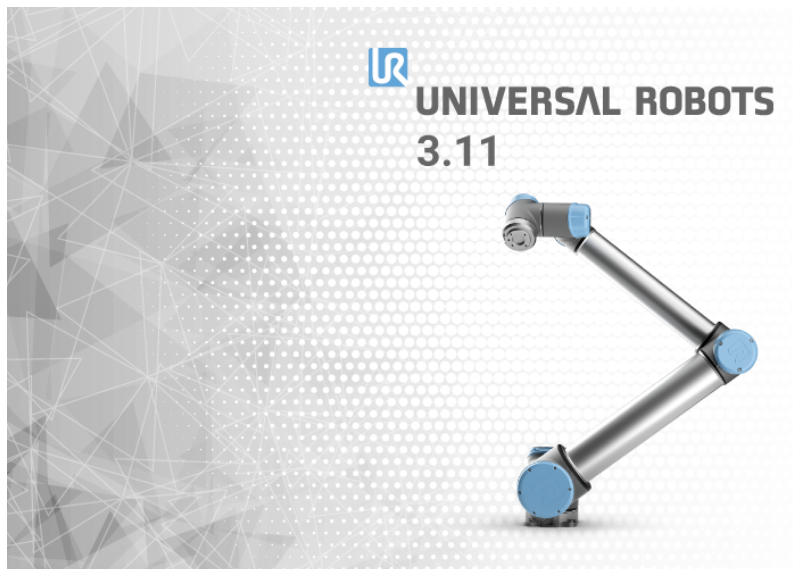




UNIVERSAL ROBOTS

PolyScope-handleiding



Versie 3.11

Vertaling van de originele instructies (nl)

De informatie hierin is eigendom van Universal Robots A/S en mag niet, geheel of gedeeltelijk, gereproduceerd worden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Universal Robots A/S. De informatie hierin is onderhevig aan wijzigingen zonder aankondiging en mag niet gezien worden als toezegging door Universal Robot A/S. Deze handleiding wordt periodiek herzien en aangepast.

Universal Robots A/S aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele fouten of gebreken in dit document.

Copyright © 2009–2019 door Universal Robots A/S

Het logo van Universal Robots is een geregistreerd handelsmerk van Universal Robots A/S.

Inhoudsopgave

II	PolyScope-handleiding	II-1
10	Veiligheidsconfiguratie	II-3
10.1	Inleiding	II-3
10.2	De Veiligheidsconfiguratie wijzigen	II-5
10.3	Veiligheidssynchronisatie en fouten	II-5
10.4	Toleranties	II-6
10.5	Veiligheidscontrolesom	II-6
10.6	Veiligheidsmodi	II-7
10.7	Freedrive-modus	II-7
10.7.1	Backdrive	II-8
10.8	Vergrendeling met wachtwoord	II-8
10.9	Toepassen	II-8
10.10	Algemene limieten	II-9
10.11	Gewrichtslijmieten	II-11
10.12	Grenzen	II-12
10.12.1	Selecteer een grens om te configureren	II-13
10.12.2	3D-visualisatie	II-14
10.12.3	Configuratie veiligheidsvlak	II-14
10.12.4	Eigenschappen gereedschapsgrens	II-18
10.13	Veiligheids-I/O	II-19
10.13.1	Ingangssignalen	II-20
10.13.2	Uitgangssignalen	II-21
11	Beginnen met programmeren	II-23
11.1	Inleiding	II-23
11.2	Aan de slag	II-24
11.2.1	De robotarm en regelkast installeren	II-24
11.2.2	De regelkast in- en uitschakelen	II-24
11.2.3	De robotarm in- en uitschakelen	II-24
11.2.4	Snel beginnen	II-25
11.2.5	Het eerste programma	II-25
11.3	Programmeerinterface PolyScope	II-27
11.4	Welkomstscherm	II-28
11.5	Initialisatiescherm	II-29
12	Editors op het scherm	II-31
12.1	Expressie-editor op het scherm	II-31
12.2	Scherm Positiebewerking	II-31

13 Robotbesturing	II-35
13.1 Tab Bewegen	II-35
13.1.1 Robot	II-35
13.1.2 Positie van element en gereedschap	II-36
13.1.3 Gereedschap bewegen	II-36
13.1.4 Gewrichten bewegen	II-36
13.1.5 Freedrive	II-36
13.2 Tab I/O	II-37
13.3 MODBUS	II-38
13.4 Tab Automatisch bewegen	II-39
13.5 Installatie → Laden/Opslaan	II-40
13.6 Installatie → TCP-configuratie	II-41
13.6.1 TCP's toevoegen, hernoemen, wijzigen en verwijderen	II-42
13.6.2 Actieve TCP	II-42
13.6.3 Standaard TCP	II-42
13.6.4 TCP-positie leren	II-42
13.6.5 TCP-oriëntatie leren	II-43
13.6.6 Belasting	II-43
13.6.7 Zwaartepunt	II-44
13.7 Installatie → Montage	II-44
13.8 Installatie → I/O-instellingen	II-45
13.8.1 I/O-signaaltipe	II-46
13.8.2 Door de gebruiker ingestelde namen toewijzen	II-46
13.8.3 I/O-acties en regeling van het I/O-tabblad	II-46
13.9 Installatie → Veiligheid	II-47
13.10 Installatie → Variabelen	II-47
13.11 Installatie → I/O-instellingen MODBUS-client	II-48
13.12 Installatie → Elementen	II-52
13.12.1 Een element gebruiken	II-53
13.12.2 Nieuw punt	II-54
13.12.3 Nieuwe lijn	II-55
13.12.4 Vlakvormig element	II-56
13.12.5 Voorbeeld: Het handmatig bijwerken van een element om een programma aan te passen	II-57
13.12.6 Voorbeeld: Het dynamisch bijwerken van een elementpositie	II-58
13.13 Instelling traceren transportband	II-59
13.14 Vloeiende overgang tussen veiligheidsmodi	II-59
13.14.1 Aanpassen van versnellings-/vertragingsinstellingen	II-60
13.15 Installatie → standaardprogramma	II-60
13.16 Tab Log	II-62
13.16.1 Foutrapporten opslaan	II-62
13.17 Scherm Laden	II-63
13.18 Tab Uitvoeren	II-65

14 Programmeren	II-67
14.1 Nieuw programma	II-67
14.2 Tab Programma	II-68
14.2.1 Programmastructuur	II-68
14.2.2 Indicatie programma-uitvoering	II-69
14.2.3 Zoekknop	II-69
14.2.4 Knoppen Ongedaan maken/Opnieuw	II-70
14.2.5 Programmadaashboard	II-70
14.3 Variabelen	II-71
14.4 Commando: Bewegen	II-71
14.5 Commando: Vast waypoint	II-75
14.6 Commando: Relatief waypoint	II-80
14.7 Commando: Variabel waypoint	II-81
14.8 Commando: Richting	II-81
14.9 Commando: Tot	II-82
14.10 Commando: Wachten	II-84
14.11 Commando: Instellen	II-84
14.12 Commando: Pop-up	II-85
14.13 Commando: Onderbreken	II-86
14.14 Commando: Opmerking	II-86
14.15 Commando: Map	II-87
14.16 Commando: Lus	II-88
14.17 Commando: Als	II-88
14.18 Commando: Subroutine	II-90
14.19 Commando: Toewijzing	II-91
14.20 Commando: Script	II-92
14.21 Commando: Gebeurtenis	II-93
14.22 Commando: Thread	II-94
14.23 Commando: Switch	II-94
14.23.1 Timer	II-95
14.24 Commando: Patroon	II-96
14.25 Commando: Kracht	II-97
14.26 Commando: Pallet	II-101
14.27 Commando: Zoeken	II-102
14.28 Commando: Traceren transportband	II-106
14.29 Commando: Onderdrukken	II-106
14.30 Tab Grafisch	II-106
14.31 Tab Structuur	II-108
14.32 Tabblad Variabelen	II-109
14.33 Commando: Initialisatie variabelen	II-110
15 Scherm Instellingen	II-111
15.1 Taal en eenheden	II-112
15.2 Robot updaten	II-113
15.3 Wachtwoord instellen	II-114
15.4 Scherm kalibreren	II-115
15.5 Netwerk instellen	II-115



15.6	Tijd instellen	II-116
15.7	Instellingen URCaps	II-117

Deel II

PolyScope-handleiding

10 Veiligheidsconfiguratie

10.1 Inleiding

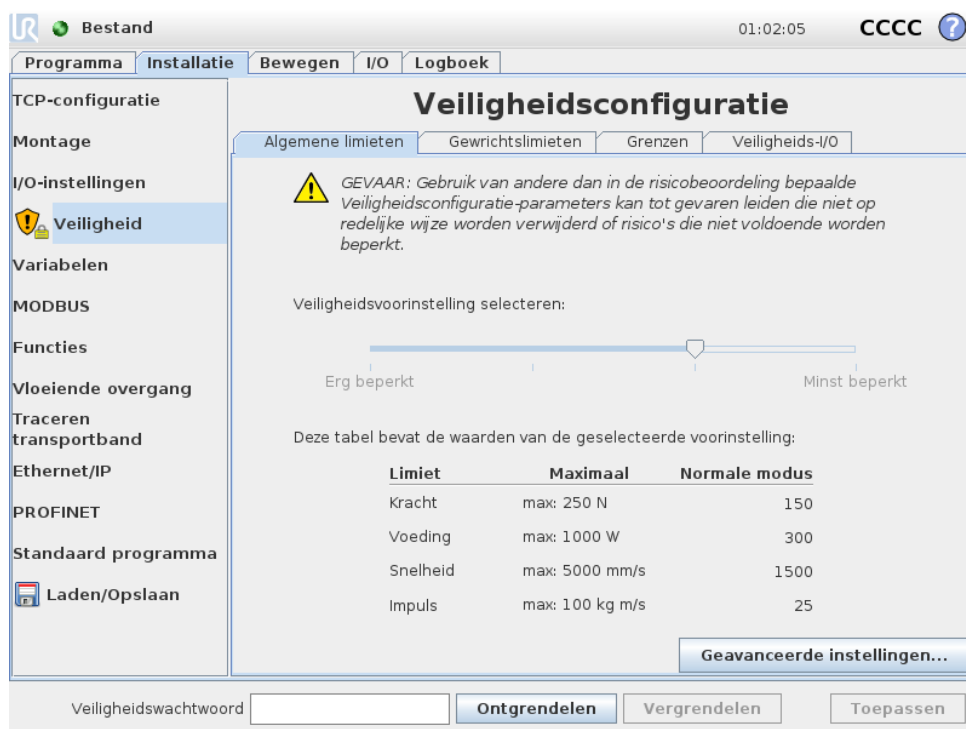
De robot is uitgerust met een geavanceerd veiligheidssysteem. Afhankelijk van de specifieke eigenschappen van het werkbereik van de robot, dienen de instellingen voor het veiligheidssysteem zo geconfigureerd worden dat ze de veiligheid van alle medewerkers en apparatuur rond de robot garanderen. De in de risicobeoordeling gedefinieerde instellingen toepassen is het eerste wat de integrator moet doen. Zie voor informatie over het veiligheidssysteem Hardware-installatiehandleiding.



GEVAAR:

1. Gebruik en configuratie van veiligheidsfuncties en interfaces moet worden gedaan volgens de risicobeoordeling die de integrator uitvoert voor een specifieke robottoepassing, zie Hardware-installatiehandleiding.
2. De instellingen voor veiligheidsconfiguratie voor instellen en leren moeten worden toegepast volgens de door de integrator uitgevoerde risicobeoordeling en voordat de arm de eerste keer wordt geactiveerd.
3. Alle instellingen voor veiligheidsconfiguratie die te openen zijn op dit scherm en de subtabs daarvan, moeten ingesteld worden op basis van de door de integrator uitgevoerde risicobeoordeling.
4. De integrator moet zorgen dat alle wijzigingen aan de instellingen voor veiligheidsconfiguratie geschieden in overeenstemming met de risicobeoordeling van de integrator zelf.
5. De integrator moet voorkomen dat onbevoegde personen de veiligheidsconfiguratie wijzigen, bv door gebruik van wachtwoordbescherming.

Het scherm *Veiligheidsconfiguratie* kan worden geopend vanuit het *Welkom* scherm (zie 11.4) door op de knop *Robot programmeren* te drukken, en vervolgens het tabblad *Installatie* te selecteren en te drukken op *Veiligheid*. De veiligheidsconfiguratie is beveiligd met een wachtwoord, zie 10.8.



De veiligheidsinstellingen bestaan uit een aantal limietwaarden die gebruikt worden om de bewegingen van de robotarm te beperken, en een veiligheidsfunctie-instelling voor de te configureren ingangen en uitgangen. Ze worden gedefinieerd in de volgende subtabs van het veiligheidsscherm:

- Op de subtab *Algemene limieten* staan de maximale *kracht*, *voeding*, *snelheid* en *momentum* van de robotarm. Als het risico op het raken van een persoon of het botsen met een object in de omgeving bijzonder hoog is, moeten deze instellingen ingesteld worden op een lage waarde. Als het risico laag is, kunt u door hogere algemene limieten de robot sneller laten bewegen en meer kracht laten uitoefenen op de omgeving. Zie voor meer informatie 10.10.
- De subtab *Gewrichtslijmieten* bevat de limieten voor *gewrichtssnelheid* en *gewrichtspositie*. De limiet voor *gewrichtssnelheid* bepaalt de maximale angulaire snelheid van individuele gewrichten en dient om de snelheid van de robotarm verder in te perken. De limiet voor *gewrichtspositie* bepaalt het toegestane positiebereik van individuele gewrichten (in gewrichtsruimte). Zie voor meer informatie 10.11.
- Op het subtab *Grenzen* worden veiligheidsvlakken (in cartesische ruimte) en een gereedschapsoriëntatiegrens voor de robot-TCP vastgesteld. De veiligheidsvlakken kunnen als harde limieten voor de positie van de robot-TCP of als triggers voor de activering van de veiligheidslimieten van de modus *Normaal* geconfigureerd worden (10.6). De gereedschapsgrens stelt een harde limiet aan de oriëntatie van de robot-TCP. Zie voor meer informatie 10.12.
- Op de subtab *Veiligheids-I/O* staan veiligheidsfuncties voor te configureren ingangen en uitgangen (zie 13.2). De *Noodstop* kan bijvoorbeeld geconfigureerd worden als een ingang. Zie voor meer informatie 10.13.

10.2 De Veiligheidsconfiguratie wijzigen

De instellingen voor veiligheidsconfiguratie mogen uitsluitend worden gewijzigd in overeenstemming met de door de integrator uitgevoerde risicobeoordeling.

De aanbevolen procedure om de veiligheidsconfiguratie te wijzigen is als volgt:

1. Zorg ervoor dat de wijzigingen in overeenstemming zijn met de door de integrator uitgevoerde risicobeoordeling.
2. Pas de veiligheidsinstellingen tot het juiste niveau aan in de door de integrator uitgevoerde risicobeoordeling.
3. Controleer dat de veiligheidsinstellingen zijn toegepast.
4. Zet de volgende tekst in de handleidingen van de operators: “Voor het werken in de buurt van de robot, zorg ervoor dat de veiligheidsconfiguratie is zoals verwacht. Dit kan worden geverifieerd bijv. door inspectie van de controlesom in de rechter bovenhoek van het PolyScope (zie 10.5 in de PolyScope-handleiding).”

10.3 Veiligheidssynchronisatie en fouten

De toestand van de toegepaste veiligheidsconfiguratie in vergelijking tot welke robotinstallatie de GUI is geladen, wordt weergegeven door het afschermingssymbool naast de tekst *Veiligheid* aan de linkerkant van het scherm. Deze pictogrammen geven een snelle indicator over de huidige toestand. Ze worden hieronder gedefinieerd:

-  *Configuratie gesynchroniseerd*: Toont dat de GUI installatie identiek is aan de momenteel toegepaste veiligheidsconfiguratie. Er zijn geen wijzigingen aangebracht.
-  *Configuratie gewijzigd*: Toont dat de GUI installatie anders is dan de momenteel toegepaste veiligheidsconfiguratie.

Bij het bewerken van de veiligheidsconfiguratie informeert het afschermingspictogram u of de huidige instellingen al dan niet zijn toegepast.

Als een van de tekstvelden in het tabblad *Veiligheid* ongeldige invoer bevatten, is de veiligheidsconfiguratie in een foutstatus. Dit wordt op verschillende manieren aangegeven:

1. Een rood foutpictogram naast de tekst *Veiligheid* op de linkerkant van het scherm.
2. Het subtabblad(en) met fouten worden gemarkeerd met een rood foutpictogram bovenaan.
3. Tekstvelden die fouten bevatten, zijn gemarkeerd met een rode achtergrond.

Wanneer er fouten bestaan en u probeert weg te navigeren van het tabblad *Installatie*, verschijnt een dialoogvenster met de volgende opties:

1. Los de probleem(en) op zodat alle fouten zijn verwijderd. Dit is zichtbaar wanneer het rode foutpictogram niet langer wordt weergegeven naast de tekst *Veiligheid* aan de linkerkant van het scherm.
2. Herstel de vroeger toegepaste veiligheidsconfiguratie. Dit zal alle wijzigingen negeren en u toelaten om door te gaan naar de gewenste bestemming.

Als er geen fouten bestaan en u onderneemt een poging om weg te navigeren, verschijnt een ander venster met de volgende opties:

1. Pas de wijzigingen toe en herstart het systeem. Dit zal de wijzigingen van de veiligheidsconfiguratie toepassen in het systeem en herstarten. Let op: Dit betekent niet dat alle wijzigingen werden opgeslagen; uitschakelen van de robot op dit punt doet alle wijzigingen verloren gaan in de robotinstallatie, inclusief de veiligheidsconfiguratie.
2. Herstel de vroeger toegepaste veiligheidsconfiguratie. Dit zal alle wijzigingen negeren en u toelaten om door te gaan naar de gewenste geselecteerde bestemming.

10.4 Toleranties

De *Robotarm* maakt gebruik van ingebouwde toleranties die veiligheidsovertredingen voorkomen. Een veiligheidstolerantie is het verschil tussen een veiligheidslimiet en een maximale operationele waarde. De algemene snelheidstolerantie is bijvoorbeeld -150mm/s . Dit betekent dat als de gebruiker een snelheidslimiet van 250mm/s configureert, dan bedraagt de maximale operationele snelheid $250 - 150 = 100\text{mm/s}$. Veiligheidstoleranties voorkomen veiligheidsovertredingen terwijl ze schommelingen in het programmagedrag toelaten. Bij de behandeling van zware lading kunnen zich bijvoorbeeld situaties voordoen waarin de *Robotarm* korte tijd boven de normale maximale operationele snelheid moet werken om een geprogrammeerd traject te kunnen volgen. Een voorbeeld hiervan wordt weergegeven in afbeelding 10.1.



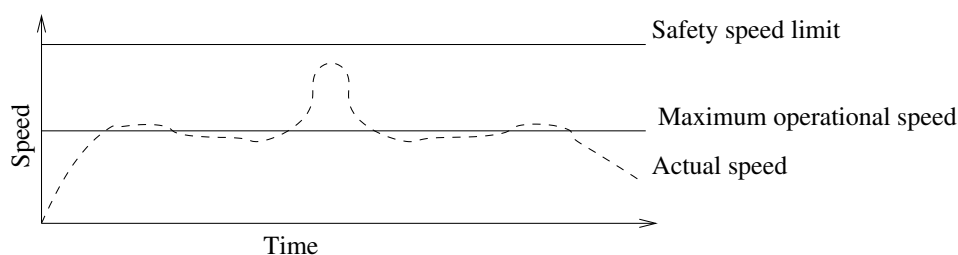
WAARSCHUWING:

Een risicobeoordeling is altijd vereist met behulp van de limietwaarden zonder toleranties.



WAARSCHUWING:

Toleranties gelden specifiek voor de versie van de software. Updaten van de software kan de toleranties wijzigen. Raadpleeg de release notities voor wijzigingen tussen versies.



Figuur 10.1: Voorbeeld veiligheidstolerantie.

10.5 Veiligheidscontrolesom

De tekst in de rechterbovenhoek van het scherm bevat een korte beschrijving van de veiligheidsconfiguratie die op dit moment door de robot gebruikt wordt. Als de tekst verandert,

geeft dit aan dat de huidige veiligheidsconfiguratie ook veranderd is. Als u op de controlesom klikt, worden details over de huidige actieve veiligheidsconfiguratie weergegeven.

10.6 Veiligheidsmodi

Onder normale omstandigheden (dat wil zeggen wanneer geen beschermende stop actief is), werkt het veiligheidssysteem in een van de volgende *veiligheidsmodi*, elk met een bijbehorende set van veiligheidslimieten:

Normale modus: De veiligheidsmodus die standaard actief is;

Verminderde modus: Actief wanneer het robot TCP is gepositioneerd buiten een *Trigger verminderde modus* vlak (zie 10.12), of wanneer getriggerd met behulp van een configureerbare invoer (zie 10.13).

Herstelmodus: Wanneer de robotarm een van de andere modi overtreedt (dat wil zeggen de modus *Normaal* of *Verminderd*) en een Stop Categorie 0 heeft plaatsgevonden,¹ zal de robotarm opstarten in **Herstel** modus. In deze modus kan de robot langzaam terug naar het toegestane gebied met behulp van **Tabblad bewegen** of **Freedrive**. Het is niet mogelijk om programma's voor de robot in deze modus uit te voeren.



WAARSCHUWING:

Merk op dat de limieten voor *gewrichtspositie*, *TCP positie* en *TCP oriëntatie* zijn uitgeschakeld in de *Herstel* modus, dus wees voorzichtig bij het verplaatsen van de robotarm binnen de limieten.

Met de subtabbladen van het scherm *Veiligheidsconfiguratie* kan de gebruiker afzonderlijke sets van veiligheidslimieten definiëren voor de modi *Normaal* en *Verminderd*. Voor het gereedschap en gewrichten, moeten de moduslimieten *Verminderd* met betrekking tot de snelheid en het momentum strikter zijn dan hun tegenhangers in de modus *Normaal*.

Wanneer een veiligheidslimiet van de actieve limietset wordt overtreden, voert de robotarm een Stop Categorie 0 uit. Als een actieve veiligheidslimiet, zoals een gewrichtspositielimiet of een veiligheidsgrens al wordt overschreden wanneer de robotarm wordt ingeschakeld, start deze in de *Herstel* modus. Dit maakt het mogelijk de robotarm weer binnen de veiligheidslimieten te bewegen. Nog in de *Herstel* modus wordt de beweging van de robotarm beperkt door een vaste limietset die niet aanpasbaar is door de gebruiker. Voor meer informatie over *Herstel* moduslimieten, zie de Hardware-installatiehandleiding.

10.7 Freedrive-modus

Als de robot in de modus *Freedrive* staat (zie 13.1.5) en de beweging van de robotarm te dicht bij bepaalde limieten komt, voelt de gebruiker een trekkende kracht. Deze kracht wordt gegenereerd voor limieten op de positie, oriëntatie en snelheid van de robot-TCP en de positie en snelheid van de gewrichten.

Met deze trekkende kracht wordt de gebruiker gewaarschuwd dat de huidige positie of snelheid een limiet nadert, zodat voorkomen kan worden dat de robot die limiet overschrijdt. Als de gebruiker echter voldoende kracht uitoefent op de robotarm, dan kan de limiet overtreden worden. De kracht wordt sterker als de robotarm de limiet dichterbij nadert.

¹Conform IEC 60204-1, zie Verklarende woordenlijst voor meer informatie.

10.7.1 Backdrive

In *Freedrive* modus kunnen de robotgewrichten relatief gemakkelijk worden bewogen omdat de remmen zijn vrijgegeven. Tijdens initialisatie van de robotarm kunnen kleine trillingen worden waargenomen wanneer de remmen worden losgelaten. In sommige situaties, zoals wanneer de robot bijna botst, zijn deze trillingen ongewenst en de functie *Backdrive* kan worden gebruikt om bepaalde gewrichten naar een gewenste positie te forceren zonder alle remmen in de robotarm vrij te geven.

Backdrive inschakelen:

1. Druk op ON om de gewrichten in te schakelen. De robotstatus is ingesteld op "Stationair". Laat de remmen **niet** los (d.w.z. druk niet op START).
2. Houd de knop *Freedrive* ingedrukt. De robotstatus verandert naar "Backdrive".
3. De remmen worden alleen in de gewrichten vrijgegeven waarop grote druk wordt toegepast zolang de knop *Freedrive* is geactiveerd/ingedrukt. Tijdens gebruik van *Backdrive* voelt het bewegen van de robot zwaar aan.

10.8 Vergrendeling met wachtwoord

Alle instellingen in dit scherm worden vergrendeld tot het juiste veiligheidswachtwoord (zie 15.3), wordt ingevoerd in het witte tekstveld onderin het scherm en op de knop *Ontgrendelen* gedrukt is. Het scherm kan weer vergrendeld worden door op de knop *Vergrendelen* te klikken. Het tabblad *Veiligheid* wordt automatisch vergrendeld wanneer u het scherm *Veiligheidsconfiguratie* verlaat. Wanneer de instellingen zijn vergrendeld, wordt een slotpictogram weergegeven naast de tekst *Veiligheid* op de linkerkzijde van het scherm. Een ontgrendelpictogram wordt weergegeven wanneer de instellingen zijn ontgrendeld.



OPMERKING:

Merk op dat de robotarm wordt uitgeschakeld wanneer het scherm *Veiligheidsconfiguratie* wordt ontgrendeld.

10.9 Toepassen

Bij het ontgrendelen van de veiligheidsconfiguratie, zal de robotarm worden uitgeschakeld terwijl wijzigingen worden gemaakt. De robotarm kan niet worden ingeschakeld totdat de wijzigingen zijn toegepast of hersteld, en handmatig wordt ingeschakeld vanaf het initialisatiescherm.

Eventuele wijzigingen in de veiligheidsconfiguratie moeten worden toegepast of hersteld, vooraleer weg te navigeren van het tabblad *Installatie*. Deze wijzigingen zijn *niet* van kracht tot de knop *Toepassen* wordt ingedrukt en de bevestiging wordt uitgevoerd. Bevestiging vereist visuele inspectie van de wijzigingen aan de robotarm. Om veiligheidsredenen wordt de getoonde informatie gegeven in SI-eenheden. Een voorbeeld van de bevestigingsdialoog wordt weergegeven in onderstaande afbeelding.

Bevestiging van toegepaste veiligheidsconfiguratie

Algemene limieten	Gewrichtslijmieten	Grenzen	Veiligheids-I/O	Diversen
Limiet	Normale modus	Verminderde modus		
Kracht	150,00	120,00 N		
Voeding	300,00	200,00 W		
Snelheid	1,50	0,75 m/s		
Impuls	25,00	10,00 kg m/s		

Bovendien, bij bevestiging worden de wijzigingen automatisch opgeslagen als onderdeel van de huidige robotinstallatie. Zie 13.5 voor meer informatie over het opslaan van de robotinstallatie.

10.10 Algemene limieten

Met de algemene veiligheidslimieten kunt u de lineaire snelheid van de robot-TCP beperken, en de kracht die hij op de omgeving kan uitoefenen. Ze bestaan uit de volgende waarden:

Kracht: Een limiet voor de maximale kracht die de robot-TCP op de omgeving uitoefent.

Voeding: Een limiet voor de maximale mechanische werkzaamheden die door de robot geproduceerd worden op de omgeving, in overweging nemend dat de belasting onderdeel is van de robot en niet van de omgeving.

Snelheid: Een limiet voor de maximale lineaire snelheid van de robot-TCP.

Momentum: Een limiet voor het maximale momentum van de robot-TCP.

Er zijn twee middelen beschikbaar voor het configureren van de algemene veiligheidslimieten binnen de installatie; *Basisinstellingen* en *Geavanceerde instellingen*, die hieronder gedetailleerder beschreven worden.

Bij het instellen van de algemene veiligheidslimieten dient duidelijk gemaakt te worden dat hiermee alleen een limiet voor het gereedschap vastgesteld wordt, en niet de algemene limiet voor de robotarm. Dit betekent dat hoewel er een snelheidslimiet is ingesteld, dit *niet* garandeert dat andere delen van de robotarm zich ook houden aan deze beperking.

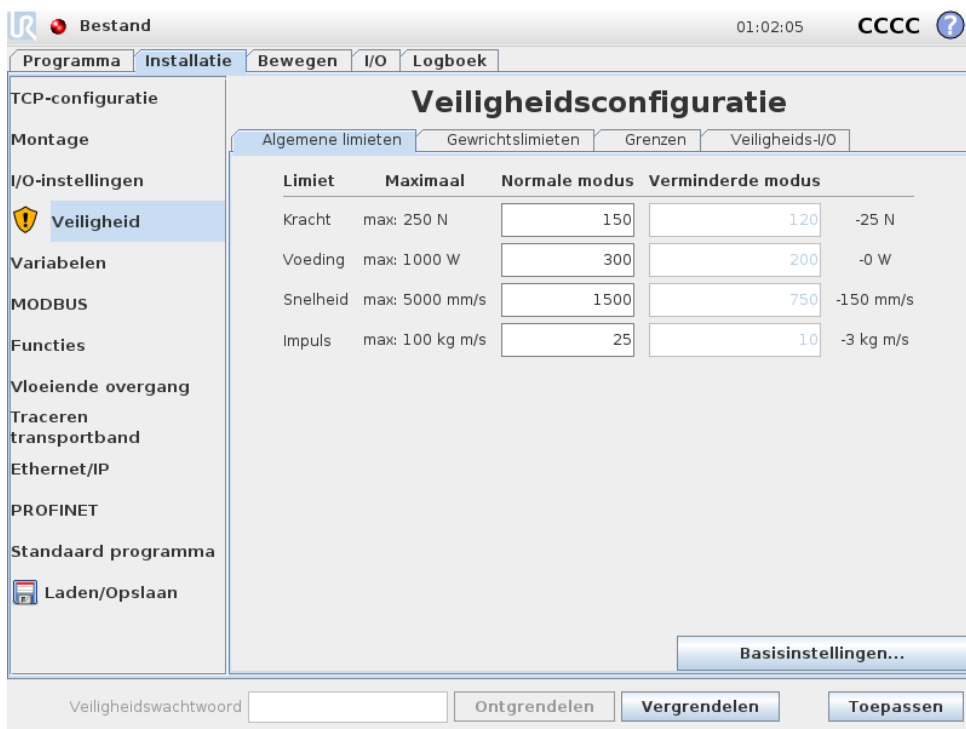
Als de robot in de modus *Freedrive* staat (zie 13.1.5), en de huidige snelheid van de robot-TCP de limiet voor *Snelheid* nadert, dan voelt de gebruiker een trekkende kracht die sterker wordt als de snelheid de limiet dichtert nadert. De kracht wordt gegenereerd als de huidige snelheid binnen ongeveer 250 mm/s van de limiet is.

Basisinstellingen Het eerste subscherm met algemene limieten, dat als standaardscherm wordt weergegeven, bevat een schuifbalk met vier vooraf ingestelde reeksen waarden voor de limieten kracht, voeding, snelheid en momentum voor de modi *Normaal* en *Verminderd*.

De specifieke reeksen waarden staan in de GUI. Van tevoren gedefinieerde reeksen waarden zijn slechts suggesties en mogen een eigen risicobeoordeling niet vervangen.

Schakelen naar geavanceerde instellingen Als *geen* van de vooraf ingestelde reeksen waarden goed is, dan kunt u op de knop *Geavanceerde instellingen...* drukken om het geavanceerde scherm met algemene limieten te openen.

Geavanceerde instellingen



Limiet	Maximaal	Normale modus	Verminderde modus
Kracht	max: 250 N	150	120 -25 N
Voeding	max: 1000 W	300	200 -0 W
Snelheid	max: 5000 mm/s	1500	750 -150 mm/s
Impuls	max: 100 kg m/s	25	10 -3 kg m/s

Hier kunt u alle algemene limieten, beschreven in 10.10, onafhankelijk van elkaar aanpassen. Dit kunt u doen door op het corresponderende tekstveld te tikken en een nieuwe waarde in te voeren. De hoogst geaccepteerde waarde voor deze limieten wordt vermeld in de kolom met de titel *Maximum*. De krachtlimiet kan op een waarde worden ingesteld tussen 100 N en 250 N, en de krachtlimiet kan op een waarde worden ingesteld tussen 80 W en 1000 W.

Let op: De velden voor limieten in de modus *Verminderd* uitgeschakeld worden wanneer er geen veiligheidsvlak of te configureren ingang is ingesteld om ze te activeren (zie 10.12 en 10.13 voor meer informatie). Daarnaast mogen de limieten voor *Snelheid* en *Momentum* in *Verminderde* modus niet hoger zijn dan hun tegenhanger in *Normale* modus.

De tolerantie en eenheid voor elke limiet worden vermeld aan het einde van de regel die erbij hoort. Wanneer een programma draait, wordt de snelheid van de robotarm automatisch aangepast om geen van de ingevoerde waarden minus de tolerantie te overschrijden (zie 10.4). Merk op dat het minteken weergegeven bij de tolerantiewaarde slechts daar is om aan te geven

dat de tolerantie wordt afgetrokken van de werkelijke ingevoerde waarde. Het veiligheidssysteem zal een Stop Categorie 0 uitvoeren indien de robotarm de limiet zou overschrijden (zonder tolerantie).

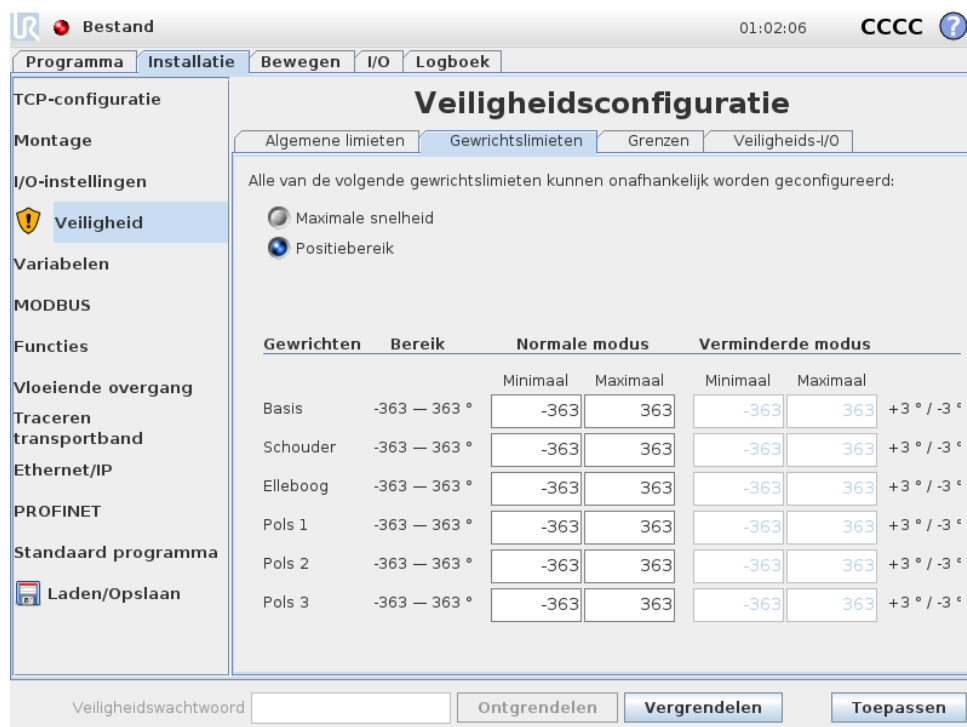


WAARSCHUWING:

De snelheidslimiet wordt alleen toegepast op de robot-TCP, dus andere delen van de robotarm kunnen sneller bewegen dan de ingestelde waarde.

Schakelen naar basisinstellingen Als u op de knop *Basisinstellingen...* drukt, schakelt u terug naar het scherm met de algemene basislijmieten en worden alle algemene lijmieten hersteld naar de vooraf ingestelde *Standaard*. Mochten hierdoor aangepaste waarden verloren gaan, dan wordt een pop-upvenster getoond waarin u de actie moet bevestigen.

10.11 Gewrichtslijmieten



Gewrichten	Bereik	Normale modus		Verminderde modus		
		Minimaal	Maximaal	Minimaal	Maximaal	
Basis	-363 — 363 °	-363	363	-363	363	+3 ° / -3 °
Schouder	-363 — 363 °	-363	363	-363	363	+3 ° / -3 °
Elleboog	-363 — 363 °	-363	363	-363	363	+3 ° / -3 °
Pols 1	-363 — 363 °	-363	363	-363	363	+3 ° / -3 °
Pols 2	-363 — 363 °	-363	363	-363	363	+3 ° / -3 °
Pols 3	-363 — 363 °	-363	363	-363	363	+3 ° / -3 °

Gewrichtslijmieten beperken de beweging van individuele gewrichten in gewrichtsruimtes, dat wil zeggen dat ze niet verwijzen naar cartesische ruimte maar naar de interne (roterende) positie van de gewrichten en hun rotatiesnelheid. Met de keuzerondjes in het bovenste deel van het subscherm kunt u onafhankelijk van elkaar de *Maximale snelheid* en het *Positiebereik* voor de gewrichten invoeren.

Als de robot in de modus *Freedrive* staat (zie 13.1.5), en de huidige snelheid van een gewricht de limiet nadert, dan voelt de gebruiker een trekkende kracht die sterker wordt als het gewricht de limiet dichterbij nadert. De kracht wordt gegenereerd wanneer de gewrichtssnelheid binnen ongeveer 20°/s is van de snelheidslimiet of de gewrichtspositie binnen ongeveer 8° is van de positielimiet.

Het positiebereik van gewricht 3 is standaard onbeperkt. Wanneer kabels aan de robot worden bevestigd, moet u eerst het selectievakje *Onbeperkt bereik voor gewricht 3* worden uitgeschakeld om kabelspanning en beschermende stops te voorkomen.

Maximale snelheid Deze optie bepaalt de maximale angulaire snelheid voor ieder gewricht. Dit kunt u doen door op het corresponderende tekstveld te tikken en een nieuwe waarde in te voeren. De hoogst geaccepteerde waarde wordt vermeld in de kolom met de titel *Maximum*. Geen van de waardes kan lager dan tolerantiewaarde ingesteld worden.

Let erop dat de velden voor limieten in de modus *Verminderd* uitgeschakeld worden wanneer er geen veiligheidsvlak of te configureren ingang is ingesteld om ze te activeren (zie 10.12 en 10.13 voor meer informatie). Daarnaast mogen de limieten in *Verminderde* modus niet hoger zijn dan hun tegenhanger in *Normale* modus.

De tolerantie en eenheid voor elke limiet worden vermeld aan het einde van de regel die erbij hoort. Wanneer een programma draait, wordt de snelheid van de robotarm automatisch aangepast om geen van de ingevoerde waarden minus de tolerantie te overschrijden (zie 10.4). Merk op dat het minteken weergegeven bij elke tolerantiewaarde slechts daar is om aan te geven dat de tolerantie wordt afgetrokken van de werkelijke ingevoerde waarde. Maar indien de hoeksnelheid van een gewricht de ingevoerde waarde overschrijdt (zonder tolerantie), voert het veiligheidssysteem een Stop Categorie 0 uit.

Positiebereik In dit scherm bepaalt u het positiebereik van ieder gewricht. Dit kunt u doen door op de corresponderende tekstvelden te tikken en nieuwe waarden in te voeren voor de boven- en ondergrens van de gewrichtspositie. De ingevoerde waarde moet binnen de waarden vallen die zijn vastgelegd in de kolom *Bereik* en de ondergrens mag niet hoger zijn dan de bovengrens.

Let op: De velden voor limieten in de modus *Verminderd* uitgeschakeld worden wanneer er geen veiligheidsvlak of te configureren ingang is ingesteld om ze te activeren (zie 10.12 en 10.13 voor meer informatie).

De toleranties en eenheid voor elke limiet worden vermeld aan het einde van de regel die erbij hoort. De eerste tolerantiewaarde is van toepassing op de minimumwaarde en de tweede op de maximale waarde. Uitvoering van het programma wordt afgebroken wanneer de positie van een gewricht op het punt staat het bereik te overschrijden dat het resultaat is van het toevoegen van de eerste tolerantie aan de ingevoerde minimumwaarde en het aftrekken van de tweede tolerantie van de ingevoerde maximale waarde, als het doorgaat te bewegen langs het voorspelde traject. Merk op dat het minteken weergegeven bij de tolerantiewaarde slechts daar is om aan te geven dat de tolerantie wordt afgetrokken van de werkelijke ingevoerde waarde. Maar indien de gewrichtspositie de ingevoerde waarde overschrijdt, voert het veiligheidssysteem een Stop Categorie 0 uit.

10.12 Grenzen

Op deze tab kunt u grenzen instellen bestaande uit veiligheidsvlakken en een limiet op de maximaal toegestane afwijking van de robotgereedschapsoriëntatie. Het is ook mogelijk vlakken te definiëren die een overgang inschakelen naar de modus *Verminderd*.

Veiligheidsvlakken kunnen gebruikt worden om het toegestane werkbereik van de robot te beperken door te forceren dat de robot-TCP aan de juiste zijde blijft van de vastgestelde vlakken en hier niet overheen gaat. Er kunnen maximaal acht veiligheidsvlakken geconfigureerd worden. De beperking op de oriëntatie van gereedschap kan gebruikt worden om te zorgen dat oriëntatie van het robotgereedschap niet meer dan een gespecificeerde waarde afwijkt van een gewenste oriëntatie.

**WAARSCHUWING:**

Het definiëren van veiligheidsvlakken beperkt alleen de TCP en niet de algemene limiet voor de robotarm. Dit betekent dat hoewel er een veiligheidsvlak is ingesteld, dit *niet* garandeert dat andere delen van de robotarm zich ook houden aan deze beperking.

De configuratie van iedere limiet is gebaseerd op een van de functies die zijn vastgesteld in de huidige robotinstallatie (zie 13.12).

**OPMERKING:**

Het is sterk aanbevolen, dat u alle functies die nodig zijn voor de configuratie van alle gewenste limieten maakt en ze passende namen geeft voordat u de veiligheidsconfiguratie bewerkt. Merk op dat aangezien de robotarm wordt uitgeschakeld zodra de tab *Veiligheid* is ontgrendeld, de functie *Gereedschap* (met de huidige positie en oriëntatie van de robot TCP) en evenmin de modus *Free-drive* (zie 13.1.5) beschikbaar zullen zijn.

Wanneer de robot in de modus *Freedrive* staat (zie 13.1.5), en de huidige positie van de robot-TCP nadert een veiligheidsvlak, of als de afwijking van de oriëntatie van het robotgereedschap van de gewenste oriëntatie de opgegeven maximale afwijking nader, voelt de gebruiker een trekende kracht die sterker wordt als de TCP de limiet nadert. De kracht wordt gegenereerd wanneer de TCP binnen ongeveer 5 cm van een veiligheidsvlak is, of de afwijking van de oriëntatie van het gereedschap ongeveer 3° is vanaf de opgegeven maximale afwijking.

Als een vlak gedefinieerd is als een *Trigger verminderde modus* vlak en de TPC hier overheen gaat, schakelt het veiligheidssysteem naar de modus *Verminderd* waarin de veiligheidsinstellingen voor *Verminderde* modus worden toegepast. Triggervlakken volgen dezelfde regels als reguliere veiligheidsvlakken, alleen laten zij de robotarm wel passeren.

