

Robotersystem HORST600



Original-Betriebsanleitung

Diese Anleitung ist bei Verwendung des Robotersystems zu befolgen und muss immer beim Produkt aufbewahrt werden!

Version 1.1 / 28.07.2020

Copyright

© by fruitcore robotics GmbH

Für diese Dokumente beansprucht die Firma fruitcore robotics GmbH Urheberrechtsschutz.

Originalsprache der Dokumentation: Deutsch

Diese Dokumentation darf ohne vorherige schriftliche Zustimmung der Firma fruitcore robotics GmbH weder abgeändert, erweitert oder vervielfältigt, oder an Dritte weitergegeben werden.

fruitcore robotics GmbH
Macairestr. 3
78467 Konstanz

Telefon: (+)49 (0)7531 / 945 99-20
E-Mail: info@fruitcore.de
Internet: www.fruitcore-robotics.com

Ausgabedatum: Juli 2020
Design- und Maschinenänderungen vorbehalten

Inhalt

1	Einleitung	1
1.1	Grundsatz	1
1.2	Allgemeine Hinweise	1
1.3	Betriebsverantwortung und Haftung	1
1.3.1	Haftungsausschluss	2
1.4	Gewährleistung	2
1.5	Organisatorische Maßnahmen	2
1.6	Angewandte Normen und Verordnungen	2
1.7	Zeichen, Symbole und Abkürzungen	3
1.8	Kennzeichnung der Sicherheits- und Warnhinweise	3
1.8.1	Abkürzungen	4
2	Sicherheit	6
2.1	Allgemeine Sicherheitshinweise	6
2.2	Bestimmungsgemäße Verwendung	6
2.3	Nicht bestimmungsgemäße Verwendung	7
2.3.1	Vorhersehbare Fehlanwendung	7
2.4	Betreiberpflichten	9
2.4.1	EG-Konformitätserklärung und Einbauerklärung	9
2.4.2	Risikobeurteilung durch den Betreiber	9
2.4.3	Betriebsverantwortlicher	10
2.5	Bedienpersonal	11
2.5.1	Verpflichtung des Bedienpersonals	11
2.5.2	Ausbildung des Bedienpersonals	11
2.5.3	Persönliche Schutzausrüstung	12
2.6	Arbeitsbereich, Gefahrenbereich und Schutzbereich	12
2.7	Sicherheitsfunktionen	13
2.8	Sicherheitshinweise für Montage und Inbetriebnahme	13
2.9	Sicherheitshinweise zum Betrieb	14
2.9.1	Notsituationen	15
2.10	Sicherheitshinweise für Störungsbehebung, Reinigung und Instandhaltungsarbeiten	15
2.11	Restgefahren	16

3 Technische Daten	19
3.1 Montagefläche	21
3.2 Lieferumfang	21
3.3 Arbeitsbereich des Roboters	22
3.4 Anhaltewege und Anhaltezeiten	23
3.5 Elektrische Schnittstellen	23
3.5.1 Netzanschluss	23
3.5.2 Schaltschrank E/As	24
3.5.3 Tragarm 3 – Ein- / Ausgänge	27
4 Beschreibung des Robotersystems	28
4.1 Baugruppen.....	28
4.1.1 Roboter	28
4.1.2 Bedienpanel.....	30
4.1.3 Schaltschrank.....	31
4.2 Sicherheitseinrichtungen.....	32
4.2.1 NOT-HALT-Taster	32
4.3 Anbauteile (Option).....	33
4.4 Typenschilder	33
5 Softwarebeschreibung	34
5.1 Datei-Import in die Software (horstFX).....	34
5.2 Navigation (Menüleiste).....	34
5.3 Benutzer-Rollen	35
5.4 Ansicht Robotermodell	36
5.5 Bildschirmtastatur	36
5.6 Hauptmenü	37
5.7 Einstellungen	38
5.7.1 Menü Einstellungen – Passwörter.....	38
5.7.2 Menü Einstellungen – Offset Achse 6	38
5.7.3 Menü Einstellungen – Reglerwerte.....	39
5.7.4 Menü Einstellungen – Achsbeschränkungen.....	39
5.7.5 Menü Einstellungen – Tool	39
5.7.6 Menü Einstellungen – Log-Konsole	41
5.7.7 Menü Einstellungen – Version.....	41
5.7.8 Menü Einstellungen – Fernzugriff	41
5.7.9 Menü Einstellungen – Lizenzen	41

