaagde handeling en een begrepen verklaring zijn verschillende opbrengsten. Die moet je allebei voorbereiden.[1]

Voor jouw werk. Neem bij een bekende proef één beslissende leerlinghandeling. Schrijf er in gewone taal bij wat de leerling daarbij moet begrijpen. Bij filtreren kan de vraag zijn of opgelost zout ook achterblijft. Bij een titratie: waarom tel je de begin- en eindstand niet bij elkaar op? Stel tijdens de les één gerichte vraag en laat de leerling aanwijzen waar het antwoord in de opstelling zichtbaar wordt. Je hoeft geen extra theorieles te geven. Eén goed gekozen vraag kan duidelijk maken of technische hulp genoeg is of dat de docent de uitleg moet aanvullen.

1.1 De rol van de TOA scheikunde

Wat het werk van de TOA oplevert

De technisch onderwijsassistent verbindt de les met de praktische uitvoering en vertaalt een practicumaanvraag naar materialen, oplossingen, tijd en een bruikbare opstelling. Tijdens de les ondersteunt de TOA de afgesproken handelingen. Daarna volgen terugname, reiniging en afvalafvoer. Wat de volgende uitvoering beter maakt, wordt bewaard.

Een complete voorbereiding vraagt meer dan materialen klaarzetten. Je weet wat leerlingen moeten zien of meten. Je controleert of het materiaal daarvoor geschikt is. Ook plan je de foutgevoelige stappen en het opruimen.

Samenwerken met duidelijke rollen

De vakdocent bepaalt het leerdoel en de organisatie van de les. De TOA zorgt dat het practicum praktisch goed is voorbereid en uitvoerbaar is. Stem samen af wie wat doet en welke voorbereiding nodig is.

Bij een bekend, ongewijzigd practicum kan een verzoek als “zet de titratie klaar” voldoende zijn, zolang duidelijk is welk practicum en welk voorschrift bedoeld worden. Zijn bijvoorbeeld de stof, concentratie, hoeveelheid of het aantal groepjes niet duidelijk? Vraag die eerst na. Je helpt door precies te benoemen welke informatie nog nodig is.

Even afstemmen · Wat bereiden leerlingen zelf?

Voorbeeldgesprek. Een docent vraagt om oplossingen voor een practicum.

Docent: “Kun je de oplossingen voor donderdag klaarzetten?”

TOA: “Gebruiken de leerlingen die voor een proef, of moeten ze ook oefenen met bereiden?”

Docent: “Het bereiden is juist een leerdoel.”

TOA: “Dan spreken we af wat ik vooraf doe en welke stappen de leerlingen zelf uitvoeren. Die stappen nemen we ook mee in de lestijd.”

Dezelfde aanvraag leidt zo tot een andere voorbereiding. Wat je vooraf doet, hangt af van wat de leerlingen tijdens de les moeten leren.

Bij wie kun je terecht?

Bij vragen over een practicum overleg je met de vakdocent of een ervaren TOA. Gaat het om een veiligheidsprobleem dat je niet zelf kunt oplossen, bespreek dit dan met de vakdocent of leidinggevende. Bij storingen aan bijvoorbeeld een zuurkast, gasvoorziening of elektrisch apparaat schakel je facilitair beheer of de technische dienst in. Meld zo concreet mogelijk wat je ziet. Bijvoorbeeld: “De zuurkast geeft alarm bij normaal gebruik.” Zo weet de juiste collega meteen wat er aan de hand is en wat eerst moet worden gecontroleerd.

Je werkzaamheden afstemmen

Spreek af welke practica en werkzaamheden je ondersteunt en wat je daarbij zelfstandig doet. Denk bijvoorbeeld aan materialen klaarzetten, oplossingen bereiden, meetapparatuur voorbereiden, leerlingen ondersteunen en na afloop opruimen. Bespreek bij nieuwe of gewijzigde practica vooraf wat er verandert en of extra uitleg of begeleiding nodig is. Spreek ook af bij wie je terechtkunt met vragen en wie jouw werkzaamheden kan overnemen als je afwezig bent.

Bij een stage stem je daarnaast af welke leerdoelen en opdrachten vanuit de opleiding gelden. Sluit zoveel mogelijk aan bij wat de stagiair al kan en oefen vooral de werkzaamheden die voor het werk op deze school nog nieuw zijn.

Nauwkeurig werken en open bespreken

Schrijf een meetwaarde op zodra je die afleest. Noteer ook een afwijking die het resultaat kan beïnvloeden. Een correctie blijft herkenbaar, bijvoorbeeld via een doorgestreepte invoer. Zo kun je later begrijpen wat er gebeurde.

Bespreek fouten zonder verwijten. Een tijdig gemelde verwisseling is informatie waarmee je schade voorkomt. Kijk vervolgens ook naar de inrichting: stonden vergelijkbare flessen naast elkaar of was het etiket onduidelijk?