10.12.1 Selecteer een grens om te configureren

Het scherm *Veiligheidsgrenzen* aan de linkerzijde van de tab wordt gebruikt om een limiet te selecteren.

Om een veiligheidsvlak in te stellen, klikt u op een van de bovenste acht items in het scherm. Als het geselecteerde veiligheidsvlak reeds geconfigureerd is, wordt de overeenkomstige 3D-weergave van het vlak gemarkeerd in de 3D-weergave (zie 10.12.2) rechts van dit scherm. Het veiligheidsvlak kan ingesteld worden in de paragraaf *Eigenschappen veiligheidsvlak* (zie 10.12.3) onderin de tab.

Klik op het item *Gereedschapsgrens* om de oriëntatiegrens van het robotgereedschap te configureren. De configuratie van de limiet kan ingesteld worden in de paragraaf *Eigenschappen Gereedschapsgrens* (zie 10.12.4) onderin de tab.

Klik op de knop  /  om de 3D-visualisatie van de limiet in of uit te schakelen. Als een limiet actief is, wordt de *veiligheidsmodus* (zie 10.12.3 en 10.12.4) aangegeven door een van de volgende pictogrammen  /  /  / .

10.12.2 3D-visualisatie

De 3D-weergave bevat de geconfigureerde veiligheidsvlakken en de oriëntatielimiet voor het robotgereedschap, samen met de huidige positie van de robotarm. Alle geconfigureerde limieten waarvoor de zichtbaarheidsschakeling geselecteerd is (bij. tonen van  pictogram) in het deel *Veiligheidsgrenzen* worden samen met de huidig geselecteerde grens weergegeven.

De (actieve) veiligheidsvlakken worden in geel en zwart weergegeven met een kleine pijl die de normale positie van de vlakken weergeeft, die staat voor de zijkant van het vlak waarop de robot-TCP gepositioneerd mag worden. Triggervlakken worden weergegeven in blauw en groen. Een pijltje geeft de zijde van het vlak aan dat *niet* de overgang triggert naar de modus *Verminderd*. Als een veiligheidsvlak geselecteerd is in het scherm aan de linkerzijde van de tab, wordt de overeenkomstige 3D-weergave gemarkeerd.

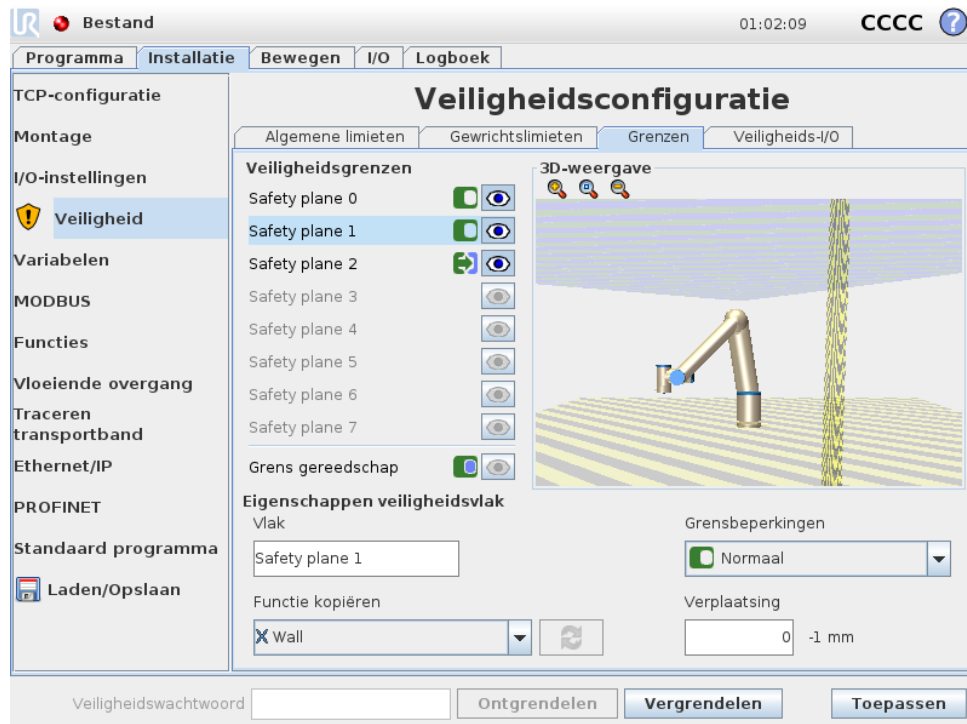
De gereedschaporiëntatiegrens wordt gevisualiseerd met een sferische kegel samen met een vector die de huidige oriëntatie van het robotgereedschap weergeeft. De binnenkant van de kegel geeft de toegestane ruimte aan voor gereedschapsoriëntatie (vector).

Als een vlak- of de gereedschapsgrenslimiet geconfigureerd maar niet actief is, is de visualisatie grijs.

Druk op de pictogrammen van het vergrootglas om in/uit te zoomen of sleep een vinger om de weergave te wijzigen.

10.12.3 Configuratie veiligheidsvlak

Het deel *Eigenschappen veiligheidsvlakken* onderin de tab bevat de configuratie van het geselecteerde veiligheidsvlak in het scherm *Veiligheidsgrenzen* in het deel linksboven in de tab.



Naam In het tekstveld Naam kan de gebruiker een naam geven aan het geselecteerde veiligheidsvlak. Deze naam kan aangepast worden door op het tekstveld te tikken en een nieuwe naam in te voeren.

Functie kopiëren De positie en normale staat van het veiligheidsvlak wordt gespecificeerd met behulp van een functie (zie 13.12) van de huidige robotinstallatie. Gebruik het vervolgkeuzemenu in het deel linksonder in de sectie Eigenschappen veiligheidsvlak om een functie te selecteren. Alleen de typefuncties punt en vlak zijn beschikbaar. Door te kiezen voor het item <Niet gedefinieerd> wist u de configuratie van het vlak.

De z-as van de geselecteerde functie wijst naar het gebied dat niet is toegestaan en het normale vlak wijst in tegenovergestelde richting, met uitzondering van waar de functie Basis geselecteerd is. In dit geval wijst het normale vlak in dezelfde richting. Als het vlak is geconfigureerd als een *Trigger verminderde modus* vlak (zie 10.12.3), geeft het vlak normaal de zijde aan van het vlak dat *niet* de overgang triggert naar *Verminderde* modus.

Er dient te worden opgemerkt dat wanneer het veiligheidsvlak geconfigureerd is door het selecteren van een functie, de positie van de informatie alleen maar *gekopieerd* wordt naar het veiligheidsvlak; het vlak wordt *niet* gekoppeld aan die functie. Dit betekent dat wanneer er wijzigingen optreden aan de positie of oriëntatie van een functie die gebruikt is voor het configureren van een veiligheidsvlak, het veiligheidsvlak niet automatisch bijgewerkt wordt. Als de functie gewijzigd is, wordt dit aangegeven door een pictogram  dat over de functiekiezer geplaatst wordt. Klik op de knop  naast de kiezer om het veiligheidsvlak bij te werken met de huidige positie en oriëntatie van de functie. Het pictogram  wordt ook weergegeven als de geselecteerde functie uit de installatie verwijderd is.

Veiligheidsmodus Gebruik het vervolgkeuzemenu rechts van het scherm Eigenschappen veiligheidsvlak om de *veiligheidsmodus* om het veiligheidsvlak te selecteren met de vol-

gende modi beschikbaar:

Uitgeschakeld	Het veiligheidsvlak is <i>nooit actief</i> .
 Normaal	Wanneer het veiligheidssysteem in de modus <i>Normaal</i> is, is een Normaal modusvlak <i>actief</i> en fungeert het als een <i>strikte limiet</i> voor de positie van de robot TCP.
 Verminderd	Wanneer het veiligheidssysteem in de modus <i>Verminderd</i> is, is een Verminderd modusvlak <i>actief</i> en fungeert het als een <i>strikte limiet</i> voor de positie van de robot TCP.
 Normaal & Verminderd	Wanneer het veiligheidssysteem in de modus <i>Normaal</i> of <i>Verminderd</i> is, is een Normaal & Verminderd modusvlak <i>actief</i> en fungeert het als een <i>strikte limiet</i> voor de positie van de robot TCP.
 Trigger verminderde modus	Wanneer het veiligheidssysteem hetzij in de modus <i>Normaal</i> of <i>Gereduceerd</i> is, is een vlak <i>Trigger verminderde modus actief</i> en doet het veiligheidssysteem schakelen naar de modus <i>Verminderd</i> zolang de robot TCP daarbuiten gepositioneerd is.

De geselecteerde *veiligheidsmodus* wordt door een pictogram weergegeven in de overeenkomstige weergave in het scherm *Veiligheidsgrenzen*. Als de *veiligheidsmodus* is ingesteld op *Uitgeschakeld* wordt er geen pictogram weergegeven.

Verplaatsing Als een functie geselecteerd is in het vervolgkeuzemenu linksonder in het scherm *Eigenschappen veiligheidsvlakken*, kan het veiligheidsvlak vertaald worden door te tikken op het tekstveld *Verplaatsing* rechtsonder in het scherm en daar een waarde in te vullen. Als u een positieve waarde invult, verhoogt u het toegestane werkbereik van de robot door het vlak in de tegengestelde richting te bewegen dan het normale vlak, en als u een negatieve waarde invult, verlaagt u het toegestane werkbereik door het vlak in de richting van het normale vlak te verplaatsen.

De eenheid en de tolerantie voor de verplaatsing van het grensvlak worden rechts van het tekstveld weergegeven.

Effect *strikte limiet vlakken* Uitvoering van het programma wordt afgebroken wanneer de TCP positie staat op het punt een actieve, strikte limiet veiligheidsvlak minus de tolerantie over te steken (zie 10.4), als het doorgaat te bewegen langs het voorspelde traject. Merk op dat het minteken weergegeven bij de tolerantiewaarde slechts daar is om aan te geven dat de tolerantie wordt afgetrokken van de werkelijke ingevoerde waarde. Het veiligheidssysteem zal een Stop Categorie 0 uitvoeren indien de TCP-positie het opgegeven limietveiligheidsvlak overschrijdt (zonder tolerantie).

Effect van *Trigger verminderde modus vlakken* Indien geen beschermende stop van kracht is en het veiligheidssysteem niet in de speciale *Herstelmodus* (zie 10.6), werkt deze ofwel in

de modus *Normaal* of *Verminderd* en de bewegingen van de robotarm worden beperkt door de desbetreffende ingestelde limiet.

Standaard is het veiligheidssysteem in de modus *Normaal*. Het gaat over in de modus *Verminderd* wanneer een van de volgende situaties zich voordoet:

- a) De robot TCP is gepositioneerd buiten een *Trigger verminderde modus* vlak, dat wil zeggen hij is gelegen aan de zijde van het vlak dat *tegenover* de richting ligt van het pijltje in de visualisatie van het vliegtuig.
- b) De *Verminderde modus* veiligheidsingangsfunctie is geconfigureerd en de ingangssignalen zijn laag (zie 10.13 voor meer details).

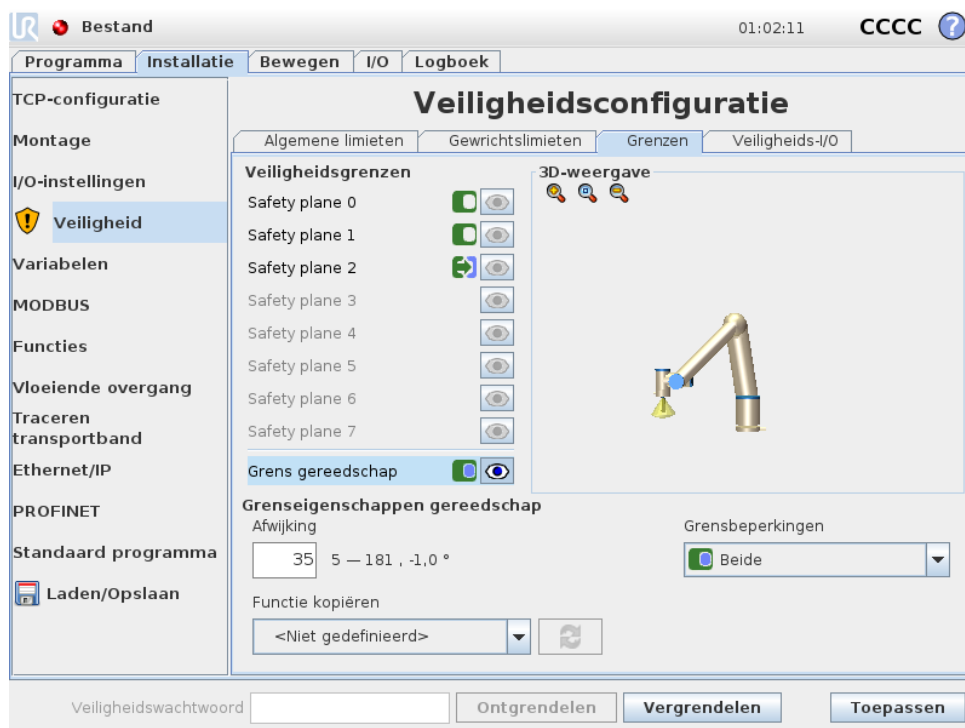
Als geen van de bovenstaande niet langer het geval is, gaat het veiligheidssysteem terug over naar de modus *Normaal*.

Wanneer de overgang van de modus *Normaal* naar *Verminderd* wordt veroorzaakt door het passeren door een vlak *Trigger verminderde modus*, vindt een overgang van de moduslimiet *Normaal* ingesteld op moduslimiet *Verminderd* plaats. Zodra de robot TCP is gepositioneerd op 20 mm of dichter bij het vlak *Trigger verminderde modus* (maar nog steeds op de moduszijde *Normaal*), hoe meer tolerante moduslimieten *Normaal* en *Verminderd* worden toegepast voor elke grenswaarde. Eenmaal de robot TCP het vlak *Trigger verminderde modus* passeert, is de moduslimiet *Normaal* niet meer actief en de wordt de ingestelde moduslimiet *Verminderd* geforceerd.

Wanneer een overgang van de modus *Normaal* naar *Verminderd* wordt veroorzaakt door het passeren door een vlak *Trigger verminderde modus*, vindt een overgang van de moduslimiet *Verminderd* ingesteld op moduslimiet *Normaal* plaats. Zodra de robot TCP passeert door het vlak *Trigger verminderde modus*, wordt de meest tolerante van de moduslimieten *Normaal* en *Verminderd* toegepast voor elke grenswaarde. Eenmaal de robot TCP 20 mm of verder is gepositioneerd van het vlak *Trigger verminderde modus* (op de moduszijde *Normaal*), is de ingestelde moduslimiet *Verminderd* niet langer actief en de ingestelde moduslimiet *Normaal* wordt geforceerd.

Als het voorspelde traject robot TCP door een *Trigger verminderde modus* vlak neemt, begint de robotarm te vertragen, zelfs voordat deze door het vlak passeert als hij op het punt staat om de gewrichtssnelheid, gereedschapssnelheid of momentumlimiet in de nieuwe grensinstelling te overschrijden. Merk op dat gezien deze limieten meer beperkend moeten zijn in de modus grensinstelling *Verminderd*, kan dergelijke voortijdige vertraging alleen plaatsvinden bij overgang van de modus *Normaal* naar *Verminderd*.

10.12.4 Eigenschappen gereedschapsgrens



Het scherm **Eigenschappen gereedschapsgrens** onderin het tabblad bevat een limiet op de oriëntatie van het robotgereedschap en bestaat uit een gewenste gereedschapsoriëntatie en een waarde voor de maximaal toegestane afwijking van deze oriëntatie.

Afwijking Het tekstveld **Afwijking** bevat de waarde voor de maximaal toegestane afwijking van de oriëntatie van het robotgereedschap van de gewenste oriëntatie. U kunt deze waarde aanpassen door op het tekstveld te tikken en een nieuwe waarde in te voeren.

Het geaccepteerde waardebereik wordt samen met de tolerantie en eenheid van de afwijking naast het tekstveld weergegeven.

Functie kopiëren De gewenste oriëntatie van het robotgereedschap wordt gespecificeerd met behulp van een functie (zie 13.12) van de huidige robotinstallatie. De z-as van de geselecteerde functie wordt gebruikt als gewenste gereedschapsoriëntatievector voor deze limiet.

Gebruik het vervolgkeuzemenu in het deel linksonder van de **Eigenschappen gereedschapsgrens** om een functie te selecteren. Alleen de typefuncties punt en vlak zijn beschikbaar. Door te kiezen voor het item **<Niet gedefinieerd>** wist u de configuratie van het vlak.

Er dient te worden opgemerkt dat wanneer de limiet geconfigureerd is door het selecteren van een functie, de oriëntatie van de informatie alleen maar *gekopieerd* wordt naar de limiet; de limiet wordt *niet* gekoppeld aan die functie. Dit betekent dat wanneer er wijzigingen optreden aan de positie of oriëntatie van een functie die gebruikt is voor het configureren van een limiet, de limiet niet automatisch bijgewerkt wordt. Als de functie gewijzigd is, wordt dit aangegeven door een pictogram  dat over de functiekiezer geplaatst wordt. Klik op de knop  naast de kiezer om de limiet bij te werken met de huidige oriëntatie van de functie. Het pictogram  wordt ook weergegeven als de geselecteerde functie uit de installatie verwijderd is.

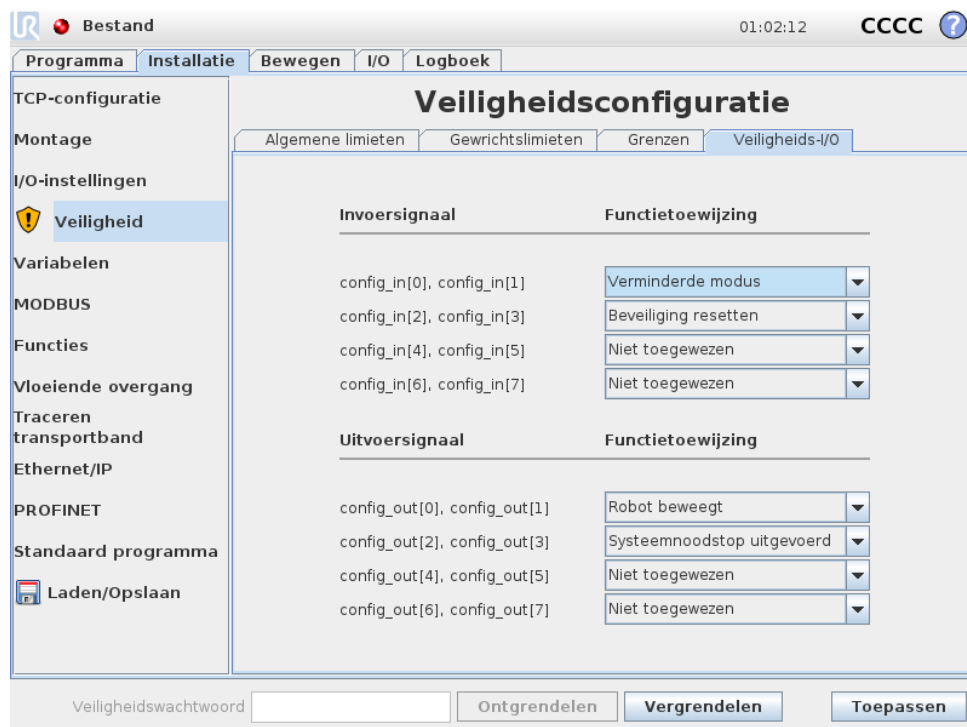
Veiligheidsmodus Gebruik het vervolgkeuzemenu rechts van het scherm Eigenschappen gereedschapsgrens om de *veiligheidsmodus* voor de gereedschapsoriëntatiegrens te selecteren. De beschikbare opties zijn:

	Uitgeschakeld	De gereedschapsgrens is nooit actief.
	Normaal	Wanneer het veiligheidssysteem in de modus <i>Normaal</i> is, is de gereedschapsgrens actief.
	Verminderd	Wanneer het veiligheidssysteem in de modus <i>Verminderd</i> is, is de gereedschapsgrens actief.
	Normaal & Verminderd	Wanneer het veiligheidssysteem in de modus <i>Normaal</i> of <i>Verminderd</i> is, is de gereedschapsgrens actief.

De geselecteerde *veiligheidsmodus* wordt door een pictogram weergegeven in de overeenkomstige weergave in het scherm Veiligheidsgrenzen. Als de *veiligheidsmodus* is ingesteld op *Uitgeschakeld* wordt er geen pictogram weergegeven.

Effect Uitvoering van het programma wordt afgebroken wanneer de afwijking van de gereedschapsoriëntatie op het punt staat de ingevoerde maximum afwijking minus de tolerantie te overschrijden (zie 10.4), als het doorgaat te bewegen langs het voorspelde traject. Merk op dat het minteken weergegeven bij de tolerantiewaarde slechts daar is om aan te geven dat de tolerantie wordt afgetrokken van de werkelijke ingevoerde waarde. Het veiligheidssysteem zal een Stop Categorie 0 uitvoeren indien de afwijking van de gereedschapsoriëntatie de limiet overschrijdt (zonder tolerantie).

10.13 Veiligheids-I/O



Dit scherm bevat de *Veiligheidsfuncties* voor te configureren ingangen en uitgangen (I/O's). De I/O's zijn verdeeld tussen de ingangen en uitgangen en zijn gekoppeld zodat elke functie een Categorie vormt² 3 en PLd I/O.

Elke *Veiligheidsfunctie* kan slechts één paar I/O's regelen. Als u dezelfde functie een tweede keer wilt selecteren, wordt het eerste paar I/O's dat eerder ingesteld is, verwijderd. Er zijn 5 *Veiligheidsfuncties* voor ingangssignalen, en 5 voor uitgangssignalen.

Let op: Het toepassen van een veiligheidsfunctie op een set pennen overschrijdt alle I/O-acties die zijn gespecificeerd voor pennen in de I/O-instellingen (zie 13.8).

10.13.1 Ingangssignalen

Voor ingangssignalen kunnen de volgende *Veiligheidsfuncties* geselecteerd worden: Systeemnoodstop, Verminderde modus, Beveiliging resetten, Inschakelapparaat met drie standen en Bedrijfsmodus.

Systeemnoodstop Indien geconfigureerd, biedt dit de mogelijkheid voor een extra Noodstopknop naast de Noodstopknop op de programmeereenheid. Voor deze functionaliteit is het gebruik van een ISO 13850-conform apparaat nodig.

Verminderde modus Alle veiligheidslimieten hebben twee modi om te worden toegepast: De modus *Normaal*, die de standaard veiligheidsconfiguratie bepaalt, en de modus *Verminderd* (zie 10.6 voor meer details). Wanneer deze veiligheidsingangsfunctie is geselecteerd, zorgt een laag signaal gegeven aan de ingangen ervoor dat het veiligheidssysteem overgaat in de modus *Verminderd*. Indien nodig vertraagt de robotarm dan om te voldoen aan de ingestelde moduslimiet *Verminderd*. Indien de robotarm toch een van de moduslimieten *Verminderde* modus overschrijdt, voert deze een Stop Categorie 0 uit. De terugkeer naar de modus *Normaal* gebeurt op dezelfde wijze. Merk op dat de veiligheidsvlakken ook een overgang kunnen veroorzaken naar de modus *Verminderd* (zie 10.12.3 voor meer details).

Beveiliging resetten Als de Beveiligde stop is verbonden met de veiligheids-I/O's, dan wordt deze uitgang gebruikt om te zorgen dat de status Beveiligde stop voortduurt tot een reset geactiveerd is. De robotarm beweegt niet in de status Beveiligde stop.



WAARSCHUWING:

Standaard is de Beveiliging resetten functie geconfigureerd voor invoerpennen 0 en 1. Dit helemaal uitschakelen betekent dat de robotarm niet beveiligd kan worden gestopt zodra de invoer Beveiligde stop hoog wordt! Met andere woorden, zonder een invoer Beveiliging resetten, bepalen de ingangen SI0 en SI1 Beveiligde stop (zie de Hardware-installatiehandleiding) volledig of de status Beveiligde stop actief is of niet.

²Conform ISO 13849-1, zie Verklarende Woordenlijst voor meer informatie.

Inschakelapparaat met drie standen en Bedrijfsmodus Hierbij de het gebruik van een inschakelapparaat voor 3 posities mogelijk als extra beschermingsmaatregel tijdens het installeren en programmeren van de robot. Wanneer de ingang van de Inschakelapparaat met drie standen geconfigureerd is, bevindt de robot zich in de “werkmodus” of “programmeermodus”. Een pictogram verschijnt in de rechter bovenhoek en geeft de huidige bedrijfsmodus aan:

-  **Werkmodus:** Robot kan slechts van te voren gedefinieerde taken uitvoeren. Het tabblad Bewegen en de Freedrive modus zijn niet beschikbaar.
-  **Programmeermodus:** De beperkingen die in *Werkmodus* bestaan, zijn opgeheven. Wanneer de invoer van de Inschakelapparaat met drie standen te laag is, vindt een Beveiligde Stop voor de robot plaats. De snelheidschuifbalk wordt op een initiële waarde ingesteld die overeenkomt met 250 mm/s en kan stapsgewijs worden verhoogd om een hogere snelheid te bereiken. De snelheidschuifbalk wordt naar de lage waarde gereset wanneer de invoer van de Inschakelapparaat met drie standen van laag naar hoog gaat.

De selectie bedrijfsmodus kan op twee manieren worden geconfigureerd:

1. Om de bedrijfsmodus met een apparaat voor externe modus te kiezen, dient u de invoer van de *Bedrijfsmodus* te configureren. De configuratie verschijnt in de afrolmenu's nadat de invoer van de Inschakelapparaat met drie standen is geconfigureerd. De robot is in *Werkmodus* wanneer de invoer van de *Bedrijfsmodus* laag is en in *Programmeermodus* wanneer de invoer hoog is.
2. Om de bedrijfsmodus van Polyscope te kiezen moet alleen de invoer Inschakelapparaat met drie standen in de Veiligheidsconfiguratie zijn geconfigureerd en toegepast. In dit geval is de standaardmodus *Werk*. Om op *Programmeermodus* over te schakelen kiest u de knop “Robot Programmeren” op het welkomstscherf. Om terug te gaan naar *Werkmodus* verlaat u gewoon het scherm “Robot Programmeren”.



OPMERKING:

- Nadat de veiligheids-I/O-configuratie met ingeschakelde Inschakelapparaat met drie standen bevestigd is, wordt automatisch het welkomstscherf getoond. Het welkomstscherf wordt ook automatisch getoond wanneer de bedrijfsmodus van *Programmeren* naar *Werk* verandert.
- De fysieke modusschakelaar moet, indien gebruikt, volledig voldoen aan ISO 10218-1: artikel 5.7.1 voor selectie.
- De 3-positieschakelaar, samen met zijn gedrag, prestatie-eigenschappen en werking, moet volledig voldoen aan ISO 10218-1: artikel 5.8.3 voor een inschakelapparaat.

10.13.2 Uitgangssignalen

Voor uitgangssignalen kunnen de volgende *Veiligheidsfuncties* geselecteerd worden. Alle signalen gaan terug naar laag als de status waardoor het hoge signaal geactiveerd is, beëindigd is:

Systeemnoodstop Er wordt een laag signaal afgegeven als het veiligheidssysteem geactiveerd is naar een Noodstop status door de Noodstop robot ingang of Noodstopknop. Om vastlopen te voorkomen, wordt geen laag signaal gegeven als de Noodstopstatus is geactiveerd door de Systeemnoodstop ingang.


OPMERKING:

Externe machines die de Noodstopstatus via de Systeemnoodstop uitgang van de robot ontvangen, moeten aan ISO 13850 voldoen. Dit is met name noodzakelijk in installaties waarbij de Noodstop robot ingang met een extern Noodstopapparaat is verbonden. In zulke gevallen wordt de Systeemnoodstop uitgang hoog wanneer het externe Noodstopapparaat wordt vrijgegeven. Dit houdt in dat de noodstopstatus op de externe machine wordt gereset. Daarvoor is geen ingrijpen van de operator van de robot nodig. Om aan de veiligheidsnormen te voldoen, moet de externe machine handmatig ingrijpen verzoeken om verder te kunnen.

Robot beweegt Er wordt een laag signaal afgegeven als de robotarm in de mobiele status staat. Als de robotarm in een vaste positie staat, wordt een hoog signaal afgegeven.

Robot stopt niet Het signaal is Hoog wanneer de robot is gestopt of bezig is met stoppen vanwege een noodstop of beveiligde stop. Anders is het signaal logisch laag.

Verminderde modus Stuurt een laag signaal wanneer de robotarm wordt geplaatst in de modus *Verminderd* of als de veiligheidsingang is geconfigureerd met een *Verminderde modus* ingang en het signaal momenteel laag is. Anders is het signaal hoog.

Niet Verminderde modus Dit is het omgekeerde van de *Verminderde modus* die hierboven beschreven is.

11 Beginnen met programmeren

11.1 Inleiding

De robotarm van Universal Robot bestaat uit buizen en gewrichten. De gewrichten met hun normaal gebruikte namen worden getoond in Figuur 11.1. De **Basis** is de plek waar de robot gemonteerd is. Aan het andere uiteinde (**Pols 3**) wordt het gereedschap van de robot aangebracht. Door de beweging van de gewrichten te coördineren, kan de robot zijn gereedschap vrij bewegen, met uitzondering van het gebied direct boven en direct onder de basis.

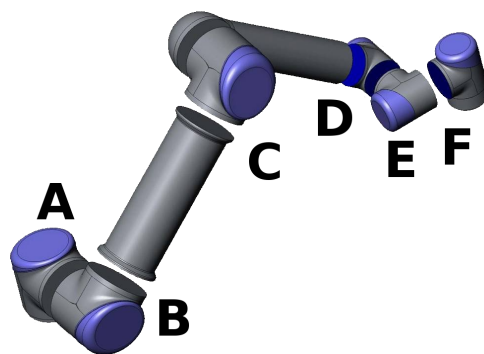
PolyScope is de grafische gebruikersinterface (GUI) waarmee u de robotarm en regelkast kunt bedienen, robotprogramma's kunt uitvoeren en eenvoudig nieuwe kunt creëren.

In de volgende paragraaf leert u hoe u kunt beginnen met werken met de robot. Daarna worden de schermen en werking van PolyScope gedetailleerd uitgelegd.



GEVAAR:

1. Dit Hardware-installatiehandleiding bevat belangrijke veiligheidsinformatie, die door de integrator van UR Robots gelezen en begrepen moet worden voordat de robot voor de eerste keer wordt ingeschakeld.
2. De integrator moet de in de risicobeoordeling gedefinieerde parameters voor veiligheidsconfiguratie instellen voordat de robotarm voor de eerste keer wordt ingeschakeld, zie hoofdstuk 10.



Figuur 11.1: Gewrichten van de robot. A: *Basis*, B: *Schouder*, C: *Elleboog* en D, E, F: *Pols 1, 2, 3*

11.2 Aan de slag

Voordat u PolyScope kunt gebruiken, moeten de robotarm en de regelkast geïnstalleerd zijn en de regelkast moet ingeschakeld zijn.

11.2.1 De robotarm en regelkast installeren

Om de robotarm en regelkast te installeren, doet u het volgende:

1. Haal de robot en de regelkast uit de verpakking.
2. Bevestig de robotarm op een stevige ondergrond die niet trilt.
3. Plaats de regelkast op het voetstuk.
4. Plug de robotkabel tussen de robot en de regelkast.
5. Steek de netstekker van de regelkast in het stopcontact.



WAARSCHUWING:

Gevaar op struikelen. Als de robot niet stevig op een vaste ondergrond geplaatst is, dan kan de robot vallen en verwondingen veroorzaken.

Gedetailleerde installatie-instructies vindt u in de Hardware-installatiehandleiding. Let erop dat er een risicobeoordeling uitgevoerd moet worden voordat u de robotarm werkzaamheden laat uitvoeren.

11.2.2 De regelkast in- en uitschakelen

De regelkast wordt ingeschakeld door te drukken op de "Aan/Uit"-knop op de voorkant van het scherm met het aanraakscherm. Dit scherm wordt meestal de *programmeereenheid* genoemd. Als de regelkast ingeschakeld is, verschijnt er een melding van het onderliggende besturings-systeem op het aanraakscherm. Na zo'n minuut verschijnen er enkele knoppen op het scherm en dwingt een pop-up de gebruiker om naar het initialisatiescherm te gaan (zie 11.5).

Sluit het systeem af met een druk op de groene aan/uit-knop op het scherm of met de knop *Uitschakelen* op het welkomstschermb (zie 11.4).



WAARSCHUWING:

Uitschakeling door de stekker uit het stopcontact te trekken, kan het bestandssysteem van de robot beschadigen, wat kan leiden tot een storing in de robot.

11.2.3 De robotarm in- en uitschakelen

De robotarm kan worden ingeschakeld als de regelkast is ingeschakeld en als geen van de nood-stopknoppen geactiveerd is. De inschakeling van de robot vindt plaats op het initialisatiescherm (zie 11.5) door de knop *AAN* op het scherm aan te raken en vervolgens op *Start* te drukken. Let erop dat de robot een geluid maakt en een beetje beweegt als de remmen losgelaten worden.

De stroom naar de robot kan worden uitgeschakeld door de knop *UIT* op het initialisatiescherm aan te raken. De robotarm wordt ook automatisch uitgeschakeld als de regelkast uitgeschakeld wordt.

11.2.4 Snel beginnen

Om de robot na de installatie snel op te starten, voert u de volgende stappen uit:

1. Druk op de noodstop op de voorkant van de programmeereenheid.
2. Druk op de aan/uit-knop op de programmeereenheid.
3. Wacht even tot het systeem is opgestart en er tekst op het aanraakscherm wordt weergegeven.
4. Als het systeem klaar is, verschijnt er een pop-upvenster op het aanraakscherm dat aangeeft dat de robot gestart moet worden.
5. Druk op de knop in het pop-upvenster. Het initialisatiescherm wordt weergegeven.
6. Wacht op de toestemming van de toegepaste veiligheidsconfiguratie dialoog en druk op de knop *Veiligheidsconfiguratie bevestigen*. Dit betreft een eerste serie veiligheidsparameters die op basis van een risicobeoordeling moeten worden aangepast.
7. Ontgrendel de noodstop. De status van de robot verandert dan van *Noodstop uitgevoerd* in *Uitgeschakeld*.
8. Stap uit het werkbereik van de robot.
9. Raak de knop *Aan* op het touchscreen aan. Wacht een paar seconden tot de status van de robot verandert in *Stationair*.
10. Controleer of de belastingsmassa en de geselecteerde montage correct zijn. U wordt gewaarschuwd als de montage die gedetecteerd is op basis van de sensorgegevens niet overeenkomt met de geselecteerde montage.
11. Raak de knop *Start* op het touchscreen aan. De robot maakt nu een geluid en beweegt iets tijdens het ontgrendelen van de remmen.
12. Raak de knop *OK* aan. U gaat dan naar het scherm *Welkom*.

11.2.5 Het eerste programma

Een programma is een lijst commando's die aangeven wat de robot moet doen. Met PolyScope kunnen mensen met maar weinig programmeerervaring de robot programmeren. Voor de meeste taken vindt het programmeren volledig plaats via het aanraakscherm zonder cryptische commando's te hoeven invoeren.

De beweging van het gereedschap is het deel van het robotprogramma dat de robotarm leert hoe hij moet bewegen. In PolyScope worden bewegingen van het gereedschap ingesteld met een serie **waypoints**. De gecombineerde waypoints vormen een pad dat de robotarm volgt. Een waypoint wordt ingesteld door gebruik te maken van het tabblad *Bewegen*, waardoor de robot naar een bepaalde positie verplaatst (programmeren), of het kan worden berekend door software. Gebruik het tabblad *Bewegen* (zie 13.1) om de robotarm naar een gewenste positie te bewegen, of programmeer de positie door de robotarm naar de juiste plek te trekken terwijl u de knop *Freedrive* aan de achterkant de programmeereenheid ingedrukt houdt.

Naast het bewegen langs waypoints kan het programma op bepaalde punten in het traject van de robot I/O-signalen sturen naar andere machines en commando's uitvoeren zoals **als...dan** en **lus**, op basis van variabelen en I/O-signalen.

Het volgende is een eenvoudig programma waarmee een opgestarte robotarm tussen twee waypoints kan bewegen.

1. Raak de knop `Robot programmeren aan` en selecteer `Programma legen`.
2. Raak de knop `Volgende (rechtsonder)` aan, zodat de regel `<empty>` wordt geselecteerd in de structuur aan de linkerkant van het scherm.
3. Ga naar de tab `Structuur`.
4. Raak de knop `Bewegen aan`.
5. Ga naar de tab `Commando`.
6. Druk op de knop `Volgende` om naar de instellingen van het `Waypoint` te gaan.
7. Druk op de knop `Dit waypoint instellen naast de afbeelding "?"`.
8. Op het scherm `Bewegen` verplaatst u de robot door te drukken op de diverse blauwe pijlen of beweegt u de robot door de knop `Freedrive`, op de achterkant van de programmeer-eenheid, ingedrukt te houden terwijl u aan de robotarm trekt.
9. Druk op `OK`.
10. Druk op `Waypoint toevoegen voor`.
11. Druk op de knop `Dit waypoint instellen naast de afbeelding "?"`.
12. Op het scherm `Bewegen` verplaatst u de robot door te drukken op de diverse blauwe pijlen of beweegt u de robot door de knop `Freedrive`, op de achterkant van de programmeer-eenheid, ingedrukt te houden terwijl u aan de robotarm trekt.
13. Druk op `OK`.
14. Uw programma is klaar. De robot gaat tussen de twee punten bewegen als u op het symbool `"Afspelen"` drukt. Houd afstand, houd de noodstopknop bij de hand en druk op `"Afspelen"`.
15. Gefeliciteerd! U hebt nu uw eerste robotprogramma gemaakt waarmee u de robot tussen de twee aangegeven waypoints laat bewegen.

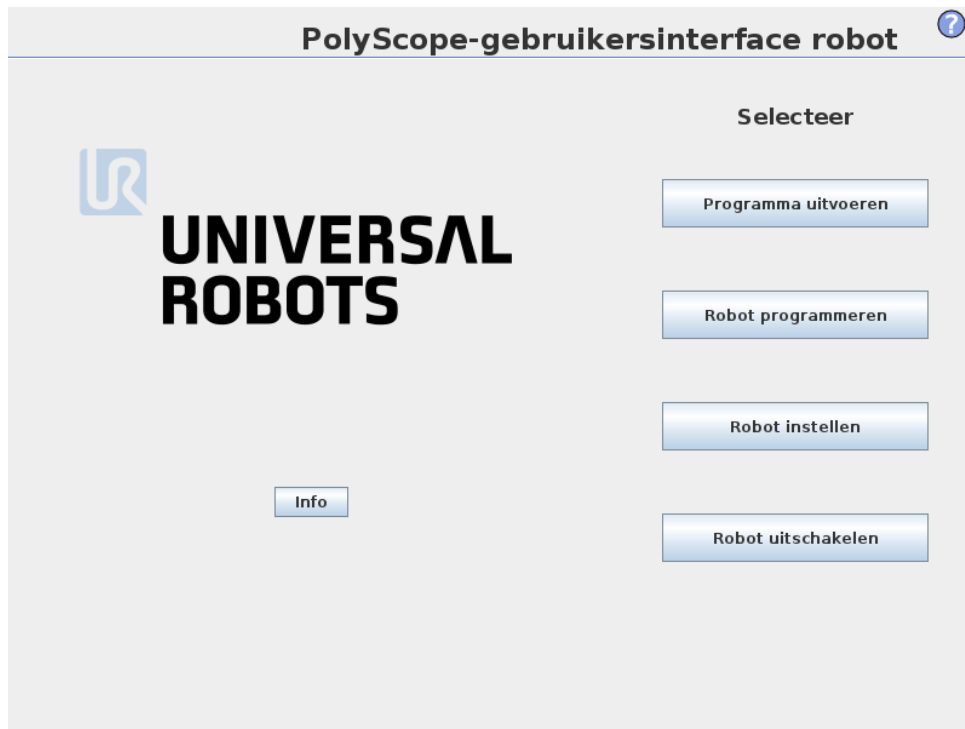


WAARSCHUWING:

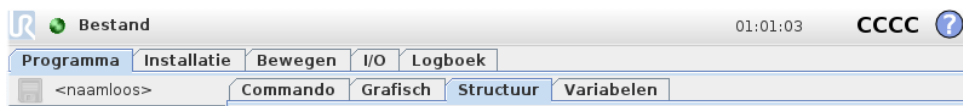
1. Drijf de robot zelf of iets anders niet aan, omdat dit schade aan de robot kan toebrengen.
2. Houd uw hoofd en bovenlichaam buiten bereik (werkruimte) van de robot. Zet uw vingers niet op een plek waar ze vast kunnen komen te zitten.
3. Dit is slechts een snelstartgids om te laten zien hoe eenvoudig het is een robot van UR te gebruiken. Er wordt in deze handleiding uitgegaan van een omgeving waaraan geen schade toegebracht kan worden en een zeer zorgvuldige gebruiker. Verhoog de snelheid of versnelling niet boven de standaardwaarden. Voer altijd een risicobeoordeling uit voordat u de robot in gebruik neemt.

11.3 Programmeerinterface PolyScope

PolyScope draait op het touchscreen dat aan de regelkast is bevestigd.



Hierboven ziet u het Welkomtscherm. De blauwige delen van het scherm zijn knoppen die u kunt indrukken door met uw vinger of de achterkant van een pen tegen het scherm te drukken. PolyScope heeft een hiërarchische schermstructuur. In de programmeeromgeving zijn de schermen opgedeeld in *tabbladen* om de schermen eenvoudig toegankelijk te maken.