5.7.10	Menü Einstellungen – Lizenz	42
5.7.11	Menü Einstellungen – 3D-Objekte	42
5.8	Freies Fahren	45
5.8.1	Bewegungen der einzelnen Roboterachsen	47
5.8.2	Bewegungen in den Koordinatensystemen	48
5.8.3	Freies Fahren – Ausgänge	52
5.8.4	Freies Fahren – Modbus	52
5.9	Programme	53
5.9.1	Neues Programm.....	54
5.9.2	Programm laden	55
5.9.3	Programm erstellen/bearbeiten	56
5.9.4	Programm ausführen.....	91
5.10	Textuelles Programmieren.....	94
5.11	Funktionen.....	96
5.11.1	Grafische Funktionen	97
5.11.2	Textuelle Funktionen	98
5.12	Roboter extern steuern	99
5.13	Warn- und Fehlermeldungen	100
5.13.1	NOT-HALT-Warmmeldung	101
5.13.2	Sicherheitshalt-Warmmeldung	101
5.13.3	System-Fehler-Meldung.....	102
5.13.4	Betriebsart-Wechsel-Warmmeldung	103
6	Transport und Montage	105
6.1	Transport.....	105
6.2	Montage.....	106
6.2.1	Roboter montieren.....	107
6.2.2	Anbauteile montieren	107
6.2.3	Schaltschrank aufstellen	108
6.3	Elektrischer Anschluss.....	109
6.3.1	Anschlüsse am Schaltschrank	110
6.3.2	Anschluss des Roboters.....	111
6.3.3	Elektrischer Anschluss von Anbauteilen am Roboterarm.....	111
6.3.4	Netzanschluss des Schaltschranks	112
6.4	Pneumatischer Anschluss von Anbauteilen	113
6.5	Demontage des Robotersystems	113

7 Inbetriebnahme	114
7.1 Robotersystem einschalten.....	115
7.2 Roboter initialisieren.....	116
8 Betrieb	119
8.1 Verhalten im Notfall.....	119
8.2 Teachbetrieb.....	120
8.3 Automatikbetrieb	121
8.4 Stillsetzen nach Betriebsende	122
9 Störungsbehebung	124
10 Reinigung und Instandhaltung	125
10.1 Reinigung.....	125
10.2 Instandhaltung und Instandsetzung	126
11 Lagerung	127
12 Entsorgung	127
13 Anhang	128
13.1 Optionales Zubehör	128
13.2 Ersatzteile.....	128

1 Einleitung

1 Einleitung

1.1 Grundsatz

Die Betriebsanleitung enthält wichtige Hinweise, um das Robotersystem sicher, sachgerecht und wirtschaftlich zu betreiben. Die Beachtung dieser Betriebsanleitung hilft, Gefahren zu vermeiden, Reparaturkosten und Ausfallzeiten zu vermindern und die Zuverlässigkeit und die Lebensdauer des Robotersystems zu erhöhen.

Der Betreiber ist verpflichtet die Betriebsanleitung um Anweisungen aufgrund bestehender nationaler oder betriebsseitiger Vorschriften zur Unfallverhütung und zum Umweltschutz zu ergänzen.

Die Betriebsanleitung muss ständig am Einsatzort des Robotersystems verfügbar sein.



Lesen Sie die Betriebsanleitung sorgfältig und vollständig durch, bevor Sie das Robotersystem in Betrieb nehmen.

Behandeln Sie die Betriebsanleitung sorgsam. Eine unleserliche oder fehlende Betriebsanleitung muss umgehend ersetzt werden.

1.2 Allgemeine Hinweise

In der Betriebsanleitung erhalten Sie eine detaillierte Beschreibung des Robotersystems, Richtlinien für den Transport und die Installation, sowie umfassende Anweisungen für die Bedienung des Robotersystems, Tipps zur Störungsbeseitigung und Informationen zur Instandhaltung.



Das ausgelieferte Robotersystem kann über Optionen verfügen, die von den Darstellung in Text und Bild in dieser Betriebsanleitung abweichen können. Grund dafür ist die individuelle Anpassung und Weiterentwicklung des Robotersystems, auf Grundlage der Wünsche und Aufträge der einzelnen Kunden. Diese Abweichungen sind keine Grundlage für wie auch immer geartete Ansprüche.

Das Robotersystem ist nur für die in der Betriebsanleitung aufgelisteten zugelassenen Zwecke einzusetzen. Der Hersteller übernimmt keine Haftung für die unsachgemäße und unbefugte Benutzung des Robotersystems, Bedienfehler oder unsachgemäße, beziehungsweise unzureichende Instandhaltung.

Das Kapitel 2 Sicherheit der Betriebsanleitung enthält Anweisungen und dazugehörige Informationen für die sichere Nutzung des Robotersystems. Die darin vorgeschriebenen Anweisungen müssen jederzeit befolgt werden.