Praktijkvraag · De kleur blijft te zwak

Oefensituatie

Bij een bekende proef is de kleurverandering veel zwakker dan normaal. De docent stelt voor om de concentratie te verdubbelen. Wat controleer je voordat je iets aan de concentratie verandert?

Bedenk eerst welke gegevens je nodig hebt. Kies daarna je eerste controle en leg uit waarom je daarmee begint.

Bespreking: Controleer eerst of de proef is uitgevoerd zoals bedoeld: zijn de juiste stoffen gebruikt, kloppen de concentraties en hoeveelheden, zijn de oplossingen nog bruikbaar en is het juiste materiaal gebruikt? Kijk ook of tijdens de uitvoering iets anders is gegaan dan normaal.

Bespreek op basis van die controles of herstel van de oorspronkelijke uitvoering nodig is, of dat je een aanpassing wilt onderzoeken. Beoordeel vóór het testen van een andere concentratie opnieuw de veiligheidsrisico’s, mogelijke warmteontwikkeling en de hoeveelheid en samenstelling van het afval.

Vertel de docent wat je tijdens het practicum opmerkt

Je ziet soms iets wat de docent aan de andere kant van het lokaal mist. Geef na de les één concrete waarneming door. Bijvoorbeeld: “Bij drie groepjes stond de maatkolf nog warm toen zij tot de streep aanvulden.” Daarmee kan de docent de volgende instructie aanscherpen en kun jij voldoende afkoeltijd inplannen.

Maak onderscheid tussen een materiaalprobleem en een leerprobleem. Een lekkende buret vraagt herstel. Een leerling die begin- en eindstand optelt, heeft uitleg nodig. Door dat verschil te benoemen, voorkom je dat een technisch probleem als slordigheid wordt beoordeeld of dat je een denkfout probeert op te lossen met ander glaswerk.

1.2 Zelfstandig leren en je werk controleren

Zelfstandig leren begint met een doel dat je zelf kunt controleren. Bijvoorbeeld: “Ik lever met deze pipet herhaalbaar het bedoelde volume af.” Je vergelijkt het resultaat met een vooraf gekozen criterium. Bij een afwijking zoek je de oorzaak, verander je één relevante stap en controleer je opnieuw.

De vaste werkwijze: Doel bepalen → uitvoeren → vergelijken → oorzaak zoeken → gericht herstellen → opnieuw controleren.

Je regelt de routine zelf

Voor een bekende taak gebruik je het actuele schoolvoorschrift en de afgesproken controles. Je hoeft niet voor iedere herhaling toestemming te vragen. Lezen, berekenen, etiketten ontwerpen en veilig oefenen met schoon materiaal kun je zelf plannen binnen de bestaande werkafspraken.

Aan het begin staan de taken, beschikbare voorzieningen en noodzakelijke instructie vast. Voor een nieuw risicovol experiment, gewijzigde chemische samenstelling of defecte apparaten is aanvullende beoordeling nodig. Dat is een andere situatie dan een gewone rekenfout of een herhaalbare wateroefening.

Wat zie je?	Wat doe je zelfstandig?	Wanneer schakel je hulp in?
Je antwoord wijkt af van het voorbeeld.	Controleer gegevens, eenheden, formule en terugrekening. Herhaal met andere getallen.	Wanneer de fout onverklaard blijft.
De watermeting varieert.	Onderzoek aflezen en luchtbellen. Meet opnieuw.	Bij een blijvende afwijking.
De sensor wordt niet herkend door de software.	Controleer de aansluiting, kies zo nodig de juiste sensor of poort en probeer een sensor waarvan je weet dat die werkt.	Als de sensor of kabel beschadigd is, of als de software moet worden aangepast.
Een stof of apparaat wijkt af van wat je verwacht.	Stop met de betreffende handeling en controleer wat er afwijkt.	Vraag direct hulp als niet duidelijk is of je veilig kunt doorgaan. Probeer een onbekend veiligheidsprobleem niet zelf uit.

Een zelfcontrole die iets aantoont

Beoordeel niet alleen of je de stappen hebt gedaan. Kijk naar drie dingen: je uitvoering, het resultaat en je reactie op een afwijking. Het onderstaande overzicht helpt je beoordelen wat al goed gaat en wat nog oefening vraagt.

Onderdeel	Dit is op orde	Dit vraagt nog werk
Uitvoering	Je voert de stappen consequent uit.	Je verandert de volgorde zonder te weten wat dat doet.
Resultaat	Je vergelijkt met een bekende uitkomst of passende technische eis. Herhalingen zijn bruikbaar.	Je vindt de uitkomst aannemelijk, maar controleert die niet.
Foutanalyse	Je herkent het foutpatroon en test één mogelijke oorzaak.	Je verandert verschillende dingen tegelijk of verwijdert lastige meetpunten.
Grenzen	Je herkent wanneer gegevens, materiaal of veiligheid niet bij de taak passen.	Je gebruikt een geslaagde oefening als bewijs voor een andere chemische toepassing.

