

Keuzedeel mbo

# Nucleaire technologie

Versie

**Versie 2**

Code

**K1543**

Ontwikkeld door: Scalda, EPZ, TU Delft, Provincie Zeeland en COVRA

Penvoerder: Sectorkamer techniek en gebouwde omgeving

Gevalideerd door: Sectorkamer Techniek en gebouwde omgeving

Op: 04-06-2026

# 1. Algemene informatie

D1: Nucleaire technologie

## Studielast

240

## Beroepsvereisten

Nee

## Certificaten

Nee

## Ontwikkeld voor kwalificatie(s)

Zie bijlage op [www.s-bb.nl/kwalificatiedossiers](http://www.s-bb.nl/kwalificatiedossiers)

## Toelichting

Het keuzedeel Nucleaire technologie biedt een introductie in kennis en vaardigheden op het gebied van nucleaire technologie. Voor de examinering wordt ervan uitgegaan dat er geen radioactieve bronnen worden toegepast en geen sprake is van ioniserende straling. Gezien de aard van dit keuzedeel, waarbij zowel parate kennis als inzicht in correct handelen van belang zijn, wordt uitgegaan van een theorietoets i.c.m. het beoordelen van gedrag aan de hand van filmpjes, animaties of simulaties waarin reële casussen worden voorgelegd.

De opleiding voor dit keuzedeel behandelt alle aspecten m.b.t. inzicht, kennis en vaardigheden die behoren bij de functie Toezichthoudend Medewerker Stralingsbescherming Verspreidbare Radioactieve Stoffen D. Echter, daar waar in de eisen TMS-VRS-D uitgegaan wordt van parate kennis op al deze gebieden, geldt dat bij examinering van het keuzedeel gebruik gemaakt mag worden van een formuleblad, c.q. open boek. Het keuzedeel Nucleaire Technologie is gericht op kennis en inzicht in o.a.: werken volgens procedures en voorschriften, atoombouw, soorten straling en gedrag van Alfa, Beta en Gamma straling, verval, ALARA, meetmiddelen, dosistempo, kwadratenwet, afscherming, vuistregels, inwendige besmetting volgdozis, gevolgen van straling, dosislimieten, wet- en regelgeving. Een en ander in combinatie met het toepassen van de juiste formules, begrippen en grootheden.

### Relevantie van het keuzedeel

De energiesector heeft naar aanleiding van het klimaatakkoord behoefte aan klimaatneutrale elektriciteitsopwekking. De bestaande kerncentrale Borssele blijft open tot tenminste 2034 en er zijn kabinetsplannen voor levensduurverlenging van de bestaande kerncentrale en twee tot vier extra kerncentrales. Daarnaast zijn Nederlandse bedrijven over de hele wereld leverancier van nucleaire brandstoffen, inspectiediensten en kennis. Naast deze sectoren is de nucleaire geneeskunde van groot en toenemend belang.

Dit keuzedeel biedt de beginnend beroepsbeoefenaar de mogelijkheid om binnen diens mbo-opleiding kennis te maken met kernfysica, radioactiviteit, veiligheid en nucleaire techniek. Daarmee krijgt de beginnend beroepsbeoefenaar een oriëntatie op de arbeidsmarkt in de nucleaire sector en vergroot die zijn arbeidsmarktkansen in deze sector. Het keuzedeel kan daarnaast dienen als voorbereiding op een cursus voor het beroep van Toezichthoudend Medewerker Stralingsbescherming voor verspreidbare radioactieve stoffen (TMS VRS-D), waar een door de ANVS (Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming) erkend certificaat aan gekoppeld is. Het keuzedeel zelf geeft geen recht tot certificering of erkenning van de deskundigheid op gebied van stralingsbescherming.