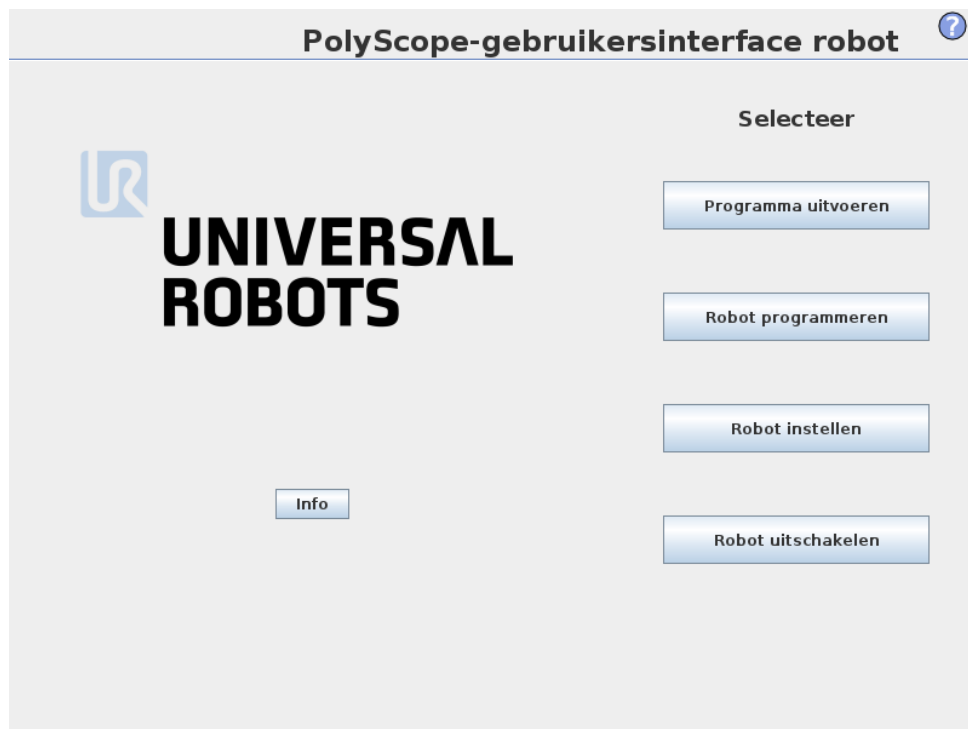


In dit voorbeeld is op het hoogste niveau het tabblad **Programma** geselecteerd en daarna het tabblad **Structuur**. Het tabblad **Programma** bevat informatie m.b.t. het momenteel geladen programma. Als het tabblad **Bewegen** wordt geselecteerd, gaat u naar het scherm **Bewegen**, van waaruit de robot kan worden bewogen. Op dezelfde manier kan door het selecteren van het tabblad **I/O** de actuele status van de elektrische I/O's worden gecontroleerd en gewijzigd.

Het is mogelijk om een muis en een toetsenbord aan te sluiten op de regelkast of de programmeereenheid. Dit hoeft echter niet. Bijna alle tekstvelden hebben een aanraakfunctie, zodat er bij aanraken een toetsenblok of toetsenbord op het scherm verschijnt.

In de volgende hoofdstukken worden de diverse schermen van PolyScope beschreven.

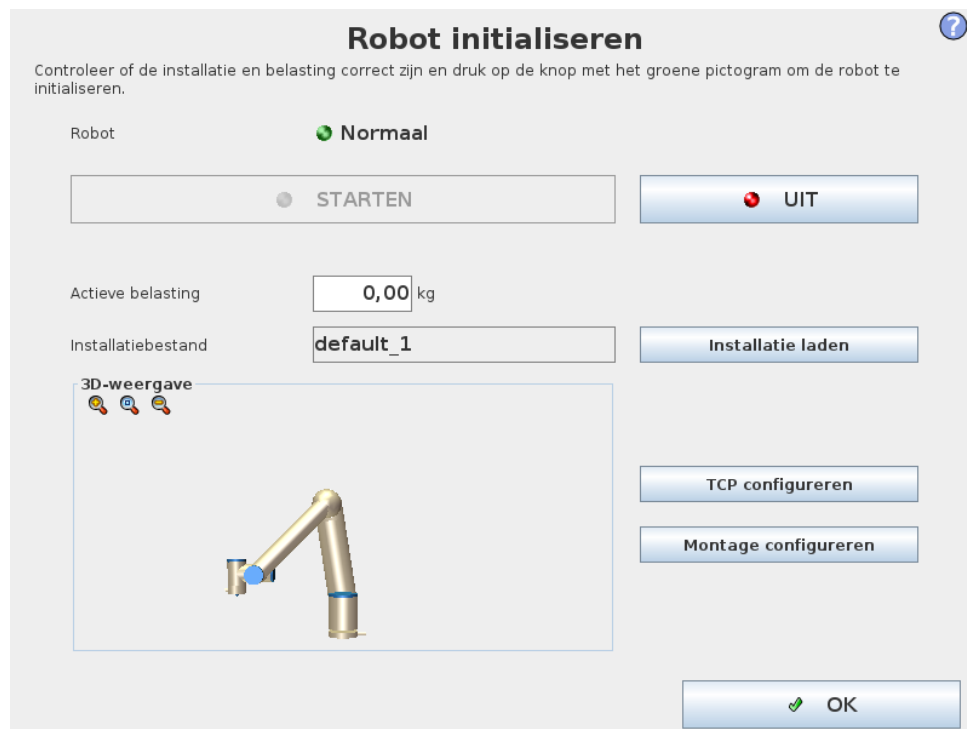
11.4 Welkomstscher



Na opstarten van de regelaar-pc wordt het welkomstscher weergegeven. Het scher biedt u de volgende mogelijkheden:

- **Programma uitvoeren:** Kies een bestaand programma en voer het uit. Dit is de eenvoudigste manier om de robotarm en regelkastte bedienen.
- **Robot programmeren:** Wijzig een programma of maak een nieuw programma aan.
- **Robot instellen:** De taal wijzigen, wachtwoorden instellen, software upgraden etc.
- **Robot uitschakelen:** Schakelt de robotarm en de regelkast uit.
- **Over:** Biedt informatie over softwareversies, hostnaam, IP-adres, serienummer en juridische informatie.

11.5 Initialisatiescherm



Op dit scherm kunt u de initialisatie van de robotarm aansturen.

Statusindicatie robotarm

De status-LED geeft de bedrijfsstatus van de robotarm aan:

- Een fel rood LED-lampje geeft aan dat de robotarm op dit moment gestopt is, waarvoor verschillende redenen kunnen bestaan.
- Een fel geel LED-lampje geeft aan dat de robotarm ingeschakeld is, maar niet gereed is voor normaal gebruik.
- Ten slotte geeft een groen LED-lampje geeft aan dat de robotarm ingeschakeld is, en gereed is voor normaal gebruik.

De tekst die naast het LED-lampje wordt weergegeven, geeft meer uitleg over de huidige status van de robotarm.

Actieve belasting en installatie

Wanneer de robotarm ingeschakeld is, wordt de belastingsmassa die door de regelkast gebruikt wordt wanneer de robotarm in gebruik is, in het kleine witte tekstveld weergegeven. Deze waarde kan aangepast worden door op het tekstveld te tikken en een nieuwe waarde in te voeren. Let op: het instellen van deze waarde wijzigt niet de belasting in de robotinstallatie (zie 13.6), alleen de belastingsmassa die door de regelkast gebruikt wordt, wordt ingesteld.

Op vergelijkbare wijze wordt de naam van het installatiebestand dat op dit moment geladen wordt, weergegeven in het grijze tekstveld. U kunt een andere installatie laden door op het tekstveld te tikken of door gebruik te maken van de knop **Laden** die ernaast staat. Anders kunt

u de geladen installatie aanpassen met behulp van de knoppen naast de 3D-weergave in het onderste deel van het scherm.

Voordat u de robotarm start, is het heel belangrijk dat u controleert of de actieve belasting en de actieve installatie overeenkomt met de daadwerkelijke conditie van de robotarm.

Initialiseren van de robotarm



GEVAAR:

Controleer altijd of de daadwerkelijke belasting en installatie correct zijn voordat u de robotarm opstart. Als deze instellingen foutief zijn, werken de robotarm en regelkast niet correct en kan het gevaarlijk worden voor mensen of apparaat in de buurt van de robotarm.



VOORZORGSMATREGEL:

U moet heel voorzichtig zijn als de robotarm een obstakel of tafel raakt, omdat als de robotarm in een obstakel boort, dit schade kan toebrengen aan een tandwielkast van een gewricht.

De grote knop met het groene pictogram is voor het uitvoeren van de daadwerkelijke initialisatie van de robotarm. De tekst die erop staat, en de actie die hij uitvoert, wijzigt afhankelijk van de huidige status van de robotarm.

- Nadat de controller-computer is opgestart, moet u een keer op de knop tikken om de robotarm in te schakelen. De status van de robotarm verandert dan in **Aan** en vervolgens naar **Stationair**. Let erop dat wanneer er een noodstop is, de robotarm niet ingeschakeld kan worden, dus wordt de knop uitgeschakeld.
- Als de status van de robotarm **Stationair** is, moet u nog een keer op de knop tikken op de robotarm te starten. Op dit punt worden sensorgegevens gecontroleerd aan de hand van de geconfigureerde montage van de robotarm. Als er een fout gevonden wordt (met een tolerantie van 30°), wordt de knop uitgeschakeld en wordt daaronder een foutmelding weergegeven.

Als de montageverificatie succesvol is, kunt u door op de knop te tikken als gewrichtsremmen loslaten en is de robotarm gereed voor normaal gebruik. Let erop dat de robot een geluid maakt en een beetje beweegt als de remmen losgelaten worden.

- Als de robotarm een van de veiligheidsgrenzen overtreedt na opstarten, werkt hij in een speciale **Herstelmodus**. In deze modus schakelt u door op de knop te tikken naar een herstelbeweegscherm waar de robotarm terug bewogen kan worden binnen de veiligheidsgrenzen.
- Als er een fout optreedt, kan de regelkast opnieuw gestart worden met de knop.
- Als de regelkast niet draait, tikt u op de knop om hem te starten.

Ten slotte kunt u met de kleinere knop met het rode pictogram de robotarm uitschakelen.

12 Editors op het scherm

12.1 Expressie-editor op het scherm



Terwijl de expressie zelf als tekst wordt bewerkt, beschikt de expressie-editor over een aantal knoppen en functies voor het invoegen van de speciale expressiesymbolen, zoals * voor vermenigvuldiging en $\leq$ voor kleiner dan of gelijk aan. Met de toetsenbordknop linksboven op het scherm schakelt u over naar tekstbewerking van de expressie. Alle gedefinieerde variabelen kunt u vinden in de Variabele-selector, en de namen van de ingangs- en uitgangspoorten vindt u in de selectors Ingang en Uitgang. In Functie vindt u een aantal speciale functies.

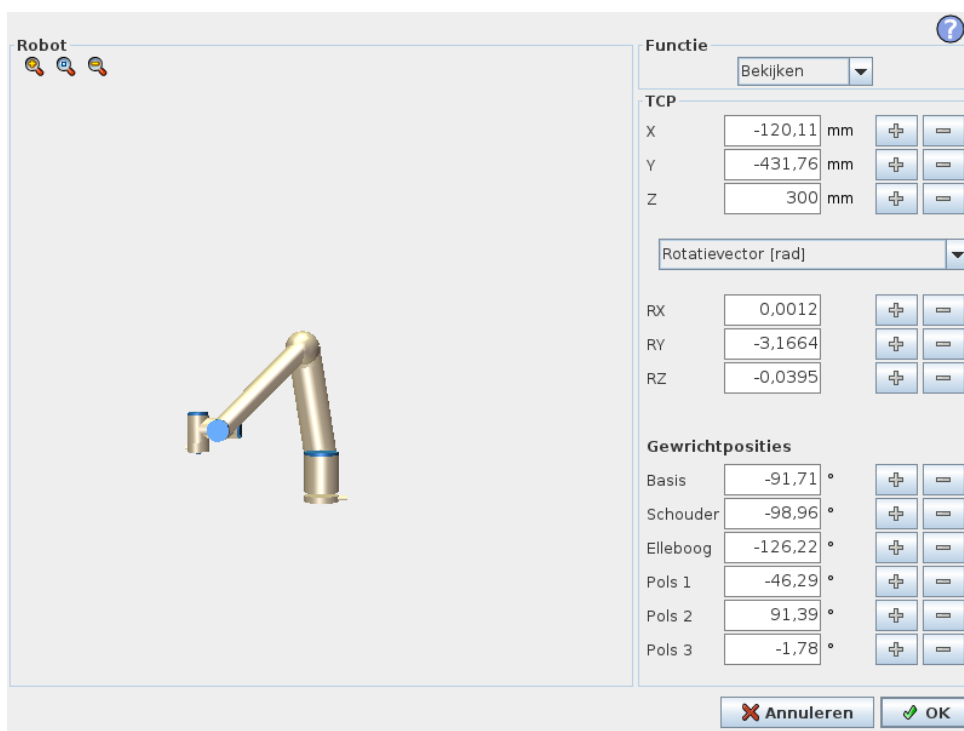
De expressie wordt gecontroleerd op grammaticale fouten als de knop Ok wordt ingedrukt. Door op de knop Annuleren te drukken verlaat u het scherm zonder de wijzigingen op te slaan.

Een expressie kan er als volgt uitzien:

`digitaal.in[1]?=Waar en analoog.in[0]<0,5`

12.2 Scherm Positiebewerking

Op dit scherm kunt u doelgewrichtposities aangeven, of een doelpositie (positie en oriëntatie) van het robotgereedschap. Dit scherm is “offline” en regelt de fysieke robotarm niet direct.



Robot

De huidige positie van de robotarm en de opgegeven nieuwe doelpositie worden weergegeven in 3D-afbeeldingen. De 3D-tekening van de robotarm bevat de huidige positie van de robotarm, en de "schaduw" van de robotarm toont de doelpositie van de robotarm die geregeld wordt door de opgegeven waarden in de rechterzijde van het scherm. Druk op de pictogrammen van het vergrootglas om in/uit te zoomen of sleep een vinger om de weergave te wijzigen.

Als de opgegeven doelpositie van de robot-TCP in de buurt komt van een veiligheids- of triggervlak, of als de oriëntatie van robotgereedschap in de buurt is van de oriëntatiegrens van gereedschap (zie 10.12), wordt een 3D-weergave van het naderen van de grenzen weergegeven.

Veiligheidsvlakken worden gevisualiseerd in geel en zwart met een kleine pijl die de normale positie van de vlakken weergeeft, die staat voor de zijkant van het vlak waarop de robot-TCP gepositioneerd mag worden. Trigger-vlakken worden in blauw en groen weergegeven met een kleine pijl die naar de zijkant van het vlak wijst, waarbij de grenzen van de *Normale* modus (zie 10.6) actief zijn. De gereedschaporiëntatiegrens wordt gevisualiseerd met een sferische kegel samen met een vector die de huidige oriëntatie van het robotgereedschap weergeeft. De binnenkant van de kegel geeft de toegestane ruimte aan voor gereedschaporiëntatie (vector).

Als het doel-TCP van de robot niet langer in de buurt van de limiet is, verdwijnt de 3D-representatie. Als de doel-TCP een grens overschrijdt of bijna overschrijdt, wordt de visualisatie van de limiet rood.

Functie en gereedschapspositie

Rechtsboven in het scherm vindt u de keuzefunctie voor elementen. De keuzefunctie voor elementen bepaalt welk element de robotarm regelt ten opzichte van

Onder de keuzefunctie voor elementen wordt de naam van het op dit moment actieve Tool Center Point (TCP) weergegeven. Zie voor meer informatie over de configuratie van Dc's met

meerdere namen 13.6. De tekstvelden tonen de volledige coördinaten van die TCP in verhouding tot het geselecteerde element. Met X, Y en Z wordt de positie van het gereedschap geregeld, en met RX, RY en RZ wordt de oriëntatie van het gereedschap geregeld.

Gebruik het vervolgkeuzemenu boven de velden RX, RY en RZ om de oriëntatie te kiezen. Beschikbare typen zijn:

- **Rotatievector [rad]** De oriëntatie wordt weergegeven als een *rotatievector*. De lengte van de as is de draaihoek in radialen en de vector zelf geeft de as aan waaromheen wordt gedraaid. Dit is de standaardinstelling.
- **Rotatievector [°]** De oriëntatie wordt weergegeven als *rotatievector*, en de lengte van de vector is de hoek in graden die moet worden gedraaid.
- **RPY [rad]** Rol-, hellings- en slingerhoeken (RPY), waarbij de hoeken in radialen zijn. De RPY-rotatiematrix (X-, Y'-, Z''-rotatie) wordt gegeven door:

$$R_{rpy}(\gamma, \beta, \alpha) = R_Z(\alpha) \cdot R_Y(\beta) \cdot R_X(\gamma)$$

- **RPY [°]** Rol-, hellings- en slingerhoeken (RPY), waarbij de hoeken in graden zijn.

Waarden kunnen worden bewerkt door te klikken op de coördinaten. Door te klikken op de knop + of – rechts van het veld kunt u een getal toevoegen aan of aftrekken van de huidige waarde. Door een knop ingedrukt te houden, wordt de waarde direct verhoogd/verlaagd. Hoe langer de knop ingedrukt is, hoe groter de verhoging/verlaging is.

Gewrichtposities

Hiermee kunnen de afzonderlijke gewrichtposities rechtstreeks worden aangestuurd. Iedere gewrichtpositie kan een waarde hebben binnen het bereik -360° tot $+360^\circ$. Dit zijn de *gewrichtslimieten*. Waarden kunnen worden bewerkt door te klikken op de gewrichtspositie. Door te klikken op de knop + of – rechts van het veld kunt u een getal toevoegen aan of aftrekken van de huidige waarde. Door een knop ingedrukt te houden, wordt de waarde direct verhoogd/verlaagd. Hoe langer de knop ingedrukt is, hoe groter de verhoging/verlaging is.

OK-knop

Als dit scherm geactiveerd is vanaf het tab *Bewegen* (zie 13.1), keert u door te klikken op de knop OK terug naar de tab *Bewegen*, waar de robotarm beweegt naar het opgegeven doel. Als de laatste opgegeven waarde een gereedschapscoördinaat was, beweegt de robotarm naar de doelpositie met behulp van het bewegingstype *BewegenL*, en de robotarm beweegt naar de doelpositie met behulp van het bewegingstype *BewegenJ* indien als laatste een gewrichtspositie was opgegeven. De verschillende bewegingstypen worden beschreven in 14.4.

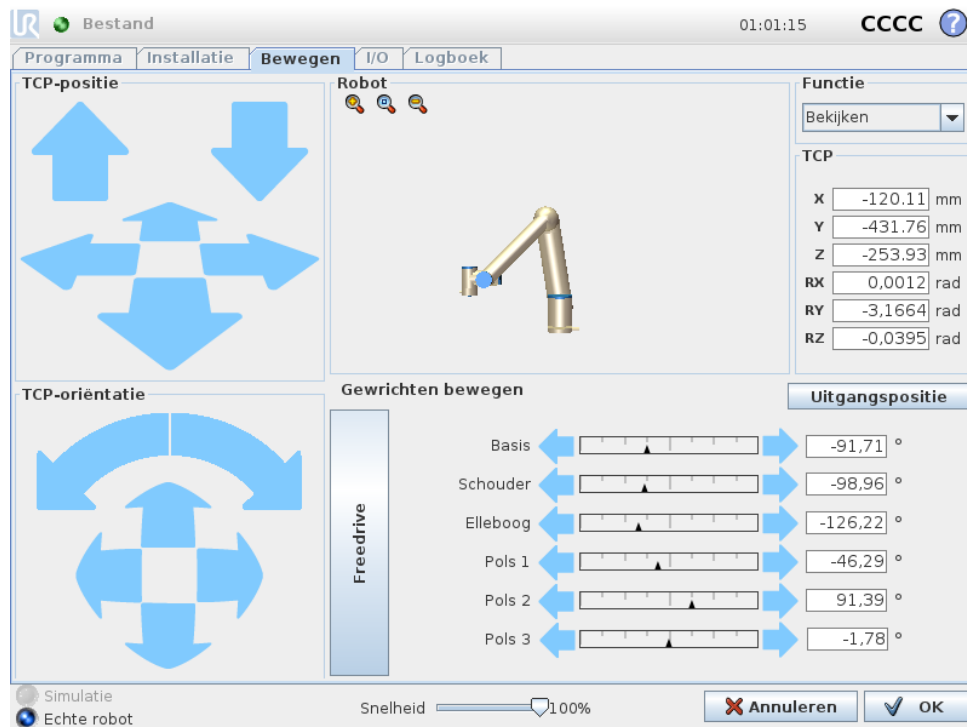
Knop Annuleren

Door op de knop *Annuleren* te drukken verlaat u het scherm zonder de wijzigingen op te slaan.

13 Robotbesturing

13.1 Tab Bewegen

Op dit scherm kunt u de robotarm altijd rechtstreeks bewegen (joggen) door translatie/rotatie van het robotgereedschap of door robotgewrichten afzonderlijk te bewegen.



13.1.1 Robot

De actuele positie van de robotarm wordt in 3D-grafieken weergegeven. Druk op de pictogrammen van het vergrootglas om in/uit te zoomen of sleep een vinger om de weergave te wijzigen. Voor de eenvoudigste regeling van de robotarm selecteert u de functie **Bekijken** en draait u de kijkhoek van de 3D-tekening zodat deze overeenkomt met uw zicht op de echte robot.

Als de huidige positie van de robot-TCP in de buurt komt van een veiligheids- of triggervlak, of als de oriëntatie van robotgereedschap in de buurt is van de oriëntatielimiet van gereedschap (zie 10.12), wordt een 3D-weergave van het naderen van de grenzen weergegeven. Merk op dat wanneer de robot een programma uitvoert, de visualisatie van de limieten zullen worden uitgeschakeld.

Veiligheidsvlakken worden gevisualiseerd in geel en zwart met een kleine pijl die de normale positie van de vlakken weergeeft, die staat voor de zijkant van het vlak waarop de robot-TCP gepositioneerd mag worden. Trigger-vlakken worden in blauw en groen weergegeven met een kleine pijl die naar de zijkant van het vlak wijst, waarbij de limieten van de **Normale** modus (zie 10.6) actief zijn. De gereedschaporiëntatiegrens wordt gevisualiseerd met een sferische kegel samen met een vector die de huidige oriëntatie van het robotgereedschap weergeeft.

De binnenkant van de kegel geeft de toegestane ruimte aan voor gereedschapsoriëntatie (vector).

Als de TCP van de robot niet langer in de buurt van de limiet is, verdwijnt de 3D-representatie. Als het TCP een grens overtreedt of bijna overtreedt, dan wordt de visualisatie van de limiet rood.

13.1.2 Positie van element en gereedschap

Rechtsboven in het scherm vindt u de keuzefunctie voor elementen. Hij bepaalt ten opzichte van welk element de robotarm geregeld moet worden.

De naam van het op dit moment actieve Tool Center Point (TCP) wordt onder de keuzefunctie weergegeven. De tekstvelden tonen de volledige coördinaten van die TCP in verhouding tot het geselecteerde element. Zie voor meer informatie over de configuratie van TCP's met meerdere namen 13.6.

Waarden kunnen handmatig worden bewerkt door te klikken op de coördinaat of de gewrichtspositie. Hierdoor komt u in het positiebewerkingsscherm (zie 12.2) waar u een doelpositie kunt opgeven en een oriëntatie voor het gereedschap of de doelgewrichtsposities.

13.1.3 Gereedschap bewegen

- Door een `translatiepijl` (boven) ingedrukt te houden, verplaatst u de gereedschapspunt van de robot in de aangeduide richting.
- Door een `translatiepijl` (onderin) ingedrukt te houden, wijzigt u de oriëntatie van het robotgereedschap in de aangeduide richting. Het rotatiepunt is het Tool Center Point (TCP), dat wil zeggen het punt aan het uiteinde van de robotarm dat zorgt voor een kenmerkend punt op het gereedschap van de robot. De TCP wordt weergegeven als een blauw balletje.

Let op: U kunt de beweging op elk gewenst moment stopzetten door de knop los te laten

13.1.4 Gewrichten bewegen

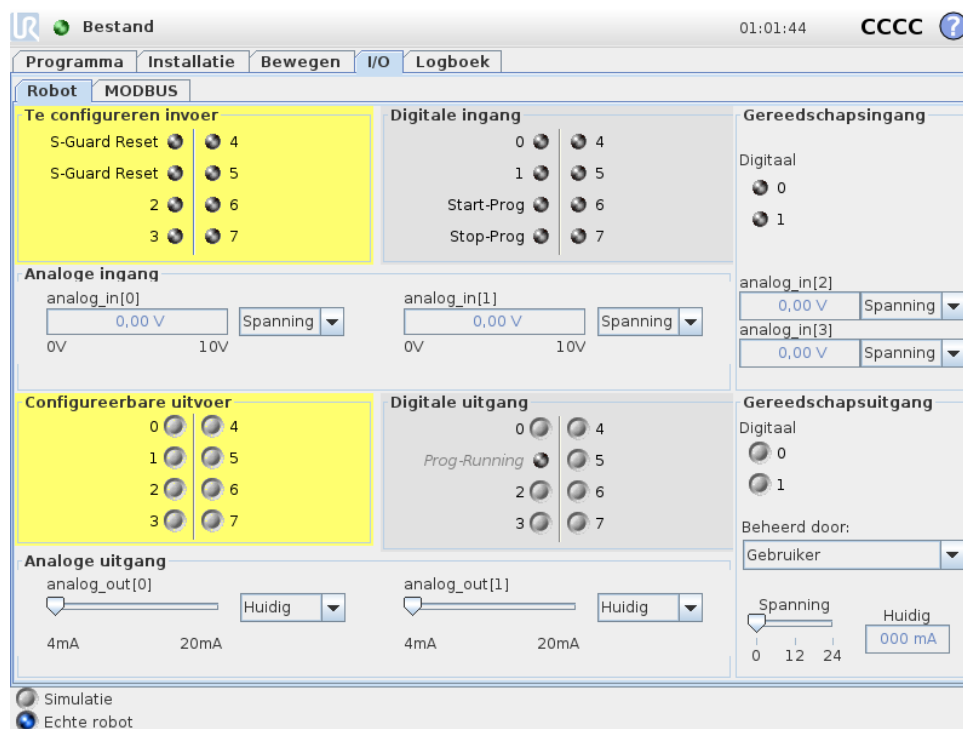
Hiermee kunnen de afzonderlijke gewrichten rechtstreeks worden aangestuurd. Ieder gewricht kan bewegen van -360° tot $+360^\circ$. Dit zijn de *gewrichtslijmieten* die geïllustreerd worden door de horizontale balk voor ieder gewricht. Als een gewricht bij zijn grens komt, kan er niet verder worden bewogen. Als de lijmieten voor een gewricht geconfigureerd zijn met een ander positiebereik dan het standaardbereik (zie 10.11), dan wordt deze reeks in het rood in de horizontale balk weergegeven.

13.1.5 Freedrive

Als de knop *Freedrive* ingedrukt wordt gehouden, kunt u de robotarm fysiek vastpakken en naar de gewenste positie trekken. Als de zwaartekrachtsinstelling (zie 13.7) op het tabblad **Instellingen** onjuist is of als de robot een zware last draagt, kan de robot gaan bewegen (vallen) bij het indrukken van de knop **Freedrive**. In dat geval laat u de knop **Freedrive** gewoon weer los.

**WAARSCHUWING:**

1. Zorg dat u de juiste installatie-instellingen gebruikt (bijv. robotmontagehoek, gewicht in TCP, TCP offset). Sla de installatiebestanden op en laadt ze naast het programma.
2. Zorg ervoor dat de TCP-instellingen en de robotmontage-instellingen zijn juist voordat u de knop **Freedrive** gebruikt. Als deze instellingen niet juist zijn, beweegt de robotarm als de knop **Freedrive** wordt ingedrukt.
3. De functie Freedrive (**impedantie/backdrive**) mag alleen gebruikt worden in installaties waarvoor de risicobeoordeling het toelaat. Gereedschappen en obstakels mogen geen scherpe randen of uitsteeksels hebben. Zorg ervoor dat alle personeel buiten bereik van de robotarm blijft.

13.2 Tab I/O

Op dit scherm kunt u altijd de actieve I/O-signalen van en naar de regelkast van de robot in de gaten houden. Op het scherm wordt de actuele status van de I/O aangegeven, inclusief de programma-uitvoering. Als er tijdens de uitvoering van het programma iets verandert, stopt het programma. Bij een programmastop behouden alle uitgangssignalen hun statussen. Het scherm wordt met slechts 10 Hz bijgewerkt, dus een zeer snel signaal wordt mogelijk niet goed weergegeven.

Te configureren I/O's kunnen gereserveerd worden voor speciale veiligheidsinstellingen die vastgelegd zijn in de configuratie van de veiligheids-I/O van de installatie (zie 10.13); de

I/O's die gereserveerd zijn hebben de naam van de veiligheidsfunctie, in plaats van de standaard of door de gebruiker ingestelde naam. Te configureren uitgangen die gereserveerd zijn voor veiligheidsinstellingen kunnen niet gewisseld worden en worden alleen als LED-lampje getoond.

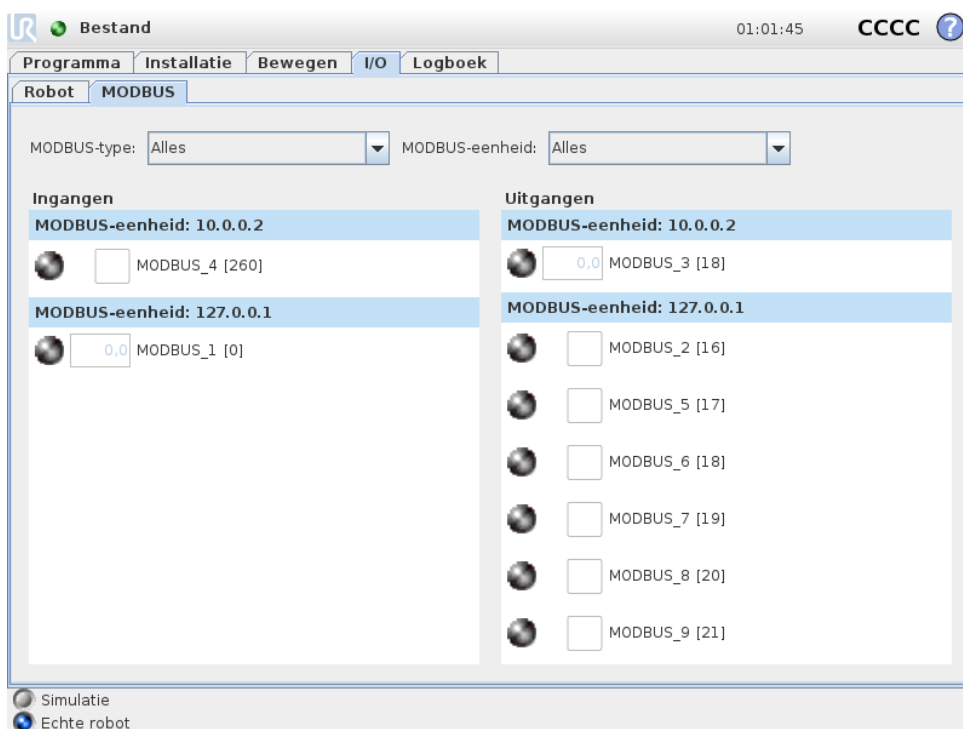
De elektrische details van de signalen worden beschreven in hoofdstuk ??.

Spanning In Gereedschapsuitgang kan Spanning alleen worden geconfigureerd wanneer Gereedschapsuitgang door de gebruiker wordt bepaald. Wanneer een URCap wordt geselecteerd, is er geen toegang tot de Spanning.

Instellingen analoog domein De analoge I/O's kunnen worden ingesteld op stroom [4-20 mA] of spanning [0-10 V]. De instellingen worden opgeslagen voor eventuele latere herstarts van de robotregelaar bij het opslaan van een programma. Wanneer in Gereedschapsuitgang een URCap wordt geselecteerd, is toegang tot de Domeininstellingen voor de analoge Gereedschapsuitgangen niet mogelijk.

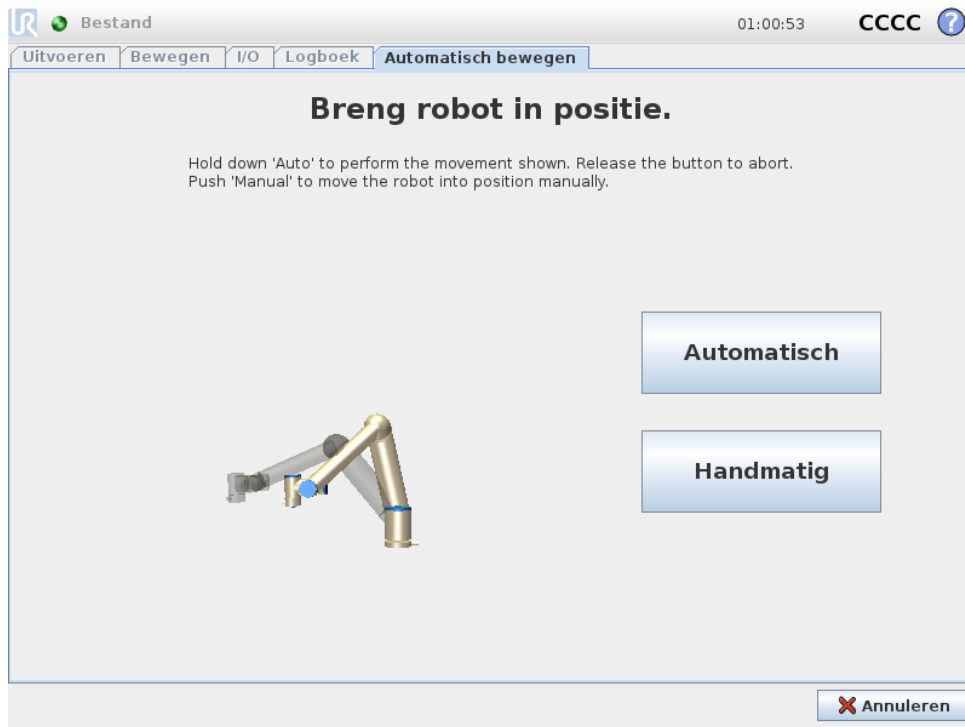
13.3 MODBUS

De onderstaande schermafbeelding toont de I/O-signalen van de MODBUS-client zoals deze zijn ingesteld in de installatie. Met de keuzemenu's bovenin het scherm kunt u de weergegeven content wijzigen op basis van het signaaltype en MODBUS-eenheid, indien er meer dan één is geconfigureerd. Elk signaal in de lijst bevat zijn verbindingstatus, waarde, naam en signaaladres. De uitgangssignalen kunnen worden in-/uitgeschakeld als de verbindingstatus en de keuze I/O-tabregeling het toestaan (zie 13.8).



13.4 Tab Automatisch bewegen

De tab Automatisch bewegen wordt gebruikt wanneer de robotarm naar een specifieke positie in de werkruimte. Voorbeelden zijn wanneer de robotarm naar de startpositie van een programma moet bewegen voordat het uitgevoerd kan worden, of wanneer hij moet bewegen naar een waypoint tijdens het aanpassen van een programma.



Animatie

De animatie laat zien welke beweging de robotarm gaat maken.



VOORZORGSMAAATREGEL:

Vergelijk de animatie met de positie van de echte robotarm en zorg dat de robotarm de beweging veilig kan uitvoeren zonder obstakels te raken.



VOORZORGSMAAATREGEL:

Via de functie automatisch bewegen beweegt de robot langs het schaduwtraject. Een botsing kan schade toebrengen aan de robot of andere apparatuur.

Auto

Houd de knop **Auto** ingedrukt om de robotarm volgens de animatie te laten bewegen.
Let op: U kunt de beweging op elk gewenst moment stopzetten door de knop los te laten.

Handmatig

Door op de knop **Handmatig** te drukken komt u op de **tab Bewegen** waar de robotarm handmatig verplaatst kan worden. Dit is alleen nodig als de beweging in de animatie niet de voorkeur heeft.

13.5 Installatie → Laden/Opslaan



De robotinstallatie dekt alle aspecten van hoe de robotarm en de regelkast in de werkomgeving geplaatst worden. Hij omvat de mechanische montage van de robotarm, elektrische aansluitingen op andere apparatuur en alle mogelijkheden waarvan het robotprogramma afhankelijk is. Hij omvat niet het programma zelf.

Deze instellingen kunnen ingesteld worden via de verschillende schermen onder het tabblad **Installatie**, met uitzondering van de I/O-domeinen, deze worden ingesteld op het tabblad **I/O** (zie 13.2).

Meerdere installatiebestanden voor de robot zijn mogelijk. Aangemaakte programma's zullen de actieve installatie gebruiken en deze installatie bij gebruik automatisch laden.

Alle wijzigingen in een installatie moeten worden opgeslagen om ze na uitschakeling te bewaren. Als er niet opgeslagen wijzigingen in de installatie zijn, wordt een pictogram van een floppydisk weergegeven naast de tekst **Laden/Opslaan** in de linkerzijde van de tab **Installatie**.

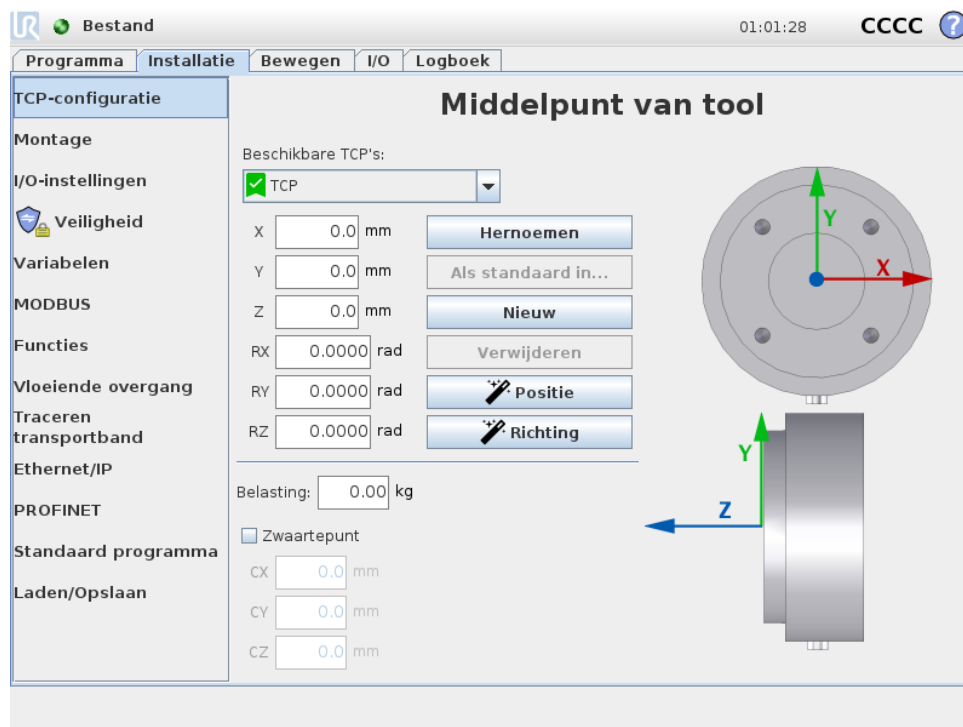
U kunt een installatie opslaan door op de knop **Opslaan** of **Opslaan als...** te klikken. Door een programma op te slaan, slaat u de actieve installatie ook op. Gebruik om een ander installatiebestand te laden de knop **Laden**. Met de knop **Nieuwe maken** herstelt u alle instellingen in de robotinstallatie naar de standaard fabrieksinstellingen.

**VOORZORGSMAATREGEL:**

Het is niet aan te raden een robot te gebruiken met een installatie die wordt geladen vanaf een USB-station. Om een installatie te gebruiken die is opgeslagen op een USB-station, laadt u het eerst en slaat u het vervolgens op in de map met lokale **programma's** met behulp van de knopen **Opslaan als...**

13.6 Installatie → TCP-configuratie

Een **Tool Center Point (TCP)** is een punt op het gereedschap van de robot. Elk TCP bevat een verschuiving en een rotatie ten opzichte van het middelpunt van de gereedschapsuitgangsfens. Wanneer de robot is geprogrammeerd om naar een vorig opgeslagen waypoint terug te keren, beweegt de robot het TCP naar de positie en oriëntatie die in het waypoint zijn opgeslagen. Als hij is geprogrammeerd voor lineaire beweging, beweegt het TCP lineair.

**Positie**

De X-, Y-, Z-coördinaten geven de TCP-positie aan. Wanneer alle waarden (inclusief oriëntatie) nul zijn, komt het TCP overeen met het middelpunt op de gereedschapsuitgangsfens en neemt het coördinatensysteem op het scherm over.

Oriëntatie

De RX-, RY-, RZ-coördinaten geven de TCP-oriëntatie aan. Vergelijkbaar met het tabblad **Bewegen**, kan het keuzemenu **Eenheden** boven de RX-, RY-, RZ-vakken worden gebruikt om de oriëntatiecoördinaten te selecteren (zie 12.2).

13.6.1 TCP's toevoegen, hernoemen, wijzigen en verwijderen

Tik op de knop **Nieuw** om een nieuw TCP te definiëren. Het gemaakte TCP ontvangt automatisch een unieke naam en kan worden geselecteerd in het arolmenu. Om een nieuw TCP te hernoemen, tikt u op de knop **Hernoemen**. Om het geselecteerde TCP te verwijderen, tikt u op de knop **Verwijderen**. Het laatste TCP kan niet worden verwijderd.

De verschuiving en rotatie van een geselecteerd TCP kunnen worden gewijzigd door nieuwe waarden in te voeren in de velden.

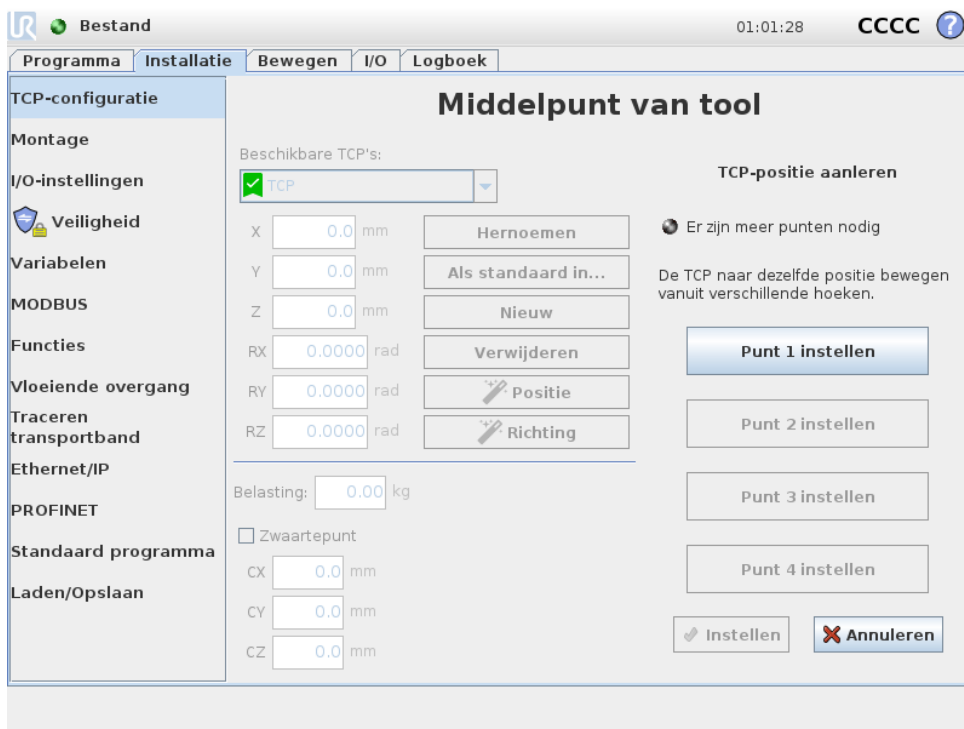
13.6.2 Actieve TCP

Bij een lineaire beweging gebruikt de robot altijd het actieve TCP om de TCP-offset te bepalen. Het actieve TCP kan worden gewijzigd met een Bewegen-commando (zie 14.4) of een Set-commando.