1.3 Betriebsverantwortung und Haftung

Die Betriebsverantwortung liegt beim Betreiber des Robotersystems. Der Betriebsverantwortliche und alle Bediener sind verpflichtet, sich entsprechend dieser Betriebsanleitung zu verhalten.

Die Sicherheits- und Unfallverhütungsvorschriften folgender Institutionen müssen eingehalten werden:

- des Gesetzgebers des Landes,
- der Berufsgenossenschaften,
- der verantwortlichen Unternehmenshaftpflicht-Gesellschaft.

Unfälle, die durch Nichtbeachtung dieser Betriebsanleitung, von Sicherheits- und Unfallverhütungsvorschriften oder auf mangelhafte Umsicht zurückzuführen sind, werden dem Betriebsverantwortlichen, dem Bedienpersonal oder, soweit diese mangels Schulung oder Grundkenntnissen nicht verantwortlich gemacht werden können, dessen Aufsichtspersonal zur Last gelegt.

Bitte lassen Sie daher die notwendige Vorsicht und Umsicht walten.

1.3.1 Haftungsausschluss

Wir machen ausdrücklich darauf aufmerksam, dass der Hersteller nicht für Schäden haftet, die durch falsche oder nachlässige Bedienung, Instandhaltung oder durch nicht bestimmungsgemäße Verwendung entstehen. Dies gilt auch für Veränderungen, An- und Umbauten am Robotersystem, die die Sicherheit beeinträchtigen könnten. In diesen Fällen erlischt die Herstellerhaftung.

1.4 Gewährleistung

Für das Robotersystem, sowie für die Ersatzteile, gewähren wir, sofern im Kaufvertrag nichts anderes vereinbart wurde die gesetzlich vorgeschriebene Gewährleistungsfrist, beginnend mit dem Tag der Auslieferung.

Darüber hinaus gelten die Gewährleistungsbestimmungen, die in den Allgemeinen Geschäftsbedingungen der Firma fruitcore robotics GmbH beziehungsweise im einzelnen Kaufvertrag enthalten sind.

1.5 Organisatorische Maßnahmen

Die Zuständigkeiten beim Betreiben des Robotersystems müssen klar festgelegt und eingehalten werden, damit unter dem Aspekt der Sicherheit keine unklaren Kompetenzen auftreten (z. B. "Wer schaltet den Roboter ab?"; „Wer sichert den Roboter gegen unbefugte Benutzung?“, „Wer kontrolliert die Sicherheitsbauteile?“).

Ein Betriebsverantwortlicher ist vom Betreiber zu benennen. Der Betriebsverantwortliche ist verpflichtet, dem Betriebspersonal Zeit für eine Arbeits- und Sicherheitsunterweisung anhand dieser Betriebsanleitung einzuräumen. Störungen sind dem Betriebsverantwortlichen sofort zu melden.

Zusätzlich muss der Betreiber allgemein gültige gesetzliche und sonstige verbindliche Regelungen zur Unfallverhütung und zum Umweltschutz beachten und anweisen.

1.6 Angewandte Normen und Verordnungen

Bei der Entwicklung des Robotersystems wurden folgende Normen und Verordnungen angewandt.

- **EU-Richtlinie 2006/42/EG**
Maschinenrichtlinie
- **DIN EN ISO 10218-1**
Industrieroboter – Sicherheitsanforderungen – Teil 1: Roboter
- **DIN EN ISO 12100**
Sicherheit von Maschinen – Allgemeine Gestaltungsleitsätze – Risikobeurteilung und Risikomin-
derung
- **DIN EN ISO 13849-1**
Sicherheit von Maschinen – Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen –
Teil 1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze

1 Einleitung

- **DIN EN ISO 13849-2**
Sicherheit von Maschinen – Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen – Teil 2: Validierung
- **DIN EN ISO 13850**
Sicherheit von Maschinen – NOT-HALT Gestaltungsleitsätze
- **DIN EN ISO 14118**
Sicherheit von Maschinen – Vermeidung von unerwartetem Anlauf
- **DIN EN 60204-1/A1**
Sicherheit von Maschinen – Elektrische Ausrüstung von Maschinen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen
- **DIN EN 60529**
Schutzarten durch Gehäuse
- **ISO 9409-1**
Industrieroboter – Mechanische Schnittstellen – Teil 1: Platten

1.7 Zeichen, Symbole und Abkürzungen

In der Betriebsanleitung werden folgende Symbole verwendet:

Aufzählungen

- Einfache Aufzählungen werden mit "–" gekennzeichnet.