### Beschrijving van het keuzedeel

Met dit keuzedeel krijgt de beginnend beroepsbeoefenaar inzicht in systemen, procedures en risicobeheersing in een industriële omgeving gericht op de opwekking van kernenergie en de behandeling en verwerking van radioactief afval. De beginnend beroepsbeoefenaar krijgt inzicht in de systemen en installaties die in een nucleaire installatie worden gebruikt, de gevaren en de geldende veiligheidsmaatregelen. Daarnaast is dit keuzedeel gericht op het verwerven van inzicht in gezondheidseffecten en de normen voor stralingsbescherming. Ook leert de beginnend beroepsbeoefenaar de bedrijfsvoering in een nucleaire installatie en de wijze waarop verantwoordelijkheden zijn verdeeld en worden gecontroleerd kennen. De beginnend beroepsbeoefenaar ontwikkelt inzicht in zowel technische als organisatorische processen en kan op basis hiervan de juiste procedures toepassen.

### Branchevereisten

Nee

**Aard van keuzedeel**

Verbredend

## 2. Uitwerking

D1-K1: Ondersteunt bij het bewaken van de veiligheid

### Complexiteit

De werkzaamheden van de beginnend beroepsbeoefenaar zijn veelal routinematig van aard. De beginnend beroepsbeoefenaar hanteert en combineert standaard werkwijzen. De beginnend beroepsbeoefenaar is veelal werkzaam in een vakgebied waar met radioactiviteit gewerkt wordt. Bij onverwachte/ongeplande gebeurtenissen kan die geconfronteerd worden met situaties waarin een routinematige activiteit niet meer planmatig verloopt. Niet adequaat ingrijpen kan gezondheidsschade van medewerkers en verspreiding van radioactieve stoffen in de omgeving opleveren, waardoor er gevaar voor de gezondheid en de omgeving kan ontstaan.

Om diens taken te kunnen uitvoeren heeft de beginnend beroepsbeoefenaar specialistisch kennis nodig op het gebied van radioactiviteit en straling, de bedrijfsvoering en organisatie van nucleaire en radiologische werkomgevingen en verwante wet- en regelgeving. Daarnaast beschikt de beginnend beroepsbeoefenaar over vaardigheden die betrekking hebben op het interpreteren van metingen en het toepassen van rekentechnieken, het overzien en beoordelen van situaties en daarnaar handelen.

### Verantwoordelijkheid en zelfstandigheid

De beginnend beroepsbeoefenaar voert diens werkzaamheden grotendeels zelfstandig uit als het gaat om laag-risicoactiviteiten. Daar waar relevante stralingsrisico's aan de orde zijn voert die diens werkzaamheden uit onder begeleiding van een stralingsbeschermingsdeskundige (SBD). De beginnend beroepsbeoefenaar legt verantwoording af aan diens leidinggevende en informeert en adviseert diens leidinggevende als het gaat om bijzondere situaties, afwijkingen of nieuwe activiteiten.

### Vakkennis en vaardigheden

De beginnend beroepsbeoefenaar:

- bezit kennis van wis- en scheikundige formules met betrekking tot volgdosis, verval, halfwaarde en bepalen van meetfouten
- bezit basiskennis van de anatomie en fysiologie van de mens in de context van stralingsbescherming
- bezit brede en specialistische kennis van verschillende meet- en detectiemethoden, waaronder bemettingsmonitoren en vloeistofscintillatietellers
- bezit basiskennis van de effecten bij hoogenergetische straling (remstraling)
- bezit basiskennis van achtergrondstraling
- bezit basiskennis van transportregelgeving (ADR7) met betrekking tot radioactieve stoffen
- bezit basiskennis van de fysische en radiobiologische eigenschappen van alfastraling, bètastraling, positronen, fotonen
- bezit kennis van de nuclidenkaarten, de daarop vermelde relevante gegevens en het gebruik ervan in berekeningen
- bezit kennis van de drie hoofdprincipes van de stralingsbescherming (rechtvaardiging, optimalisatie/ALARA, limieten)
- bezit kennis van de radiobiologie ten behoeve van het interpreteren van risicoschattingen
- bezit kennis van actuele en relevante wet- en regelgeving
- bezit kennis van de vereiste inhoud van een Kernenergiewetdossier en de eisen aan overige administratieve verplichtingen
- bezit kennis van dosis- en aanverwante begrippen die in de Kernenergiewet worden genoemd
- bezit kennis van de regels die gelden per onderdeel van de levenscyclus/logistieke beheersketen van radioactieve stoffen
- bezit kennis van de indeling in bewaakte en gecontroleerde zones
- bezit specialistische kennis van het veilig hanteren van radioactieve bronnen
- bezit specialistische kennis van de invloed op de stralingsdosis bij verschillende afstanden tot de stralingsbron
- bezit specialistische kennis van directe en verstrooide straling
- bezit specialistische kennis van besmettingssurvey's
- bezit specialistische kennis van (uitwendige) decontaminatiemethoden voor mens en ruimte
- bezit specialistische kennis van het begrip stralingsniveau (oppervlaktebesmetting, dosistempo)
  