13.6.3 Standaard TCP

Het Standaard TCP moet worden ingesteld als het actieve TCP voordat een programma wordt uitgevoerd. Selecteer het gewenste TCP en tik op **Als standaard instellen** om een TCP als standaard in te stellen. Het groene pictogram in het beschikbare keuzemenu geeft het standaard ingestelde TCP aan.

13.6.4 TCP-positie leren



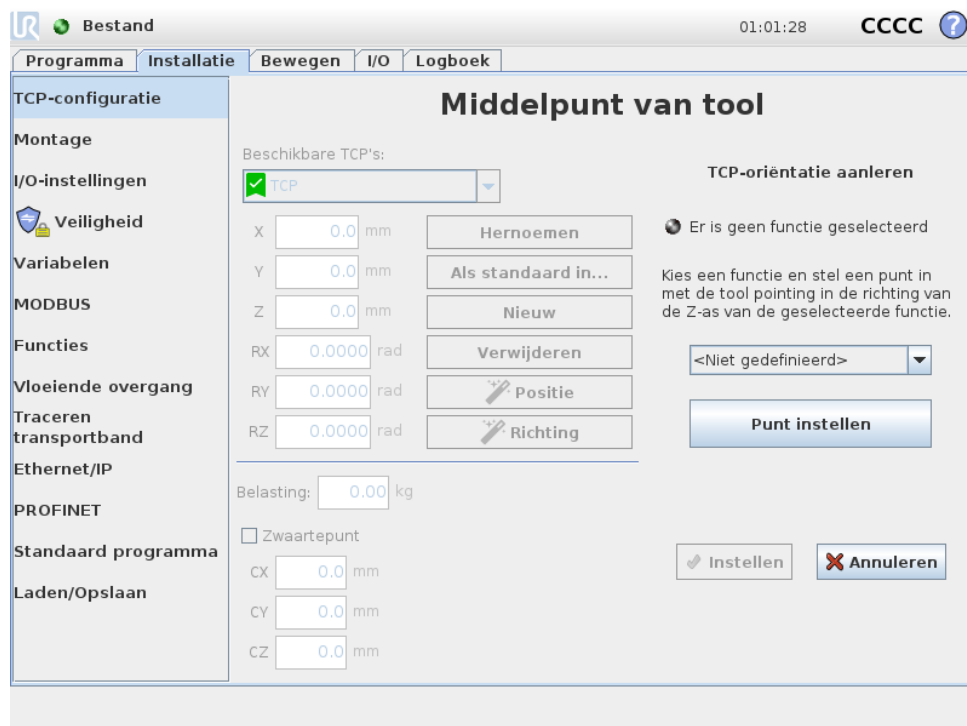
TCP-positiecoördinaten kunnen als volgt automatisch worden berekend:

1. Tik op de **Wizard TCP-positie**.
2. Kies een vast punt in het werkbereik van de robot.

3. Gebruik de positiepijlen aan de rechterzijde van het scherm om het TCP vanuit ten minste drie verschillende hoeken te bewegen en om de bijbehorende posities van de gereedschapsuitgangsfleus op te slaan.
4. Gebruik de knop **Instellen** om de geverifieerde coördinaten op het juiste TCP toe te passen. De posities moeten voldoende divers zijn opdat de berekening correct werkt. Als ze niet voldoende divers zijn, wordt het ledlampje boven de knoppen rood.

Ook al zijn drie posities voldoende om het TCP te bepalen, kan een vierde positie gebruikt worden om verder te controleren of de berekening correct is. De kwaliteit van elk opgeslagen punt ten opzichte van het berekende TCP wordt in een groene, gele of rode led op de bijbehorende knop weergegeven.

13.6.5 TCP-oriëntatie leren



1. Tik op de **Wizard TCP-oriëntatie**.
2. Selecteer een functie van de afrollijst. (Zie 13.12) voor verdere informatie over het definiëren van nieuwe functies
3. Tik op **Punt selecteren** en gebruik de **Pijlen gereedschap bewegen** op een positie waar de oriëntatie van het gereedschap en het bijbehorende TCP samenvallen met het coördinatenstelsel van de geselecteerde functies.
4. Controleer de berekende TCP-oriëntatie en pas het toe op het geselecteerde TCP door te tikken op **Instellen**.

13.6.6 Belasting

Het gewicht van het robotgereedschap wordt aangegeven onderin het scherm. Om deze instelling te wijzigen tikt u gewoon op het witte tekstveld en voert u een nieuw gewicht in. De instelling geldt voor alle gedefinieerde TCP's. Zie voor informatie over de maximaal toegestane draaglast de Installatiehandleiding voor hardware.

13.6.7 Zwaartepunt

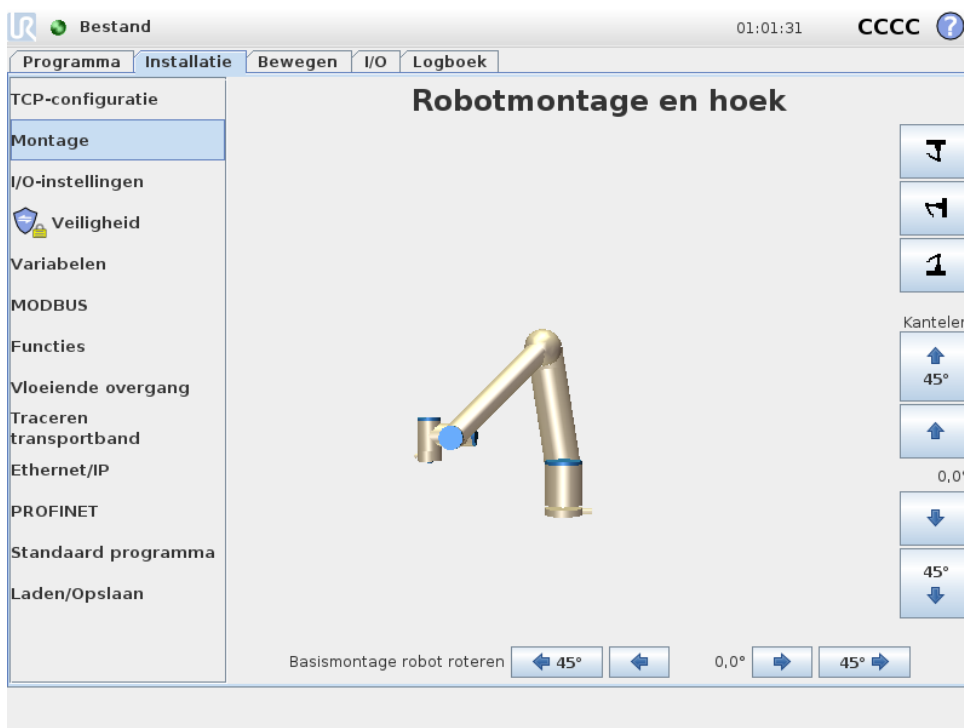
Het zwaartepunt van het gereedschap wordt opgegeven met de velden CX, CY en CZ. De instellingen gelden voor alle gedefinieerde TCP's. Installaties die zijn gemaakt voorafgaand aan versie 3.8 ondersteunen het instellen van het zwaartepunt op het TCP als dit eerder is ingesteld. Als het zwaartepunt handmatig is ingesteld, in 3.8 of hoger, wordt de mogelijkheid om het zwaartepunt voor het TCP in te stellen permanent verwijderd.



WAARSCHUWING:

Zorg dat u de juiste installatie-instellingen gebruikt. Sla de installatiebestanden op en laadt ze met het programma.

13.7 Installatie → Montage



Het opgeven van de montage van de robotarm heeft twee doelen:

1. Zorgen dat de robotarm juist op het scherm verschijnt.
2. De regelaar laten weten wat de richting van de zwaartekracht is.

Een geavanceerd dynamicamodel geeft de robotarm soepele en nauwkeurige bewegingen en zorgt ervoor dat de robot zijn positie behoudt bij gebruik van de **Freedrive modus**. Daarom is het van belang dat de robotarm correct wordt gemonteerd.

**WAARSCHUWING:**

Het niet correct monteren van de robotarm kan leiden tot frequente beveiligingsstoppen en/of de robotarm beweegt als de knop **Free-drive** ingedrukt wordt.

Als de robotarm op een platte tafel of vloer wordt gemonteerd zijn er geen wijzigingen nodig op dit scherm. Als de robotarm echter **aan het plafond**, **aan de wand** of **onder een hoek** wordt gemonteerd, moet dit worden afgesteld met de knoppen.

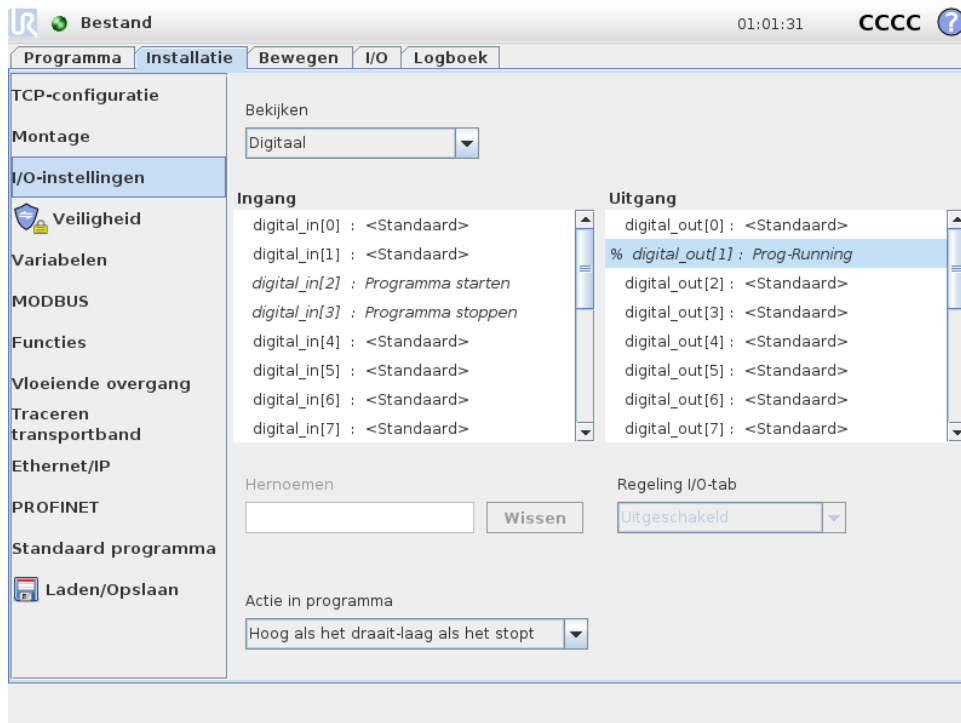
De knoppen rechts op het scherm zijn voor het instellen van de montagehoek van de robotarm. Met de bovenste drie knoppen aan de rechterkant wordt de hoek naar **plafond** (180°), **wand** (90°), **vloer** (0°) ingesteld. Met de knoppen **Kantelen** wordt een willekeurige hoek ingesteld.

De knoppen onderaan op het scherm worden gebruikt om de montage van de robotarm te laten roteren, zodat deze overeenkomt met de daadwerkelijke montage.

**WAARSCHUWING:**

Zorg dat u de juiste installatie-instellingen gebruikt. Sla de installatiebestanden op en laadt ze met het programma.

13.8 Installatie → I/O-instellingen



In het scherm I/O-instellingen kunnen gebruikers I/O-signalen definiëren en acties configureren met het I/O-tabblad.

De paragrafen **Ingang** en **Uitgang** geven een lijst van I/O-signalen zoals:

- Digitaal standaard algemene doelen, configureerbaar en gereedschap
- Analooog standaard algemeen doel en gereedschap
- MODBUS
- Registers voor algemene doelen (boolean, geheel getal en zweven) De registers voor algemene doelen kunnen worden geopend door een veldbus (bijv. Profinet en Ethernet/IP).

13.8.1 I/O-signaaltipe

Om het aantal signalen dat vermeld staat in de paragrafen **Ingang** en **Uitgang** te beperken, kunt u het vervolgkeuzemenu **Weergave** bovenaan het scherm gebruiken om de weergegeven inhoud te wijzigen op basis van het signaaltipe.

13.8.2 Door de gebruiker ingestelde namen toewijzen

Om eenvoudig te onthouden wat de signalen doen wanneer er met de robot wordt gewerkt, kunnen gebruikers namen associëren aan ingangs- en uitgangssignalen.

1. Selecteer het gewenste signaal
2. Tik op het tekstveld onderin het scherm om de naam in te stellen.
3. Om de naam naar standaard terug te zetten, tik op **Wissen**.

Een register voor algemene doelen moet een door de gebruiker ingestelde naam worden gegeven om het beschikbaar te maken in een programma (bijv. voor een **Wachten** commando of de voorwaardelijke expressie van een **Als** commando) De commando's **Wachten** en **Als** staan beschreven in (14.10) en (14.17), respectievelijk. Benoemde registers voor algemene doelen kunnen worden gevonden in de **Ingang** of **Uitgang** keuzefunctie in het **Expressie-editor** scherm.

13.8.3 I/O-acties en regeling van het I/O-tabblad

Ingangs- en uitgangsacties: Fysieke en digitale veldbus-I/O's kunnen worden gebruikt om acties te triggeren of te reageren op de status van een programma.

Beschikbare ingangsacties:

- Start: start of hervat het huidige programma aan een stijgende kant.
- Stoppen: Stopt het huidige programma aan een stijgende kant.
- Pauzeren: Pauzeert het huidige programma aan een stijgende kant.
- Freedrive: Wanneer de invoer hoog is, staat de robot in de freedrivemodus (vergelijkbaar met de freedriveknop). De invoer wordt genegeerd als een programma wordt uitgevoerd of andere omstandigheden geen freedrive toestaan.



WAARSCHUWING:

Als de robot is gestopt terwijl de Start-invoeractie wordt gebruikt, beweegt de robot langzaam naar het eerste waypoint van het programma, voordat het programma wordt uitgevoerd. Als de robot is gepauzeerd terwijl de Start-invoeractie wordt gebruikt, beweegt de robot langzaam naar de positie waarin deze was gepauzeerd, voordat het programma wordt hervat.

Beschikbare uitgangsacties:

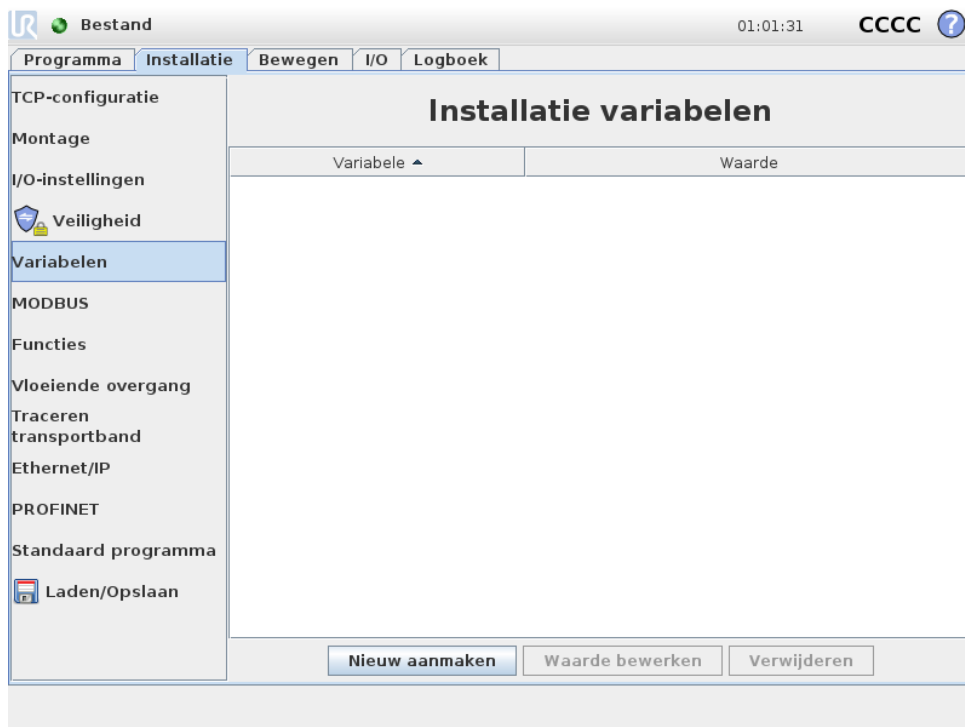
- Laag bij niet lopen: De uitgang is laag als de programmastatus “gestopt” of “gepauzeerd” is.
- Hoog bij niet lopen: De uitgang is hoog als de programmastatus “gestopt” of “gepauzeerd” is.
- Hoog bij lopen, laag indien gestopt: De uitgang is laag als de programmastatus “gestopt” of “gepauzeerd” is en hoog wanneer de robot loopt.
- Continue puls: De uitgang wisselt tussen hoog en laag gedurende een bepaald aantal seconden terwijl het programma loopt. Pauzeer of stop het programma om de pulsstatus te behouden.

Regeling I/O-tab: Geef aan of een uitgang wordt geregeld op het tabblad I/O (door de programmers of zowel operators als programmeurs), of dat deze wordt geregeld door de robotprogramma's.

13.9 Installatie → Veiligheid

Zie hoofdstuk 10.

13.10 Installatie → Variabelen



Variabelen die op het scherm Variabelen gecreëerd worden, worden installatievariabelen genoemd en worden gebruikt net als normale programmavariabelen. Installatievariabelen zijn verschillend omdat ze hun waarde behouden, zelfs als een programma stopt en dan weer start, en wanneer de robotarm en/of regelkast uitgeschakeld en dan weer ingeschakeld wordt. Hun namen en waarden worden opgeslagen tijdens de installatie, dus het is mogelijk dezelfde variabele te gebruiken in meerdere programma's.



Door op **Nieuw creëren** te drukken wordt een scherm weergegeven met een voorgestelde naam voor de nieuwe variabele. De naam kan gewijzigd worden en de waarde kan ingevoerd worden via het aanraken van het tekstveld. Er kan alleen op de knop **OK** worden getikt als de nieuwe naam nog niet gebruikt is in deze installatie.

Het is mogelijk de waarde van een installatievariabele te wijzigen door de variabele in de lijst te markeren en te klikken op **Waarde bewerken**.

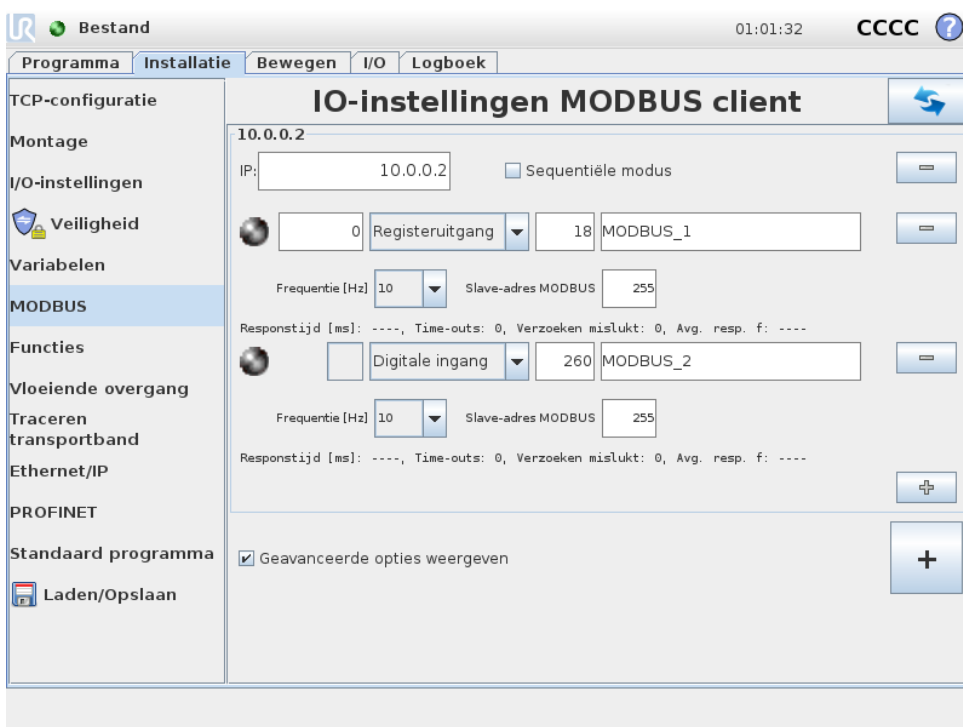
Selecteer, om een variabele te verwijderen, en tik op **Verwijderen**.

Na het configureren van de installatievariabelen, moet de installatie zelf opgeslagen worden om de configuratie te bewaren.

De installatievariabelen en hun waarden worden iedere 10 minuten automatisch opgeslagen.

Als een programma of installatie geladen is en een of meer van de programmavariabelen hebben dezelfde naam als de installatievariabelen, krijgt de gebruiker twee opties om het probleem op te lossen met behulp van de installatievariabelen van dezelfde naam in plaats van de programmavariabele of door de conflicterende variabelen automatisch te laten hernoemen.

13.11 Installatie → I/O-instellingen MODBUS-client



Hier kunnen de I/O-signalen van de MODBUS-client (master) worden ingesteld. Aansluitingen op MODBUS-servers (of slaves) op specifieke IP-adressen kunnen aangemaakt worden met ingangs-/uitgangssignalen (registers of digitaal). Ieder signaal heeft een unieke naam zodat hij gebruikt kan worden in programma's.

Vernieuwen

Druk op deze knop om alle MODBUS-verbindingen te vernieuwen. Door vernieuwen worden alle modbus-eenheden afgesloten en weer opnieuw aangesloten. Alle statistieken worden gewist.

Eenheid toevoegen

Druk op deze knop om een nieuwe MODBUS-eenheid toe te voegen.

Eenheid verwijderen

Druk op deze knop om een MODBUS-eenheid en alle aan de eenheid toegevoegde signalen te verwijderen

IP-eenheid instellen

Hier wordt het IP-adres van de MODBUS-eenheid weergegeven. Druk op de knop om het IP-adres te wijzigen.

Sequentiële modus

Alleen beschikbaar wanneer Geavanceerde opties weergegeven (zie 13.11) is geselecteerd. Als u dit vakje activeert, wordt de modbus-client gedwongen op een antwoord te wachten voordat het volgende verzoek wordt verzonden. Deze modus is nodig voor sommige veldbuseenheden. Deze optie aanzetten kan helpen wanneer er meerdere signalen zijn. Een grotere verzoekfrequentie zorgt ervoor dat het signaal wordt afgesloten. Houd er rekening mee dat de werkelijke signaalfrequentie lager kan zijn dan werd verzocht wanneer in de sequentiële modus meerdere signalen zijn gedefinieerd. De werkelijke signaalfrequentie vindt u onder signaalstatistieken (zie onderdeel 13.11). De signaalindicatie wordt geel als de werkelijke signaalfrequentie minder dan de helft van de in het afrolmenu "Frequentie" geselecteerde waarde ligt.

Signaal toevoegen

Druk op deze knop om een signaal toe te voegen aan de corresponderende MODBUS-eenheid.

Signaal verwijderen

Druk op deze knop om een signaal van de corresponderende MODBUS-eenheid te verwijderen.

Signaaltype instellen

Kies het signaaltype met dit vervolgkeuzemenu. Beschikbare typen zijn:

Digitale ingang: Een digitale ingang (spoel) is een één-bits eenheid die van de MODBUS-eenheid wordt afgelezen op de spoel gespecificeerd in het adresveld van het signaal. Functiecode 0x02 (discrete ingangen lezen) wordt gebruikt.

Digitale uitgang: Een digitale uitgang (spoel) is een één-bits hoeveelheid die te hoog of te laag ingesteld kan worden. De waarde kan van de externe MODBUS-eenheid worden afgelezen totdat de waarde van de uitgang door de gebruiker is ingesteld. Dit betekent dat de

functiecode 0x01 (spoelen lezen) wordt gebruikt. Als de uitgang is ingesteld door een robotprogramma of door op de knop **signaalwaarde instellen** te drukken, wordt vanaf dan de functiecode 0x05 (Enkele spoel schrijven) gebruikt.

Registreringang: Een registreringang is een 16-bits eenheid die van het adres kan worden afgelezen dat is gespecificeerd in het adresveld. De functiecode 0x04 (registreringen lezen) wordt gebruikt.

Registeruitgang: Een registeruitgang is een 16-bits eenheid die door de gebruiker kan worden ingesteld. Voordat de waarde van het register is ingesteld, wordt deze waarde afgelezen van de externe MODBUS-eenheid. Dit betekent dat de functiecode 0x03 (registreringen lezen) wordt gebruikt. Als de uitgang is ingesteld door een robotprogramma of door het specificeren van een signaalwaarde in het veld **signaalwaarde instellen**, wordt de functiecode 0x06 (Enkel register schrijven) gebruikt voor het instellen van de waarde op de externe MODBUS-eenheid.

Signaaladres instellen

Dit veld bevat het adres op de externe MODBUS-server. Gebruik het toetsenblok op het scherm om een ander adres te kiezen. Geldige adressen verschillen per fabrikant en configuratie van de externe MODBUS-eenheid.

Signaaltype instellen

De gebruiker kan met het toetsenblok op het scherm het signaal een naam geven. Deze naam wordt gebruikt als het signaal gebruikt wordt in programma's.

Signaalwaarde

Signaalwaarde Hier wordt de huidige waarde van het signaal weergegeven. Voor registersignalen wordt de waarde uitgedrukt als een positief geheel getal. Voor uitgangssignalen kan de gewenste signaalwaarde worden ingesteld met de knop. Voor een registeruitgang moet de waarde voor de eenheid wederom een positief geheel getal zijn.

Connectiviteitsstatus signaal

Dit pictogram geeft aan of het signaal juist kan worden gelezen/geschreven (groen) of dat de eenheid onverwachts reageert of niet bereikbaar is (grijs). Als een MODBUS-uitzonderingsrespons ontvangen wordt, wordt de responscode weergegeven. De MODBUS-TCP-uitzonderingsresponses zijn:

- E1: ILLEGAL FUNCTION (0x01) De ontvangen functiecode in de query is geen toegestane actie voor de server (of slave).
- E2: ILLEGAL DATA ADDRESS (0x02) De ontvangen functiecode in de query is geen toegestane actie voor de server (of slave), controleer of het ingevoerde signaaladres overeenkomt met de installatie van de externe MODBUS-server.
- E3: ILLEGAL DATA VALUE (0x03) Een waarde in het query-gegevensveld is geen toegestane waarde voor de server (of slave), controleer of de ingevoerde signaalwaarde geldig is voor het specifieke adres op de externe MODBUS-server.
- E4: SLAVE DEVICE FAILURE (0x04) Er is een onherstelbare fout opgetreden terwijl de server (of slave) de verzochte actie probeerde uit te voeren.

- E5: ACKNOWLEDGE (0x05) Speciaal gebruik in combinatie met programmacommando's verzonden naar de externe MODBUS-eenheid.
- E6: SLAVE DEVICE BUSY (0x06) Speciaal gebruik in combinatie met programmacommando's die verzonden zijn aan de externe MODBUS-eenheid, de slave (server) kan nu niet reageren.

Geavanceerde opties weergeven

Dit vakje toont/verbergt de geavanceerde opties van elk signaal.

Geavanceerde opties

Update-frequentie: met dit menu kunt u de update-frequentie van het signaal wijzigen. Dit is de frequentie waarmee verzoeken naar de MODBUS-eenheid worden verzonden om de signaalwaarde te lezen of te schrijven. Wanneer de frequentie is ingesteld op 0, dan worden modbus-verzoeken op aanvraag gestart via een *modbus_ontvang_signaal_status*, *modbus_uitgang_register_instellen*, en *modbus_uitgang_signaal_instellen* scriptfuncties.

Slave-adres: dit tekstveld kan worden gebruikt om een specifiek slave-adres in te stellen voor de verzoeken die bij een specifiek signaal horen. De waarde moet liggen in het bereik 0-255, en de standaard is 255. Als u deze waarde wijzigt, is het aan te raden de handleiding van het externe MODBUS-apparaat te raadplegen om de functionaliteit als slave-adres te controleren.

Telling opnieuw verbinden: Aantal keren dat TCP-verbinding werd gesloten en opnieuw werd verbonden.

Verbindingsstatus: TCP-verbindingsstatus.

Responstijd [ms]: Tijd tussen modbus-verzoek verzonden en respons ontvangen - dit wordt alleen bijgewerkt als communicatie actief is.

Modbus pakketfouten: Aantal ontvangen pakketten dat fouten bevat (bijv. ongeldige lengte, ontbrekende gegevens, TCP-contactfout).

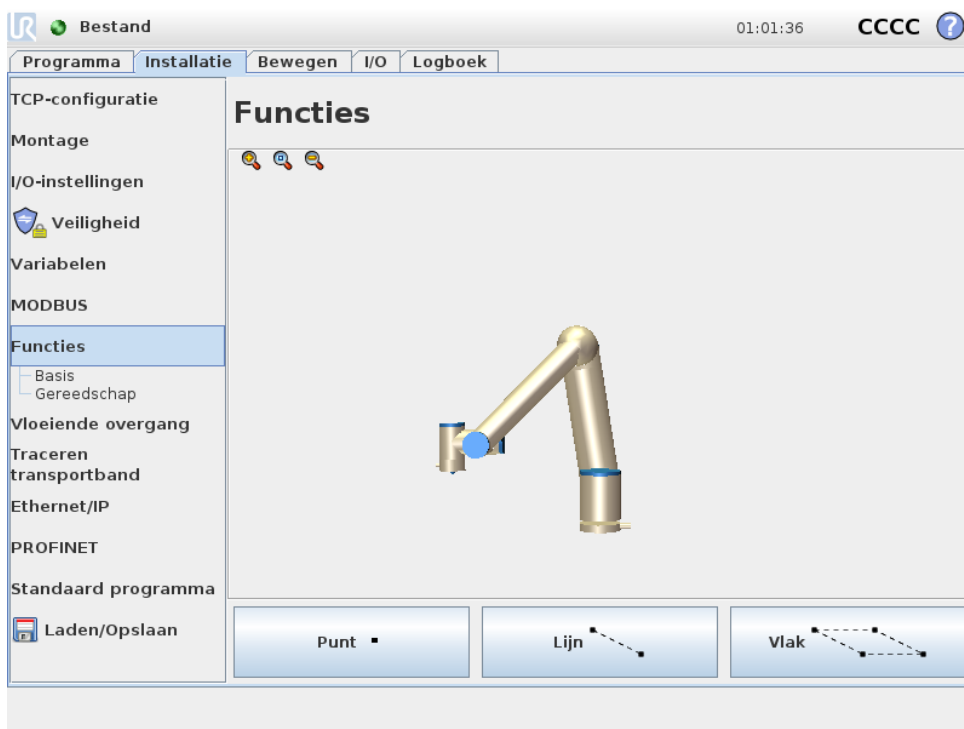
Time-outs: Aantal modbus-verzoeken dat geen respons heeft ontvangen.

Verzoeken mislukt: Aantal pakketten dat niet verzonden kon worden vanwege ongeldige contactstatus.

Werkelijke freq.: De gemiddelde frequentie van updates van client (master)-signaalstatus. Deze waarde wordt opnieuw berekend wanneer het signaal een respons van de server (of slave) ontvangt.

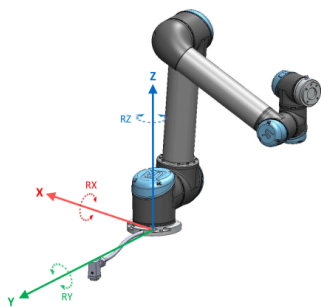
Alle tellers tellen tot 65535, en keren dan terug naar 0.

13.12 Installatie → Elementen

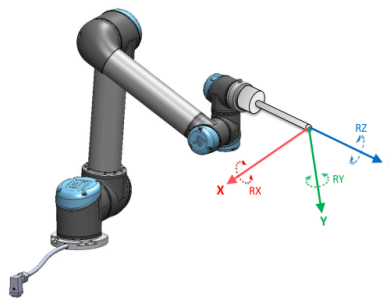


Het **Element** is een weergave van een object dat is gedefinieerd met een naam voor toekomstige verwijzing en een zesdimensionale positie (positie en oriëntatie) ten opzichte van de robotbasis. Sommige subdelen van een robotprogramma bestaan uit bewegingen die uitgevoerd worden ten opzichte van specifieke objecten anders dan de basis van de robotarm. Deze objecten kunnen tafels, andere machines, werkstukken, transportbanden, pallets, camerasystemen, blanco's of grenslijnen zijn, die zich in de omgeving van de robotarm bevinden. Er bestaan altijd twee vooraf bepaalde elementen voor de robot. Beide hebben hun positie gedefinieerd door de configuratie van de robotarm zelf:

- Het basiselement is gelegen bij de oorsprong in het midden van de robotbasis (zie figuur 13.1)
- Het gereedschapselement is gelegen bij de oorsprong in het midden van de huidige TCP (zie figuur 13.2)



Figuur 13.1: Basiselement



Figuur 13.2: Gereedschap (TCP) element

Door de gebruiker ingestelde elementen worden geplaatst via een methode die de huidige positie van het TCP in het werkgebied gebruikt. Dit betekent dat de gebruikers locaties van elementen kunnen programmeren met behulp van de -modus of “joggelen” om de robot naar de gewenste positie te verplaatsen.

Er bestaan drie verschillende strategieën (**Punt**, **Lijn** en **Vlak**) voor het definiëren van een elementpositie. De beste strategie voor een gegeven toepassing hangt af van het type object en de nauwkeurigheidseisen. Over het algemeen wordt de voorkeur gegeven aan een element dat gebaseerd is op meerdere invoerpunten (**Lijn** en **Vlak**), indien van toepassing op het specifieke element.

Definieer twee punten van een Lijnvormig element met zoveel mogelijk fysieke scheiding om de richting van een lineaire transportband nauwkeurig te definiëren. Het Puntvormig element kan ook worden gebruikt om een lineaire transportband te definiëren, de gebruiker moet echter het TCP in de richting van de beweging van de transportband laten wijzen.

Als er meer punten gebruikt worden om de positie van een tafel te definiëren, betekent dit dat de oriëntatie is gebaseerd op de posities in plaats van de oriëntatie van één enkele TCP. Het is moeilijker één enkele TCP-oriëntatie met grote nauwkeurigheid te configureren.

Voor de verschillende methodes voor het definiëren van een element zie (paragrafen: 13.12.2), (13.12.3) en (13.12.4).

13.12.1 Een element gebruiken

Wanneer een element is gedefinieerd in de installatie, kunt u ernaar verwijzen in het robotprogramma om de robotbewegingen te relateren (bijvoorbeeld de commando's **BewegenL** en **BewegenP**) aan het element (zie paragraaf 14.4). Dit maakt eenvoudige aanpassing van een robotprogramma mogelijk (bijvoorbeeld wanneer er meerdere robotstations zijn, wanneer een object verplaatst wordt tijdens de runtime van het programma of wanneer een object permanent verplaatst wordt in de scène). Door het element van een object aan te passen, worden alle bewegingen van het programma die relatief zijn ten opzichte van het object dienovereenkomstig verplaatst. Voor meer voorbeelden, zie (paragrafen 13.12.5) en (13.12.6). Elementen die als te joggelen zijn geconfigureerd, zijn ook handige hulpmiddelen bij het handmatig verplaatsen van de robot in het tabblad **Bewegen** (paragraaf 13.1) of het scherm **Positiebewerking** (zie 12.2). Wanneer een element is gekozen als een referentie, functioneren de knoppen Gereedschap bewegen voor verschuivingen en rotaties in de ruimte voor het geselecteerde element (zie 13.1.2) en (13.1.3) aflezing van de TCP-coördinaten. Als een tafel bijvoorbeeld is gedefinieerd als een element en het wordt gekozen als referentie in het tabblad **Bewegen**, zullen de pijlknoppen voor verschuivingen (bijv. omhoog/omlaag, links/rechts, naar voren/naar achteren) de robot in deze richtingen ten opzichte van de tafel verplaatsen. Bovendien zullen de coördinaten van het TCP zich in het kader van de tafel bevinden.

Hernoemen

Met deze knop kunt u een element hernoemen.

Verwijderen

Met deze knop kunt u het geselecteerde element en alle subelementen verwijderen.

Assen tonen

Selecteer of de coördinaatassen van het geselecteerde element zichtbaar moeten zijn op de 3D-grafieken. De selectie is van toepassing op dit scherm en het scherm Bewegen.

Het punt wijzigen

Gebruik de knop **Dit punt wijzigen** om het geselecteerde element in te stellen of te wijzigen. Het tabblad **Bewegen** (paragraaf 13.1) verschijnt en er kan een nieuwe positie worden ingesteld.

Mogelijk te joggelen

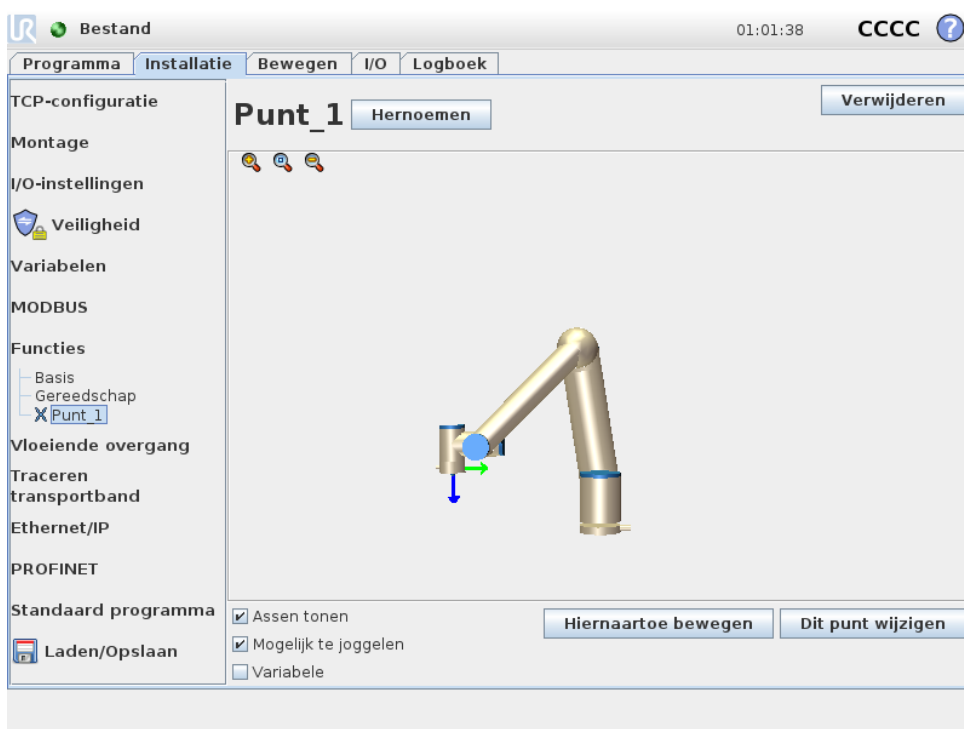
Kies of het mogelijk is het geselecteerde element te joggelen. Dit bepaalt of het element in het menu met elementen op het scherm Bewegen wordt weergegeven.

Robot hiernaartoe bewegen gebruiken

Druk op de knop **Robot hiernaartoe bewegen** om de robotarm richting het geselecteerde element te bewegen. Aan het einde van deze beweging vallen de coördinatenstelsels van het element en het TCP samen.

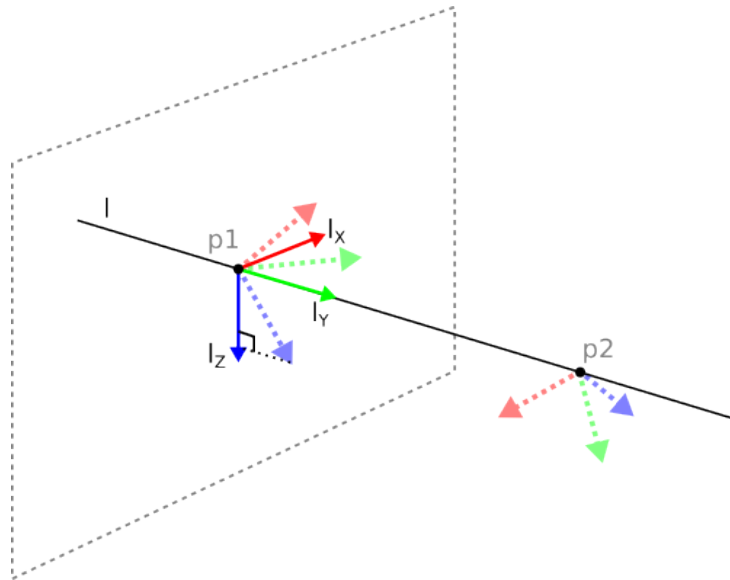
13.12.2 Nieuw punt

Druk op de knop **Punt** om een puntvormig element aan de installatie toe te voegen. Het puntvormig element definieert een veiligheidsgrens of een globale uitgangsconfiguratie van de robotarm. De positie van een puntvormig element wordt gezien als de positie en oriëntatie van het TCP.



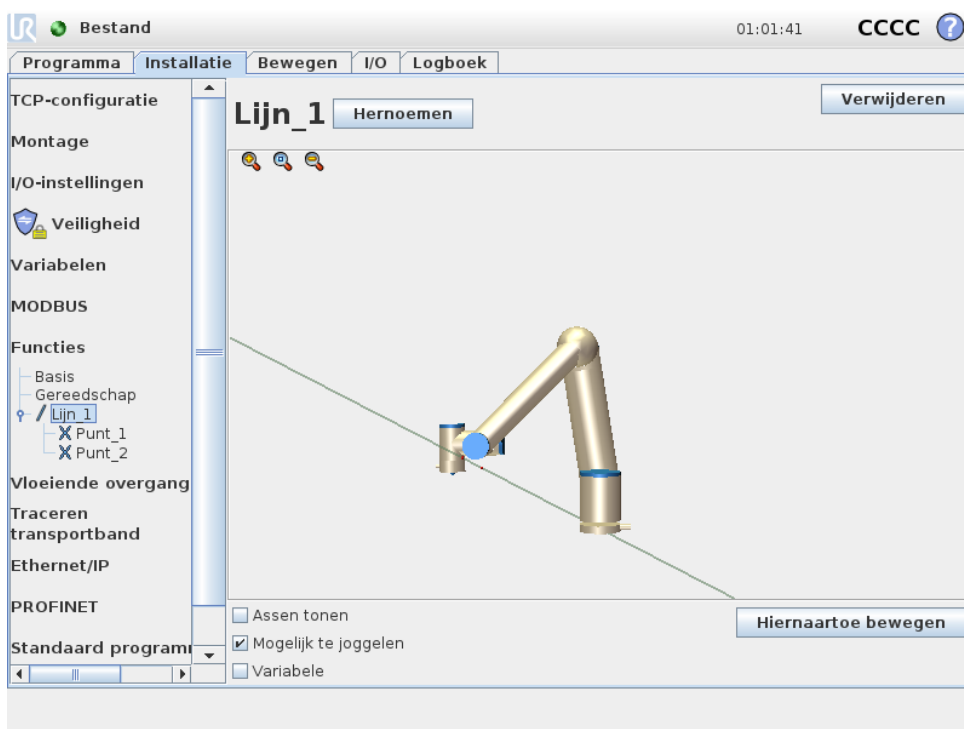
13.12.3 Nieuwe lijn

Druk op de knop **Lijn** om een lijnvormig element aan de installatie toe te voegen. Het lijnelement definieert lijnen die de robot moet volgen. (bijv. bij het gebruik van traceren transportband). Een lijn l wordt gedefinieerd als een as tussen twee puntvormige elementen $p1$ en $p2$ zoals getoond in figuur 13.3.