Handlungsanweisungen

Alle Handlungsanweisungen eines Handlungsvorganges werden in chronologischer Reihenfolge aufgeführt.

- ▶ Handlungsanweisungen werden mit "▶" gekennzeichnet.
⇒ Zwischenergebnisse und Endergebnisse der Handlung werden mit "⇒" gekennzeichnet.

Hinweis



Dieses Zeichen steht für Hinweise, die eine effektivere und wirtschaftlichere Nutzung des Robotersystems ermöglichen.

1.8 Kennzeichnung der Sicherheits- und Warnhinweise

Die folgenden Sicherheitszeichen kennzeichnen alle Handlungen oder Aktionen, bei denen Gefahr für Leib und Leben des Bedieners oder seiner Mitmenschen besteht.

Beachten Sie unbedingt diese Hinweise und verhalten Sie sich in diesen Fällen besonders vorsichtig. Geben Sie die Sicherheitshinweise auch an andere Benutzer weiter.



GEFAHR!

Das Zeichen mit dem Zusatz GEFAHR bezeichnet eine unmittelbar drohende Gefahr!

Die Gefahr führt zu einer schweren Verletzung oder zum Tod von Personen.

- ▶ Nach der Gefahrenbenennung werden Handlungsanweisungen aufgezählt, die der Vermeidung oder Beseitigung der Gefahr dienen.



WARNUNG!

Das Zeichen mit dem Zusatz WARNUNG bezeichnet eine möglicherweise drohende Gefahr!

Die Gefahr kann zu einer schweren Verletzung oder zum Tod einer Person führen.

- ▶ Nach der Gefahrenbenennung werden Handlungsanweisungen aufgezählt, die der Vermeidung oder Beseitigung der Gefahr dienen.



VORSICHT!

Das Zeichen mit dem Zusatz VORSICHT bezeichnet eine möglicherweise gefährliche Situation!

Die Gefahr kann zur Verletzung von Personen führen.

- ▶ Nach der Gefahrenbenennung werden Handlungsanweisungen aufgezählt, die der Vermeidung oder Beseitigung der Gefahr dienen.

Die Sicherheitszeichen werden im Text häufig mit einem Bildzeichen zur Verdeutlichung der Gefahrenquelle eingesetzt.



ELEKTRISCHE SPANNUNG!

Dieses Zeichen warnt vor elektrischer Spannung.

Es steht bei allen Arbeits- und Betriebsverfahren, die genau einzuhalten sind, um einer Gefährdung von Personen und der Anlage durch elektrische Spannung vorzubeugen.



ACHTUNG! Gefahr von Roboterschäden oder Sachschäden!

Dieses Zeichen steht für Hinweise, bei deren Nichtbeachtung Gefahr für das Robotersystem, einzelne Baugruppen oder die Betriebsumgebung besteht. Es besteht keine Verletzungsgefahr.



Schutzkleidung tragen!

Tragen Sie Ihre persönliche Schutzausrüstung:

Sicherheitsschuhe, Schutzhelm, Schutzbrille und Arbeitshandschuhe.



Gefahr von Umweltschäden!

Dieses Zeichen steht für Hinweise, bei deren Nichtbeachtung Gefahr für die Umwelt besteht. Es besteht keine Verletzungsgefahr.

1.8.1 Abkürzungen

Abb.	Abbildung
BA	Betriebsanleitung
bzw.	beziehungsweise
E/A	Ein- und Ausgang
etc.	et cetera
ggf.	gegebenenfalls
HORST	Highly Optimized Robotic Systems Technology

1 Einleitung

o. ä.	oder ähnlich
s.	siehe
S.	Seite
TCP	Tool Center Point (Werkzeugmittelpunkt)
u. a.	unter anderem
z. B.	zum Beispiel

2 Sicherheit

2.1 Allgemeine Sicherheitshinweise

Das Robotersystem HORST ist ein nach den anerkannten Regeln der Technik hergestelltes Qualitätsprodukt. Das Robotersystem hat das Herstellerwerk in sicherheitstechnisch einwandfreiem Zustand verlassen.

Das Robotersystem ist nach dem aktuellen Stand der Sicherheitstechnik konzipiert und gebaut. Ein Restrisiko bleibt aber immer bestehen!

Zu ihrer Sicherheit beachten Sie stets:



WARNUNG!

Falsche Bedienung oder Handhabung des Robotersystems kann zu schweren Personenschäden führen.