Een zelftest geeft concrete informatie waarmee je veel gewone fouten zelf oplost. De benodigde praktijkinstructie en begeleiding blijven daarbij nodig.

Praktijkvraag · Drie keer dezelfde uitkomst

Oefengegevens. Je levert met een pipet van 10,0 mL drie keer water af en weegt elke hoeveelheid. Je noteert 9,6 g, 9,6 g en 9,6 g. Een collega zegt: “Mooi, telkens hetzelfde. Dan gaat het goed.” Wat weet je op basis van deze metingen, en wat nog niet?

Bespreking. De drie aflezingen zijn gelijk. Daarmee weet je nog niet of het bedoelde volume is afgeleverd. Een vaste afwijking bij het pipetteren of wegen kan telkens hetzelfde resultaat geven. Controleer onder meer de tarra, de werking van de balans en je pipettechniek. Gebruik § 3.4 voor een zorgvuldiger beoordeling, met aandacht voor de watertemperatuur en de eisen aan de meting.

Leren zonder extra papierwerk

Bewaar de meetserie of berekening bij de taak. Eén notitie volstaat: “Beginstand schuin afgelezen; opnieuw op ooghoogte gemeten; verschil verdwenen.” Kom later op dezelfde vaardigheid terug met een ander voorbeeld. Eerst zelf uit je geheugen uitleggen en daarna controleren helpt de kennis beschikbaar houden.

Is een gerichte vraag nodig? Geef het doel, je waarneming en de al uitgevoerde controle. Bijvoorbeeld: “Deze pipet levert steeds te weinig. Luchtbellen en uitlooptijd heb ik gecontroleerd. De markering is onduidelijk.” Zo blijft begeleiding inhoudelijk en kort.

1.3 Een leerroute die bij je werk past

Begin met de noodaanpak en de werkplek. Kies daarna wat je voor de komende lessen nodig hebt. De volgorde hieronder is flexibel. De tijden zijn planningssuggesties voor een eerste leerblok, geen norm voor het beheersen van een vaardigheid. Een afgerond leerblok betekent dus niet dat je de taak al zelfstandig beheerst. Beoordeel samen met je begeleider wat goed gaat, wat nog oefening vraagt en welke taken je volgens de werkafspraken zelfstandig kunt uitvoeren.

Onderdeel	Wat je in dit leerblok oefent	Tijd voor een eerste leerblok
Werkplek en noodaanpak	Je vindt hulp, noodmiddelen en de veilige route. Lokale instructie en oefenen met de benodigde begeleiding horen erbij.	45–60 min
Les en voorbereiding	Je haalt het leerdoel uit het leerlingboek en maakt een complete materialenlijst.	30–45 min
Rekenen en bereiden	Je berekent de benodigde massa of een verdunning en controleert de uitkomst.	30–45 min
Nauwkeurig afmeten met water	Meet 10,0 mL water drie keer af met dezelfde pipet en weeg elke hoeveelheid. De uitkomsten moeten dicht bij elkaar liggen en bij kamertemperatuur ongeveer overeenkomen met 10,0 g water. Wijkt een meting duidelijk af, controleer dan je werkwijze en herhaal de meting.	45–60 min
Etiket en veiligheidsinformatie controleren	Kies één gebruikte stof. Vergelijk het etiket op de verpakking met het veiligheidsinformatieblad (VIB). Controleer in ieder geval de naam van de stof, de concentratie, de gevarenpictogrammen en de belangrijkste veiligheidsinformatie.	30–45 min
Een digitale meting uitvoeren	Sluit een sensor aan en voer een korte proefmeting uit. Werkt de sensor niet, controleer dan achtereenvolgens de aansluiting, de kabel, de sensor en de instelling.	45–60 min
Een practicum verbeteren	Kies één bestaand practicum en werk één wijziging uit, bijvoorbeeld in hoeveelheid, materiaal of werkwijze. Beoordeel vóór het testen de gevolgen voor veilig werken. Vergelijk daarna de werking, uitvoeringstijd en het verbruik met de oorspronkelijke proef.	60–120 min

Verdeel een lang onderdeel over meerdere werkdagen. Oefen een lastige stap opnieuw voordat je de schaal of complexiteit vergroot. Ervaren TOA’s beginnen bij een gemeten knelpunt. Een bekende techniek hoeft niet van voren af aan te worden geoefend.

1.4 Schoolboeken en TOA-handleidingen gebruiken

Begin bij het leerlingboek

Zoek in de sectieomgeving welke boeken en digitale materialen worden gebruikt. Kijk naar de juiste editie, het leerjaar en de schoolsoort. Eenzelfde onderwerp kan in verschillende klassen een ander leerdoel hebben. Vraag ook toegang tot de bijbehorende docenten- en TOA-informatie.