Figuur 13.3: Definitie van het lijnelement

In figuur 13.3 vormt de as die van het eerste punt naar het tweede punt wordt getrokken, de y-as van het coördinatenstelsel van de lijn. De z-as wordt bepaald door de projectie van de z-as van $p1$ op het vlak loodrecht aan de lijn. De positie van het coördinatenstelsel van de lijn is gelijk aan de positie van $p1$.



13.12.4 Vlakvormig element

Selecteer het vlakvormig element als er een kader met grote nauwkeurigheid nodig is, bijvoorbeeld bij het werken met een camerasysteem of het uitvoeren van bewegingen ten opzichte van een tafel.

Een vlak toevoegen

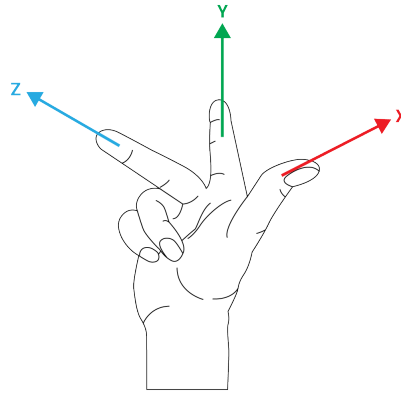
1. In Installatie, selecteer **Elementen**.
2. Onder Elementen selecteer **Vlak**.

Een vlak inleren

Wanneer u op de knop Vlak drukt om een nieuw vlak te creëren, helpt de gids op het scherm u bij het creëren van een vlak.

1. Selecteer Origo
2. Beweeg de robot om de richting van de positieve x-as van het vlak te definiëren
3. Beweeg de robot om de richting van de positieve y-as van het vlak te definiëren

Het vlak wordt gedefinieerd met behulp van de regel aan de rechterkant zodat de z-as het kruisproduct van de x-as en de y-as is, zoals hieronder weergegeven.

**OPMERKING:**

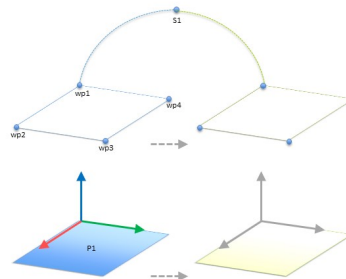
U kunt het vlak opnieuw inleren in de tegenovergestelde richting van de x-as, als u wilt dat dat vlak normaal gesproken in de tegenovergestelde richting is.

Wijzig een bestaand vlak door Vlak te selecteren en op Vlak wijzigen te drukken. Vervolgens gebruikt u dezelfde gids als voor het inleren van een nieuw vlak.

13.12.5 Voorbeeld: Het handmatig bijwerken van een element om een programma aan te passen

Denk aan een toepassing waarbij meerdere delen van een robotprogramma relatief zijn ten opzichte van een tafel. Figuur 13.4 illustreert de beweging van waypoints wp1 tot en met wp4.

```
Robotprogramma
  BewegenJ
    S1
  BewegenL # Element: P1_var
    wp1
    wp2
    wp3
    wp4
```



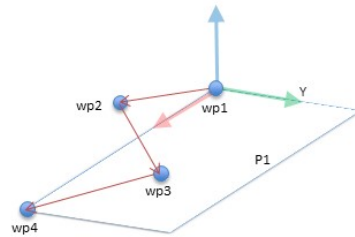
Figuur 13.4: Eenvoudig programma met vier waypoints ten opzichte van een elementvlak dat handmatig is bijgewerkt door het wijzigen van het element

De toepassing vereist dat het programma opnieuw gebruikt kan worden voor meerdere robotinstallaties, waar de positie van de tafel enigszins kan variëren. De beweging ten opzichte van de tafel is identiek. Door de positie van de tafel te definiëren als een element *P1* in de installatie, kan het programma dat geconfigureerd is met een *BewegenL* commando ten opzichte van het vlak, gemakkelijk worden toegepast op extra robots door de installatie bij te werken met de werkelijke positie van de tafel.

Het concept geldt voor een aantal elementen in een toepassing om tot een flexibel programma te komen dat dezelfde taak op vele robots kan oplossen zelfs wanneer andere plekken in de werkruimte variëren tussen installaties.

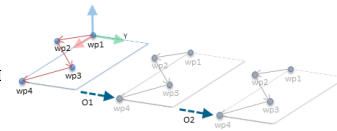
13.12.6 Voorbeeld: Het dynamisch bijwerken van een elementpositie

Denk aan een gelijksoortige toepassing waarbij de robot in een specifiek patroon bovenop een tafel moet bewegen om een bepaalde taak op te lossen (zie 13.5).



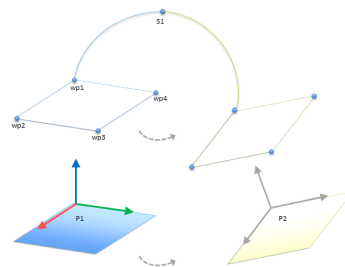
Figuur 13.5: Een *BewegenL* commando met vier waypoints ten opzichte van een vlakfunctie

```
Robotprogramma
  BewegenJ
    wp1
  y = 0,01
  o = p[0,y,0,0,0,0]
  P1_var = positie_overbrengen(P1_var:
  BewegenL # Element: P1_var
    wp1
    wp2
    wp3
    wp4
```



Figuur 13.6: Toepassen van een offset op het vlakelement

```
Robotprogramma
  BewegenJ
    S1
  als (digitale_ingang[0]) dan
    P1_var = P1
  anders
    P1_var = P2
  BewegenL # Element: P1_var
    wp1
    wp2
    wp3
    wp4
```



Figuur 13.7: Overschakelen van een vlakelement naar een ander

De beweging ten opzichte van *P1* wordt een aantal keren herhaald, elke keer door een offset *o*. In dit voorbeeld is de offset ingesteld op 10 cm in de Y-richting (zie figuur 13.6, offsets *O1* en *O2*). Dit wordt gedaan met behulp van *positie_toevoegen()* of *positie_overbrengen()* scriptfuncties om de variabele te manipuleren. Het is mogelijk om over te stappen op een ander element terwijl het programma draait in plaats van een offset toe te voegen. Dit wordt getoond in onderstaand voorbeeld (zie figuur 13.7) waar het referentie-element voor het *BewegenL* commando *P1_var* over kan schakelen tussen twee vlakken *P1* en *P2*.

13.13 Instelling traceren transportband

Met Instellen traceren transportband kan de beweging van maximaal twee afzonderlijke te configureren transportbanden worden gevolgd. Instellen traceren transportband biedt opties om de robot te configureren zodat hij met absolute en incrementele encoders werkt en met lineaire en circulaire transportbanden.

Parameters transportband

Incrementele: encoders kunnen op digitale ingangen 0 t/m 3 worden aangesloten. Decodering van digitale signalen loopt op 40kHz. Met behulp van een **Quadrature** encoder (waarvoor twee ingangen nodig zijn), kan de robot de snelheid en richting van de transportband bepalen. Als de richting van de transportband constant is, kan een enkele ingang worden gebruikt om *Stijging, Daling* of *Stijgen en Dalen* van de randen te detecteren die de snelheid van de transportband bepalen.

Absolute: encoders kunnen worden aangesloten via een MODBUS-signaal. Dit vereist een digitaal MODBUS-uitgangsregister dat van tevoren is geconfigureerd in (paragraaf 13.11).

Traceerparameters

Lineaire transportbanden: Wanneer een lineaire transportband is geselecteerd, moet een lijnfunctie worden geconfigureerd in het **Funcitie**-deel van de installatie om de richting van de transportband te bepalen. Zorg voor nauwkeurigheid door de lijnfunctie parallel aan de richting van de transportband te plaatsen, met een grote afstand tussen de twee punten die de lijnfunctie definiëren. Configureer de lijnfunctie door het gereedschap stevig tegen de zijkant van de transportband te plaatsen tijdens het inleren van de twee punten. Als de richting van de lijnfunctie tegenovergesteld is aan de beweging van de transportband, gebruikt u de knop **Omgekeerde richting**.

Het veld **Ticks per meter** toont het aantal ticks dat de encoder genereert wanneer de transportband één meter beweegt.

Circulaire transportbanden: Tijdens tracering van een circulaire transportband moet het middelpunt van de transportband worden bepaald.

1. Definieer het middelpunt in het **Funcitie-deel** van de installatie. De waarde van **Ticks per omwenteling** moet het aantal ticks zijn wanneer de encoder een volledige omwenteling maakt.
2. Selecteer het selectievak **Draai gereedschap met transportband** om de gereedschapsoriëntatie de rotatie van de transportband te laten volgen.

13.14 Vloeiende overgang tussen veiligheidsmodi

Bij het schakelen tussen veiligheidsmodi tijdens gebeurtenissen (zoals Verminderde modus ingang, Verminderde modus triggervlakken, Beveiligde stop en Inschakelapparaat met 3 standen), streeft de robot ernaar om 0,4 seconden te gebruiken om een “zachte” overgang te creëren. Bestaande toepassingen hebben ongewijzigd gedrag dat overeenkomt met de instelling “hard”. Nieuwe installatiebestanden gebruiken standaard de instelling “zacht”.

13.14.1 Aanpassen van versnellings-/vertragingsinstellingen

- Druk op het tabblad Installatie.
- Selecteer Vloeiende overgang in het zijmenu links.
- Selecteer Hard voor een hogere versnelling/vertraging of selecteer Zacht voor de vloeiendere standaard overgangsinstelling.

13.15 Installatie → standaardprogramma



Het opstartscherm bevat instellingen voor het automatisch laden en starten van een standaardprogramma, en voor het automatisch initialiseren van de robotarm bij opstarten.



WAARSCHUWING:

1. Als automatisch laden, automatisch starten en automatisch initialiseren allemaal ingeschakeld zijn, draait de robot het geselecteerde programma zodra de regelkast aangezet wordt als het ingangssignaal aansluit op het signaalniveau. Bijvoorbeeld: randovergang naar het geselecteerde signaalniveau is in dit geval niet nodig.
2. Wees voorzichtig als het signaalniveau is ingesteld op LAAG. Ingangssignalen zijn standaard laag, waardoor het programma automatisch draait zonder door een extern signaal te worden getriggerd.

Een standaardprogramma laden

Een standaardprogramma wordt geladen nadat de regelkast is aangezet. Daarnaast wordt het standaardprogramma automatisch geladen wanneer het scherm **Programma uitvoeren** (zie 11.4) geopend wordt en er geen programma geladen is.

Een standaardprogramma starten

Het standaardprogramma wordt automatisch gestart in het scherm **Programma uitvoeren**. Als het standaardprogramma geladen is en de opgegeven transitie van de externe ingang gedetecteerd wordt, wordt het programma automatisch gestart.

Bij het starten is het huidige ingangssignaalniveau niet gedefinieerd. Door een transitie te kiezen die aansluit op het signaalniveau bij opstarten, start het programma direct. Als u daarnaast het scherm **Programma uitvoeren** verlaat of tikt op de stopknop op het Dashboard wordt het automatisch starten uitgeschakeld tot de knop Uitvoeren opnieuw ingedrukt wordt.

Automatisch opstarten

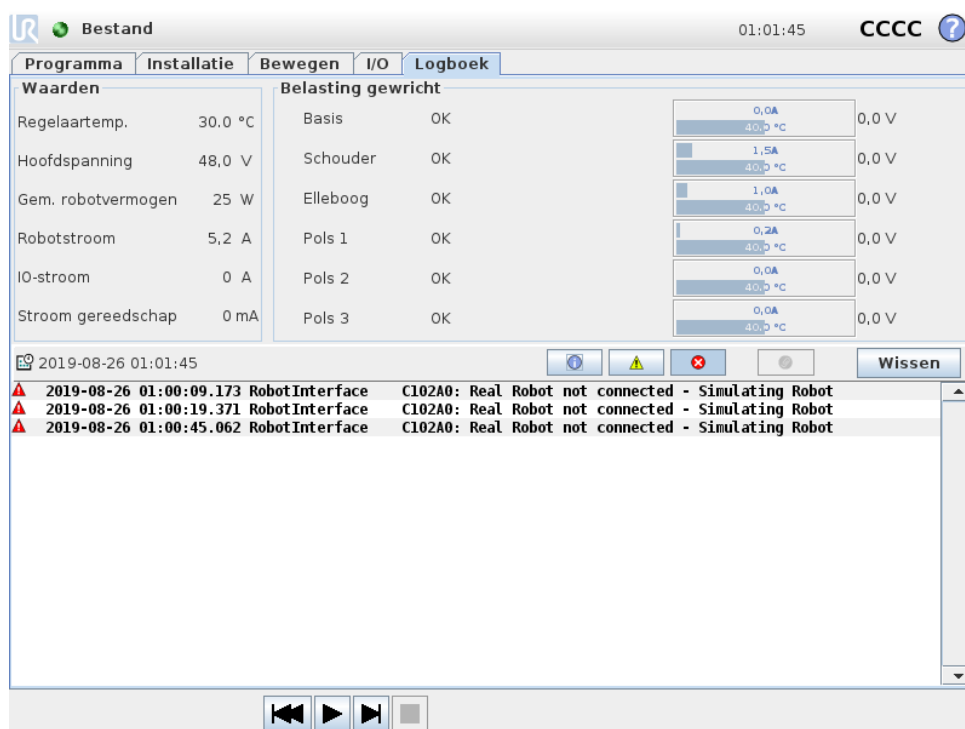
De robotarm wordt automatisch opgestart. Bij de opgegeven transitie van het externe ingangssignaal, wordt de robotarm volledig opgestart, ongeacht het scherm dat wordt weergegeven.

De laatste fase van het opstarten is het loslaten van de remmen. Tijdens het loslaten van de remmen, maakt de robotarm een kleine beweging en een klikkend geluid. Daarnaast kunnen de remmen niet automatisch losgelaten worden als de geconfigureerde montage niet overeenkomt met de montage die op basis van de sensorgegevens gedetecteerd wordt. In dit geval moet de robot handmatig gestart worden in het initialisatieschermb (zie 11.5).

Bij het starten is het huidige ingangssignaalniveau niet gedefinieerd. Door een transitie te kiezen die aansluit op het signaalniveau bij opstarten, start de robotarm direct.

De automatische initialisatie werkt wanneer alleen de robotarm is uitgeschakeld.

13.16 Tab Log



Gezondheid robot Op de bovenste helft van het scherm wordt de 'gezondheid' van de robot-arm en de regelkast aangegeven.

De linkerkant van het scherm toont informatie met betrekking tot de regelkast, terwijl de rechterkant van het scherm informatie toont over de robotgewrichten. Elk gewricht toont de temperatuur van de motor en elektronica, de belasting van het gewricht en de spanning.

Robotlog Meldingen worden op de onderste helft van het scherm getoond. De eerste kolom toont de categorie van ernst van de logmelding. De tweede kolom toont de aankomsttijd van de melding. De volgende kolom toont de afzender van de melding. In de laatste kolom staat de melding zelf. Meldingen kunnen gefilterd worden door de schakelknoppen te selecteren die overeenkomen met de ernst van de logmelding. Bovenstaand figuur toont dat fouten worden weergegeven terwijl informatie- en waarschuwingmeldingen gefilterd worden. Sommige logmeldingen zijn bedoeld om meer informatie te verstrekken door het logitem te openen.

13.16.1 Foutrapporten opslaan

Als er een fout optreedt in PolyScope, wordt er een logboek van de fout gegenereerd. In het tabblad Logboek kunt u gegenereerde rapporten bijhouden en/of exporteren naar een USB-station (zie 13.16). De volgende lijst met fouten kan worden bijgehouden en geëxporteerd:

- Fout
- Interne PolyScope-uitzonderingen
- Beschermende stop
- Onverwerkte uitzondering URCap

- Overtreding

Het geëxporteerde rapport bevat een gebruikersprogramma, een logboek met geschiedenis, een installatie en een lijst met draaiende services.

Foutrapport Als er een paperclip-pictogram verschijnt op de lijn van het logboek, dan is er een gedetailleerd statusrapport beschikbaar.

- Selecteer een lijn van het logboek en tik op de knop Rapport Opslaan om het rapport naar een USB-station op te slaan.
- Het rapport kan worden opgeslagen terwijl een programma draait.



OPMERKING:

Het oudste rapport wordt verwijderd wanneer er een nieuwe wordt gegenereerd. Alleen de vijf meest recente rapporten worden opgeslagen.

13.17 Scherm Laden

Op dit scherm geeft u aan welk programma er geladen moet worden. Er zijn twee versies van dit scherm: een die moet worden gebruikt als u gewoon een programma wilt laden en uitvoeren, en een die wordt gebruikt wanneer u een programma daadwerkelijk wilt bewerken.



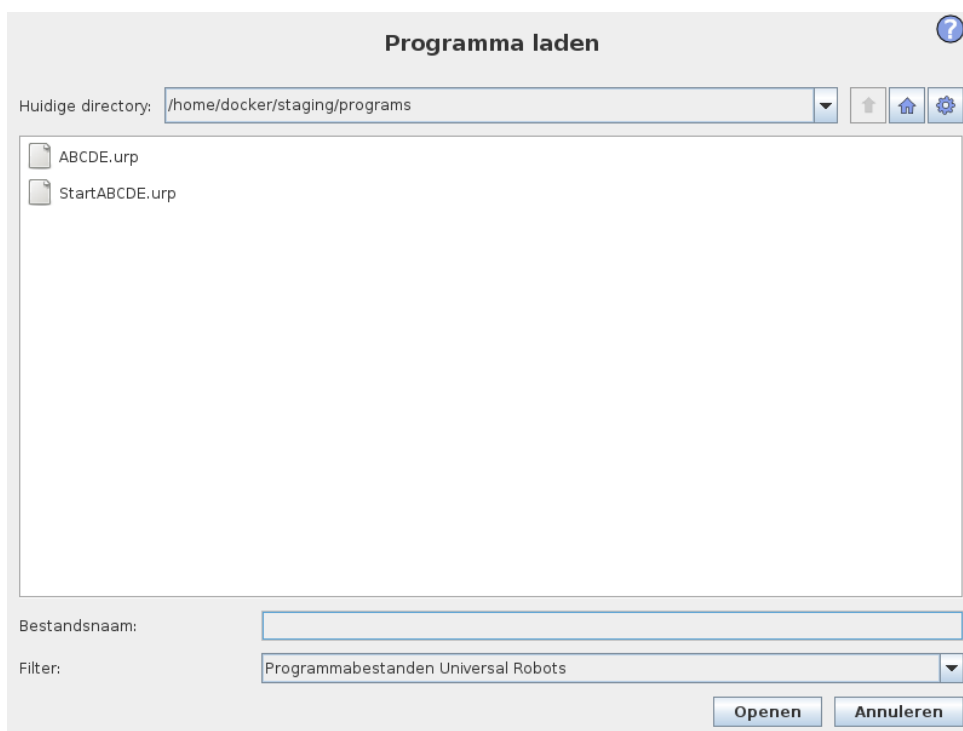
OPMERKING:

Het uitvoeren van een programma vanaf een USB-station wordt niet aangeraden. Om een programma uit te voeren dat is opgeslagen op een USB-station, laadt u het eerst en slaat u het vervolgens op in de map met lokale programma's met behulp van de optie **Opslaan als...** in het menu **Bestand**.

Het belangrijkste verschil zit hem in wat de gebruiker kan doen. In het basisscherm Laden kan de gebruiker alleen bestanden openen - maar ze niet wijzigen of verwijderen. Daarnaast mag de gebruiker de directorystructuur die onder de map programma's hangt, niet verlaten. De gebruiker kan wel naar een subdirectory gaan, maar kan niet hoger komen dan de map programma's

Daarom moeten alle programma's in de map programma's en/of submappen onder de programmamap geplaatst worden.

Opzet scherm



Deze afbeelding toont het scherm Laden. Dit bestaat uit de volgende belangrijke gebieden en knoppen:

Locatie-historie De locatie-historie toont een lijst met de locaties die naar de actuele locatie leidt. Dit houdt in dat alle bovenliggende directory's tot en met de root van de computer worden weergegeven. Hier ziet u dat u wellicht niet alle directory's boven de programmamap kunt openen.

Door een mapnaam in de lijst te selecteren, wijzigt het laaddialoogvenster in die directory en wordt het weergegeven in de bestandsselectiegebied (zie 13.17).

Bestandsselectiegebied In dit deel van het dialoogvenster staat de inhoud van het betreffende gebied. Dit biedt de gebruiker de mogelijkheid een bestand te selecteren door één keer op de naam te klikken om het bestand te openen of door te dubbelklikken op de naam.

Directory's kunnen geselecteerd te worden via het lang indrukken van ongeveer 0,5 s. Een map openen en de inhoud weergeven, wordt gedaan door er eenmaal op te klikken.

Bestandsfilter Met behulp van de filter kunt u de weergegeven bestanden beperken tot het soort bestanden dat u wenst. Als u kiest voor **Reservebestanden**, worden in het bestandsselectiegebied de 10 meest recente opgeslagen versies van ieder programma weergegeven, waarbij .old0 de nieuwste is en .old9 de oudste.

Bestandsveld Hier wordt het actueel geselecteerde bestand aangegeven. De gebruiker kan de bestandsnaam handmatig invoeren door op het toetsenbordpictogram rechts van het veld te

klikken. Hierdoor wordt een toetsenbord op het scherm weergegeven waarin de gebruiker de bestandsnaam direct op het scherm kan invoeren.

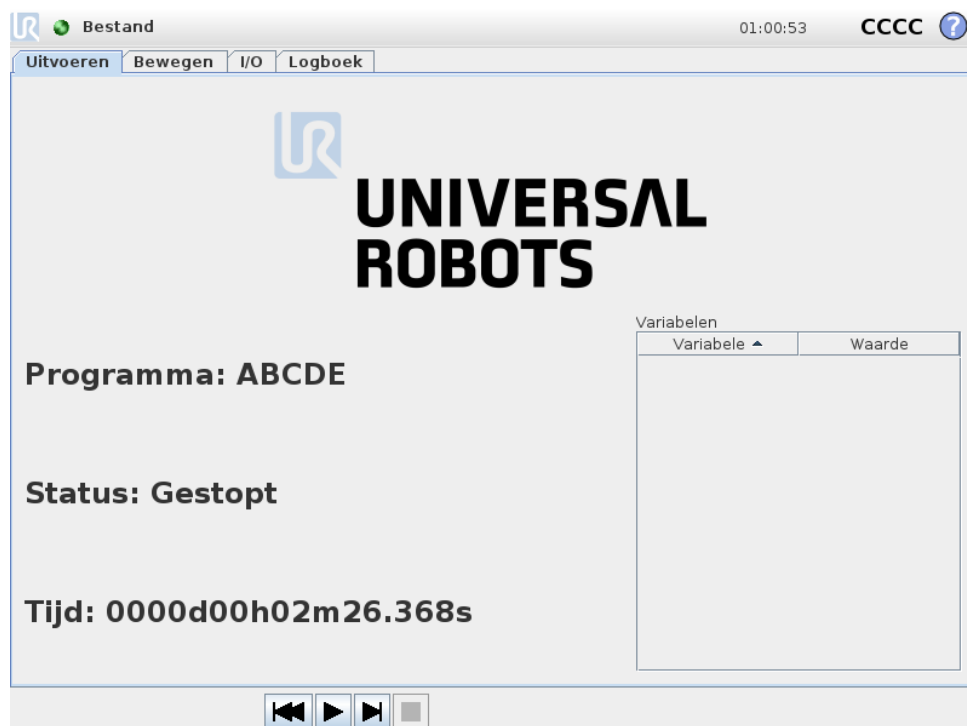
Knop Openen Als u klikt op de knop Openen wordt het momenteel geselecteerde bestand geopend en keert u terug naar het vorige scherm.

Knop Annuleren Door op de knop Annuleren te klikken stopt u het huidige laadproces en schakelt het scherm naar de vorige afbeelding.

Actieknoppen Een reeks knoppen biedt de gebruiker de mogelijkheid een aantal van de acties uit te voeren die normaal gesproken geopend worden door met de rechtermuisknop op een bestandsnaam in een conventioneel bestandsdialoogvenster te klikken. Daarnaast bestaat ook nog de mogelijkheid naar boven te bewegen in de directorystructuur en direct naar de programmamap te gaan.

- Omhoog: Ga naar de bovenliggende directory. De knop wordt in twee gevallen niet geactiveerd: wanneer de huidige directory de bovenste directory is of als het scherm in de beperkte modus staat en de huidige directory de programmamap is.
- Ga naar programmamap: Ga naar het beginscherm
- Acties: Acties als directory aanmaken, bestand verwijderen enz.

13.18 Tab Uitvoeren



Dit tabblad biedt een hele eenvoudige mogelijkheid om de robotarm en regelkast te bedienen met zo weinig mogelijk knoppen en opties. Dit kan handig zijn in combinatie met wachtwoordbescherming van het programmeergedeelte van PolyScope (zie 15.3). Zo maakt u van de robot een gereedschap dat uitsluitend vooraf geschreven programma's kan uitvoeren.

Daarnaast kan op deze tab een standaardprogramma automatisch geladen en gestart worden op basis van een randovergang met een extern ingangssignaal (zie 13.15). De combinatie van automatisch laden en starten van een standaardprogramma en automatisch initialiseren bij starten kan bijvoorbeeld gebruikt worden voor het integreren van de robotarm in andere machines.

14 Programmeren

14.1 Nieuw programma



Een nieuw robotprogramma kan beginnen met een *sjabloon* of met een bestaand (opgeslagen) robotprogramma. Een *sjabloon* kan de algehele programmastructuur leveren. U hoeft dan alleen de details van het programma in te vullen.

14.2 Tab Programma



Het tabblad Programma toont het programma dat momenteel bewerkt wordt.

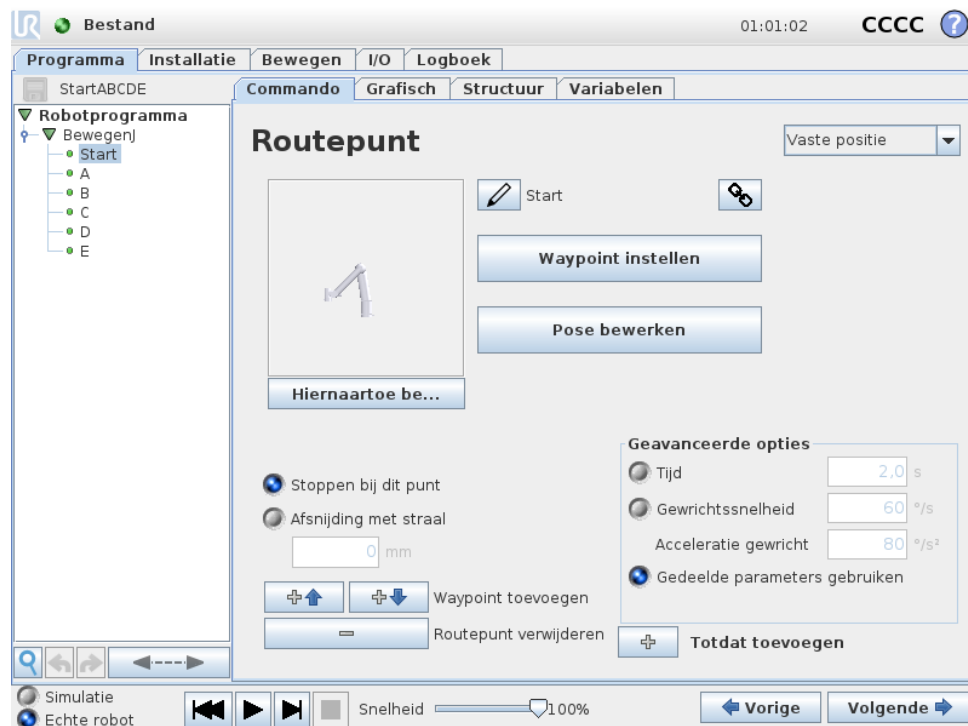
14.2.1 Programmastructuur

De **programmastructuur** links op het scherm geeft het programma weer als een lijst commando's, terwijl het gebied rechts op het scherm informatie weergeeft met betrekking tot het actuele commando.

Het actuele commando wordt geselecteerd door te klikken in de commandolijst of door gebruik te maken van de knoppen **Vorige** en **Volgende** rechtsonder op het scherm. Commando's kunnen worden toegevoegd of verwijderd op het tabblad **Structuur**. De programmaam wordt meteen boven de commandolijst weergegeven, met een klein schijfpictogram waar u op kunt klikken om het programma snel op te slaan.

In de programmastructuur wordt het commando gemarkeerd dat op dit moment wordt uitgevoerd zoals beschreven in 14.2.2.

14.2.2 Indicatie programma-uitvoering



De **programmastructuur** bevat visuele hints die over het commando informeren dat op dit moment door de robotcontroller wordt uitgevoerd. Links van het commandopictogram wordt een klein  indicatiepictogram weergegeven en de naam van het uitvoerende commando en eventuele commando's die waarvan dit commando een subcommando is (normaal gesproken geïdentificeerd door de  /  commandopictogrammen) zijn in het blauw gemarkeerd. Zo kan de gebruiker het uitvoerende commando in de structuur gemakkelijker vinden. Als de robotarm bijvoorbeeld naar een waypoint beweegt, wordt het overeenkomende subcommando met het  pictogram gemarkeerd en zijn naam samen met de naam van het Bewegen-commando (zie 14.4) waartoe het behoort, worden in het blauw getoond. Als het programma gepauzeerd wordt, markeert de indicator van programma-uitvoering het laatste commando dat werd uitgevoerd. Als u op de knop drukt met het  pictogram onder de programmastructuur, wordt overgegaan op het huidige of laatst uitgevoerde commando in de structuur. Als op een commando geklikt wordt terwijl een programma wordt uitgevoerd, blijft het tabblad **Commando** de informatie tonen die op het geselecteerde commando betrekking heeft. Als u op de knop  drukt, toont het tabblad **Commando** voortdurende informatie over op dit moment uitgevoerde commando's.

14.2.3 Zoekknop

Tik op de  om in de programmastructuur te zoeken. Als u hierop klikt kan een zoektekst worden ingevoerd en programmaknooppunten die overeenkomen lichten geel op. Daarnaast zijn er navigatieknoppen om door de overeenkomsten te navigeren. Druk op het pictogram  om de zoekmodus te verlaten. Let op: De programmastructuur moet worden uitgevouwen voor toegang tot de extra navigatieknoppen.

14.2.4 Knoppen Ongedaan maken/Opnieuw

De knoppen met de pictogrammen  en  op de werkbalk onderaan de programmastructuur dienen voor het ongedaan maken of opnieuw uitvoeren van veranderingen in de programmastructuur en in de commando's daarvan.

14.2.5 Programmadaashboard

Het onderste deel van het scherm is het *Dashboard*. Het *Dashboard* bevat een reeks knoppen zoals oude cassetterecorders die kenden. Hiermee kunnen programma's worden gestart en gestopt, stapsgewijs worden doorlopen (single-stepping) en opnieuw worden gestart. Met de *snelheidsschuifbalk* kunt u de snelheid van het programma op elk gewenst moment aanpassen. Dit werkt direct door in de snelheid waarmee de robot beweegt. Daarnaast toont de *snelheidsschuifbalk* in real time de relatieve snelheid waarop de robotarm beweegt, rekening houdend met de veiligheidsinstellingen. Het aangegeven percentage is de maximaal haalbare snelheid voor het programma dat uitgevoerd wordt zonder dat het veiligheidslimieten worden overtreden.

Links van het *Dashboard* wisselt u met de knoppen *Simulatie* en *Echte robot* tussen het uitvoeren van het programma in een simulatie of het uitvoeren van het programma in de echte robot. Bij simulatie beweegt de robotarm niet. Zodoende kan deze zichzelf of apparatuur in de omgeving niet beschadigen door botsingen. Gebruik de simulatie om programma's te testen als u twijfelt over wat de robotarm zal gaan doen.



GEVAAR:

1. Zorg dat u buiten het werkbereik van de robot blijft wanneer de knop *Afspelen* ingedrukt wordt. De beweging die u het geprogrammeerd kan anders zijn dan verwacht.
2. Gebruik de knop *Stop* alleen als het absoluut noodzakelijk is. Zorg dat u buiten het werkbereik van de robot blijft wanneer de knop *Stop* ingedrukt wordt.
3. Zorg dat u het programma altijd test door de snelheid te verlagen met de *snelheidsschuifbalk*. Logische programmafouten die gemaakt worden door de integrator kunnen onverwachte bewegingen van de robotarm tot gevolg hebben.
4. Wanneer een noodstop of beschermende stop heeft plaatsgevonden, stopt het robotprogramma. Het kan worden hervat zolang een gewricht zich niet meer dan 10° heeft verplaatst. Door op *Afspelen* te drukken, beweegt de robot langzaam terug op het traject en gaat verder met de uitvoering van het programma.

Tijdens het schrijven van het programma wordt de daaruit voortvloeiende beweging van de robotarm weergegeven met een 3D-tekening op het tabblad, omschreven in 14.30.

Naast ieder programmacommando ziet u een klein pictogram dat rood, geel en groen kan zijn. Een rood pictogram betekent dat er een fout in het commando zit, geel betekent dat het com-

mando nog niet af is en groen betekent dat alles in orde is. Een programma kan alleen worden uitgevoerd als alle commando's groen zijn.

14.3 Variabelen

Een robotprogramma kan gebruik maken van variabelen voor het opslaan en bijwerken van verschillende waarden tijdens uitvoer. Er zijn twee soorten variabelen beschikbaar:

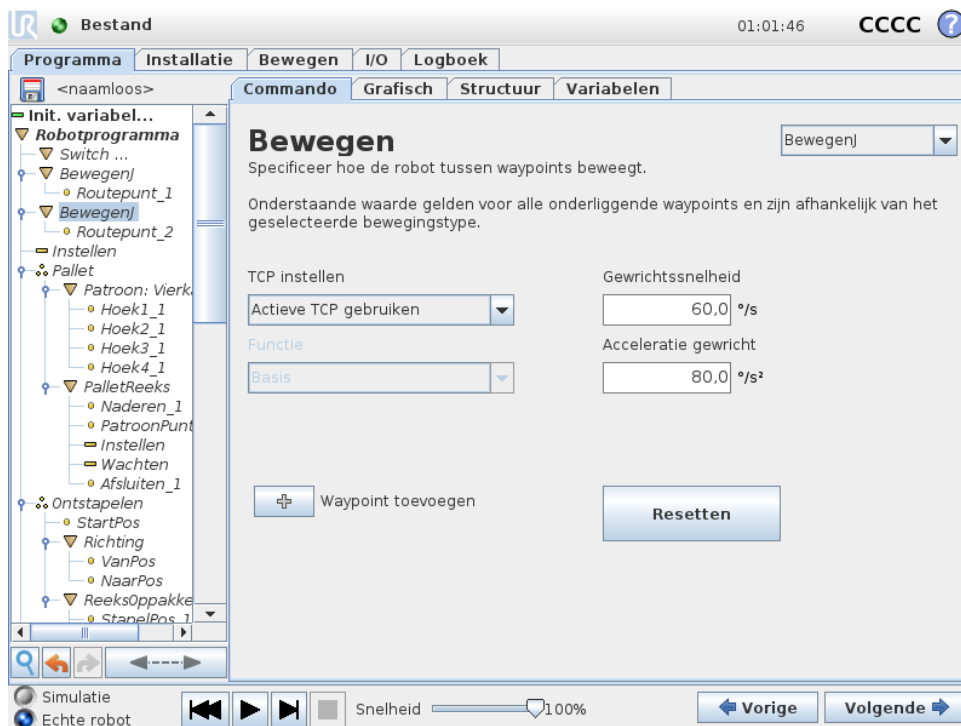
Installatievariabelen: Deze kunnen door meerdere programma's gebruikt worden en hun naam en waarden blijven bestaan tijdens de robotinstallatie (zie 13.10). Installatievariabelen behouden hun waarde nadat de robot en regelkast opnieuw zijn opgestart.

Reguliere programmavariabelen: Deze zijn alleen beschikbaar voor het draaiende programma en de waarden gaan verloren zodra het programma gestopt wordt.

Typen variabelen:

<i>bool</i>	Een booleaanse variabele waarvan de waarde Waar of Onwaar is.
<i>int</i>	Een geheel getal binnen het bereik -2147483648 tot 2147483647 (32-bits).
<i>float</i>	Een zwevendekommagetal (decimaal) (32-bits).
<i>string</i>	Een reeks tekens.
<i>pose</i>	Een vector die de locatie en oriëntatie beschrijft in de cartesische ruimte. Dit is een combinatie van een positievector (x, y, z) en een rotatievector (rx, ry, rz) die de oriëntatie vertegenwoordigen, geschreven als $p[x, y, z, rx, ry, rz]$.
<i>list</i>	Een reeks variabelen.

14.4 Commando: Bewegen

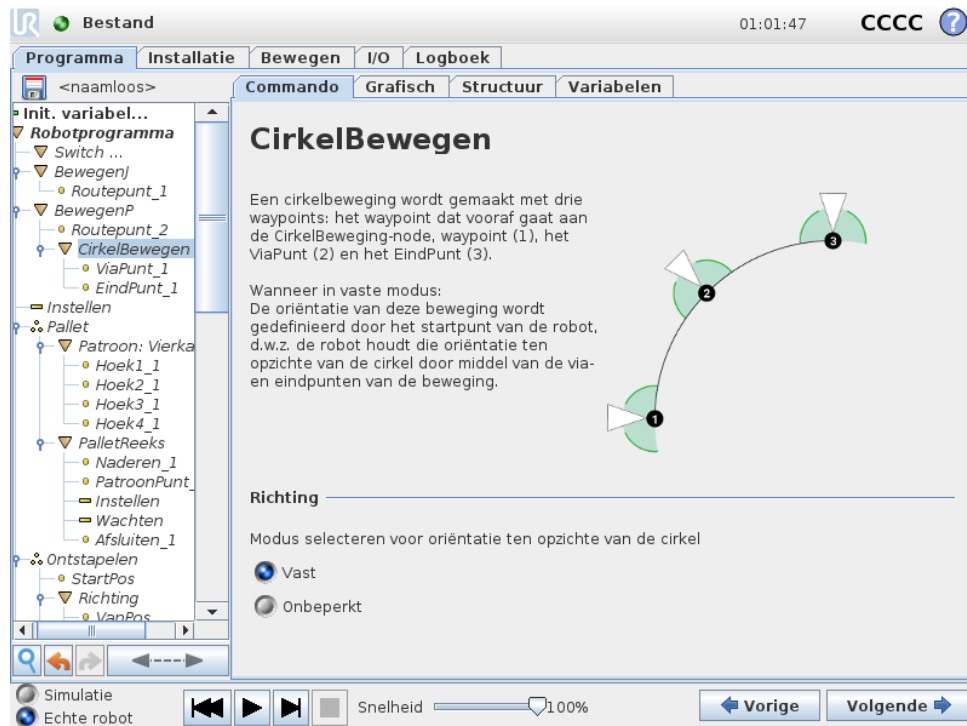


Het commando **Bewegen** stuurt de beweging van de robot aan langs de onderliggende waypoints. Waypoints moeten onder een Bewegen-commando staan. Het Bewegen-commando legt de acceleratie en de snelheid vast waarmee de robotarm beweegt tussen die waypoints.

Bewegingstypen

U kunt kiezen uit drie typen bewegingen: **BewegenJ**, **BewegenL** en **BewegenP**. Elke beweging wordt hieronder uitgelegd.

- **bewegenJ** maakt bewegingen die in de **gewrichtsruimte** van de robotarm worden berekend. Elk gewricht wordt tegelijkertijd aangestuurd naar de gewenste eindlocatie. Dit type beweging leidt tot een curvetraject voor het gereedschap. De gedeelde parameters die op dit type beweging van toepassing zijn, zijn de maximale gewrichtssnelheid en gewrichtsacceleratie, aangegeven in respectievelijk deg/s en deg/s^2 . Als de robotarm snel moet bewegen tussen waypoints zonder rekening te houden het traject van het gereedschap tussen die waypoints, kunt u het beste kiezen voor dit bewegingstype.
- **bewegenL** beweegt het Tool Center Point (TCP) lineair tussen waypoints. Dat betekent dat ieder gewricht een gecompliceerdere beweging uitvoert om het gereedschap op een traject over een rechte lijn te houden. De gedeelde parameters die kunnen worden ingesteld voor dit bewegingstype zijn de gewenste snelheid en acceleratie voor het gereedschap, gespecificeerd in respectievelijk mm/s en mm/s^2 , en tevens een element.
- **bewegenP** beweegt het gereedschap lineair met een constante snelheid en met ronde afsnijdingen. Dit is nodig voor bepaalde procesbewerkingen, zoals lijm- of afgiftebewerkingen. De grootte van de afsnijstraal is standaard een gedeelde waarde voor alle waypoints. Bij een kleinere waarde maakt het traject een scherpere bocht, terwijl een hogere waarde het traject vloeiender maakt. Terwijl de robotarm op constante snelheid langs de waypoints beweegt, kan de regelkast van de robot niet wachten op een I/O-bewerking of een handeling van de operator. Als dat gebeurt, kan de beweging van de robotarm stoppen of kan er een beschermende stop optreden.
- **Cirkel bewegen** kan aan een **bewegenP** worden toegevoegd om een circulaire beweging te maken. De robot start de beweging van zijn huidige positie of startpunt, beweegt door een **ViaPunt** dat is gespecificeerd op de cirkelboog, en een **EindPunt** dat de circulaire beweging afsluit.
Een modus wordt gebruikt voor de berekening van gereedschapsoriëntatie aan de hand van de cirkelboog. De modus kan:
 - Vast zijn: alleen het startpunt wordt gebruikt om de gereedschapsoriëntatie te definiëren
 - Onbeperkt zijn: het startpunt verandert naar het **EindPunt** om de gereedschapsoriëntatie te bepalen



Gedeelde parameters

De gedeelde parameters rechtsonder in van het Bewegen gelden voor de beweging van de vorige positie van de robotarm naar het eerste waypoint onder het commando en van daaruit naar elk van de volgende waypoints. De instellingen voor een Bewegen-commando gelden niet voor het traject *vanaf* het laatste waypoint onder dat Bewegen-commando.

