

Keuzedeel mbo

# **Nucleaire technologie**

Code

**K1404**

Ontwikkeld door: Scalda, EPZ, TU Delft, Provincie Zeeland en COVRA  
Penvoerder: Sectorkamer techniek en gebouwde omgeving

# 1. Algemene informatie

## D1: Nucleaire technologie

### Studielast

480

### 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.

#### Relevantie van het keuzedeel

De energiesector heeft naar aanleiding van het klimaatakkoord behoefte aan klimaatneutrale elektriciteitsopwekking. De bestaande kerncentrale Borssele blijft open tot 2034 en er zijn kabinetsplannen voor twee extra kerncentrales. Daarnaast zijn Nederlandse bedrijven over de hele wereld leverancier van nucleaire brandstoffen, inspectiediensten en kennis.

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

Verbreidend

## 2. Uitwerking

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

#### Complexiteit

De beginnend beroepsbeoefenaar werkt in een bekende omgeving, waarin onbekende veranderingen kunnen plaatsvinden. Omdat die bekend is met de omgeving, herkent de beginnend beroepsbeoefenaar situaties waarin een routinematige activiteit niet meer planmatig verloopt. Op dat moment maakt de beginnend beroepsbeoefenaar een melding bij diens leidinggevende. De beginnend beroepsbeoefenaar hanteert en combineert standaardwerkwijzen om te handelen op onverwachte/ongeplande gebeurtenissen. 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 kennis nodig op het gebied van radioactiviteit en straling, de werking en organisatie van kerncentrales en verwante wet- en regelgeving. Daarnaast moet de beginnend beroepsbeoefenaar beschikken 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 toezichthoudend medewerker stralingsbescherming (TMS). De beginnend beroepsbeoefenaar is verantwoordelijk voor de uitvoering van diens eigen werkzaamheden. De beginnend beroepsbeoefenaar initieert samenwerking of overleg met anderen als die dat nodig vindt. De beginnend beroepsbeoefenaar legt verantwoording af aan diens leidinggevende en informeert 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
- bezit basiskennis van de effecten bij hoogenergetische straling (remstraling)
- bezit brede en specialistische kennis van verschillende meet- en detectiemethoden, waaronder bemettingsmonitoren en vloeistofscintillatietellers
- 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 kennis van de toepassing en uitvoering van veegproeven
- 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 vloeistofscintillatietelling en gangbare bemettingsmonitoren
- kan (uitwendige) decontaminatiemethoden toepassen voor mens en ruimte
- kan administratie voeren over inkoop, verbruik, afval en voorraad van radioactieve stoffen

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

- 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
- kan metingen interpreteren en duiden in het kader van normen en limieten
- kan rapportages schrijven in technisch Engels
- kan in technisch Engels communiceren

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

##### Omschrijving

De beginnend beroepsbeoefenaar neemt kennis van de werkplanning, de werkvoorschriften en procedures die gehanteerd moeten worden. Daarnaast neemt de beginnend beroepsbeoefenaar kennis van de vaardigheden en kwalificaties van betrokkenen. 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).

Op basis van de RI&E krijgt de beginnend beroepsbeoefenaar de taak specifieke (deel)activiteiten en risico's te controleren. De beginnend beroepsbeoefenaar voert controles uit op de werkplek in het kader van audits en inspecties. 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 observeert de uitvoering van werkzaamheden, arbeidsomstandigheden, inrichting en apparatuur, specifiek met het oog op wet- en regelgeving. In geval van bijzonderheden of afwijkende situaties doet de beginnend beroepsbeoefenaar een melding bij diens leidinggevende en ondersteunt bij het nemen van passende maatregelen om eventuele risico's te beheersen.

De beginnend beroepsbeoefenaar doet, gevraagd en ongevraagd, voorstellen voor 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 uitvoering van de werkzaamheden, de arbeidsomstandigheden, inrichting en apparatuur voldoen aan standaardprocedures en werkvoorschriften. Afwijkingen of bijzonderheden zijn adequaat gesignaleerd.

##### 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
- grijpt op basis van diens inschatting en overzicht snel in op afwijkende situaties en activiteiten
- informeert blootgestelde personen (of zij die denken te zijn blootgesteld) onderbouwd en zorgvuldig
- raadpleegt deskundigen op professionele wijze
- evalueert menselijk handelen en de eigen activiteiten door dit af te zetten tegen standaardprocedures (maximale veiligheid) en (proces)optimalisatie
- 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

##### 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.

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

#### D1-K1-W2: Interpreteert en rapporteert metingen

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. Diens toegevoegde waarde ligt in het feit dat veiligheid diens hoogste prioriteit is, ongeacht andere bedrijfsbelangen. 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
- 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 handelen, Formuleren en rapporteren, Vakdeskundigheid toepassen, Instructies en procedures opvolgen, Met druk en tegenslag omgaan

## D1-K2: Beheerst en bevordert de deskundigheid

### Complexiteit

Om effectief diens werk te kunnen uitvoeren moet de beginnend beroepsbeoefenaar op de hoogte zijn van recente ontwikkelingen op diens vakgebied. Kennis, met betrekking tot regelgeving en werkmethoden/toepassingen, veroudert soms snel en moet daarom continu worden bijgehouden en uitgebreid.