Lees het betreffende deel van het leerlingboek eerst globaal. Bekijk de uitleg, het experiment en de vragen die leerlingen beantwoorden. Zo zie je wat zij moeten waarnemen, meten of verklaren. Je hoeft niet eerst het hele boek te bestuderen.

Haal het doel eerst uit de leerlinginstructie. Stem een onduidelijk of gewijzigd leerdoel af met de docent. Oefenen leerlingen een techniek? Moeten zij een verschijnsel zien? Of verzamelen zij meetgegevens voor een berekening? Dat bepaalt hoe nauwkeurig je moet voorbereiden en welke uitkomst bruikbaar is.

Zoek de experimenten- of TOA-handleiding

Bij een lesmethode is vaak extra informatie voor practica beschikbaar. Die kan een experimentenhandleiding, docentenhandleiding of TOA-handleiding heten. Soms staat die in de digitale omgeving van de uitgever. Vraag welke versie bij jullie leerlingboeken hoort.

Gebruik de handleiding eerst om overzicht te krijgen. Zoek materialen, stoffen, hoeveelheden, verwachte waarnemingen en bekende knelpunten. Lees vóór de uitvoering vervolgens het volledige voorschrift en de veiligheidsinformatie. Globaal lezen helpt bij het begrijpen van het doel, maar is niet genoeg om veilig te starten.

Een beschreven proef moet ook op jouw school werken

Een handleiding is een uitgangspunt. De tijden, hoeveelheden en uitkomsten hoeven niet onder de omstandigheden van jouw school te zijn gemeten. Apparatuur, waterkwaliteit, producten en lestijd kunnen verschillen. Je mag daarom niet aannemen dat een proef hier precies zo verloopt.

Test een nieuw of relevant gewijzigd experiment vooraf binnen de afgesproken veilige werkwijze. Oefen een nieuwe handeling samen met een deskundige collega. Bespreek wijzigingen in stoffen, concentratie, schaal of risico’s vóór het testen.

Meet de werkelijke duur en het verbruik. Controleer of de waarneming duidelijk is en of het apparaat het juiste bereik heeft. Neem afwas, afval en de handelingen van leerlingen mee. Bij § 1.5, ‘Een practicum voorbereiden en klaarzetten’, staat hoe je zo’n proefdraai opbouwt.

Verbeteringen bewaren voor de volgende keer

Bewaar de informatie over een practicum in een gedeelde digitale map of een map op een schone documentatieplek. Dit is het practicumdossier; het wordt niet bij de chemicaliën bewaard. Noteer kort wat niet werkte, wat je hebt aangepast en welk resultaat de hertest gaf. Vermeld het gebruikte product en apparaat als die verschil maken. Zet erbij wie de wijziging heeft besproken en vanaf wanneer de nieuwe werkwijze geldt.

Houd verwachting, eigen waarneming en verbeteridee uit elkaar. “Waarschijnlijk werkt een kleiner volume” is een voorstel. Het is nog geen getest voorschrift. Bewaar een oude versie in het archief en maak duidelijk welke versie de collega moet gebruiken.

Een bruikbare notitie beschrijft wat je zag, welke aanpassing is afgesproken en wat de hertest opleverde. Vergelijk deze twee oefenvoorbeelden:

- “Proef verbeterd.”
- “De meniscus was tegen de drukke achtergrond slecht af te lezen. Met een contrasterende achtergrond was de onderkant van de meniscus bij de hertest duidelijk zichtbaar.”

Welke notitie helpt een collega de voorbereiding over te nemen? In de tweede staan het probleem, de aanpassing en de waarneming bij de hertest. Daardoor is ook later te begrijpen waarom de werkwijze is veranderd.

Zo ontstaat een schoolhandleiding met ervaring uit de eigen praktijk. De volgende TOA hoeft dezelfde knelpunten niet opnieuw uit te zoeken. Stuur een mogelijke fout in de oorspronkelijke methode via de docent ook aan de uitgever door.

Welke boeken en bestanden moet je kunnen vinden?

Zorg dat je het leerlingboek, de bijbehorende handleiding, het practicumvoorschrift van de school en de eigen verbeteringen kunt terugvinden. Gebruik voor stofgegevens het productetiket en het juiste veiligheidsinformatieblad. Voor een apparaat gebruik je de handleiding van het aanwezige type.

Houd leerlingversies en docentuitwerkingen uit elkaar. Gebruik schooltoegang volgens de licentieafspraken. Een eigen praktijknotitie is iets anders dan een volledige uitgevershandleiding opnieuw verspreiden.

Van een handeling naar een leerdoel

Een leerling kan alle stappen volgen zonder de bedoeling te begrijpen. Kijk daarom bij de voorbereiding naar de handeling én naar de uitleg die erbij hoort. Deze voorbeelden helpen je de juiste vraag te stellen.