TCP-selectie

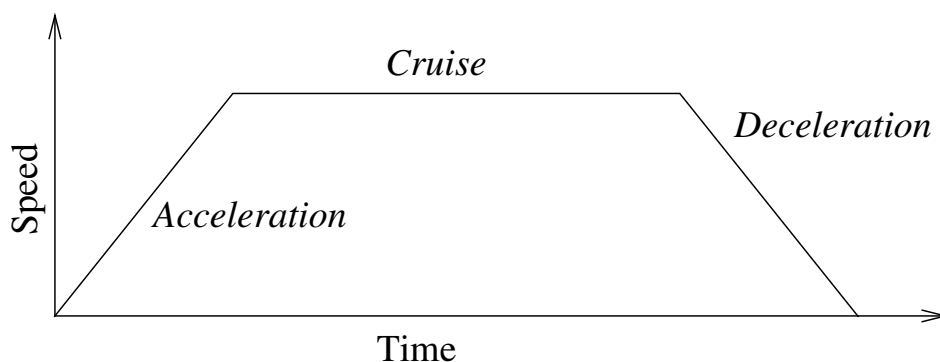
Het voor de waypoints onder dit Bewegen-commando gebruikte TCP kan geselecteerd worden uit het afrolmenu. Het is mogelijk om te selecteren uit door de gebruiker ingestelde TCP's van de installatie, de actieve TCP of gewoon met behulp van de gereedschapsflens. Als een door de gebruiker ingestelde TCP of de actieve TCP is geselecteerd, zal de beweging onder dit Bewegen-commando ten opzichte hiervan worden aangepast. Als **Gereedschapsflens gebruiken** is geselecteerd, wordt er geen TCP gebruikt en is de beweging onder dit Bewegen-commando ten opzichte van de gereedschapsflens (d.w.z. geen aanpassingen aan de beweging).

Als het actieve TCP voor deze beweging tijdens de runtime van het programma bepaald wordt, moet het dynamisch worden ingesteld m.b.v. het Set-commando (zie 14.11) of aan de hand van scriptopdrachten. Zie voor meer informatie over de configuratie van TCP's met namen 13.6.

Selectie van element

De elementruimte waarin de waypoints voor het commando Bewegen moeten worden weergegeven bij het specificeren van deze waypoints (zie paragraaf 13.12). Dat betekent dat het programma bij het instellen van een waypoint de gereedschapscoördinaten zal onthouden in de elementruimte voor het geselecteerde element. Er zijn enkele omstandigheden die nadere uitleg behoeven:

Relatieve waypoints: Het geselecteerde element heeft geen effect op relatieve waypoints. De relatieve beweging wordt altijd ten opzichte van de oriëntatie van de **Basis** uitgevoerd.

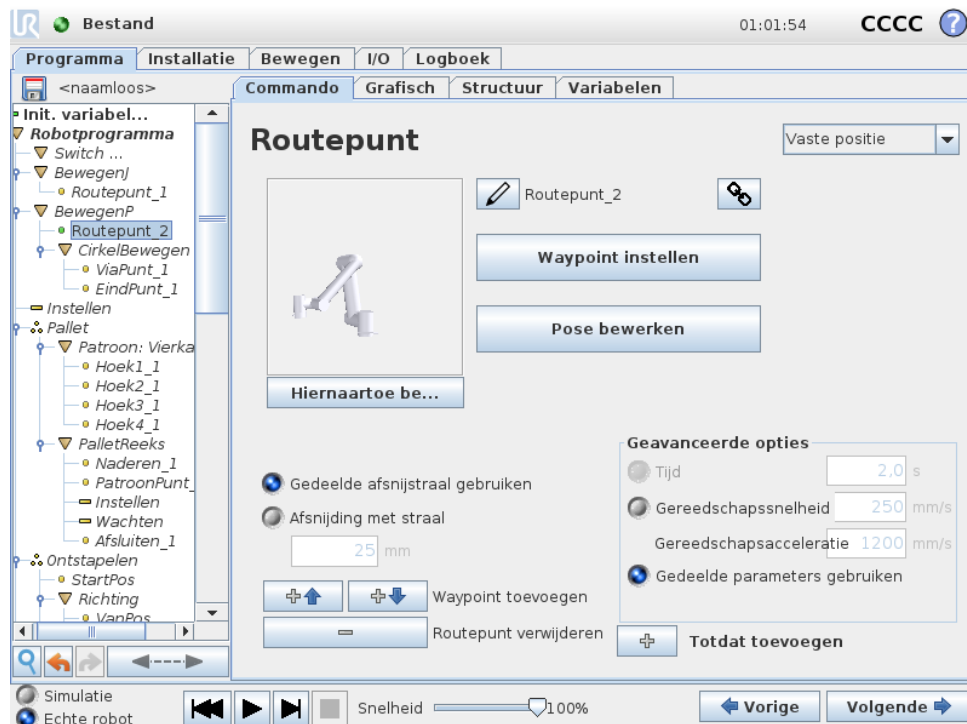


Figuur 14.1: Snelheidsprofiel voor een beweging. De curve is onderverdeeld in drie segmenten: *acceleratie*, *cruise* en *deceleratie*. Het niveau van de *cruise*-fase wordt ingesteld door de snelheidsinstelling van de beweging, en de steilheid van de *acceleratie*- en *deceleratie*-fases wordt ingesteld door de acceleratieparameter.

Variabele waypoints: Als de robotarm naar een variabel waypoint beweegt, wordt de Tool Center Point (TCP) berekend als de coördinaten van de variabele in de ruimte van het geselecteerde element. Daarom verandert de beweging van de robotarm voor een variabel waypoint als er een ander element wordt geselecteerd.

Variabel element: Als er in de momenteel geladen installatie sprake is van variabele elementen, kunnen de overeenkomstige variabelen ook worden geselecteerd in het menu Selectie van element. Als een elementvariabele (genoemd naar het element, met achtervoegsel “_var”) wordt geselecteerd, beweegt de robotarm (behalve de bewegingen naar **Relatieve waypoints**) in verhouding tot de feitelijke waarde van de variabele terwijl het programma draait. De initiële waarde van een elementvariabele is de waarde van het feitelijke element zoals deze in de installatie is geconfigureerd. Als deze waarde gewijzigd wordt, veranderen de bewegingen van de robot.

14.5 Commando: Vast waypoint



Een punt op het robottraject. Waypoints zijn de belangrijkste onderdelen van een robotprogramma. Zij geven aan waar de robotarm moet zijn. Een vaste waypoint wordt geprogrammeerd door de robotarm fysiek te verplaatsen naar de positie.

Waypoint instellen

Druk op deze knop om naar het scherm Bewegen te gaan, waar u de robotarmpositie voor dit waypoint kunt specificeren. Als het waypoint onder een Bewegen-commando in lineaire ruimte staat (**BewegenL** of **BewegenP**), moet er een geldig element geselecteerd zijn bij dat Bewegen-commando om de knop te kunnen indrukken.

Namen van waypoints

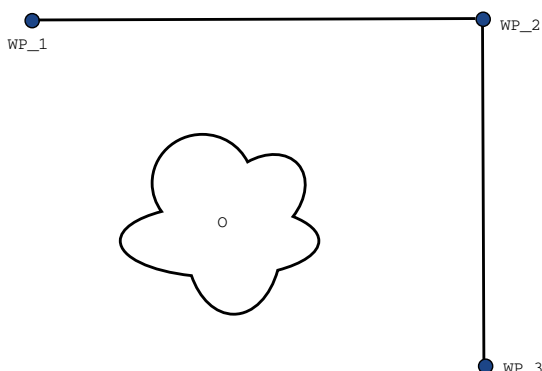
Waypoints krijgen automatisch een unieke naam. De naam kan door de gebruiker worden gewijzigd. Door het selecteren van het koppelingspictogram worden waypoints gekoppeld en delen ze positie-informatie. Andere waypointinformatie zoals afsnijstraal, snelheid gereedschap/gewricht en acceleratie gereedschap/gewricht is geconfigureerd voor individuele waypoints, ook al kunnen ze gekoppeld zijn.

Afsnijden

Aan de hand van afsnijden kan de robot de overgang tussen twee trajecten soepel laten verlopen, zonder noodzaak tot stoppen bij het waypoint ertussen.

Voorbeeld Denk aan een pak- en plaatstoepassing als voorbeeld (zie figuur 14.2), waarbij de robot zich momenteel bij Waypoint 1 (WP_1) bevindt en een voorwerp bij Waypoint 3

(WP_3) moet oppikken. Om botsingen met het voorwerp en andere obstakels te voorkomen (O) moet de robot WP_3 naderen in de richting vanuit Waypoint 2 (WP_2). Er worden dus drie waypoints geïntroduceerd om een pad te maken dat aan de eisen voldoet.



Figuur 14.2: WP_1: beginstand, WP_2: via-punt, WP_3: oppikpositie, O: obstakel.

Zonder de overige instellingen te configureren, stopt de robot bij elk waypoint voordat de beweging verder gaat. Voor deze taak is een stop bij WP_2 niet optimaal, omdat een soepele draai minder tijd en energie vergt en dit nog steeds aan de eisen voldoet. Het is zelfs acceptabel dat de robot niet precies WP_2 bereikt, zolang de overgang van het eerste traject naar het tweede in de buurt van deze positie gebeurt.

De stop bij WP_2 kan worden vermeden door afsnijden voor het waypoint te configureren, zodat de robot een soepele overgang naar het volgende traject berekent. De primaire parameter voor afsnijden is een straal. Wanneer de robot binnen de afsnijstraal van het waypoint is, kan deze met afsnijden beginnen en van het originele pad afwijken. Dit maakt snellere en soepelere bewegingen mogelijk, omdat de robot niet hoeft te vertragen en opnieuw te accelereren.

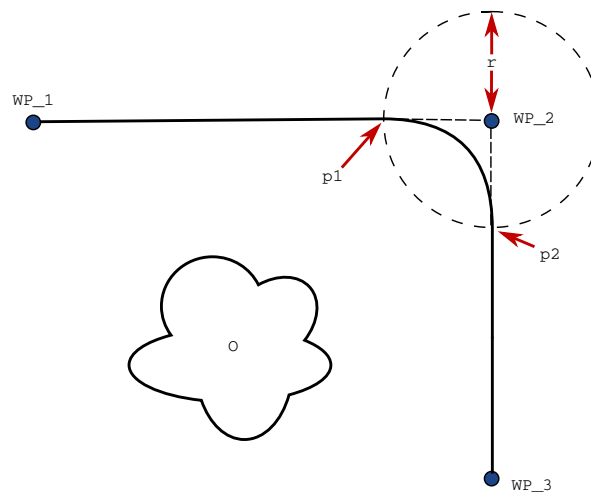
Afsnijparameters Afgezien van de waypoints zijn meerdere parameters van invloed op het afsnijtraject (zie figuur 14.3):

- de afsnijstraal (r)
- de begin- en eindsnelheid van de robot (op posities p1 en p2 respectievelijk)
- de bewegingstijd (bv. als een specifieke tijd voor een traject is ingesteld, is dit van invloed op de begin-/eindsnelheid van de robot)
- de trajecttypes waarnaartoe en waarvandaan moet worden afgesneden (BewegenL, BewegenJ)

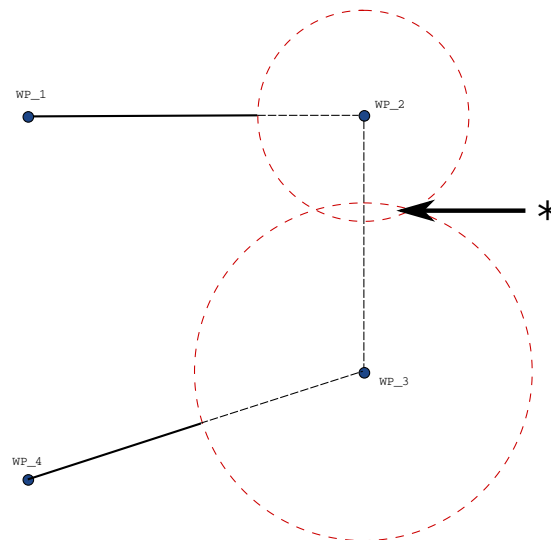
Als er een afsnijstraal wordt ingesteld, loopt het robotarmtraject vloeiend rond het waypoint, zodat de robotarm niet bij het punt hoeft te stoppen.

Afsnijdingen mogen elkaar niet overlappen. Het is dus niet mogelijk om een afsnijstraal in te stellen die overlapt met een afsnijstraal voor een voorgaand of volgend waypoint zoals afgebeeld in figuur 14.4.

Voorwaardelijke afsnijtrajecten Het afsnijtraject wordt beïnvloed door het waypoint waarop de afsnijstraal is ingesteld en de daarop volgende in de programmastructuur. Dat wil zeggen, in



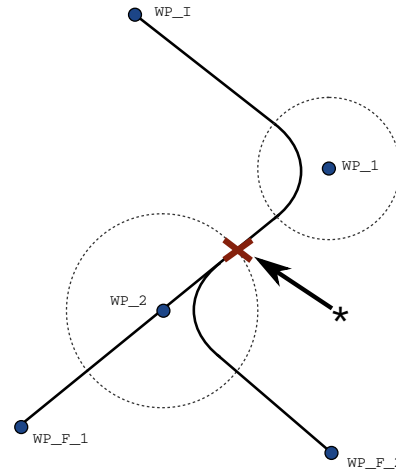
Figuur 14.3: Afsnijden over WP_2 met straal r , eerste afsnijdpositie op p1 en laatste afsnijdpositie op p2. O is een obstakel.



Figuur 14.4: Overlapping afsnijdstraal niet toegestaan (*).

het programma in figuur 14.5 wordt het afsnijden rond WP_1 beïnvloed door WP_2. Het gevolg hiervan wordt duidelijker wanneer in dit voorbeeld rond WP_2 wordt afgesneden. Er zijn twee mogelijke eindposities en om te bepalen bij welk volgende waypoint moet worden afgesneden, moet de robot de huidige lezing van de `digitale_ingang[1]` al evalueren wanneer deze de afsnijstraal betreedt. Dat betekent dat de **als...dan** expressie (of andere nodige instructies om het volgende waypoint te bepalen, bv variabele waypoints) geëvalueerd wordt voordat we WP_2 werkelijk bereiken. Dat lijkt enigszins af te wijken van wat we intuïtief zouden verwachten als we naar de programmasequentie kijken. Als het bij een waypoint gaat om een stoppunt en dit gevolgd wordt door voorwaardelijke expressies om de volgende waypoints te bepalen (bv. een I/O-commando) wordt het uitgevoerd wanneer de robotarm stopt bij het waypoint.

```
BewegenL
  WP_I
  WP_1 (afsnijden)
  WP_2 (afsnijden)
  als (digitale_ingang[1]) dan
    WP_F_1
  anders
    WP_F_2
```

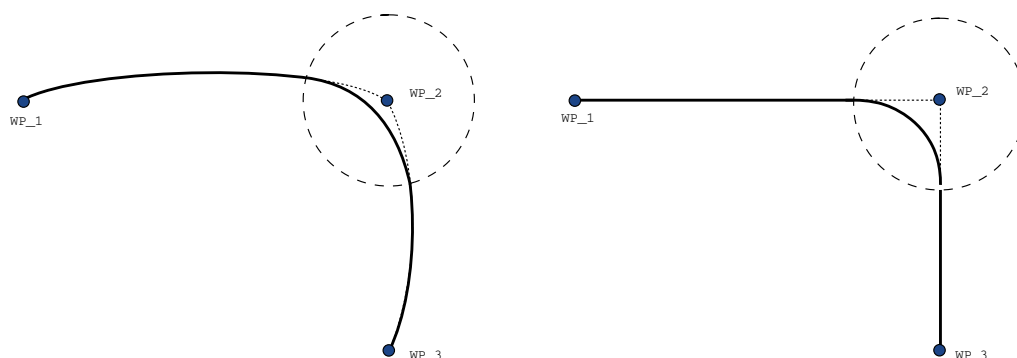


Figuur 14.5: WP_I is het eerste waypoint en er zijn twee potentiële laatste waypoints WP_F_1 en WP_F_2, afhankelijk van een voorwaardelijke expressie. De voorwaardelijke `als` expressie wordt geëvalueerd wanneer de robotarm de tweede afsnijding betreedt (*).

Combinaties trajecttypes Het is mogelijk om tussen alle vier combinaties van trajecttypes van **BewegenJ** en **BewegenL** af te snijden, maar de specifieke combinatie is wel van invloed op het berekende afsnijtraject. Er zijn 4 mogelijke combinaties:

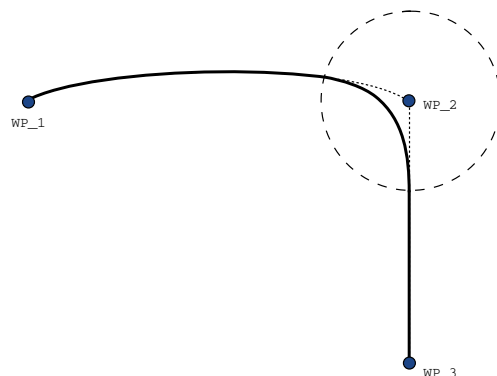
1. **BewegenJ** naar **BewegenJ** (Puur gewrichtsruimte afsnijden)
2. **BewegenJ** naar **BewegenL**
3. **BewegenJ** naar **BewegenJ** (Puur cartesische ruimte afsnijden)
4. **BewegenL** naar **BewegenJ**

Puur gewrichtsruimte afsnijden (punt 1) t.o.v. puur cartesische ruimte afsnijden (punt 3) wordt vergeleken in figuur 14.6. Het toont twee potentiële paden van het gereedschap voor identieke reeksen waypoints.



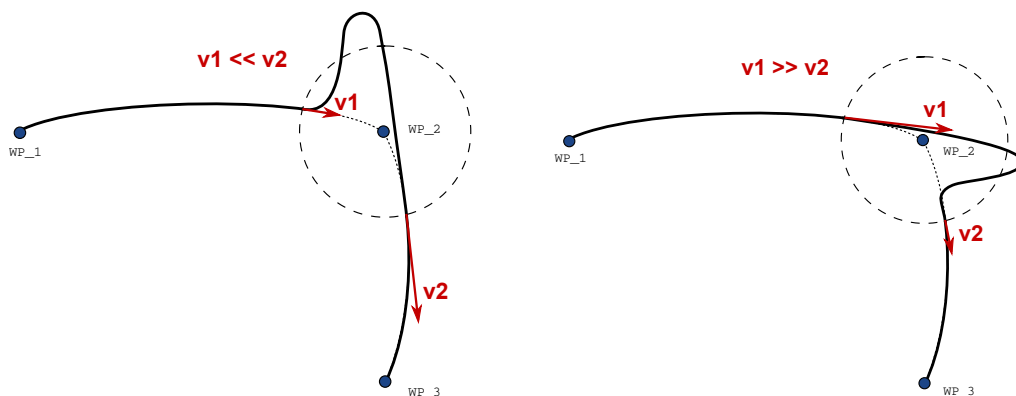
Figuur 14.6: Gewrichtsruimte (**BewegenJ**) t.o.v. cartesische ruimte (**BewegenL**) beweging en afsnijding.

Van de verschillende combinaties leveren punten 2, 3 en 4 trajecten op die binnen de grenzen van het originele traject in de cartesische ruimte liggen. Een voorbeeld van afsnijden tussen verschillende trajecttypes (punt 2) ziet u in figuur 14.7.



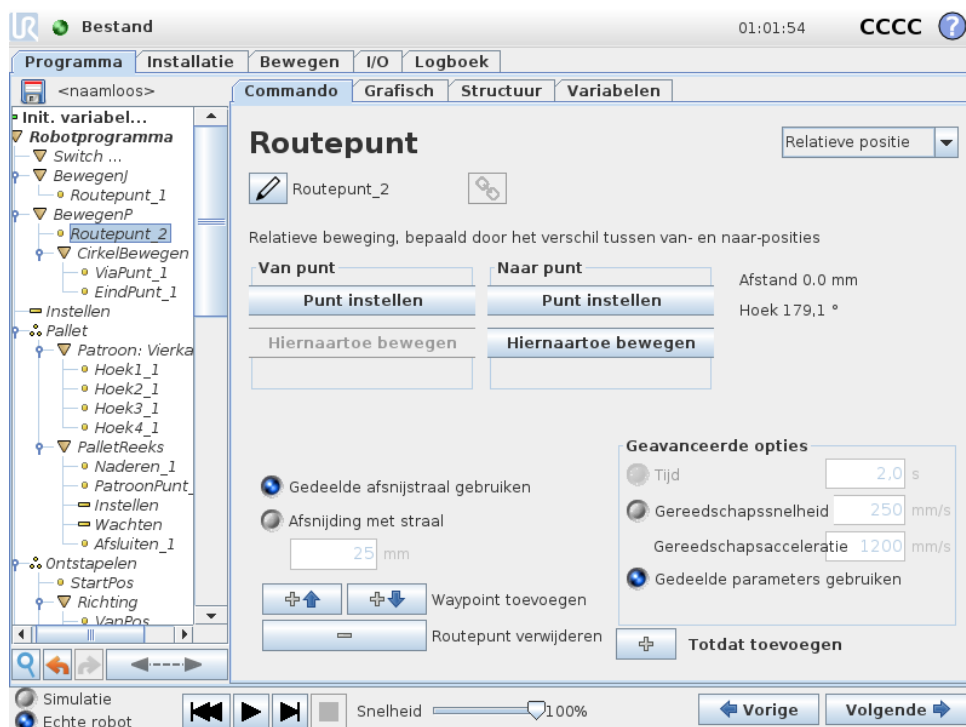
Figuur 14.7: Afsnijding van een beweging in gewrichtsruimte (BewegenJ) tot lineaire gereedschapsbeweging (BewegenL).

Puur gewrichtsruimte afsnijden (punt 1), kan zich echter op een manier gedragen die minder intuïtief is, omdat de robot zal proberen het soepelste traject in gewrichtssnelheid te bewerkstelligen, daarbij rekening houdend met de eisen voor snelheden en tijd. Daarom kunnen deze van de door de waypoints aangegeven koers afwijken. Dit is met name het geval als er belangrijke verschillen bestaan in de snelheid van het gewricht tussen de twee trajecten. *Let op:* als de snelheden erg verschillen (bijv. door geavanceerde instellingen op te geven - hetzij snelheid, hetzij tijd - voor een specifiek waypoint) kan dit in grote afwijkingen resulteren van het originele traject, zoals getoond in figuur 14.8. Als u tussen verschillende snelheden moet afsnijden en deze afwijking niet kunt accepteren, overweeg dan afsnijden in cartesische ruimte met gebruik van **BewegenL**.



Figuur 14.8: Afsnijding gewrichtsruimte wanneer eerste snelheid v_1 aanzienlijk lager is dan de laatste snelheid v_2 of het tegenovergestelde.

14.6 Commando: Relatief waypoint

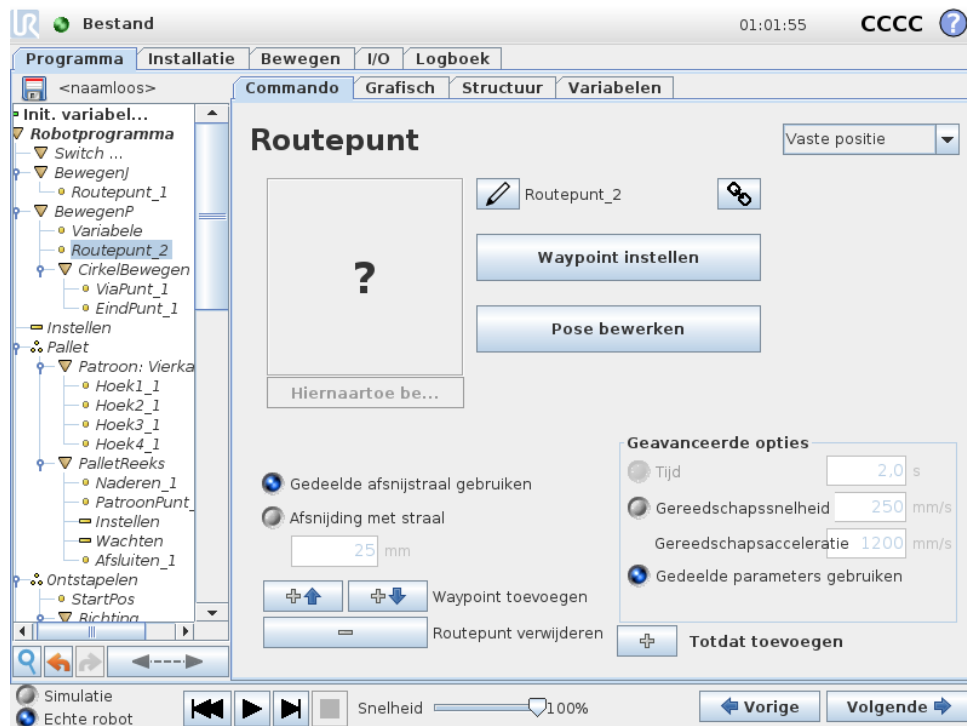


Een waypoint waarvan de positie wordt aangegeven ten opzichte van de vorige positie van de robotarm, bijvoorbeeld “twee centimeter naar links”. De relatieve positie wordt gedefinieerd als het verschil tussen de twee gegeven posities (van links naar rechts).

Let op: door herhaaldelijke relatieve posities kan de robotarm buiten zijn werkbereik komen.

De afstand is hier de cartesische afstand tussen de TCP in de twee posities. De hoek geeft aan hoe sterk de TCP-oriëntatie verandert tussen de twee posities. Nauwkeuriger gezegd: de lengte van de rotatievector die de verandering van de oriëntatie aangeeft.

14.7 Commando: Variabel waypoint



Een waypoint waarvan de positie wordt bepaald door een variabele, in dit geval `calculated_pos`.

De variabele moet een *positie* zijn, zoals

`var=p[0.5,0.0,0.0,3.14,0.0,0.0]`. De eerste drie zijn *x,y,z* en de laatste drie zijn de oriëntatie die wordt weergegeven als *rotatievector* gegeven door de vector *rx,ry,rz*. De lengte van de as is de draaihoek in radialen en de vector zelf geeft de as aan waaromheen wordt gedraaid. De positie wordt altijd in verhouding tot een referentiekader of coördinatenstelsel gegeven die afhangt van het geselecteerde element. Als een afsnijstraal is ingesteld op een vast waypoint en de waypoints daarvoor en daarna zijn variabel of als het afsnijpunt is ingesteld op een variabel waypoint, dan wordt de afsnijstraal niet gecontroleerd op overlapping (zie 14.5). Wanneer de afsnijstraal bij het uitvoeren van een programma een punt overlapt, negeert de robot dit en gaat verder met het volgende.

U kunt de robot als volgt 20 mm langs de z-as van het gereedschap bewegen:

```
var_1=p[0,0,0.02,0,0,0]
```

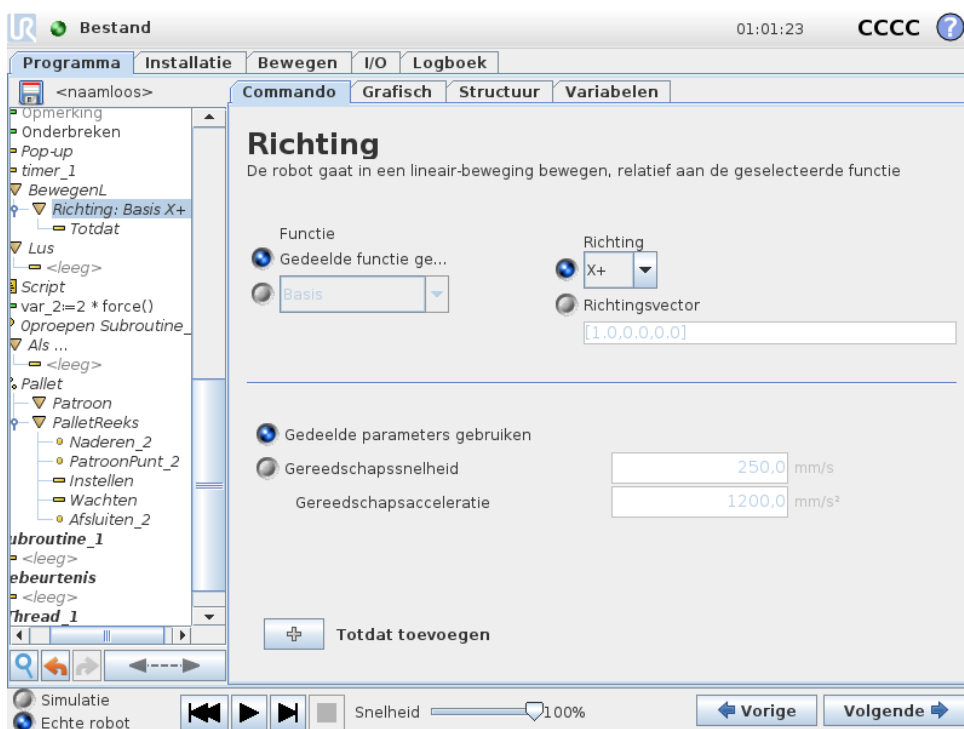
```
Bewegen1
```

```
Waypoint_1 (variabele positie):
```

```
Gebruik variabele=var_1, Element=Gereedschap
```

14.8 Commando: Richting

De programmanode *Richting* geeft een relatieve beweging ten opzichte van elementassen of TCP's aan. De robot beweegt langs het pad van de programmanode *Richting* tot de beweging wordt gestopt door een *Tot*-voorwaarde. U moet *Tot*-voorwaarden hebben om een *Richting*-beweging te stoppen. Tik op de knop *Tot toevoegen* om stopcriteria te definiëren.



Een Richting-beweging stoppen

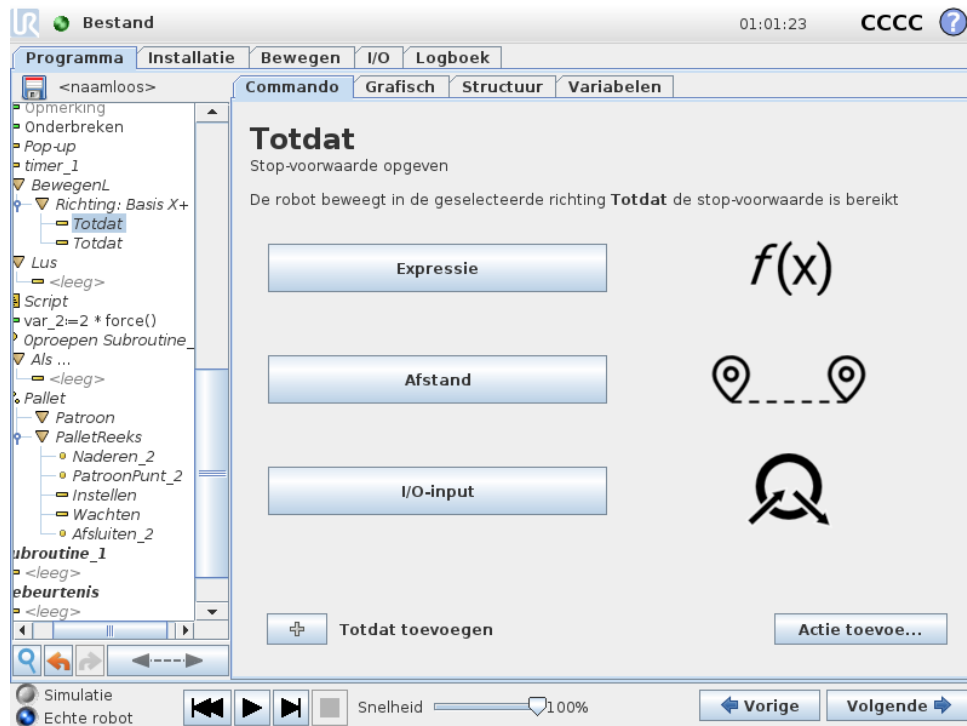
U kunt Richtingsvector-instellingen toevoegen voor **Snelheid gereedschap** en **Gereedschapsacceleratie** om de vectorrichting voor lineaire beweging te definiëren, zodat geavanceerd gebruik mogelijk is, zoals:

- het definiëren van een lineaire beweging relatief ten opzichte van meerdere elementassen
- het berekenen van de richting als een wiskundige expressie

De Richtingsvector definieert een aangepaste code-expressie die wordt opgelost als eenheidsvector. Bijvoorbeeld, bij een vector van [2,1,0] beweegt de robot twee eenheden in de X-richting voor elke eenheid in de Y-richting, relatief ten opzichte van de gespecificeerde snelheid.

14.9 Commando: Tot

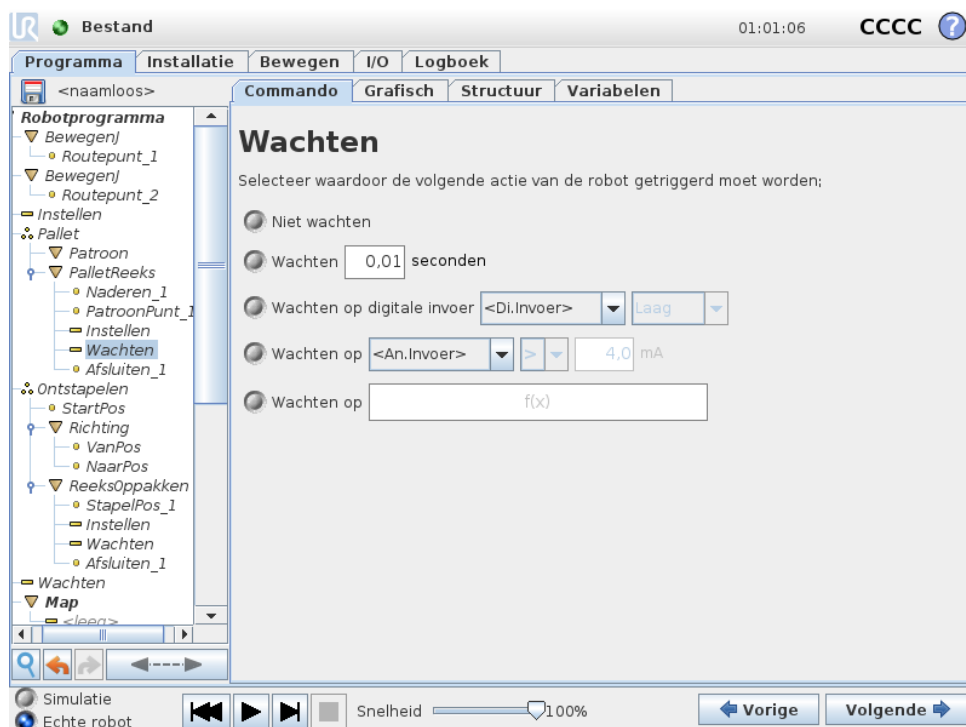
De programmanode **Tot** definieert een stopcriterium voor een beweging. De robot beweegt langs een pad en stopt wanneer contact wordt gedetecteerd.



In het **Tot**-veld kunt u de volgende stopcriteria definiëren:

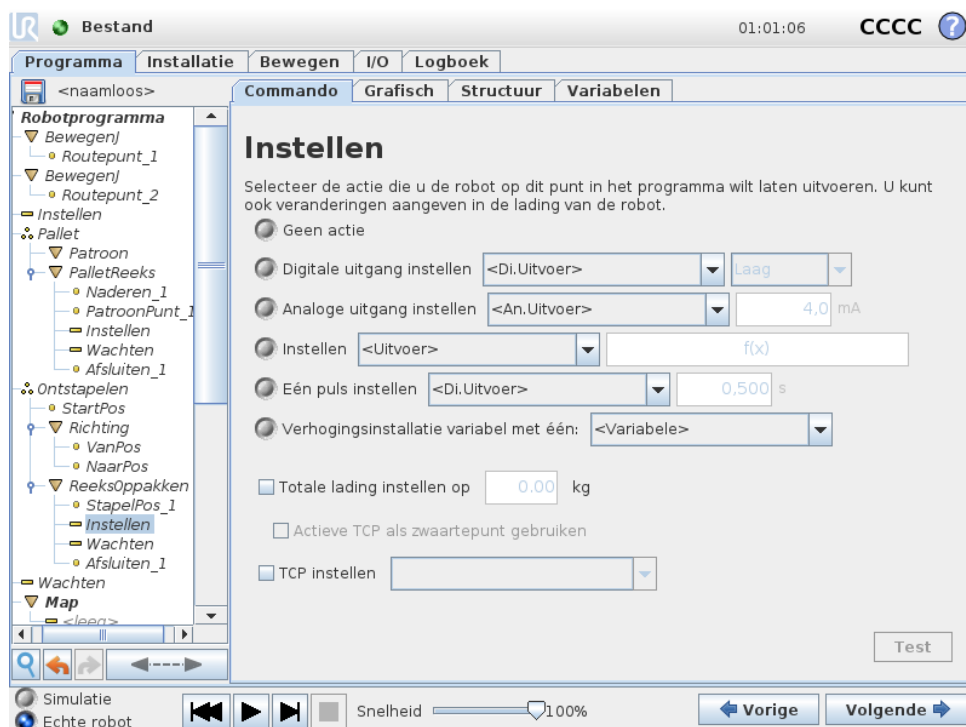
- **Actie toevoegen** Voeg programmanodes toe als aan een specifieke Tot-voorwaarde is voldaan. Als bijvoorbeeld een foutstatus wordt gedetecteerd, kan het programma worden gestopt met een Pop-up-node.
- **Afstand** Deze node kan worden gebruikt om een Richting-beweging te stoppen wanneer de robot een bepaalde afstand heeft afgelegd. De snelheid wordt verlaagd, zodat de robot precies op de afstand stopt.
- **Expressie** Deze node kan worden gebruikt om de beweging te stoppen vanwege een aangepaste programmaexpressie. U kunt I/O's, variabelen of scriptfuncties gebruiken om de stopvoorwaarde te definiëren.
- **I/O-ingang** U kunt deze node gebruiken om een signaalgestuurde beweging te stoppen via een I/O-ingang.

14.10 Commando: Wachten



Wachten pauzeert I/O-sigitaal of expressie gedurende een bepaalde tijd. Als **Niet wachten** is geselecteerd, wordt niets gedaan.

14.11 Commando: Instellen



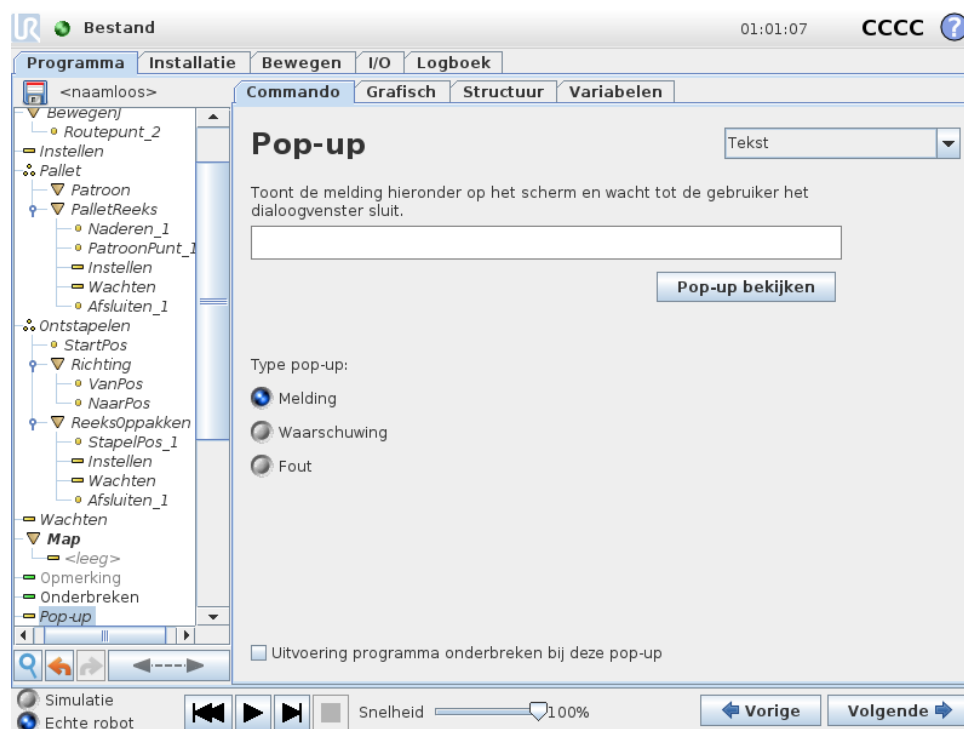
Hiermee stelt u digitale of analoge uitgangen in op een bepaalde waarde. Digitale uitgangen kunnen ook worden geconfigureerd om een enkele puls af te geven.

Gebruik het Set-commando om de nuttige lading van de robotarm in te stellen. U kunt het gewicht van de nuttige lading aanpassen om te voorkomen dat de robot een veiligheidsstop veroorzaakt wanneer het gewicht bij het gereedschap anders is dan de verwachte nuttige lading. Als het actieve TCP niet als zwaartepunt gebruikt moet worden, moet het vakje worden afgevinkt.

Het actieve TCP kan ook worden gewijzigd met behulp van een **Set**-commando door het vakje aan te vinken en een van de TCP-offsets te kiezen in het menu.

Als het actieve TCP voor een bepaalde beweging bekend is op het moment dat het programma geschreven wordt, kunt u de TCP-selectie op de kaart **Bewegen** gebruiken (zie 14.4). Zie voor meer informatie over de configuratie van TCP's met namen 13.6.

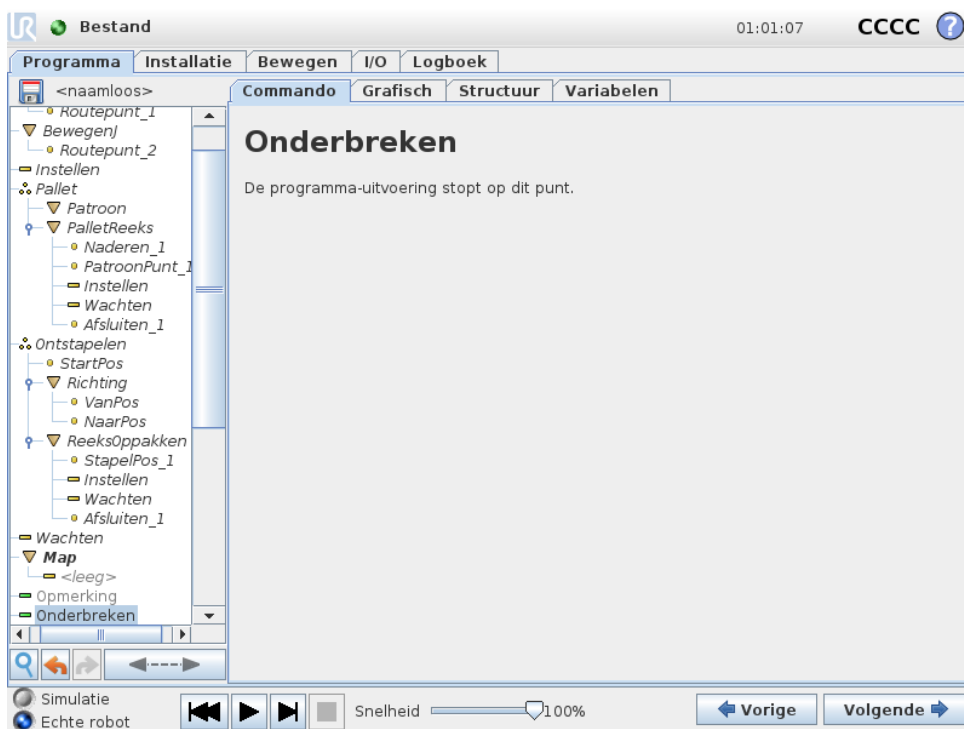
14.12 Commando: Pop-up



De pop-up is een melding die op het scherm verschijnt wanneer het programma bij dit commando aankomt. De stijl van de melding kan worden geselecteerd en de tekst zelf kan worden ingevoerd met het toetsenbord op het scherm. De robot wacht tot de gebruiker/operator de knop "OK" indrukt onder de pop-up en gaat daarna verder met het programma. Als "Uitvoering programma onderbreken" is geselecteerd, wordt het robotprogramma bij deze pop-up onderbroken.