- ▶ Um Schäden zu vermeiden, muss die vorliegende Betriebsanleitung gelesen, verstanden und beachtet werden.
- ▶ Personen, die mit dem Robotersystem arbeiten, müssen mit den Sicherheitshinweisen dieser Betriebsanleitung vertraut sein und danach handeln.
- ▶ Beachten Sie daher stets die aktuell geltenden Sicherheitsbestimmungen und -hinweise.
- ▶ Beachten Sie unbedingt die Arbeitsschutzvorschriften und Sicherheitsbestimmungen des Gesetzgebers, der Aufsichtsämter und der Berufsverbände.

2.2 Bestimmungsgemäße Verwendung

Das Robotersystem HORST dient zur Umsetzung von Industrieroboteranwendungen sowie Robotik-Anwendungen im Bereich Bildung. Dabei ist das Robotersystem in der Lage nach Programmierung durch den Betreiber selbstständig Bewegungen auszuführen. An den Roboter können Anbauteile wie Greifer oder Prüfinstrumente angebaut werden. Diese können durch das Robotersystem gesteuert werden.

Das Robotersystem darf nur in trockenen, ebenen Innenräumen mit festem Untergrund betrieben werden. Der Roboter darf nur innerhalb geeigneter Schutzeinrichtungen (z. B. trennende Schutzeinrichtung, Lichtgitter oder Sicherheits-Laserscanner) verwendet werden.

Beachten Sie:

- Das Robotersystem darf bestimmungsgemäß nur im Sinne der Betriebsanleitung (BA) und der beiliegenden Dokumente verwendet werden. Alle Hinweise und Sicherheitsvorschriften der BA für das Bedienpersonal müssen zwingend befolgt werden. Eine andere oder darüberhinausgehende Verwendung gilt als nicht bestimmungsgemäß und wird ausdrücklich untersagt.
- Zusätzlich muss der Betreiber allgemein gültige gesetzliche und sonstige verbindliche Regelungen zur Unfallverhütung und zum Umweltschutz beachten und anweisen.
- Zur bestimmungsgemäßen Verwendung des Robotersystems müssen alle Schutzeinrichtungen funktionsfähig sein.
- Es dürfen keine Veränderungen oder Umbauten am Robotersystem ohne Genehmigung des Herstellers vorgenommen werden.

2 Sicherheit



GEFAHR!

Das Robotersystem darf nicht in explosionsgefährdeten Räumen eingesetzt werden.

2.3 Nicht bestimmungsgemäße Verwendung

Als nicht bestimmungsgemäße Verwendung gilt eine Verwendung, die nicht in Kapitel 2.2 beschrieben ist, oder die darüber hinausgeht.

2.3.1 Vorhersehbare Fehlanwendung

Das Robotersystem ist nicht für gefährliche Anwendungen vorgesehen. Jede Nutzung oder Anwendung, die von der bestimmungsgemäßen Verwendung abweicht, wird als unzulässige Fehlanwendung erachtet.



Bei vorhersehbarer Fehlanwendung bzw. unsachgemäßer Handhabung des Robotersystems erlischt die Einbauerklärung des Herstellers und damit automatisch die Betriebserlaubnis.

Beispiele für vorhersehbare Fehlanwendungen sind:

- Schneid- und Schweißbearbeitung von Werkstücken,
- Beschichtungs- / Lackiertätigkeiten,
- Nutzung im Kontakt mit Flüssigkeiten jeglicher Art (bis auf dafür vorgesehene Schmierstoffe),
- Nutzung in potenziell explosionsgefährdeten Umgebungen,
- Nutzung in medizinischen und lebenskritischen Anwendungen,
- Nutzung vor Durchführung einer Risikobewertung der gesamten Anwendung,
- Nutzung bei Anwendungen, in denen die Reaktionszeiten der Sicherheitsfunktionen unzureichend sind,
- Nutzung als Steighilfe,
- Betrieb außerhalb der zulässigen Betriebsparameter,
- Nutzung des Robotersystems durch Personal ohne entsprechende Einweisung, Ausbildung oder Autorisierung,
- Betrieb des Robotersystems außerhalb der vorgeschriebenen, technischen Grenzen,
- Verwendung von nicht durch den Hersteller freigegebenen Komponenten,
- Reparaturen an Komponenten durch nicht autorisiertes Personal,
- Manipulation an Leistungseinstellungen,
- Anbau von Zubehör und Anbauteilen, welche nicht ausdrücklich vom Hersteller zur Verwendung freigegeben sind,
- Entfernung oder Manipulation von Schutzeinrichtungen, z. B. Abdeckungen oder Geschwindigkeitsbeschränkungen,
- Verwendung von ungeeigneten Hilfsmitteln, z. B. Werkzeuge oder Hebezeuge, Betrieb des Robotersystems mit Mängeln,

- Durchführung von Instandhaltungstätigkeiten ohne das Robotersystem vorschriftsgemäß still zu setzen.