De leerling doet…	Wat moet duidelijk worden?	Een vraag tijdens het werk
Een oplossing aanvullen tot de maatstreep.	De concentratie hoort bij het eindvolume van de oplossing.	“Wat stelt de maatstreep hier vast?”
Een troebel mengsel filtreren.	Het filter houdt onopgeloste vaste deeltjes tegen; opgeloste stoffen gaan met de vloeistof door het filter.	“Wat kan nog in de heldere vloeistof zitten?”
Begin- en eindstand van een buret aflezen.	Het verschil is het afgegeven volume.	“Welk volume is werkelijk in de erlenmeyer terechtgekomen?”

Je hoeft daarvoor geen tweede theorieles te geven. Het antwoord op een gerichte vraag geeft een aanwijzing of de leerling de handeling begrijpt. Komen veel leerlingen op hetzelfde punt vast te zitten, geef die waarneming dan door aan de docent.[1]

1.5 Een practicum voorbereiden en klaarzetten

Begin bij de lesvraag

Laat practicumaanvragen op één afgesproken plek binnenkomen. Gebruik de planning van de sectie. Spreek af hoeveel voorbereidingstijd een bekende proef en een nieuwe proef vragen. Neem ook het terugnemen en schoonmaken mee. Bij overlappende aanvragen bepaalt de afgesproken verantwoordelijke wat voorrang krijgt.

Bij een bekende proef zoek je het bestaande dossier op. Controleer docent, klas, datum, lokaal en aantal groepjes. Vraag wat leerlingen moeten oefenen of begrijpen. Gebruik daarvoor ook § 1.4, ‘Schoolboeken en TOA-handleidingen gebruiken’.

Denk de uitvoering van begin tot einde door

Een bruikbare voorbereiding beantwoordt vijf vragen. Wat moeten leerlingen doen? Welke materialen en stoffen zijn daarvoor nodig? Welke veiligheidsmaatregelen en begeleiding horen erbij? Past het in de beschikbare tijd? Wat gebeurt er na afloop met materialen en afval?

Controleer of de producten, apparatuur en ruimte beschikbaar zijn. Een kast met een benodigd product helpt niet als de concentratie anders is. Een proef van tien minuten kan veel meer tijd vragen voor voorbereiding, afkoeling en afwas.

Kom je iets tekort? Bespreek een concrete keuze, zoals een ander lesmoment of een eerder geteste proef. Een docentdemonstratie kan soms passen, maar vraagt een eigen afweging. Meer stof gebruiken voor zichtbaarheid kan het risico juist vergroten.

Hoeveelheden bepalen

Twaalf groepjes die elk 8 mL gebruiken, hebben samen 96 mL nodig. Tel apart bij wat nodig is voor voorspoelen, proefdraaien en een passende reserve. Gebruik eerdere verbruiksnotities als die beschikbaar zijn. Dan hoef je niet steeds ruim op gevoel te bereiden.

Kies werkporties en flessen die passen bij de leerlingenhandelingen. Voorkom onnodig lopen met volle bekers. Controleer ieder etiket. Houd schoon reservemateriaal gescheiden van wat al is gebruikt.

Proefdraaien op school

Test een nieuwe of relevant gewijzigde proef vóór de les. Werk binnen de afgesproken veilige omstandigheden. Een eerste uitvoering met onbekende materialen of technieken doe je samen met een deskundige collega. Bij een eerder geteste proef controleer je vooral of de omstandigheden gelijk zijn gebleven.

Controleer tijdens het proefdraaien werking, zichtbaarheid, meetbereik en lestijd. Meet ook hoeveel tijd klaarzetten, afkoelen en opruimen kosten en hoeveel materiaal je verbruikt. Bij een nieuwe chemische werkwijze zijn de risico’s vooraf beoordeeld. Bij een bekende uitvoering verricht je deze controles zelf.

Bewaar de werkelijke tijd, het verbruik en de resultaten bij dezelfde proef. Maak onderscheid tussen wat de handleiding verwacht en wat je zelf hebt gemeten. Bespreek een wijziging in stof, concentratie, schaal, temperatuur of opstelling vóór de nieuwe test.

Practicummaterialen klaarzetten

Stap	Zo werk je
1	Lees het actuele practicum en bepaal het aantal stations of groepjes.
2	Verzamel schoon, heel glaswerk en controleer of de benodigde apparaten werken.
3	Zet de juiste stoffen in passende werkporties op de afgesproken plek klaar. Vergelijk naam en concentratie met het practicumvoorschrift.
4	Leg de benodigde beschermingsmiddelen en leerlingeninstructies klaar. Houd de instructies buiten de spat- en morszone. Zet ook de afgesproken afvalvoorzieningen klaar.
5	Controleer aantallen en opstelling per groep of werkplek. Maak duidelijk voor welk practicum en lesmoment de materialen klaarstaan.
6	Bespreek een ontbrekend onderdeel met de docent. Maak duidelijk wat gereed is en wat nog niet gebruikt kan worden.

Gebruik de materialenlijst bij het practicumvoorschrift.