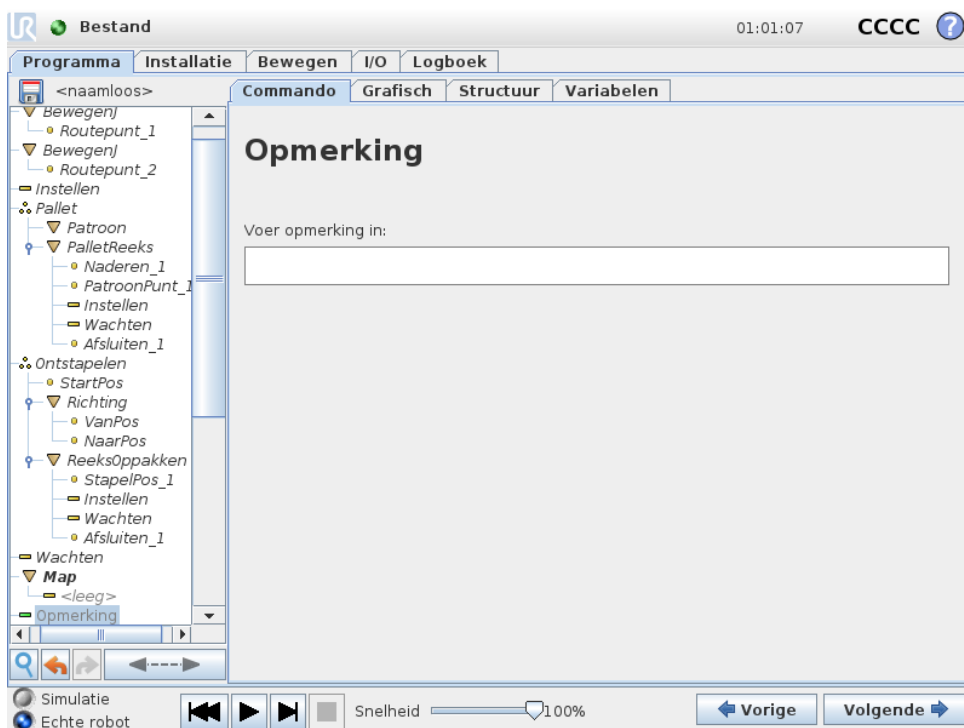
Let op: Berichten worden beperkt tot maximaal 255 tekens.

14.13 Commando: Onderbreken



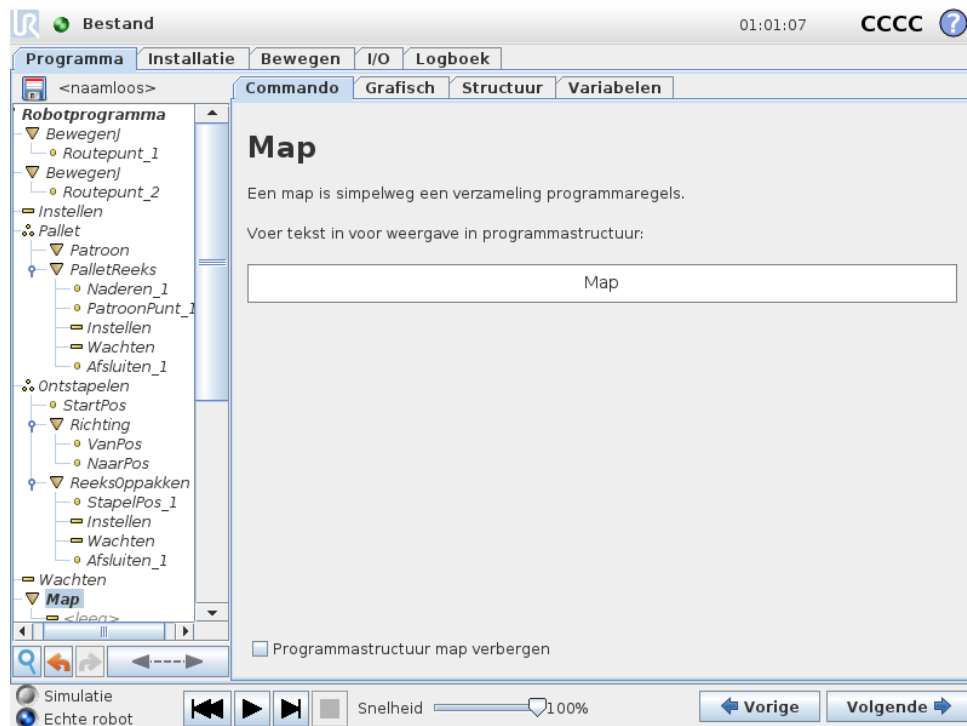
De uitvoering van het programma stopt op dit punt.

14.14 Commando: Opmerking



Biedt de programmeur de mogelijkheid om een regel tekst aan het programma toe te voegen. Deze regel tekst doet niets tijdens het uitvoeren van het programma.

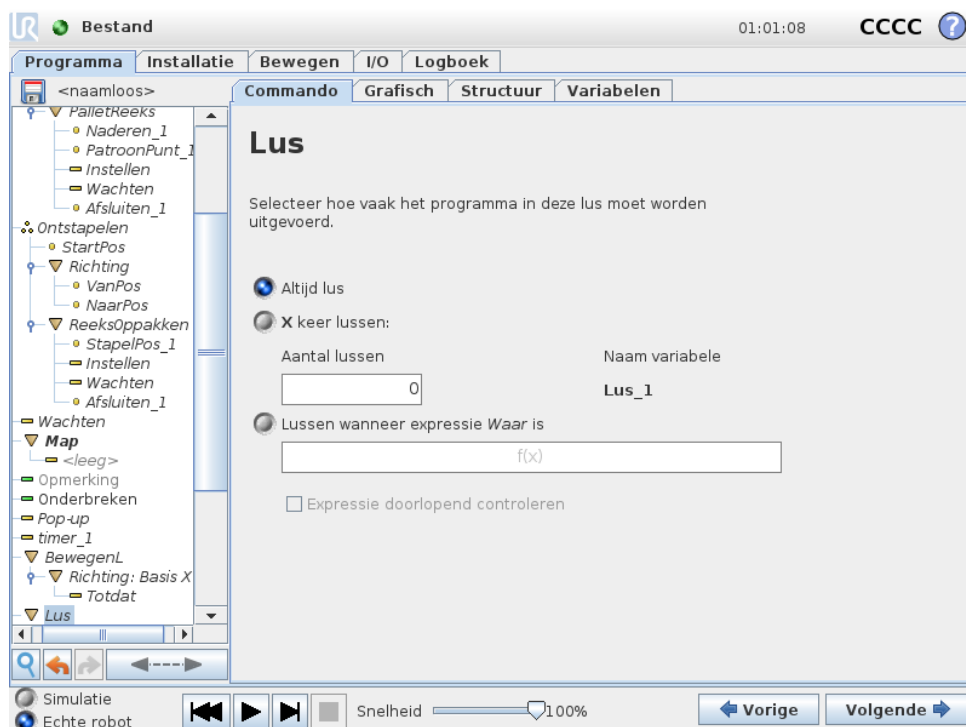
14.15 Commando: Map



Een **map** wordt gebruikt voor het organiseren en labelen van specifieke onderdelen van een programma, voor het opschonen van de programmastructuur en om het lezen en navigeren in het programma eenvoudiger te maken.

Mappen hebben geen invloed op het programma en het uitvoeren ervan.

14.16 Commando: Lus

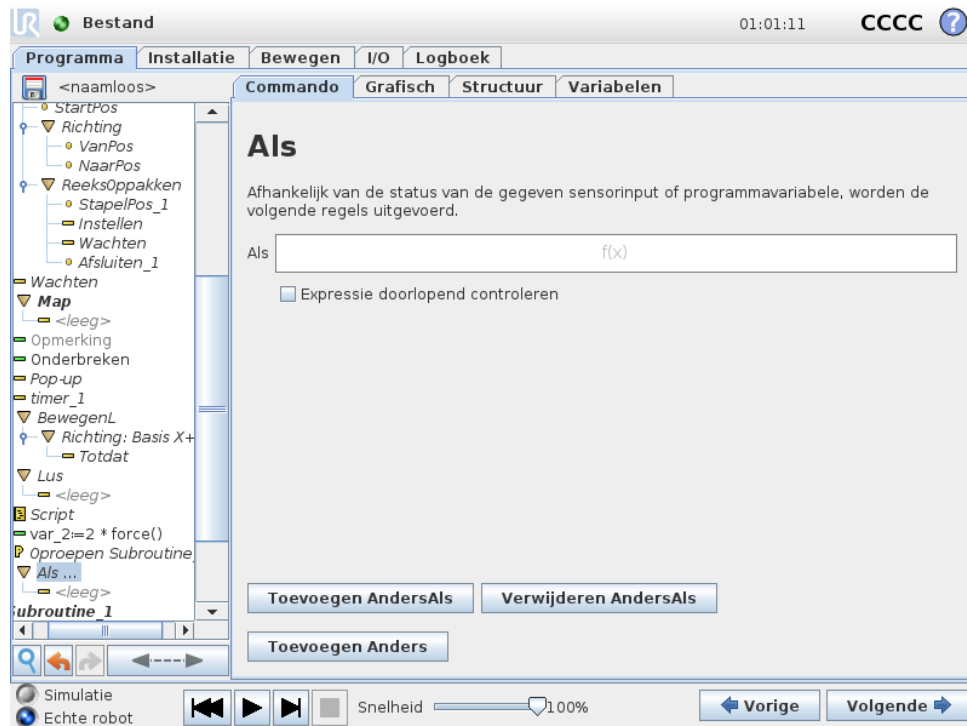


Laat de onderliggende programmacommando's in een lus uitvoeren. Afhankelijk van de selectie wordt het onderliggende programma oneindig, voor een bepaald aantal keren of zolang de gegeven voorwaarde "true" is in een lus uitgevoerd. Als er een bepaald aantal keren wordt herhaald, wordt er een speciale lusvariabele (met de naam `loop_1` op de schermprint hierboven) aangemaakt, die kan worden gebruikt in expressies binnen de lus. De lusvariabele telt van 0 tot $N - 1$.

Bij het uitvoeren van een lus met een expressie als eindvoorwaarde, biedt PolyScope de mogelijkheid om die expressie doorlopend te beoordelen, zodat de "lus" tijdens de uitvoering op elk gewenst moment kan worden onderbroken en niet alleen na elke herhaling.

14.17 Commando: Als

Als- en Als...Andes-instructies wijzigen het gedrag van de robot op basis van sensoringen of waarden van variabelen.



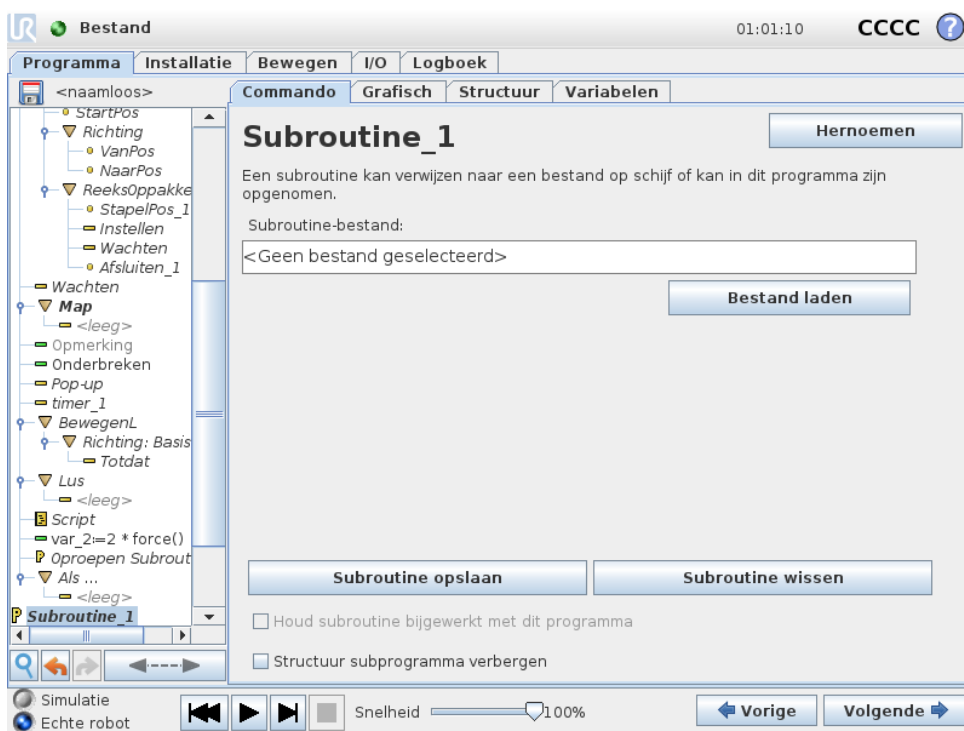
Selecteer voorwaarden in de Expressie-editor die expressies vormen met een Als-instructie. Als een voorwaarde Waar is, worden de instructies binnen dit Als-commando uitgevoerd. Een Als-instructie kan maar één Anders-instructie hebben. Gebruik AndersAls toevoegen en AndersAls verwijderen om AndersAls-expressies toe te voegen en te verwijderen.

Selecteer Expressie voortdurend beoordelen om Als-, AndersAls- en Lus-instructies te beoordelen terwijl de daarin opgenomen regels worden uitgevoerd. Als een expressie in een Als-commando wordt beoordeeld als Niet waar, worden de AndersAls- of Anders-instructies gevolgd.


OPMERKING:

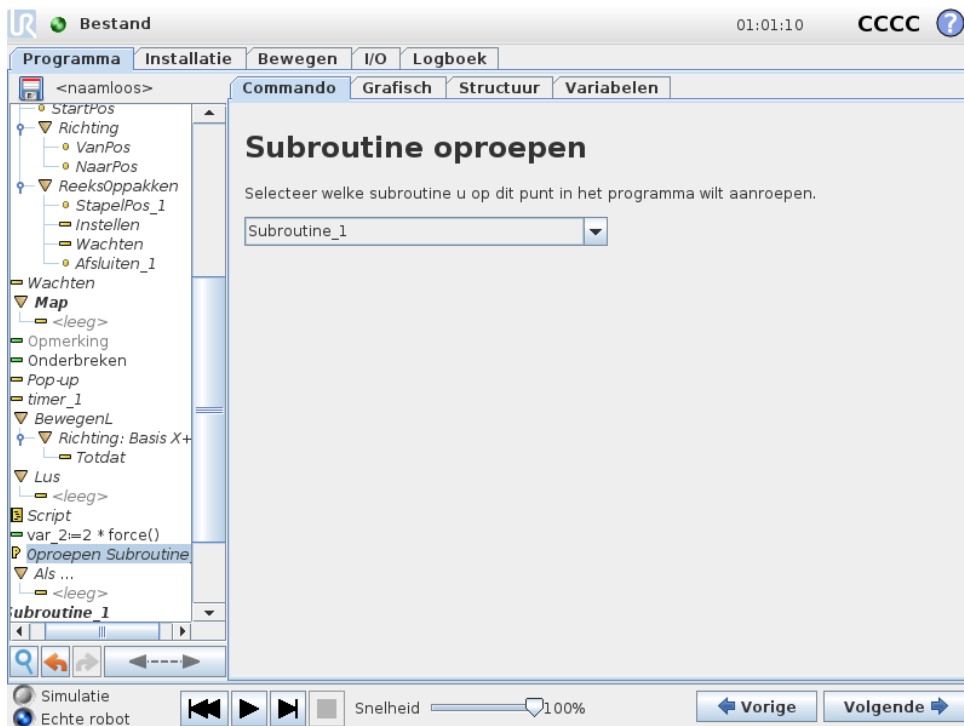
Als er waypoints zijn in een Als- of Lus-expressie met de optie Expressie voortdurend beoordelen, kunt u een `stopj()` of een `stopl()` toevoegen na de expressie om de robotarm rustig te vertragen. Dit geldt voor zowel Als- als Lus-commando's (zie hoofdstuk 14.16).

14.18 Commando: Subroutine



Een subroutine kan programmadelen bevatten die op meerdere plekken nodig zijn. Een subroutine kan een apart bestand zijn op de schijf en kan ook verborgen zijn om het te beschermen tegen onopzettelijke wijzigingen.

Commando: Subroutine oproepen



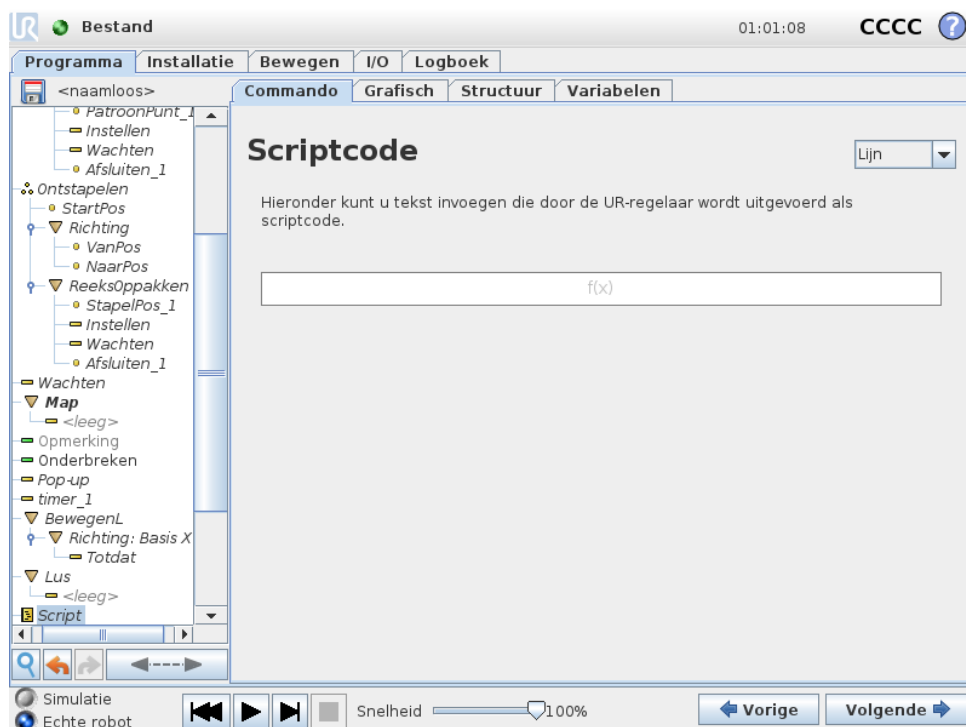
Bij het oproepen van een subroutine worden de programmaregels in de subroutine uitgevoerd om vervolgens terug te gaan naar de volgende regel.

14.19 Commando: Toewijzing



Hiermee worden waarden toegewezen aan variabelen. Een toewijzing brengt de berekende waarde rechts over naar de variabele links. Dit kan handig zijn in gecompliceerde programma's.

14.20 Commando: Script



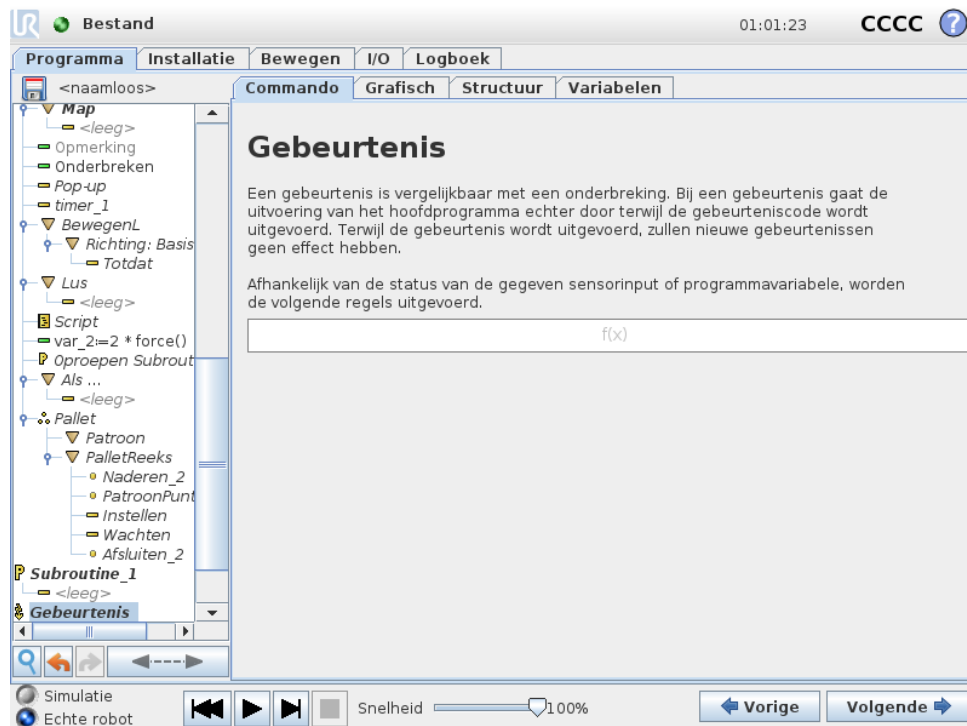
De volgende opties zijn beschikbaar in de keuzelijst onder Commando:

- Met **Lijn** kunt u één enkele lijn URscript-code schrijven met de expressie-editor (12.1)
- Met **Bestand** kunt u URscript-bestanden schrijven, bewerken of laden.

U vindt instructies voor het schrijven van URscript-code in de scripthandleiding op de ondersteuningswebsite (<http://www.universal-robots.com/support>).

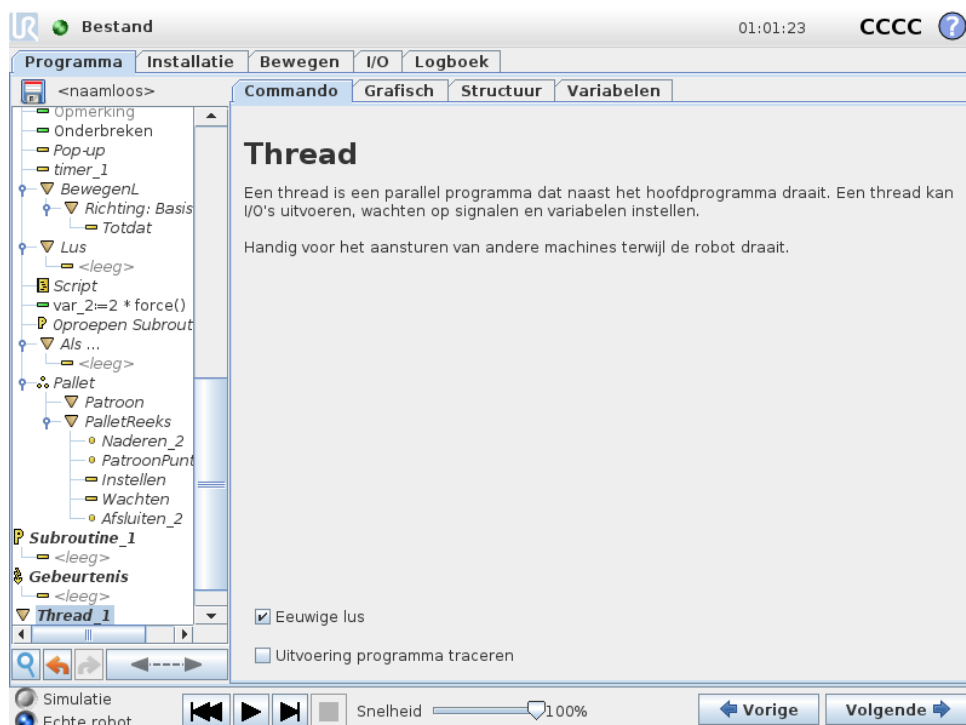
Functies en variabelen die worden gedeclareerd in een URscript kunnen worden gebruikt in het programma in PolyScope.

14.21 Commando: Gebeurtenis



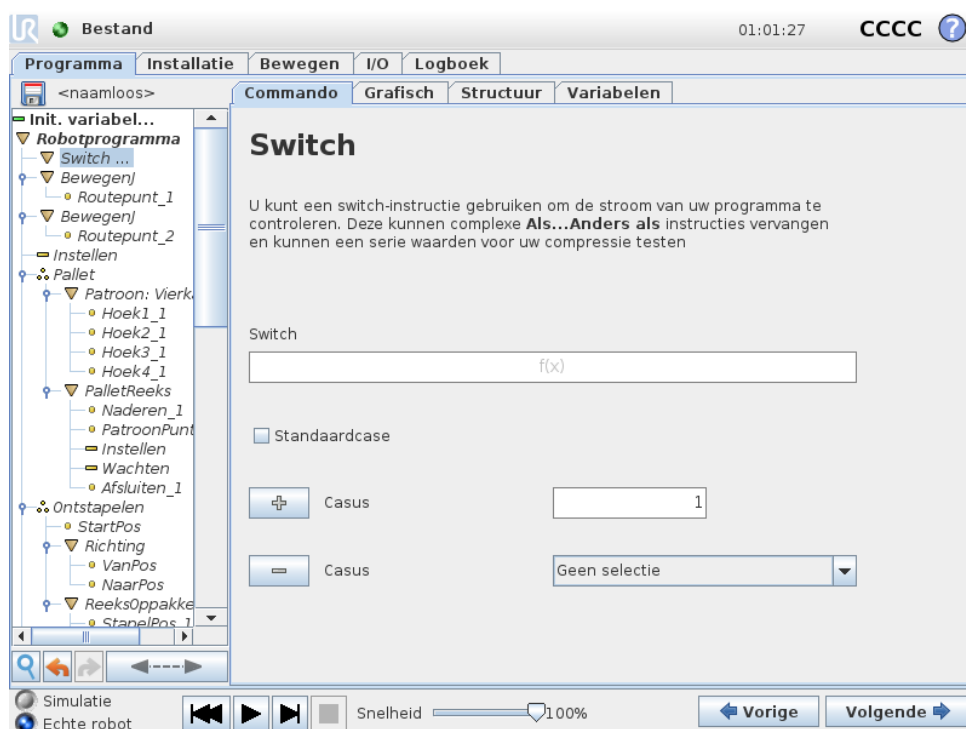
Een gebeurtenis kan worden gebruikt om een ingangssignaal in de gaten te houden en een bepaalde actie uit te voeren of een variabele in te stellen als dat ingangssignaal hoog wordt. Als bijvoorbeeld een uitgangssignaal hoog wordt, kan het gebeurtenisprogramma 200 ms wachten en het vervolgens weer op laag zetten. Hierdoor kan de hoofdprogrammacode aanzienlijk vereenvoudigd worden wanneer een externe machine wordt getriggerd door een stijgende flank in plaats van een hoog ingangsniveau. Gebeurtenissen worden eenmaal per controlecyclus (8ms) gecontroleerd.

14.22 Commando: Thread



Een thread is een proces dat parallel loopt aan het robotprogramma. Een thread kan worden gebruikt om een externe machine onafhankelijk van de robotarm aan te sturen. Een thread kan via variabelen en uitgangssignalen communiceren met het robotprogramma.

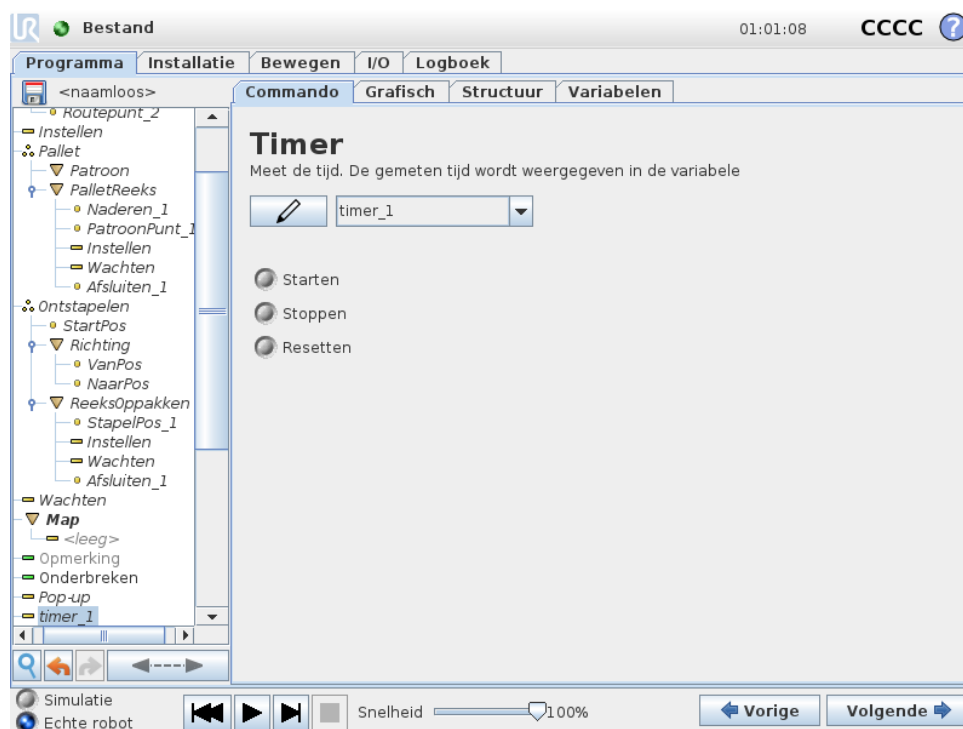
14.23 Commando: Switch



Met een **Switch Case** constructie kan het gedrag van de robot worden gewijzigd op basis van sensoringen of variabele waarden. Gebruik de **expressie-editor** om de basisvoorwaarde te omschrijven en definieer de gevallen waaronder de robot verder moet gaan naar de subcommando's van deze Switch. Als de voorwaarde met een van deze cases overeenkomt, worden de regels binnen deze Case uitgevoerd. Als een Standaardcase gespecificeerd is, worden de lijnen uitgevoerd alleen als er geen andere overeenkomende cases zijn gevonden.

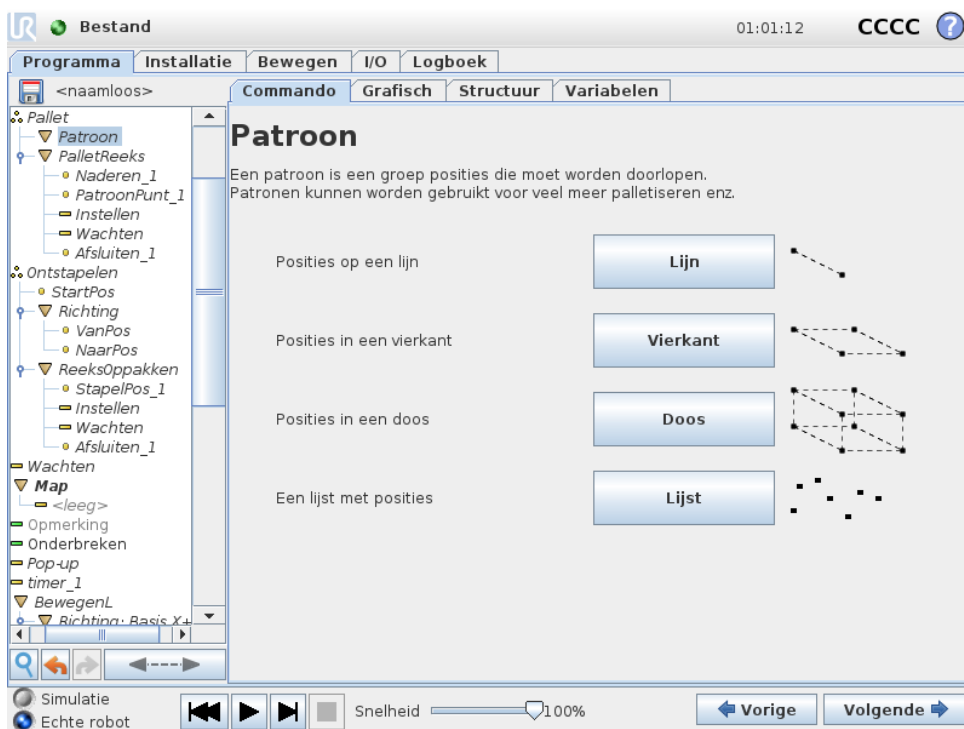
Iedere Switch kan meerdere Cases en één Standaardcase bevatten. Switches kunnen slechts één exemplaar van Case-waarden gedefinieerd hebben. Cases kunnen worden toegevoegd met behulp van de knoppen op het scherm. Een Case commando kan worden verwijderd op het scherm voor die switch.

14.23.1 Timer



Een Timer meet de tijd die het kost voor specifieke onderdelen van het programma om te worden uitgevoerd. Een programmavariabele bevat de verstreken tijd sinds de start van een Timer en is te zien in het tabblad Variabelen en het tabblad Uitvoeren.

14.24 Commando: Patroon



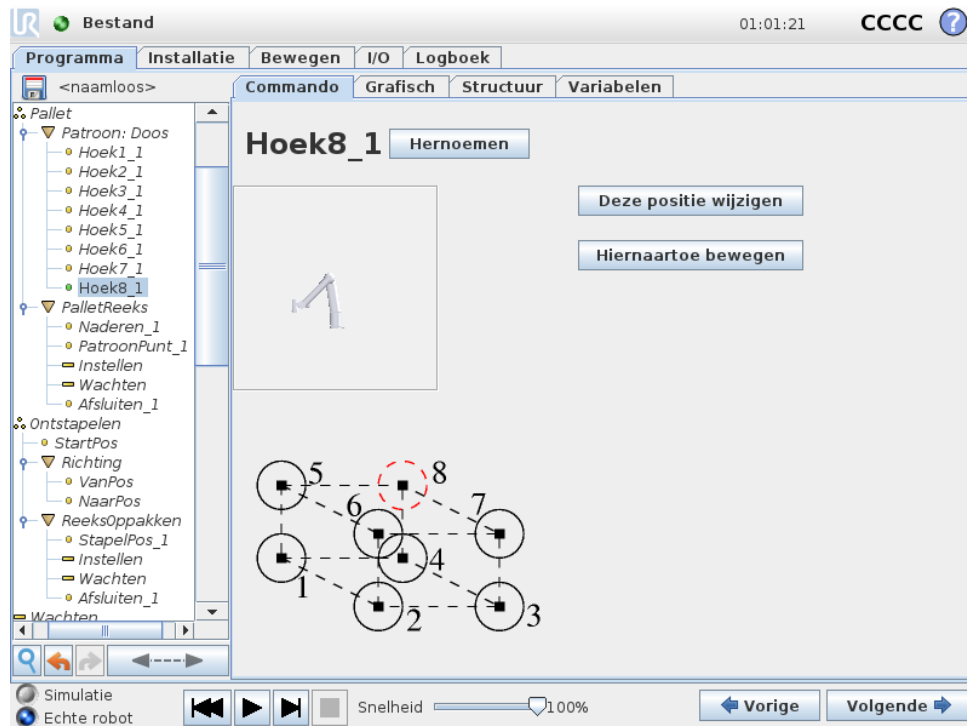
Het commando **Patroon** kan worden gebruikt om langs posities in het programma van de robotarm te bewegen. Het commando **Patroon** komt bij iedere uitvoering overeen met één positie.

Voor een patroon zijn vier typen mogelijk. De eerste drie, **Lijn**, **Vierkant** of **Doos** kunnen worden gebruikt voor posities in een regelmatig patroon. De regelmatige patronen worden gedefinieerd aan de hand van een aantal kenmerkende punten, waarbij de punten de randen van het patroon aangeven. Voor **Lijn** gaat het hierbij om de twee eindpunten, voor **Vierkant** om drie van de vier hoekpunten en voor **Doos** om vier van de acht hoekpunten. De programmeur voert het aantal posities in en volgt daarbij alle randen van het patroon. De robotregelaar berekent vervolgens de afzonderlijke patroonposities door de randvectoren proportioneel samen te voegen.

Als de gewenste posities niet binnen een regelmatig patroon vallen, kan de optie **Lijst** worden gekozen, waarbij de programmeur een lijst invoert met alle posities. Op die manier kunnen de posities op elke gewenste wijze geregeld worden.

Definiëren van het patroon

Als het patroon **Doos** wordt geselecteerd, verschijnt het onderstaande scherm.



Bij een **Doos**-patroon worden met drie vectoren de zijden van de doos gedefinieerd. Deze drie vectoren worden aangegeven als vier punten, waarbij de eerste vector van punt 1 naar punt 2 loopt, de tweede vector van punt 2 naar punt 3 en de derde vector van punt 3 naar punt 4. Iedere vector wordt gedeeld door het aantal punten in het gegeven interval. Een specifieke positie binnen het patroon wordt berekend door eenvoudigweg de intervalvectoren proportioneel bij elkaar op te tellen.

Het **Lijn** en het **Vierkant** hebben een vergelijkbare werking.

Er wordt een teller-variabele gebruikt bij het doorlopen van de posities voor het patroon. De naam van de variabele is te zien op het commandoscherm **Patroon**. De variabele doorloopt de cijfers van 0 tot $X * Y * Z - 1$, het aantal punten in het patroon. Deze variabele kan worden gemanipuleerd met opdrachten en kan worden gebruikt in expressies.

14.25 Commando: Kracht

In het werkbereik van de robot zorgt de **Krachtmodus** voor meegaandheid en kracht in selecteerbare assen. Alle robotarmbewegingen onder een **Kracht**-commando vinden plaats in de **Kracht-modus**. Als de robotarm beweegt in de **Krachtmodus**, kunt u één of meer assen selecteren waarvoor de robot meegaand is. De robotarm laat zich door de omgeving beïnvloeden langs een as met meegaandheid. Dit betekent dat de robotarm zijn positie automatisch aanpast om de gewenste kracht te realiseren. Het is ook mogelijk om de robotarm zelf kracht te laten uitoefenen op zijn omgeving, bijv. een werkstuk.

De **Krachtmodus** is geschikt voor toepassingen waarbij de actuele TCP-positie langs een vooraf bepaalde as niet van belang is, maar juist een gewenste kracht langs die as nodig is, bijvoorbeeld als de TCP van de robot langs een gebogen oppervlak rolt of bij het duwen of trekken van een werkstuk. De **Krachtmodus** biedt ook ondersteuning voor het toepassen van bepaalde momenten rond vooraf bepaalde assen.

Let op: als hij geen obstakels tegenkomt op een as waar een kracht anders dan nul is ingesteld,

zal de robotarm langs/rondom die as proberen te versnellen.

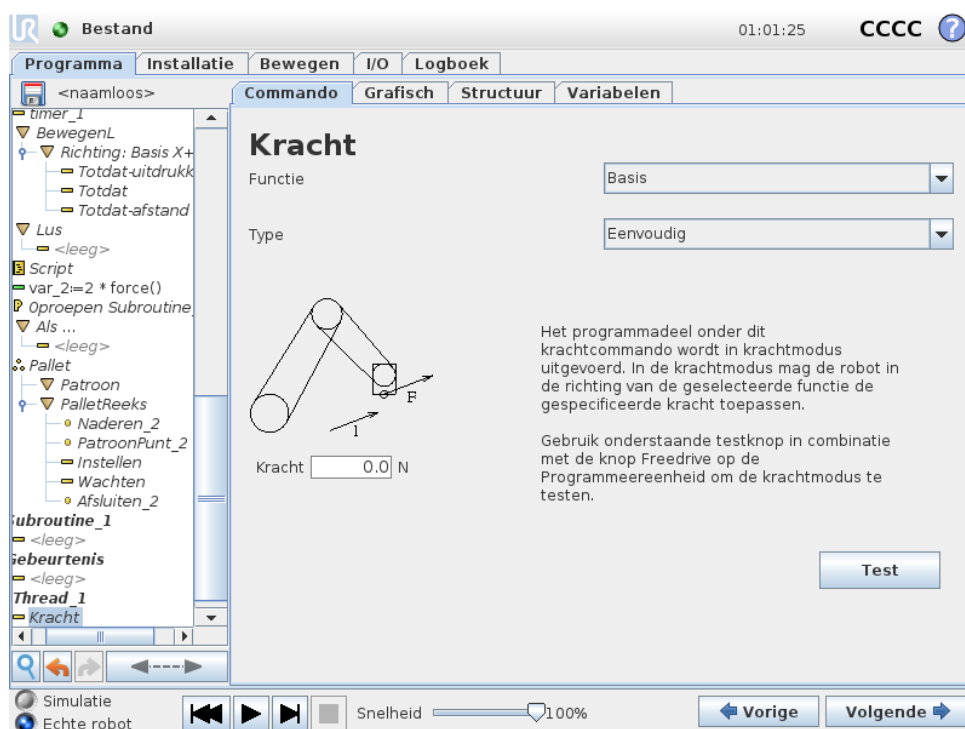
Ook als voor een as meegaandheid is geselecteerd, zal het robotprogramma toch proberen om de robot langs/rondom die as te laten bewegen. De krachtregeling zorgt er echter voor dat de robotarm nog wel de gespecificeerde kracht benadert.


OPMERKING:

Als er een Kracht-node is in een Als, AndersAls of Lus en de optie *Expressie* doorlopend beoordelen is geselecteerd, kunt u een `einde_krachtmodus()` -script toevoegen aan het einde van de expressie om de krachtregeling te verlaten.


WAARSCHUWING:

1. Vermijd een snelle vertraging net voor het starten van de krachtmodus:.
2. Vermijd een snelle versnelling in de krachtmodus, omdat dit de nauwkeurigheid van de krachtregeling beperkt.
3. Vermijd bewegingen die parallel lopen aan assen met meegaandheid voordat u de krachtmodus start.


Selectie van element

Het **Elementmenu** wordt gebruikt om het coördinatenstelsel (assen) te selecteren dat de robot zal gebruiken als hij in de krachtmodus werkt. De elementen in het menu zijn de elementen die bij de installatie zijn gedefinieerd, (zie 13.12).

Type krachtmodus

Er zijn vier verschillende typen krachtmodi, stuk voor stuk bepalend voor de manier waarop het geselecteerde element geïnterpreteerd wordt.

- **Eenvoudig:** In de krachtmodus geldt meegaandheid voor slechts één as. De kracht langs deze as is verstelbaar. De gewenste kracht zal altijd worden uitgeoefend langs de z-as van het geselecteerde element. Voor Lijn-elementen is dat echter de y-as.
- **Kader:** Bij het Kader-type is een geavanceerder gebruik mogelijk. Hier kunnen de meegaandheid en de krachten voor alle zes niveaus van bewegingsvrijheid afzonderlijk worden geselecteerd.
- **Punt:** Als Punt is geselecteerd, heeft het taakassenstelsel een y-as die vanaf de robot-TCP richting de oorsprong van het geselecteerde element wijst. De afstand tussen de robot-TCP en de oorsprong van het geselecteerde element moet minimaal 10 mm bedragen. Let op: bij de uitvoering zal het taakassenstelsel veranderen omdat de positie van de robot-TCP verandert. De x- en z-assen van het taakassenstelsel zijn afhankelijk van de oorspronkelijke oriëntatie van het geselecteerde element.
- **Beweging:** Beweging houdt in dat het taakassenstelsel mee verandert met de richting van de TCP-beweging. De x-as van het taakassenstelsel is dan de projectie van de TCP-bewegingsrichting op het vlak dat wordt gevormd door de x- en y-assen van het geselecteerde element. De y-as staat loodrecht op de robotarmbeweging en in het x-y-vlak van het geselecteerde element. Dit kan handig zijn bij ontbramen over een gecompliceerd traject, waarbij een kracht loodrecht op de TCP-beweging nodig is.
Opmerking: let als de robotarm niet beweegt op het volgende: Als de krachtmodus wordt ingeschakeld terwijl de robotarm stilstaat, zijn er geen assen met meegaandheid tot de TCP-snelheid boven nul uitkomt. Als de robotarm later, nog steeds in de krachtmodus, weer stilstaat, heeft het taakassenstelsel dezelfde oriëntatie als bij de laatste keer dat de TCP-snelheid groter was dan nul.