Diese Fehlanwendungen durch Bedienpersonal oder Dritte sind strikt verboten:

- Die Tragfähigkeit des Roboters darf nicht überschritten werden.
- Sensoren dürfen nicht abgedeckt, überklebt oder anderweitig außer Funktion gesetzt werden. Die Konfiguration von Sensoren darf auf keinen Fall verändert werden.
- Der Zustimmungstaster sowie sonstige Betätigungselemente dürfen nicht überbrückt bzw. anderweitig manipuliert oder außer Betrieb gesetzt werden.
- Es darf nur in Betriebsart gearbeitet werden, welche in der jeweiligen Situation angemessen ist.
- Der Roboter darf nur innerhalb geeigneter Schutzeinrichtungen (z. B. trennende Schutzeinrichtung, Lichtgitter oder Sicherheits-Laserscanner) verwendet werden.

2 Sicherheit

2.4 Betreiberpflichten

2.4.1 EG-Konformitätserklärung und Einbauerklärung



Das Robotersystem gilt im Sinne der EG-Maschinenrichtlinie als unvollständige Maschine. Das Robotersystem darf nur unter den folgenden Voraussetzungen in Betrieb genommen werden:

- Am Robotersystem wurden alle Sicherheitsfunktionen und Schutzeinrichtungen ergänzt, die für eine vollständige Maschine im Sinne der EG-Maschinenrichtlinie notwendig sind.
oder
Das Robotersystem ist in eine Anlage integriert.
oder
Das Robotersystem bildet mit anderen Maschinen eine Anlage.
- Diese Anlage oder Maschine muss den Bestimmungen der EG-Maschinenrichtlinie entsprechen. Es muss eine CE-Konformitätserklärung vorliegen. Hierfür trägt der Betreiber die alleinige Verantwortung.

Konformitätserklärung

Der Betreiber muss eine Konformitätserklärung gemäß der EG-Maschinenrichtlinie für die gesamte Maschine erstellen, welche die Grundlage für eine entsprechende CE-Kennzeichnung darstellt.

Einbauerklärung

Das Robotersystem als unvollständige Maschine wird mit einer Einbauerklärung nach Anhang II B der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG ausgeliefert.

Mit der Einbauerklärung wird erklärt, dass die Inbetriebnahme der unvollständigen Maschine solange unzulässig bleibt, bis die unvollständige Maschine in eine Maschine eingebaut, oder mit anderen Teilen zu einer Maschine zusammengebaut wurde, diese den Bestimmungen der EG-Maschinenrichtlinie entspricht und die EG-Konformitätserklärung gemäß Anhang II A vorliegt.

Hierzu zählt insbesondere, dass gemäß der vom Betreiber durchgeführten Risikobeurteilung entsprechende Schutzmaßnahmen ergriffen werden und diese zu verifizieren und validieren sind. Das Robotersystem bietet hierzu einen definierten Umfang an Sicherheitsfunktionen an. NOT-HALT und Sicherheitshalt E/As sind gemäß EN ISO 10218-1 vorbereitet.

Die korrekte Funktion von externen Schutzeinrichtungen ist vom Betreiber sicherzustellen.

2.4.2 Risikobeurteilung durch den Betreiber



GEFAHR!

Durch Anbauteile, Werkstücke oder das Kombinieren des Robotersystems mit anderen Maschinen können sich Gefahren erhöhen oder neue Gefahren geschaffen werden.

- ▶ Zur Gewährleistung der Sicherheit muss das Robotersystems HORST gemäß den Richtlinien der Normen DIN EN ISO 12100 und DIN EN ISO 10218-2 installiert werden.
- ▶ Führen Sie nach der Montage des Robotersystems oder der Integration in eine Anlage eine Risikobeurteilung für das gesamte System durch.

Zur Vermeidung von Gefährdungen müssen zusätzliche Schutzeinrichtungen (z. B. trennende Schutzeinrichtung, Lichtgitter oder Sicherheits-Laserscanner) installiert werden.