Handig in de praktijk · Een foto bij de materialenlijst

Een foto van een complete, schone opstelling kan helpen bij het klaarzetten en terugnemen. Bewaar die foto bij de instructie, zonder leerlingen of vertrouwelijke gegevens in beeld. Werk de foto bij als de opstelling verandert, zodat beeld en voorschrift bij elkaar blijven passen.

Voor, tijdens en na de les

Spreek af wie instructie geeft, wie overzicht houdt en wie individuele handelingen begeleidt. Controleer of noodmiddelen bereikbaar zijn en spreek af hoe de leerlingen een stopsignaal herkennen. § 6.2, ‘Leerlingen begeleiden zonder de docentrol over te nemen’, werkt die samenwerking uit.

Controle vóór de les

Loop na de volledige voorbereiding bij de overdracht aan de docent nog drie punten langs:

• Staat klaar wat voor deze les is afgesproken?

• Zijn ontbrekende onderdelen of beperkingen besproken, en is duidelijk wat nog niet gebruikt mag worden?

• Zijn de begeleiding, het opruimen en de afvalafhandeling geregeld?

Laat leerlingen hun werkplek volgens de instructie opleveren. Controleer materialen op aantallen, breuk en verontreiniging. Handel restanten af via de afgesproken afvalroute. Reinig het gebruikte materiaal en berg het op de vaste plek op. Chemicaliën die bewaard mogen worden, gaan terug naar de aangewezen opslagplaats. Noteer tekorten en verbeteringen bij het practicumvoorschrift, niet bij de opgeslagen stoffen.

Plan terug vanaf het einde van de les

Oefenvoorbeeld bij een les van 50 minuten: 5 minuten uitleg en materiaalcontrole, 25 minuten uitvoering, 10 minuten verwerken en bespreken, 10 minuten opruimen. Dat is geen vaste norm. Gebruik bij jouw practicum de werkelijk gemeten tijden en de afspraken met de docent.

Begin bij wat vóór de bel klaar moet zijn: hete opstellingen veilig afgekoeld, resten ingeleverd, glaswerk verzameld en tafels vrij. Een proef die 40 minuten duurt, past dan niet vanzelf in een les van 50 minuten. Neem ook wachtrijen bij de balans of afvalinzameling mee.

Loop tijdens het proefdraaien één leerlingroute na: materiaal ophalen, meten, noteren en opruimen. Een opstelling kan technisch goed werken terwijl de organisatie vastloopt. Vaste uitgifteplekken en genoeg schone opvangvaten kunnen meer tijd opleveren dan leerlingen aansporen om sneller te werken.

Op jouw werkplek · Waar gaat tijd verloren?

Volg één terugkerend practicum van aanvraag tot opruimen. Houd bij waar je zoekt, wacht of dubbel werkt. Kies één verbetering, zoals een duidelijker etiket of een logischer opstelling van de materialen. Controleer daarna of die verbetering ook voor een collega werkt. Tijdwinst mag niet ten koste gaan van het leerdoel of de veiligheid.

Tot slot · Een vraag naast de werkbank

Bill Coates herinnerde zich hoe directeur Lawrence Bragg in de jaren vijftig de werkplaats van de Royal Institution binnenkwam. Bragg vroeg of Coates wist dat rubber bij verwarmen kon krimpen. Coates kende het verschijnsel, maar niet de verklaring. Bragg legde het uit en vroeg vervolgens om een model waarmee het publiek die verklaring kon begrijpen.

Daar kwamen vakkennis en technische vaardigheid samen. Voor een demonstratie bij de kerstlezingen van 1961 gebruikte Coates twee vlotterballen uit toiletreservoirs om elektrische afstoting zichtbaar te maken. Het materiaal hoefde niet indrukwekkend te zijn; het moest de uitleg helpen. Ook een TOA begint daarom bij wat leerlingen moeten begrijpen en zoekt daar een goed voorbereide, bruikbare proef bij.[74]

Hoofdstuk 2
Stoffen kennen en veilig werken

Een alarm dat tot in juni doorwerkte

Een uur aan je eindexamen werken, en dan klinkt het brandalarm. Dat overkwam leerlingen van Het Hogeland College in Warffum op 14 mei 2025. Havo-leerlingen maakten biologie; vwo-leerlingen wiskunde. Elders in het gebouw kwam bij een scheikundepracticum rook vrij. Ook de examenkandidaten moesten naar buiten.

De leerlingen gingen rustig naar buiten. Toch was het voor zeventig kandidaten niet afgelopen toen de ontruiming voorbij was: zij moesten hun examen in juni opnieuw maken, in het tweede tijdvak. Op de gewone uitslagdag wisten zij daardoor nog niet of zij geslaagd waren. Een gebeurtenis in één practicumlokaal had gevolgen voor leerlingen die zelf helemaal geen scheikundeproef uitvoerden.[2]

Voor jouw werk. Bekijk vóór een rook- of dampvormende proef ook de activiteiten elders in het gebouw. Lopen er examens? Bespreek dan vooraf met de docent of de proef op dat moment en die plek kan plaatsvinden. Kies bij twijfel een ander moment of een beproefd alternatief zonder die uitstoot. Melders afdekken of uitschakelen is geen oplossing. Gaat het alarm af, dan volg je de noodafspraken; ook tijdens een examen gaat de veiligheid van mensen voor.