- kan eenvoudige afschermingsberekeningen maken
- kan voor alle toegepaste stralingstypen afschermingsberekeningen interpreteren
- kan praktische vuistregels voor zowel inwendige besmetting als uitwendige bestraling toepassen
- kan een situatie snel overzien en beoordelen
- kan informatie overbrengen
- kan diverse meettechnieken toepassen, zoals dosis en dosistempometingen evenals gangbare bemettingsmonitoren
- kan (uitwendige) decontaminatiemethoden toepassen voor mens en ruimte
- kan administratie voeren over inkoop, verbruik, afval en voorraad van radioactieve stoffen
- kan berekeningen uitvoeren op basis van de nuclidenkaarten met de daarop vermelde relevante gegevens en deze interpreteren
- kan bijdragen aan het opstellen/interpreteren en beoordelen van werkprotocollen

## D1-K1: Ondersteunt bij het bewaken van de veiligheid

- kan (werk)instructie geven
- kan metingen interpreteren en duiden in het kader van normen en limieten
- kan rapportages schrijven in technisch Engels
- kan in technisch Engels communiceren
- kan veegproeven uitvoeren
- kan de afweging voor een directe meting of veegproef maken

## D1-K1-W1: Ondersteunt bij het toezicht op activiteiten en risico's en instrueert medewerkers

### Omschrijving

De beginnend beroepsbeoefenaar ziet toe op de uitvoering van specifieke (deel)activiteiten. De beginnend beroepsbeoefenaar neemt kennis van de werkplanning, de werkinstructies en procedures die gehanteerd moeten worden. Daarnaast neemt de beginnend beroepsbeoefenaar kennis van de vaardigheden en kwalificaties van betrokkenen. Eventueel raadpleegt de beginnend beroepsbeoefenaar aanvullende informatie en stemt, indien nodig of gewenst, de activiteiten af met de uitvoerende medewerkers en leidinggevende.

De beginnend beroepsbeoefenaar geeft instructies aan diens uitvoerende medewerkers en zorgt dat ze zich bewust zijn van het belang en de correcte uitvoering van de werkinstructies en geldende protocollen. De beginnend beroepsbeoefenaar demonstreert indien nodig de gewenste handelingen.

De beginnend beroepsbeoefenaar observeert de uitvoering van werkzaamheden, arbeidsomstandigheden, inrichting en apparatuur, specifiek met het oog op wet- en regelgeving. De beginnend beroepsbeoefenaar voert controles uit op de werkplek in het kader van audits en inspecties. Op basis van deze informatie benoemt en beoordeelt de beginnend beroepsbeoefenaar de risico's op deelactiviteiten en draagt zo bij aan het opstellen van een risico-inventarisatie en -evaluatie (RI&E) door de stralingsbeschermingsdeskundige (SBD). In geval van bijzonderheden of afwijkende situaties doet de beginnend beroepsbeoefenaar een melding bij diens leidinggevende, ondersteunt die bij het nemen van passende maatregelen en doet die voorstellen om eventuele risico's te beheersen. Deze voorstellen gaan bijvoorbeeld over het aanpassen van begeleiding, werkplannen, procedures, beleid, inrichting en monitoring in relatie tot de stralingshygiëne. Hierbij ligt de focus op de veiligheid voor medewerkers, externe medewerkers, bezoekers en de leefomgeving.