Besonders die untenstehenden Risiken müssen beachtet werden:

- Quetsch-, Stoß- und Schnittverletzungen:
 - zwischen den Achsen des Roboters
 - zwischen dem Roboter und der Montagefläche
- Quetsch- und Schnittverletzungen:
 - zwischen dem Roboter / dem Werkzeug und anderen Objekten
 - zwischen dem Roboter / dem Werkzeug und festen Oberflächen
- Stoßverletzungen durch den Roboter
- Quetsch- und Schnittverletzungen durch scharfe Kanten:
 - des Roboters
 - des Werkzeugs
 - von Werkstücken
- Kippen oder Herunterfallen des Roboters.
 - während des Transports
 - der Montage
 - im Betrieb (durch unzureichende Befestigung)
- Herumschleudern oder Herunterfallen von Werkzeugen / Werkstücken (durch falsche Montage, Auslegung, Programmierung oder Unterbrechung der Energiezufuhr des Roboters bzw. des Endeffektors)
- Elektrische Gefährdungen bei Kontakt von Baugruppen mit Flüssigkeiten.
- Sturzgefahr durch herumliegende Leitungen
- Gefahr durch falsche Integration in das Steuersystem einer Gesamtanlage.
- Gefahr durch unzureichende Integration in den übergeordneten NOT-HALT-Kreis.

2.4.3 Betriebsverantwortlicher



GEFAHR!

Mögliche Personenschäden durch unsicheren Zustand der Anlage

- ▶ Der Betreiber des Robotersystems ist verpflichtet am Aufstellort einen Betriebsverantwortlichen zu benennen.
- ▶ Der Betriebsverantwortliche ist verpflichtet, das Robotersystem nur in einwandfreiem und sicherheitsunbedenklichem Zustand zu betreiben.

Der Betriebsverantwortliche verpflichtet sich darüber hinaus,

- nur Personen am Robotersystem arbeiten zu lassen, die mit den grundlegenden Vorschriften über Arbeitssicherheit und Unfallverhütung vertraut und in die Handhabung des Robotersystems durch die Firma fruitcore robotics GmbH oder durch von der Firma fruitcore robotics GmbH autorisiertes Personal geschult worden sind.
- nur Personen am Robotersystem arbeiten zu lassen, die die BA gelesen, verstanden und durch Ihre Unterschrift bestätigt haben (siehe Arbeits- und Sicherheitseinweisung).

2 Sicherheit

- die Zuständigkeit des Personals für Bedienen, Umrüsten, Instandhalten und Instandsetzen klar festzulegen.
- das sicherheitsbewusste Verhalten des Personals zu überwachen,
- das Transport- und Bedienungspersonal zum Tragen von Schutzkleidung anzuhalten,
- dem Personal die notwendige Sicherheitsausrüstung zur Verfügung zu stellen.



Durch Kontrollen muss der Betriebsverantwortliche das sicherheits- und gefahrenbewusste Arbeiten des Bedienungs- und Instandhaltungspersonals überprüfen.

2.5 Bedienpersonal

2.5.1 Verpflichtung des Bedienpersonals

Alle Personen, die mit Arbeiten am Robotersystem beauftragt sind, verpflichten sich vor Arbeitsbeginn:

- die grundlegenden Vorschriften über Arbeitssicherheit und Unfallverhütung zu beachten,
- die BA zu lesen und dies durch ihre Unterschrift zu bestätigen,
- die Anweisungen und Sicherheitshinweise der BA unbedingt zu befolgen,
- vor Arbeitsbeginn das Robotersystem auf Sicherheit und Funktion zu prüfen,
- bei offenen Fragen den Betriebsverantwortlichen oder die Firma fruitcore robotics GmbH zu fragen.

2.5.2 Ausbildung des Bedienpersonals



GEFAHR!

Mögliche Personenschäden durch nicht eingewiesenes Bedienpersonal

- ▶ Das Bedienpersonal muss von der Firma fruitcore robotics GmbH oder von durch die Firma fruitcore robotics GmbH autorisiertes Personal über die Arbeit und die Gefahren am Robotersystem geschult werden.
- ▶ Personen, nicht auf diese Weise geschult worden sind, dürfen das Robotersystem nicht bedienen.



GEFAHR!

Mögliche Personenschäden durch Bedienung von in Ausbildung befindlichen Personen

- ▶ Zu schulende, anzulernende oder im Rahmen einer Ausbildung befindliche Personen dürfen das Robotersystem nur betreiben, wenn die Aufsicht durch eine geschulte Person mit technischer oder elektrotechnischer Ausbildung (Lehrpersonal) sichergestellt ist.

Das Bedienpersonal muss von der Firma fruitcore robotics GmbH oder von durch die Firma fruitcore robotics GmbH autorisiertes Personal über die Arbeit und die Gefahren am Robotersystem geschult werden.

Das Bedienpersonal muss mindestens 18 Jahre alt sein und körperlich sowie geistig zum Bedienen des Robotersystems geeignet sein.