2.1 Veilig beginnen

Eerst de omgeving, dan het werk

Begin met de werkplek leren kennen. Waar mag je werken? Welke noodvoorzieningen zijn er? Wie kun je bereiken? Loop de vluchtroute daadwerkelijk. Een plattegrond bekijken alleen is niet genoeg.

Loop met een aangewezen medewerker langs de werkruimte, opslag, leslokalen en verzamelplaats. Laat de alarmering, oogspoelvoorziening, nooddouche, EHBO-middelen, noodafsluiters en hoofdschakelaars aanwijzen. Je hoeft niet elke installatie te bedienen. Noteer juist wie dat wel mag en welke handeling jij bij een noodsituatie veilig kunt uitvoeren.

Oefen hoe je vanuit het lokaal hulp inschakelt, zonder een echte noodmelding te doen. Controleer of de interne contactroute ook vanaf een mobiele telefoon werkt. Bij spoedeisend gevaar bel je 112. Een interne belronde mag noodzakelijke noodhulp niet vertragen.

Weten wat je doet bij een incident

Zorg dat je weet hoe je op school alarm slaat en wie je waarschuwt bij een ongeluk, brand of incident met chemicaliën. Weet waar de vluchtroutes, verzamelplaats, oogdouche, nooddouche, blusmiddelen en EHBO-middelen zijn en hoe je een BHV’er bereikt.

Zorg ook dat het adres van de school en het lokaalnummer snel te vinden zijn als 112 moet worden gebeld. Bij een incident met een chemische stof moet het veiligheidsinformatieblad (VIB) van die stof beschikbaar zijn.

Bekijk hiervoor de bestaande BHV- en ontruimingsafspraken van de school. Ontbreekt informatie die je voor veilig werken nodig hebt, meld dit dan bij de verantwoordelijke collega of leidinggevende.

Kleding en persoonlijke spullen

Gebruik bij scheikundepractica een passende laboratoriumjas en veiligheidsbril. Controleer of je daarmee goed kunt zien en bewegen. Draag handschoenen wanneer de stoffen en handelingen daarom vragen; het materiaal moet bij het product passen.

Werk met bedekte benen, gesloten stabiele schoenen en vastgebonden lang haar volgens de lokale instructie. Losse sjaals, sieraden, koorden en wijde mouwen kunnen blijven haken of stoffen meenemen. Een hoofdbedekking is geen probleem op zichzelf.

Houd eten, drinken, cosmetica en contactlenshandelingen buiten de chemische werkruimte. Een drinkfles op een ‘schone hoek’ van dezelfde practicumtafel past niet bij deze werkafspraak. Telefoon, pen en toetsenbord kunnen verontreiniging verspreiden. Gebruik schone handen voor schone oppervlakken.

Wat kun je al voorbereiden?

Je kunt theorie lezen, berekeningen oefenen en schone materialen leren herkennen. Ook kun je materialenlijsten voorbereiden en bestaande practicumdossiers ordenen. Open of verplaats chemicaliën pas na de passende instructie en taakafspraak.

Een oude of onoverzichtelijke chemicaliënkast onderzoek je eerst met een deskundige collega. Meld onduidelijke, lekkende of beschadigde verpakkingen vanaf een veilige plek. Open of verplaats verdachte flessen niet om het etiket beter te kunnen lezen.

Drie stopvragen

Vraag vóór een handeling: weet ik precies wat dit is, weet ik wat mijn opdracht en grens zijn, en is de werkplek daarvoor vrijgegeven? Eén ‘nee’ betekent dat je de handeling uitstelt. Bij actieve lekkage, rook, een gaslucht of letsel geldt het noodplan: afstand, alarmeren en mensen beschermen.

Je hoeft niet eerst te bewijzen dat een situatie gevaarlijk is. Een duidelijke onzekerheid over veiligheid is voldoende reden om een taak tijdelijk te onderbreken.

Even afstemmen · Eerst zekerheid over de inhoud

Voorbeeldgesprek. Bij het klaarzetten vraagt een collega om een fles met een onleesbaar etiket toch te gebruiken.

> **Collega:** “Het is dezelfde fles die we altijd gebruiken.”
>
> **TOA:** “Ik kan nu niet vaststellen wat erin zit. Deze fles gebruik ik niet. Is de juiste, herkenbare voorraad beschikbaar?”

Welk gegeven ontbreekt hier? Je hoeft niet eerst te bewijzen dat de inhoud gevaarlijk is. De ontbrekende identificatie is voldoende reden om de fles niet te gebruiken en de vraag eerst uit te zoeken.