Op het moment dat de beginnend beroepsbeoefenaar diens kennis niet op peil houdt, kunnen er risico's ontstaan die van invloed zijn op de gezondheid van medewerkers. De beginnend beroepsbeoefenaar stelt zich op gestructureerde en planmatige wijze op de hoogte van nieuwe kennis. Daarbij moet de beginnend beroepsbeoefenaar in staat zijn feiten (nationale regelgeving) te onderscheiden van tendentieuze informatie ('fake news'). Van 'fake news' moet de beginnend beroepsbeoefenaar zich ook op de hoogte stellen, met als doel daarmee om te kunnen gaan.

### Verantwoordelijkheid en zelfstandigheid

De beginnend beroepsbeoefenaar voert diens werkzaamheden grotendeels zelfstandig uit. De beginnend beroepsbeoefenaar is verantwoordelijk voor het signaleren van hiaten in kennis en kunde van medewerkers en instrueert medewerkers zelfstandig op basis van werkprotocollen en kennisbronnen van de organisatie. De beginnend beroepsbeoefenaar doet zelfstandig en op eigen initiatief verbetervoorstellen ten aanzien van instructies en werkprotocollen, maar diens leidinggevende is eindverantwoordelijk. De beginnend beroepsbeoefenaar is zich bewust van de verantwoordelijkheid die diens positie in de stralingsbeschermingsorganisatie met zich meebrengt.

### Vakkennis en vaardigheden

De beginnend beroepsbeoefenaar:

- bezit basiskennis van radioactieve stoffen en het onderscheid tussen open en gesloten bronnen
- bezit kennis van de literatuur en juiste bronnen op het internet evenals bij- en nascholingsmogelijkheden om de eigen kennis op peil te houden
- 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 kernsplitsing
- bezit basiskennis over het voorkomen, verzwakken en versterken van criticiteit
- bezit basiskennis van uraniumverrijking
- bezit kennis van de splijtstofcyclus
- 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 neutronenactivatie en neutronencyclus
- bezit kennis van criticiteit
- bezit kennis van de werking van een kernreactor (zoals PWR, RR)
- bezit kennis van ongevallen in de nucleaire wereld
- kan (werk)instructie geven
- kan de grens van zijn expertise, vaardigheden en competenties onderkennen
- kan met alle betrokkenen communiceren over stralingsrisico's, werkwijzen, 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 instrueert medewerkers

### Omschrijving

De beginnend beroepsbeoefenaar houdt diens eigen kennis op peil door de juiste bronnen op het internet te raadplegen en literatuur te lezen. In overleg met de SBD laat de beginnend beroepsbeoefenaar zich bijscholen. De beginnend beroepsbeoefenaar is zich bewust van de grenzen van diens vaardigheden en competenties. 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.

De beginnend beroepsbeoefenaar deelt instructies en protocollen met diens uitvoerende collega's en zorgt dat diens collega's zich bewust zijn van het belang en de correcte uitvoering van deze instructies en protocollen. Hierbij draagt die kennis,

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

vaardigheden en houdingsaspecten en/of ervaring(en) over. De beginnend beroepsbeoefenaar demonstreert de gewenste handelingen en observeert diens collega's, zowel tijdens de instructie als in de reguliere uitvoering van werkzaamheden. Zo nodig past die de activiteiten op het gebied van begeleiding en instructie aan in overleg met de SBD. De beginnend beroepsbeoefenaar maakt gebruik van de mogelijkheden van leer- en hulpmiddelen, waarbij die toezicht houdt op verantwoord gebruik van deze middelen.

#### Resultaat

De beginnend beroepsbeoefenaar is op de hoogte van actuele kennis en maatschappelijke ontwikkelingen. Medewerkers zijn correct voorgelicht en geïnstrueerd op werkprotocollen en -instructies. Werkprotocollen en -instructies zijn waar nodig aangepast. Begeleidingsactiviteiten en leer- en hulpmiddelen worden veilig en verantwoord ingezet en zijn waar nodig aangepast.

#### Gedrag

De beginnend beroepsbeoefenaar:

- zoekt proactief en op gestructureerde wijze naar actuele kennis en scholingsmogelijkheden binnen diens vakgebied
- evalueert activiteiten van zichzelf en anderen kritisch, met als doel afwijkingen en bijzondere situaties te beperken
- geeft duidelijke informatie en instructies
- kiest passende, activerende werkvormen om instructies effectief over te dragen
- corrigeert onjuiste inbreng van deelnemers door gerichte informatie van betrouwbare bronnen te verstrekken
- geeft op het juiste moment feedback en advies aan collega's
- grijpt overtuigend in op suggesties van collega's die onrust veroorzaken, om escalaties te voorkomen.

De onderliggende competenties zijn: Beslissen en activiteiten initiëren, Aansturen, Begeleiden, Aandacht en begrip tonen, Overtuigen en beïnvloeden, Materialen en middelen inzetten, Plannen en organiseren