Voor de laatste drie typen kan het huidige taakassenstelsel gedurende de looptijd worden bekeken op het grafische tabblad (zie 14.30) terwijl de robot in de krachtmodus draait.

Selectie van krachtwaarde

- De kracht- of koppelwaarde kan voor assen met meegaandheid worden ingesteld, en de robotarm past zijn positie aan om de geselecteerde kracht te bereiken.
- Robotarmen zonder meegaande assen volgen het door het programma ingestelde traject.

Voor translatieparameters wordt de kracht aangegeven in newton [N] en voor rotatieparameters wordt het moment aangegeven in newtonmeter [Nm].


OPMERKING:

U moet het volgende doen:

- Gebruik `get_tcp_force()` scriptfunctie in separate thread om de werkelijke kracht en koppel af te lezen.
- Corrigeer de sleutelvector als de werkelijke kracht en/of koppel lager dan de verzochte waarde is.

Selectie van limieten

Voor alle assen kan een limiet worden ingesteld, maar de betekenis daarvan verschilt met het al dan niet meegaand zijn van de assen.

- **Meegaand:** De limiet is de maximale snelheid die de TCP mag bereiken langs/over de as. De eenheden zijn [mm/s] en [graden/s].
- **Niet-meegaand:** De limiet is de maximale afwijking van het geprogrammeerde traject die is toegestaan voordat de robotbeveiliging de zaak stopzet. De eenheden zijn [mm] en [graden].

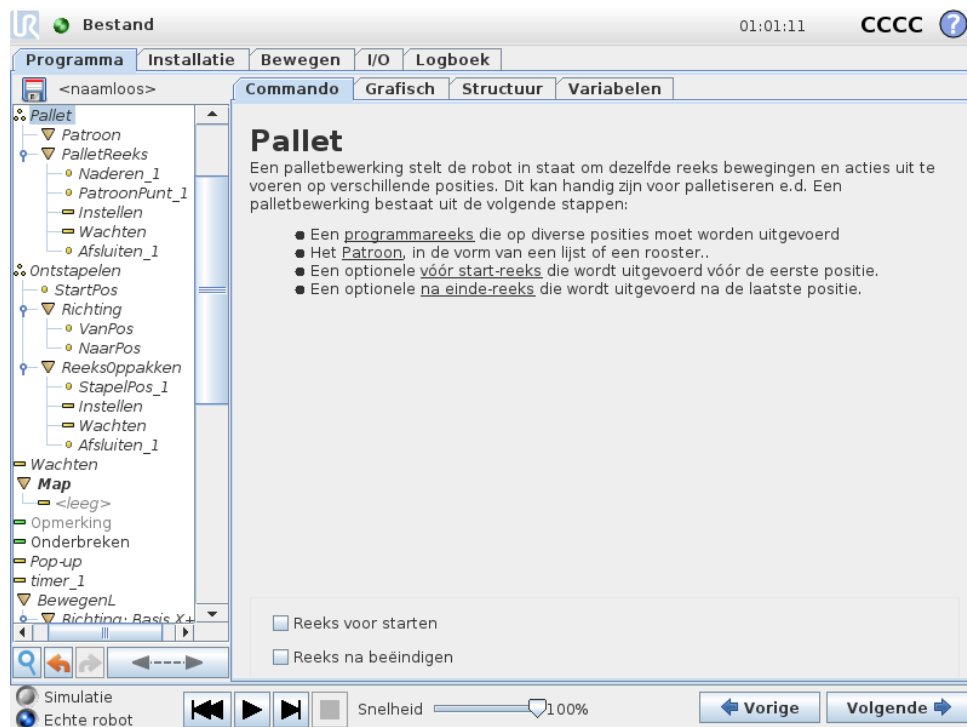
Krachtinstellingen testen

Met de aan/uit-knop, genaamd **Test**, schakelt u voor het gedrag van de knop **Freedrive** op de achterkant van de Programmeereenheid over tussen de normale Freedrive modus en het testen van het krachtcommando.

Als de **Test-knop** aan is en de knop **Freedrive** op de achterkant van de Programmeereenheid wordt ingedrukt, zal de robot doen alsof het programma dit krachtcommando heeft bereikt. Op die manier kunnen de instellingen worden gecontroleerd voordat u daadwerkelijk het volledige programma laat draaien. Deze mogelijkheid is met name handig als u wilt controleren of de assen met meegaandheid en de krachten correct zijn geselecteerd. Houd gewoon de robot-TCP vast met één hand en druk met de andere hand op de knop **Freedrive** en kijk in welke richtingen de robot wel en niet kan worden bewogen. Als u dit scherm sluit, wordt de Test-knop automatisch uitgeschakeld, wat betekent dat de knop **Freedrive** op de achterkant van de programmeereenheid weer wordt gebruikt voor de vrije **Freedrivemodus**.

Let op: de knop **Freedrive** is alleen actief als er een geldig element is geselecteerd voor het Kracht-commando.

14.26 Commando: Pallet



Een palletbewerking kan een reeks bewegingen uitvoeren op een reeks plaatsen die als patroon zijn aangegeven (zie 14.24). Op elke positie in het patroon zal de reeks bewegingen worden uitgevoerd ten opzichte van de patroonpositie.

Programmeren van een palletbewerking

1. Definieer het patroon.
2. Maak een **Palletreeks** aan voor het oppakken/neerzetten op ieder afzonderlijk punt. De reeks geeft aan wat er op iedere positie in het patroon moet gebeuren.
3. Gebruik de kiezer op het reekscommandoscherm om aan te geven welke waypoints in de reeks moeten overeenkomen met de patroonposities.

Palletreeks/Verankerbare reeks

In een **Palletreeks**-node vinden de bewegingen van de robotarm plaats ten opzichte van de palletpositie. Bij een reeks is het gedrag zodanig dat de robotarm zich op de positie bevindt, die het patroon aangeeft bij **Ankerpositie/Patroonpunt**. De resterende posities worden allemaal verplaatst om dit te laten passen. Gebruik het commando **Bewegen** niet binnen een reeks, omdat dit niet gerelateerd is aan de ankerpositie.

“VoorStart”

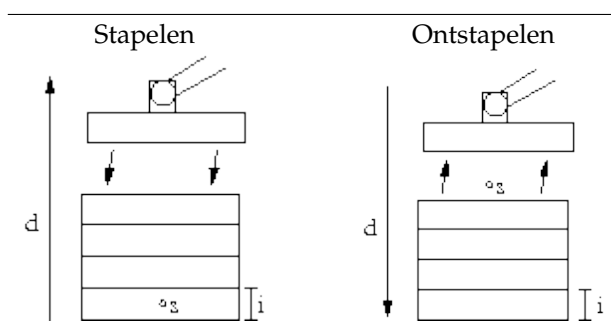
De optionele reeks **VoorStart** wordt net voor het starten van de bewerking uitgevoerd. Dit kan worden gebruikt om te wachten op gereedsignalen.

“NaEinde”

De optionele reeks **NaEinde** wordt uitgevoerd als de bewerking is afgerond. Dit kan worden gebruikt om aan te geven dat de bandbeweging moet starten als voorbereiding op de volgende pallet.

14.27 Commando: Zoeken

Een zoekfunctie gebruikt een sensor om te bepalen wanneer de juiste positie is bereikt voor het oppakken of neerzetten van een object. De sensor kan bestaan uit een drukknopschakelaar, een druksensor of een capacitieve sensor. Deze functie is bedoeld voor het werken met stapels objecten met variabele dikte of in toepassingen waarbij de exacte positie van de objecten niet bekend is of te lastig is om te programmeren.



Bij het programmeren van een zoekbewerking voor een stapel moet het volgende worden gedefinieerd: het startpunt s , de stapelrichting d en i , de dikte van de objecten in de stapel.

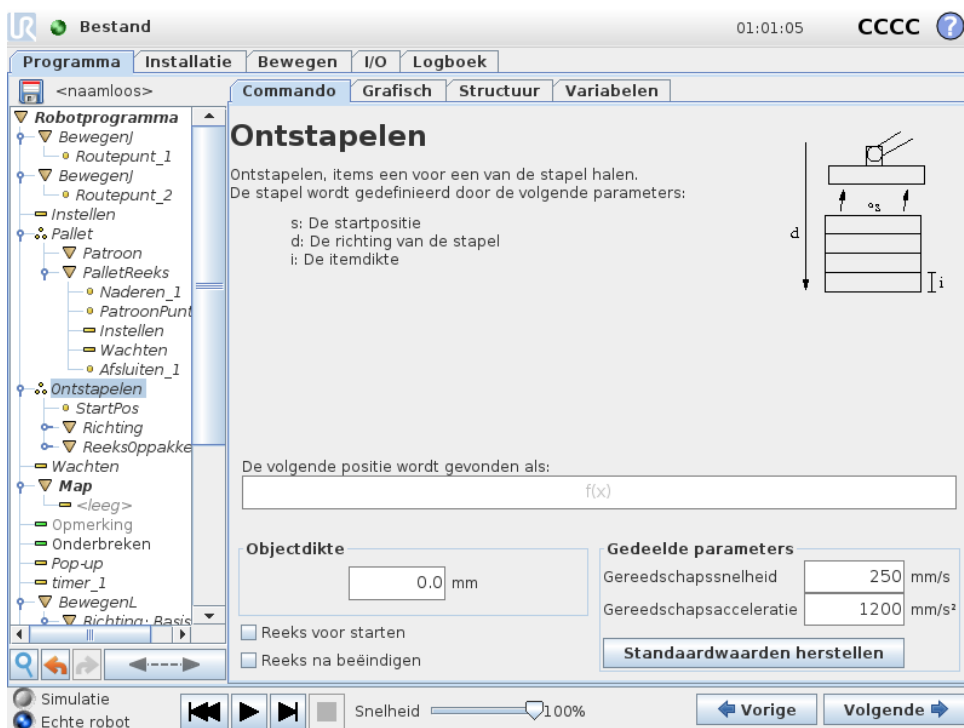
Bovendien moet de voorwaarde worden gedefinieerd die aangeeft wanneer de volgende stapelpositie is bereikt en een speciale programmareeks die wordt uitgevoerd bij iedere stapelpositie. Ook moeten snelheid en acceleraties worden aangegeven voor de beweging bij de stapelbewerking.

Stapelen



Bij stapelen verplaatst de robotarm zich naar de startpositie en vervolgens in *tegengestelde* richting om de volgende stapelpositie te zoeken. Als dit is gevonden, onthoudt de robot de positie en voert hij de speciale reeks uit. De volgende keer begint de robot met zoeken bij de opgeslagen positie, verhoogd met de objectdikte in de betreffende richting. Het stapelen is klaar als de stapelhoogte boven een bepaald gedefinieerd aantal komt of wanneer een sensor een signaal afgeeft.

Ontstapelen

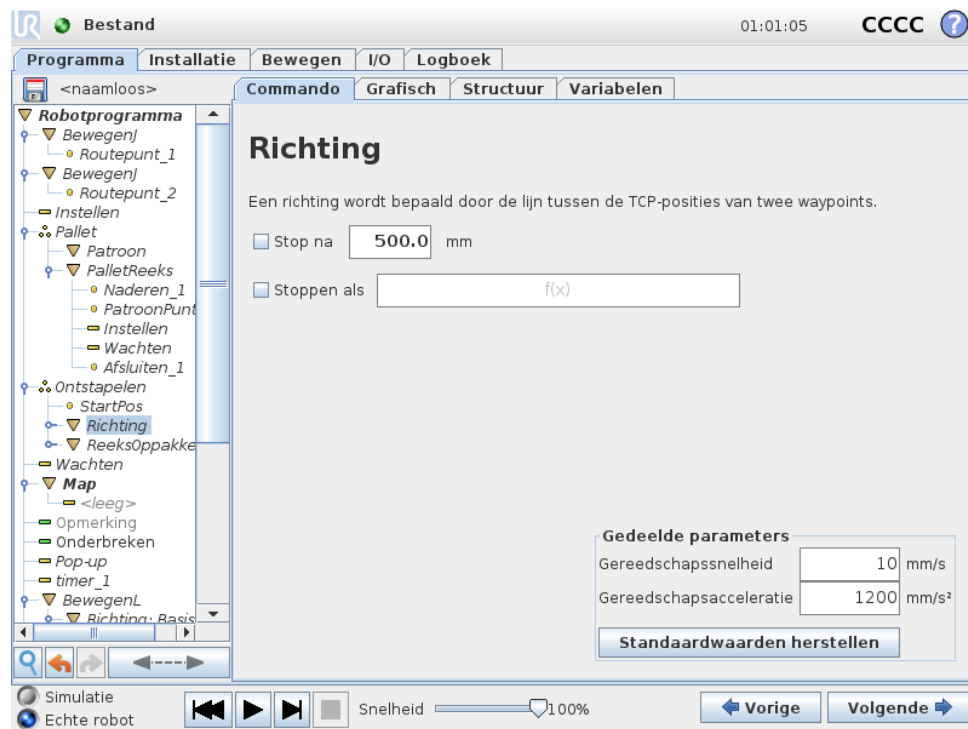


Bij ontstapelen verplaatst de robotarm zich vanuit de startpositie in de aangegeven richting om het volgende object te zoeken. De conditie op het scherm bepaalt wanneer het volgende item bereikt wordt. Als deze conditie voldoende is bevonden, onthoudt de robot de positie en voert hij de speciale reeks uit. De volgende keer begint de robot met zoeken bij de opgeslagen positie, verhoogd met de objectdikte in de betreffende richting.

Startpositie

De startpositie is de plaats waar de stapelbewerking begint. Als startpositie wordt weggelaten, begint de stapel bij de huidige positie van de robotarm.

Richting



De richting wordt bepaald door twee posities en wordt berekend als het positieverschil tussen het TCP voor de eerste positie en het TCP voor de tweede positie.

Let op: Een richting houdt geen rekening met de oriëntatie van de punten.

Expressie volgende stapelpositie

De robotarm verplaatst zich over de richtingsvector terwijl doorlopend wordt beoordeeld of de volgende stapelpositie is bereikt. Wanneer de expressie wordt beschouwd als *Waar*, is de speciale reeks uitgevoerd.

“VoorStart”

De optionele reeks *VoorStart* wordt net voor het starten van de bewerking uitgevoerd. Dit kan worden gebruikt om te wachten op gereedsignalen.

“NaEinde”

De optionele reeks *NaEinde* wordt uitgevoerd als de bewerking is afgerond. Dit kan worden gebruikt om aan te geven dat de bandbeweging moet starten als voorbereiding op de volgende stapel.

Reeks Oppakken/Neerzetten

De reeks *Oppakken/Neerzetten* is een speciale programmareeks die wordt uitgevoerd op elke stapelpositie, vergelijkbaar met palletisering (zie 14.26).

14.28 Commando: Traceren transportband

De robot kan worden geconfigureerd om de bewegingen van één geconfigureerde transportband (Transportband 1) bij te houden. Wanneer het in de installatie gedefinieerde **Traceren transportband** juist is geconfigureerd, past de robot zijn bewegingen aan om de transportband te volgen. De programma-node **Traceren transportband** is beschikbaar vanuit het tabblad **Wizards** onder het tabblad **Structuur**. Tijdens het traceren van de transportband zijn alle bewegingen onder deze node toegestaan, maar deze gebeuren ten opzichte van de beweging van de transportband. Instellen **Traceren Transportband** onder het tabblad **Installatie** (zie paragraaf 13.13) biedt opties om de robot te configureren zodat deze met absolute en incrementele encoders werkt, en met lineaire en circulaire transportbanden.



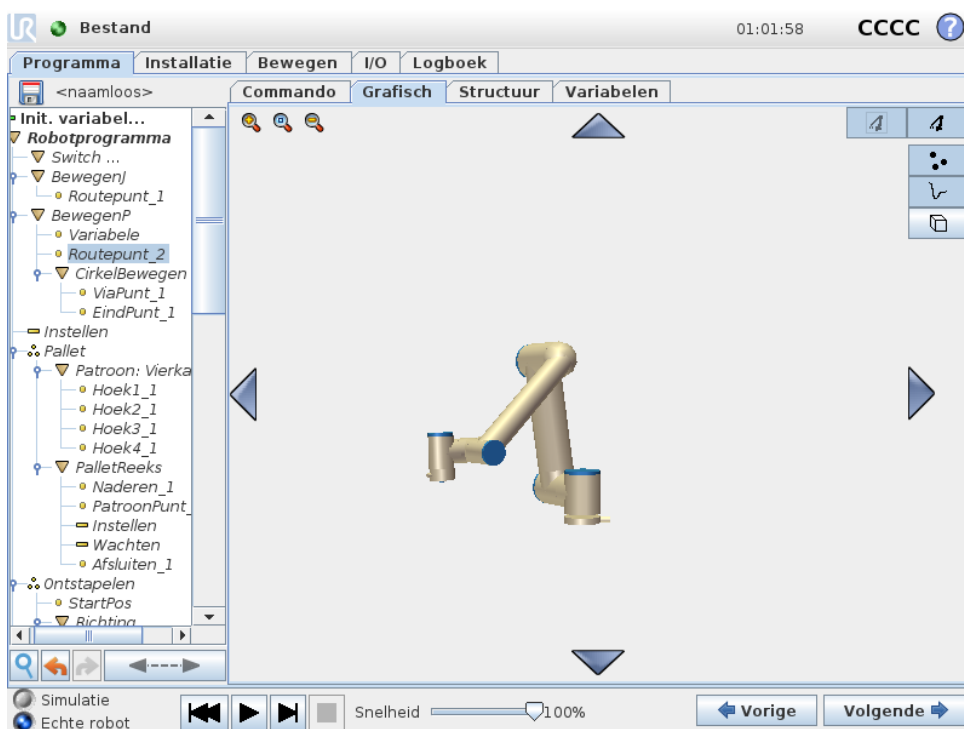
OPMERKING:

De regelkast ondersteunt slechts één incrementele encoder die samen met één transportband (Transportband 1) moet worden gebruikt.

14.29 Commando: Onderdrukken

Onderdrukte programmaregels worden eenvoudigweg overgeslagen bij het uitvoeren van het programma. Het onderdrukken van een regel kan later op elk gewenst moment ongedaan worden gemaakt. Dit is een snelle manier om wijzigingen aan te brengen in een programma zonder de oorspronkelijke inhoud te vernielen.

14.30 Tab Grafisch



Grafische weergave van het actuele robotprogramma. Het traject van het TCP wordt getoond in 3D-weergave, met zwarte bewegingssegmenten en groene afsnijsegmenten (overgangen tussen bewegingssegmenten). De groene punten geven de posities aan van het TCP op ieder waypoint in het programma. De 3D-tekening van de robotarm toont de actuele positie van de robotarm, terwijl de *schaduw* van de robotarm laat zien hoe de robotarm het waypoint wil bereiken dat geselecteerd is aan de linkerkant van het scherm.

Als de huidige positie van de robot-TCP in de buurt komt van een veiligheids- of triggervlak, of als de oriëntatie van robotgereedschap in de buurt is van de oriëntatielimiet van gereedschap (zie 10.12), wordt een 3D-weergave van de grens weergegeven.

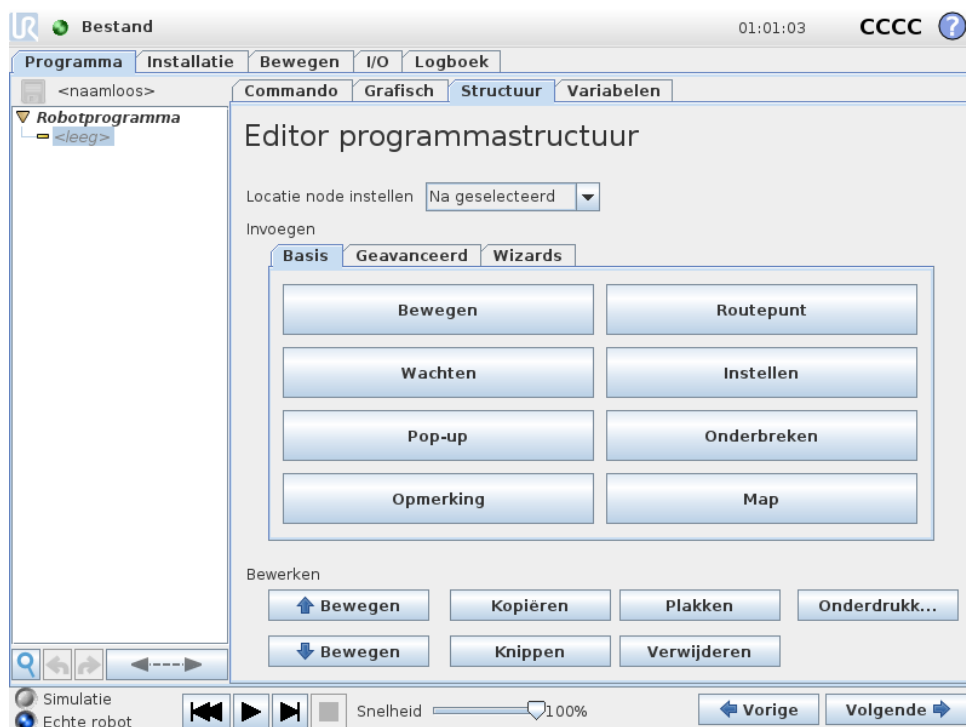
Let op: wanneer de robot een programma uitvoert, wordt de visualisatie van de limieten uitgeschakeld.

Veiligheidsvlakken worden gevisualiseerd in geel en zwart met een kleine pijl die de normale positie van de vlakken weergeeft, die staat voor de zijkant van het vlak waarop de robot-TCP gepositioneerd mag worden. Triggervlakken worden in blauw en groen weergegeven met een kleine pijl die naar de zijkant van het vlak wijst, waarbij de limieten van de **normale** modus (zie 10.6) actief zijn. De gereedschaporiëntatiegrens wordt gevisualiseerd met een sferische kegel samen met een vector die de huidige oriëntatie van het robotgereedschap weergeeft. De binnenkant van de kegel geeft de toegestane ruimte aan voor gereedschapsoriëntatie (vector).

Als het doel-TCP van de robot niet langer in de buurt van de limiet is, verdwijnt de 3D-representatie. Als het TCP een grens overtreedt of bijna overtreedt, dan wordt de visualisatie van de limiet rood.

De 3D-weergave kan worden in- en uitgezoomd en gedraaid voor een betere kijk op de robotarm. De knoppen rechtsboven op het scherm kunnen de verschillende grafische onderdelen van de 3D-weergave uitschakelen. Met de onderste schakelaar schakelt u de visualisatie van het naderen van grenzen uit. De weergegeven bewegingssegmenten zijn afhankelijk van de geselecteerde programmanode. Als er een **Bewegen**-node geselecteerd is, bestaat het weergegeven traject uit de daardoor gedefinieerde beweging. Als een **Waypoint**-node geselecteerd is, worden op het scherm de volgende ~ 10 bewegingsstappen weergegeven.

14.31 Tab Structuur



De tab met de programmastructuur biedt mogelijkheden voor het invoegen, verplaatsen, kopiëren en verwijderen van de diverse commandotypes.

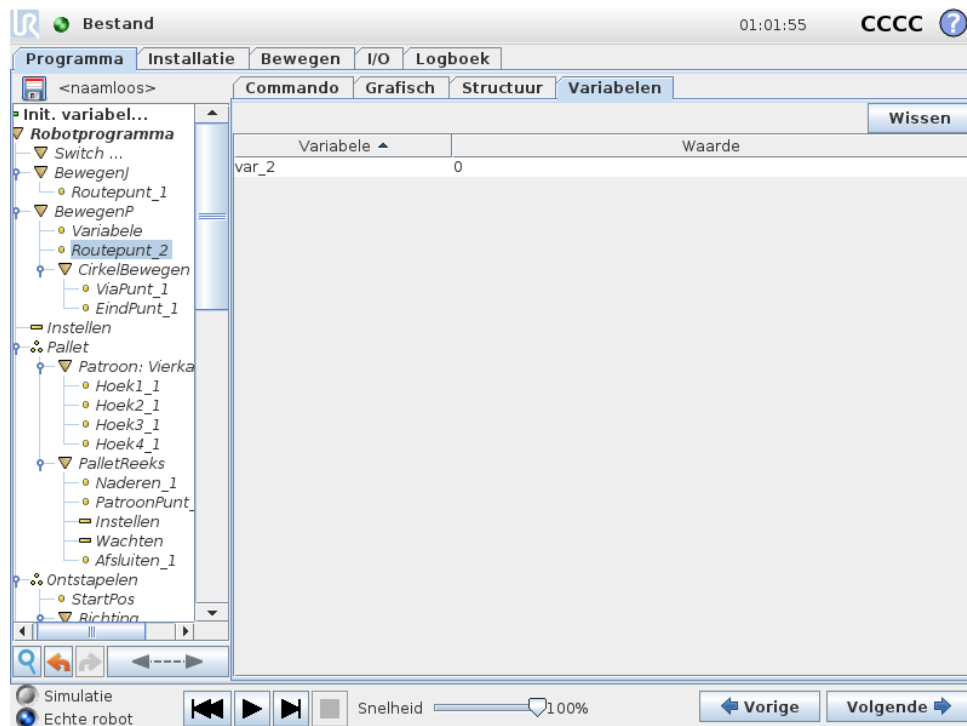
Doe het volgende om nieuwe commando's in te voegen:

1. Selecteer een bestaand programmacommando.
2. Selecteer of het nieuwe commando boven of onder het geselecteerde commando moet worden ingevoegd.
3. Druk op de knop voor het commandotype dat u wilt invoegen. Voor het aanpassen van de details voor het nieuwe commando gaat u naar de tab *Commando*.

Commando's kunnen worden verplaatst/gekloond/verwijderd met de knoppen in het bewerkingsframe. Als een commando subcommando's heeft (een driehoek naast het commando) worden ook alle subcommando's verplaatst/gekloond/verwijderd.

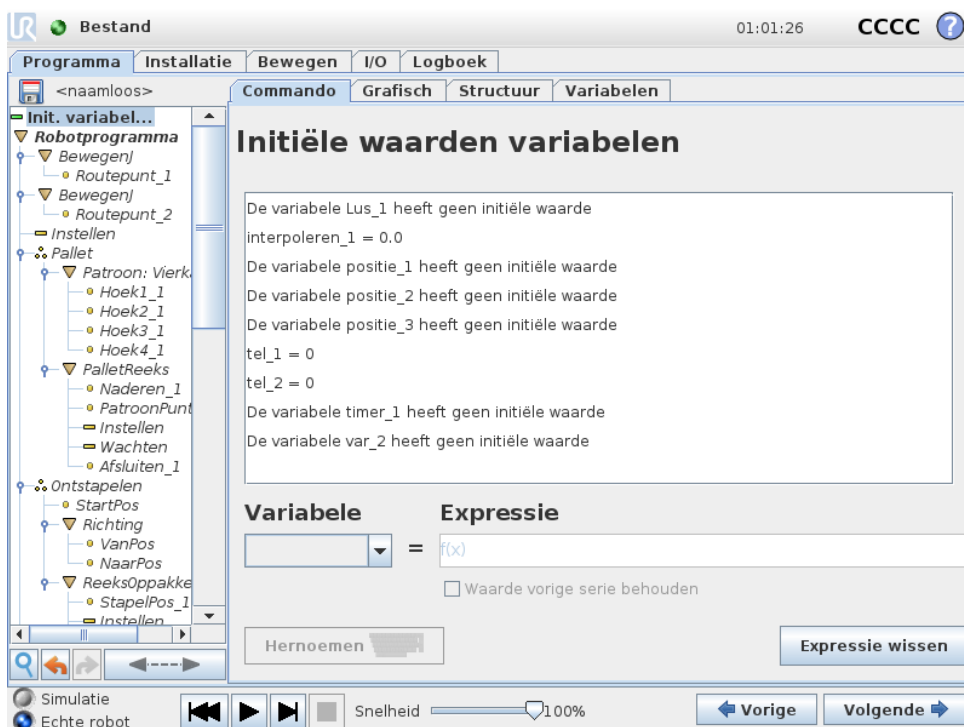
Niet alle commando's kunnen op alle plekken in een programma worden gezet. Waypoints moeten onder een *Bewegen*-commando staan (maar niet noodzakelijkerwijs direct eronder). De commando's *AndersAls* en *als* moeten na een *Als* komen. Het verplaatsen van *AndersAls*-commando's kan behoorlijk lastig zijn. Aan variabelen moeten vóór gebruik waarden worden toegekend.

14.32 Tabblad Variabelen



Het tabblad **Variabelen** toont de actuele waarden van de variabelen in het draaiende programma en bewaart tussen de uitvoeringen van programma's een lijst met variabelen en waarden. Dit verschijnt alleen als er informatie weer te geven is. De variabelen zijn op alfabetische volgorde op naam gesorteerd. De namen van variabelen op dit scherm worden weergegeven met maximaal 50 tekens en de waarden van de variabelen met maximaal 500 tekens.

14.33 Commando: Initialisatie variabelen



Op dit scherm kunnen variabele waarden worden ingesteld voordat het programma (en eventuele threads) worden uitgevoerd.

Selecteer een variabele uit de lijst met variabelen door erop te klikken of met behulp van het selectievak voor variabelen. Voor een geselecteerde variabele kan een expressie worden ingevoerd, die wordt gebruikt om de waarde van de variabele bij het starten van het programma in te stellen.

Als het selectievakje **Waarde van vorige uitvoering behouden** is geselecteerd, wordt de variabele geïnitieerd op de waarde in het tabblad **Variabelen** (zie 14.32). Op die manier kunnen variabelen hun waarden behouden tussen het uitvoeren van programma's. De variabele haalt zijn waarde uit de expressie als het programma voor het eerst wordt gedraaid of als de waardetab is gewist.

Een variabele kan uit het programma worden verwijderd door de naam ervan blanco in te stellen (alleen spaties).

15 Scherm Instellingen



- **Robot initialiseren** Gaat naar het initialisatiescherm, zie 11.5.
- **Taal en eenheden** Configureer de taal en maateenheden voor de gebruikersinterface, zie 15.1.
- **Update Robot** Upgrades de robotsoftware naar een nieuwere versie, zie 15.2.
- **Wachtwoord instellen** Biedt de mogelijkheid om het programmeergeedeelte van de robot te vergrendelen voor mensen zonder wachtwoord, zie 15.3.
- **Scherm kalibreren** Kalibreert de “touch” van het aanraakscherm, zie 15.4.
- **Netwerkinstellingen** Hiermee opent u de interface voor de instellingen van het ethernet-netwerk voor de regelkast van de robot, zie 15.5.
- **Tijd instellen** Stel de tijd en datum voor het systeem in en configureer de weergaveformaten voor de klok, zie 15.6.
- **URCaps installatie** Overzicht van geïnstalleerde URCaps en opties voor installatie en de-installatie, zie 15.7.
- **Terug** Gaat terug naar het welkomstscher.

15.1 Taal en eenheden



Robot instellen

Taal selecteren

Systeem
Nederlands

Toetsenbord
Int'l English

☐ English programming

Eenheden selecteren

☒ Metrische eenheden
☐ Gebruikelijk in VS

Start PolyScope opnieuw op om de nieuwe instellingen door te voeren

Opnieuw opstarten

De taal, de eenheden en de toetsenbordtaal die in PolyScope gebruikt worden, kunnen op dit scherm geselecteerd worden.

De geselecteerde taal wordt gebruikt voor de tekst die weergegeven wordt op de verschillende schermen van PolyScope en in de ingebouwde Help-functie. Vink “Engelse programmering” aan om de namen van de commando’s binnen de robotprogramma’s in het Engels te lezen. PolyScope opnieuw worden opgestart om de wijzigingen van kracht te laten worden.

De geselecteerde toetsenbordtaal wordt in alle pop-up-toetsenborden in PolyScope gebruikt.

15.2 Robot updaten



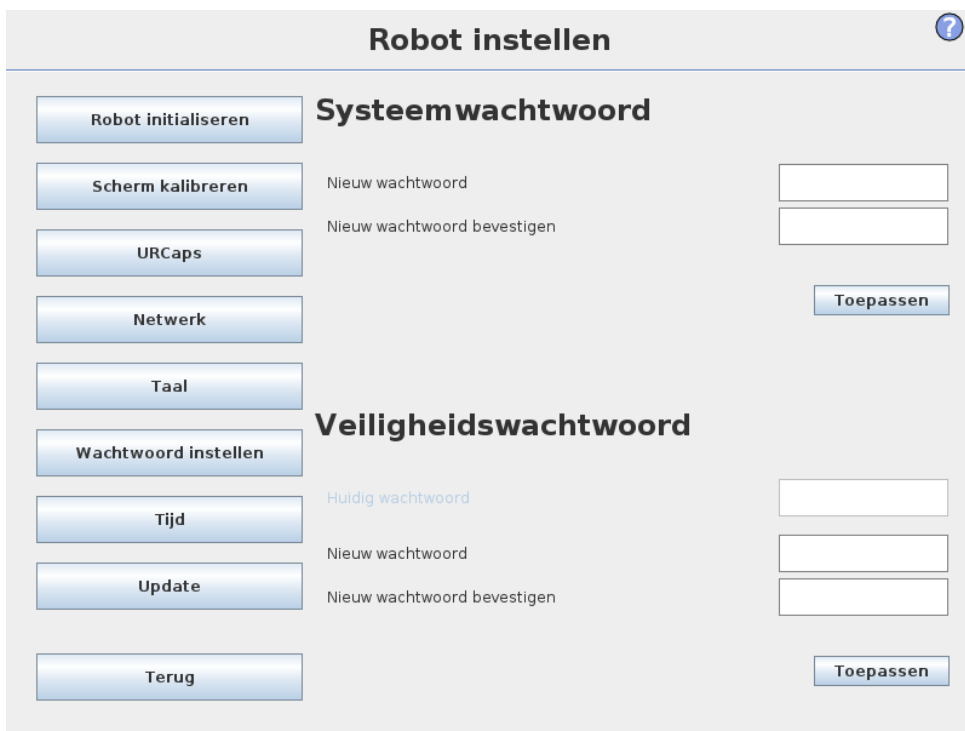
Software-updates kunnen worden geïnstalleerd vanaf een USB-flashgeheugen. Plaats een USB-geheugenstick en klik op **Zoeken** om de inhoud weer te geven. Om een update uit te voeren, selecteert u een bestand, klikt u op **Update** en volgt u de instructies.



WAARSCHUWING:

Controleer uw programma's altijd na een software-update. Door de upgrade kunnen trajecten in uw programma gewijzigd zijn. De bijgewerkte softwarespecificaties kunt u vinden door te drukken op de knop "?" rechts bovenin het GUI. Hardwarespecificaties blijven hetzelfde en deze kunt u vinden in de originele handleiding.

15.3 Wachtwoord instellen



Er worden twee wachtwoorden ondersteund. Het eerste is een *optioneel* systeemwachtwoord dat onbevoegde wijziging van de instellingen van de robot voorkomt. Als het systeemwachtwoord ingesteld is, kunnen programma's zonder wachtwoord worden geladen en uitgevoerd, maar is een juist wachtwoord vereist voor het aanmaken of wijzigen van programma's.

Het tweede is een *vereist* veiligheidswachtwoord dat juist moet worden ingevoerd om de veiligheidsconfiguratie te wijzigen.



OPMERKING:

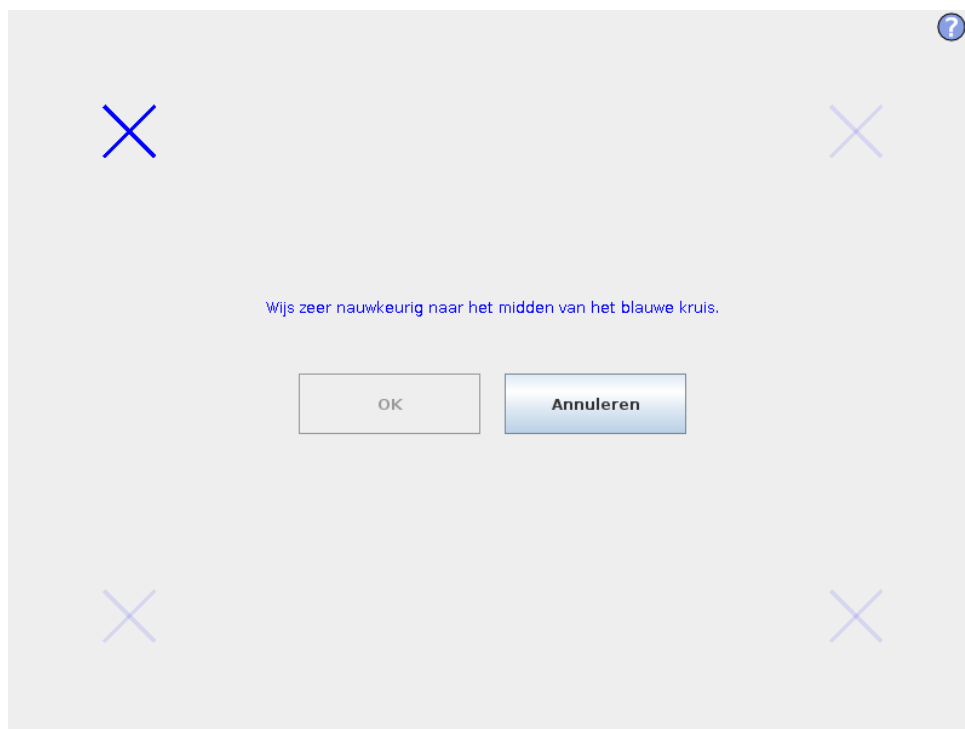
Om de veiligheidsconfiguratie te wijzigen, moet het veiligheidswachtwoord zijn ingesteld.



WAARSCHUWING:

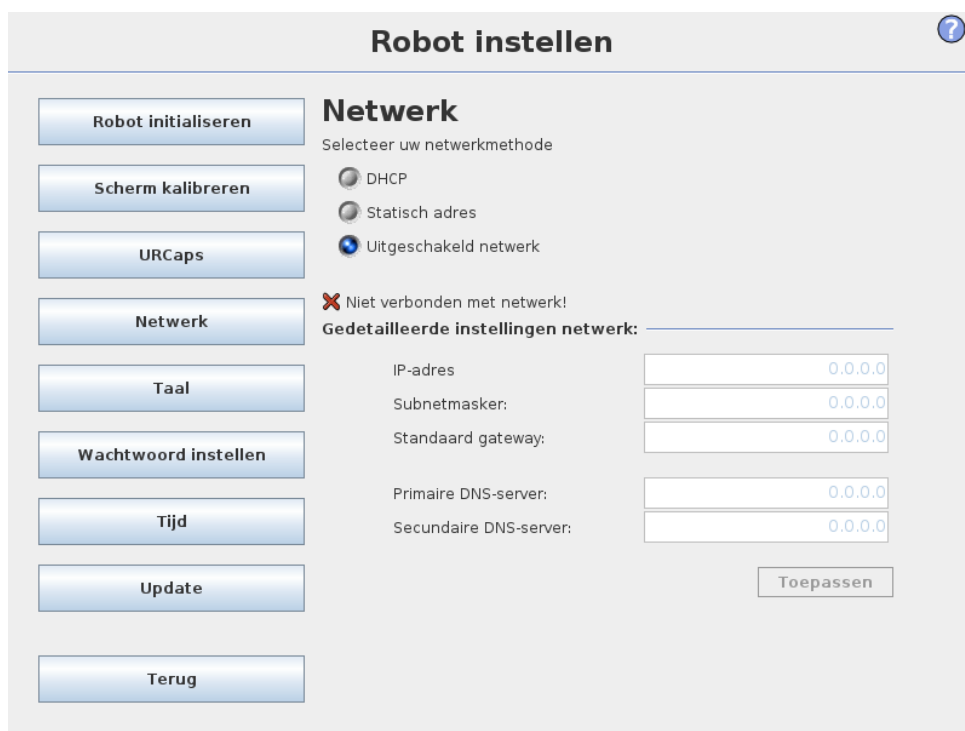
Voeg een wachtwoord toe om te voorkomen dat niet-bevoegd personeel de robotinstallatie wijzigt.

15.4 Scherm kalibreren



Kalibreren van het touch screen. Volg de instructies op het scherm voor de kalibratie van het touch screen. Gebruik bij voorkeur een puntig voorwerp dat niet van metaal is, zoals een dichte pen. Geduld en zorgvuldigheid dragen bij aan een beter resultaat.

15.5 Netwerk instellen



Paneel voor het instellen van het ethernet-netwerk. Een ethernetverbinding is niet nodig voor de basisfuncties van de robot en is standaard uitgeschakeld.

15.6 Tijd instellen

Stel de tijd en datum voor het systeem in en configureer de weergaveformaten voor de klok. De klok wordt weergegeven bovenin de schermen *Programma UITVOEREN* en *Robot programmeren*. Als u erop klikt, wordt kort de datum weergegeven. De GUI moet opnieuw worden opgestart om de wijzigingen van kracht te laten worden.

15.7 Instellingen URCaps



In de bovenste lijst staat een overzicht van alle geïnstalleerde *URCaps*. Als u op een URCap klikt, wordt de meta-informatie (inclusief de naam van de URCap, de versie, licentie, enz.) weergegeven in de ruimte *URCap-informatie* onder de lijst.

Klik op de knop + onderin het scherm om een nieuwe URCap te installeren. Er wordt een bestandskiezer weergegeven waar een .urcap-bestand geselecteerd kan worden. Door te klikken op *Open* en PolyScope keert u terug naar het installatiescherm. De geselecteerde URCap wordt geïnstalleerd en een overeenkomstig item wordt kort daarin in de lijst weergegeven. Net geïnstalleerde of verwijderde URCaps hebben PolyScope nodig om opnieuw gestart te kunnen worden en de knop *Restart* wordt ingeschakeld.

Om een URCap te verwijderen, selecteert u de URCap in de lijst en klikt u op de knop -. De URCap verdwijnt uit de lijst, maar er moet opnieuw gestart worden.

In de lijst geeft het pictogram naast een item de status van de URCap weer. De verschillende staten worden hieronder uitgelegd:

-  *URCap ok*: De URCap is geïnstalleerd en draait normaal.
-  *URCap fout.*: De URCap is geïnstalleerd maar kan niet gestart worden. Neem contact op met de URCap-ontwikkelaar.
-  *URCap moet opnieuw gestart worden*: De URCap is net geïnstalleerd en moet opnieuw gestart worden