Samen oefenen met de noodaanpak

Loop met een collega naar de verzamelplaats. Wijs de oogspoelvoorziening aan en laat de werking uitleggen. Bespreek wie hulp inschakelt terwijl iemand begint te spoelen. Zoek ook de actuele werkinstructie op. Zo merk je wat je nog moet leren vinden.

Brandalarm tijdens een practicum

Spreek vooraf af wat je doet bij een brandalarm. Stop de proef op de afgesproken manier, maar vertraag een noodzakelijke ontruiming niet. Schakel alleen iets uit als dat veilig kan. Verlaat de ruimte en vang leerlingen op volgens het schoolnoodplan.

Dek melders niet af en schakel ze niet zelf uit om een proef mogelijk te maken. Bespreek rook- of dampvorming vooraf met docent en facilitair beheer. Is de proef daardoor niet verantwoord uitvoerbaar? Kies dan een beoordeeld alternatief.

2.2 Veilig werken met stoffen

Voordat je een stof afweegt, een oplossing maakt of een verpakking opent, moet je weten welke gevaren de stof heeft en hoe je er veilig mee werkt.

Begin bij het etiket

Lees de volledige stofnaam en, als die vermeld is, de concentratie. Controleer daarna de gevarenpictogrammen, het signaalwoord Gevaar of Waarschuwing en de H- en P-zinnen. H-zinnen beschrijven de gevaren; P-zinnen de voorzorgsmaatregelen. Een pictogram alleen is niet voldoende.

Zoek de stof op in ECHA CHEM

ECHA CHEM is de gratis openbare chemische-stoffendatabase van het Europees Agentschap voor chemische stoffen (ECHA). Het webadres staat bij Bronnen en verder lezen.

Zoek op de volledige stofnaam. Als op het etiket een CAS- of EG-nummer staat, kun je ook daarop zoeken. Controleer dat het zoekresultaat bij de juiste stof hoort. Open daarna Classification and Labelling. Daar vind je informatie over de gevarenindeling en etikettering van de stof. Bij een oplossing, mengsel of handelsproduct kunnen concentratie en samenstelling de gevaren veranderen; gebruik dan ook het etiket en het VIB van dat product.

Gebruik het veiligheidsinformatieblad

Een veiligheidsinformatieblad (VIB) geeft informatie over het specifieke product. Voor het dagelijks werk zijn vooral belangrijk: de rubrieken Gevaren, Eerste hulp, Maatregelen bij onbedoeld vrijkomen, Hantering en opslag, Blootstelling en bescherming, Stabiliteit en reactiviteit en Afval.

Heb je het VIB van het product niet, vraag het dan op voordat je met een onbekend of gevaarlijk product gaat werken. In § 2.5, “Het veiligheidsinformatieblad gebruiken”, staat hoe je de rubrieken van een VIB leest.

Weet dit voordat je begint

Voordat je de verpakking opent of gaat afwegen, moet duidelijk zijn wat de belangrijkste gevaren zijn, welke bescherming je nodig hebt, of je in de zuurkast moet werken, met welke stoffen contact moet worden vermeden, wat je doet bij morsen of contact met de stof en hoe je resten en afval afvoert.

Voor de schoolpraktijk, onder meer over werken in de zuurkast, kun je ook de Arbocatalogus VO raadplegen. Het webadres staat bij Bronnen en verder lezen.

Is het etiket onduidelijk, weet je niet zeker welke stof in de verpakking zit of kun je niet bepalen hoe je veilig moet werken? Gebruik de stof dan niet totdat dit is uitgezocht. Daarna bereken en weeg je de benodigde massa af.

2.3 Gevarenpictogrammen en etiketten lezen

Begin met de naam en concentratie. Vergelijk die met het practicumvoorschrift. Lees daarna de gevaren en maatregelen. De kleur van een dop of vloeistof is geen betrouwbare identificatie.



Ontploffende bom

Explosiegevaar; bepaalde instabiele stoffen.



Vlam

Onder meer ontvlambaar of zelfontbrandend.



Vlam boven cirkel

Oxiderend: kan brand veroorzaken of versterken.



Gasfles

Gas onder druk; soms gevaar door extreme koude.



Corrosie

Bijtend voor huid/ogen en/of aantastend voor metaal.



Doodshoofd

Ernstige acute giftigheid.



Uitroepteken

Onder meer irritatie, schadelijkheid of huidallergie.



Gezondheidsgevaar

Onder meer orgaanschade, kanker of ademhalingsallergie.



Milieugevaar

Gevaar voor waterorganismen.

Het overzicht helpt de gevaren herkennen. Lees ook de H-zinnen op het productetiket; die beschrijven welke gevaren voor de inhoud gelden.

Geen symbool is niet hetzelfde als geen risico Niet elk gevaar heeft een pictogram. Denk ook aan heet glas, druk, gasverdringing en biologische verontreiniging.