### Resultaat

De controles op uitvoering van werkzaamheden zijn uitgevoerd, medewerkers zijn geïnstrueerd en risico's op gebied van veiligheid zijn beoordeeld. Bijzonderheden of afwijkingen zijn gemeld en voorstellen ter verbetering zijn gegeven.

### Gedrag

De beginnend beroepsbeoefenaar:

- werkt conform standaardprocedures en werkvoorschriften in relatie tot het risico van het werken op gebied van stralingshygiëne met betrekking tot besmetting en verspreiding van radioactieve stoffen;
- raadpleegt deskundigen op professionele wijze;
- geeft duidelijke instructies;
- evalueert menselijk handelen en de eigen activiteiten door dit af te zetten tegen standaardprocedures (maximale veiligheid) en (proces)optimalisatie;
- doet passende voorstellen ter verbetering bij waargenomen risico's;
- reageert op bijzonderheden en afwijkingen in meetresultaten door controlemetingen uit te voeren en de brondata zorgvuldig te controleren;
- handelt conform diens positie in de stralingsbeschermingsorganisatie en diens verhouding tot de SBD.

De onderliggende competenties zijn: Beslissen en activiteiten initiëren, Begeleiden, Samenwerken en overleggen, Formuleren en rapporteren, Vakdeskundigheid toepassen, Kwaliteit leveren, Instructies en procedures opvolgen

## D1-K1-W2: Interpreteert en rapporteert metingen en voert dosisberekeningen uit

### Omschrijving

De beginnend beroepsbeoefenaar interpreteert detecties en metingen, waarmee die afwijkende situaties signaleert. De beginnend beroepsbeoefenaar verstrekt het meetmiddel en persoonsdosimetrie, en ziet toe op het juiste gebruik van de meetmiddelen.

## D1-K1-W2: Interpreteert en rapporteert metingen en voert dosisberekeningen uit

De beginnend beroepsbeoefenaar voert afschermingsberekeningen uit, bepaalt blootstellingspaden en de effectieve volgdosis m.b.t. uitwendige bestraling en inwendige besmetting. Ook voert de beginnend beroepsbeoefenaar onder begeleiding veegproeven uit, hanteert die een bron op passende en veilige wijze, decontamineert die voorwerpen en kan die een afscherming maken voor de toepassing.

Vervolgens verwerkt de beginnend beroepsbeoefenaar meetresultaten, interpreteert en duidt deze in het kader van interne richtlijnen, dosisbeperkingen en -limieten. De beginnend beroepsbeoefenaar rapporteert daarna de meetresultaten en ziet toe op passende maatregelen indien daartoe aanleiding is.

### Resultaat

De rapportage van geïnterpreteerde meetresultaten is valide. De werkomgeving is betrouwbaar gemonitord.

### Gedrag

De beginnend beroepsbeoefenaar:

- handelt nauwgezet conform procedures en voorschriften in relatie tot het risico van het werken op gebied van stralingshygiëne met betrekking tot besmetting en verspreiding van radioactieve stoffen;
- signaleert proactief bijzondere situaties (voordat ze tot gevaar hebben geleid);
- stelt bij twijfel gerichte vragen aan collega's of deskundigen.

De onderliggende competenties zijn: Beslissen en activiteiten initiëren, Formuleren en rapporteren, Vakdeskundigheid toepassen, Analyseren, Onderzoeken, Instructies en procedures opvolgen, Samenwerken en overleggen, Materialen en middelen inzetten

## D1-K1-W3: Ondersteunt bij de beheersing van calamiteiten

### Omschrijving

In het geval van een (dreigend) incident waarbij stralingsrisico's een rol spelen signaleert de beginnend beroepsbeoefenaar dit en maakt die melding bij de SBD, waarna de beginnend beroepsbeoefenaar zich vervolgens aan diens aanwijzingen houdt.

De beginnend beroepsbeoefenaar ziet toe op de juiste toepassing van procedures en werkvoorschriften. De beginnend beroepsbeoefenaar geeft aanwijzingen aan betrokken medewerkers in het geval van een calamiteit en ziet toe op de correcte uitvoering van de escalatieprocedure. Daarbij houdt de beginnend beroepsbeoefenaar zicht op materialen en omstandigheden waarbij mogelijke afwijkingen of bijzondere situaties aan de orde zijn.

De beginnend beroepsbeoefenaar voorkomt (verdere) contaminatie van de omgeving door passende maatregelen op te volgen. De beginnend beroepsbeoefenaar voert eventueel een decontaminatieplan uit in overleg met de SBD. De beginnend beroepsbeoefenaar draagt middels observatie, verslaglegging en rapportage (op deelactiviteiten) bij aan de incidentrapportage, evaluatie en eventuele beheersmaatregelen om gevolgen/risico's te beperken en mogelijke herhaling te voorkomen.

### Resultaat

De opvolging van de escalatieprocedure in geval van een calamiteit is correct uitgevoerd. De input voor de incidentrapportage, evaluatie en te treffen corrigerende maatregelen zijn correct en volledig.

### Gedrag

De beginnend beroepsbeoefenaar:

- reageert snel en correct op afwijkingen van de normale situatie;
- informeert blootgestelde personen (of zij die denken te zijn blootgesteld) onderbouwd en zorgvuldig;
- meldt het incident en/of mogelijke gevolgen snel en nauwkeurig aan de leidinggevende (zo nodig in het Engels);
- handelt nauwgezet conform opdrachten en aanwijzingen;
- instrueert medewerkers en raadpleegt deskundigen op professionele wijze (zo nodig in het Engels);
- geeft slachtoffers en anderen snel duidelijke aanwijzingen in voor hen begrijpelijke taal/formulering (zo nodig in het Engels).

De onderliggende competenties zijn: Beslissen en activiteiten initiëren, Samenwerken en overleggen, Ethisch en integer

D1-K1-W3: Ondersteunt bij de beheersing van calamiteiten

handelen, Formuleren en rapporteren, Vakdeskundigheid toepassen, Instructies en procedures opvolgen, Met druk en tegenslag omgaan

## D1-K2: Beheerst en bevordert de deskundigheid

### Complexiteit

De werkzaamheden van de beginnend beroepsbeoefenaar zijn doorlopend en wisselend van aard. De beginnend beroepsbeoefenaar heeft kennis nodig van regelgeving en werkmethoden/toepassingen, deze veroudert soms snel en moet daarom continu worden bijgehouden en uitgebreid. Daarbij moet de beginnend beroepsbeoefenaar in staat zijn feiten (nationale regelgeving) te onderscheiden van tendentieuze informatie ('fake news'). Op het moment dat de beginnend beroepsbeoefenaar diens kennis niet op peil houdt en/of medewerkers onjuist informeert, kunnen er risico's ontstaan die van invloed zijn op de gezondheid van medewerkers.

### Verantwoordelijkheid en zelfstandigheid

De beginnend beroepsbeoefenaar voert diens werkzaamheden grotendeels zelfstandig uit en is verantwoordelijk voor de resultaten van diens eigen werkzaamheden, waarbij de leidinggevende eindverantwoordelijk blijft. De beginnend beroepsbeoefenaar draagt gedeelde verantwoordelijkheid voor het werk van anderen en stuurt hen zelfstandig aan.

### Vakkennis en vaardigheden

De beginnend beroepsbeoefenaar:

- bezit basiskennis van radioactieve stoffen en het onderscheid tussen open en gesloten bronnen
  - bezit kennis om literatuur en bronnen op betrouwbaarheid te kunnen beoordelen
  - bezit basiskennis van fysische eigenschappen en generieke stralingskenmerken van radioactieve stoffen (dracht, doordringend vermogen, spectrale verdeling, afscherming, alfa-, bèta- en gammastraling en remstraling)
  - bezit basiskennis van actuele en relevante wet- en regelgeving voor kerninstallaties, splijtstoffen en afvalstromen
  - bezit basiskennis van energieopwekking op basis van kernsplijting
  - bezit basiskennis over het voorkomen, verzwakken en versterken van criticiteit
  - bezit basiskennis van uraniumverrijking
  - bezit kennis van de kritische succesfactoren van op diverse doelgroepen afgestemde (risico)communicatie
  - bezit kennis van de 'best practices' en adequate maatregelen om verspreiding van radioactieve stoffen te voorkomen
  - bezit kennis van de brongerichte aanpak
  - bezit kennis van de risico's van de industrie waarin die werkt
  - bezit kennis van de risico's met betrekking tot straling, besmetting en verspreiding van radioactieve stoffen
  - bezit kennis van de werking van een kernreactor (zoals PWR, BWR)
  - bezit kennis van ongevallen in de nucleaire wereld
  - bezit basiskennis van de splijtstofcyclus
  - bezit basiskennis van productie, verwerking en toepassing van medische isotopen voor behandeling van ziekten
  - bezit basiskennis van productie, verwerking en toepassing van isotopen voor beeldtechniek en diagnose
  - bezit kennis over ontwikkelingen op diens vakgebied en bij- en nascholingsmogelijkheden
- 
- kan informatie overbrengen
  - kan de grens van zijn expertise, vaardigheden en competenties onderkennen
  - kan met alle betrokkenen communiceren over stralingsrisico's, werkinstructies, protocollen etc.
  - kan het systeem van stralingsbescherming uitleggen
  - kan globaal stralingsrisico's inschatten en daarbij rekening houden met verschillen in risicoperceptie
  - kan stralingsrisico's in een maatschappelijke context plaatsen en relateren aan achtergrondstraling en volksgezondheid

## D1-K2-W1: Houdt ontwikkelingen bij en informeert medewerkers

### Omschrijving

De beginnend beroepsbeoefenaar houdt diens eigen kennis op peil door de juiste bronnen op het internet te raadplegen en literatuur te lezen. De beginnend beroepsbeoefenaar is zich bewust van de grenzen van diens vaardigheden en competenties. In overleg met de SBD laat de beginnend beroepsbeoefenaar zich bijscholen. De beginnend beroepsbeoefenaar deelt (nieuwe) informatie/ontwikkelingen en betrouwbare bronnen met medewerkers. Indien van toepassing past die werkprotocollen en -instructies aan en deelt deze met de diens medewerkers. Ook houdt de beginnend beroepsbeoefenaar maatschappelijke ontwikkelingen (o.a. 'fake news') in de gaten en kan die berichten of beweringen bevestigen of weerleggen op basis van diens kennis van zaken.

### Resultaat

De beginnend beroepsbeoefenaar is op de hoogte van actuele kennis en maatschappelijke ontwikkelingen. Medewerkers zijn correct geïnformeerd en in het bezit van actuele (waar nodig aangepaste) werkprotocollen en -instructies.

Gedrag

De beginnend beroepsbeoefenaar:

- zoekt proactief en op gestructureerde wijze naar actuele kennis en scholingsmogelijkheden binnen diens vakgebied;
- geeft duidelijke informatie en uitleg bij nieuwe werkprotocollen en -instructies;
- corrigeert onjuiste inbreng van medewerkers door gerichte informatie van betrouwbare bronnen te verstrekken.

De onderliggende competenties zijn: Beslissen en activiteiten initiëren, Aansturen, Overtuigen en beïnvloeden, Materialen en middelen inzetten, Plannen en organiseren, Formuleren en rapporteren