Unterwiesenes Personal **mit** technischer Ausbildung darf zu den folgenden Tätigkeiten eingesetzt werden:

- Betreiben des Robotersystems im Automatikbetrieb
- Einstellungen der Systemparameter (Teachbetrieb T1 und T2)

Unterwiesenes Personal **mit** technischer **und** elektrotechnischer Ausbildung darf auch zu den folgenden Tätigkeiten eingesetzt werden:

- Montage und Inbetriebnahme des Robotersystems
- Störungssuche und Störungsbeseitigung
- Inspektion, Instandhaltung und Instandsetzung

2.5.3 Persönliche Schutzausrüstung



Hitzeschutzhandschuhe

Aufgrund der Wärmeentwicklung der Motoren und des Steuerungsmoduls kann die Temperatur des Robotersystems an manchen Stellen 60 °C überschreiten. Sollte es nötig sein, das Robotersystem direkt nach dem Betrieb zu berühren, müssen aufgrund der Wärmeentwicklung Hitzeschutzhandschuhe getragen werden.

2.6 Arbeitsbereich, Gefahrenbereich und Schutzbereich

Der **Arbeitsbereich** ist ein definierter 3D-Raum innerhalb der Reichweite des Roboters. Durch angebaute Werkzeuge, Messgeräte und Werkstücke verändern sich die Reichweite und damit der Arbeitsbereich des Roboters.

Der **Anhalteweg** ergibt sich aus Reaktionsweg und Bremsweg des Roboters.

Der **Gefahrenbereich** beinhaltet den Arbeitsbereich und den Anhalteweg des Roboters. Während des Betriebs des Roboters dürfen sich keine Personen innerhalb des Gefahrenbereichs aufhalten.



GEFAHR!

Innerhalb des Gefahrenbereichs ist durch die automatische Bewegung des Roboters mit plötzlich auftretenden Gefahren zu rechnen. Dabei kann es durch bewegte Baugruppen zu Personen- und Sachschäden kommen.

- ▶ Das Robotersystem darf nur in technisch einwandfreiem Zustand und mit aktiven Sicherheitseinrichtungen betrieben werden.
- ▶ Der Roboter darf nur innerhalb geeigneter Schutzeinrichtungen (z. B. trennende Schutzeinrichtung, Lichtgitter oder Sicherheits-Laserscanner) verwendet werden. Die Schutzeinrichtungen müssen zum Stopp der Roboterbewegungen innerhalb des Gefahrenbereichs führen.

Außerhalb des Gefahrenbereichs befindet sich der **Schutzbereich**. In diesem Bereich dürfen sich Personen während aller Betriebsarten aufhalten.

2 Sicherheit

2.7 Sicherheitsfunktionen

Die Robotersteuerung verfügt über zwei unterschiedliche Arten von Sicherheitsfunktionen. Beide überführen den Roboter in einen sicheren Zustand. Der sichere Zustand wird durch eine Bremsung aller Antriebsachsen des Roboters erreicht.

Folgende Arten von Sicherheitsfunktionen werden unterschieden:

NOT-HALT

Herbeiführen eines sicheren Zustandes des Roboters bei Auftreten einer Not-Situation. Diese Sicherheitsfunktion steht in allen Betriebsarten zur Verfügung. Sie hat Vorrang vor allen Sicherheitsfunktionen. Sie wird durch den NOT-HALT-Taster oder durch externe Sicherheitssteuerungen ausgelöst. Der Anschluss externer NOT-HALT-Geräte erfolgt an den NOT-HALT-Eingängen im Schaltschrank.

Diese Sicherheitsfunktion darf ausschließlich in Not-Situation verwendet werden, um den Roboter in einen sicheren Zustand zu überführen. Der NOT-HALT darf nicht für prozessbedingte Stopps verwendet werden.

Sicherheitshalt

Herbeiführen eines sicheren Zustandes des Roboters für prozessbedingte sicherheitsrelevante Situationen. Diese Sicherheitsfunktion ist für prozessbedingte Stopps zu verwenden, in denen dem Bedienpersonal der Eingriff in den Gefahrenbereich ermöglicht werden muss.

Beide Arten von Sicherheitsfunktionen haben den Zweck, den sicheren Zustand des Roboters herbeizuführen.

Der sichere Zustand ist durch folgende Eigenschaften gekennzeichnet:

- NOT-HALT: Es wird ein Stopp der Kategorie 1 ausgelöst. Der Roboter wird aktiv bis zum Stillstand abgebremst, die Bremsen geschlossen und anschließend die Energie der Antriebe abgeschaltet.
- Sicherheitshalt: Es wird ein Stopp der Kategorie 2 ausgelöst. Der Roboter wird aktiv bis zum Stillstand abgebremst. Die Antriebsenergie wird nicht abgeschaltet. Der sichere Stillstand wird überwacht.



Die sicherheitsbezogene Leistungsfähigkeit des Steuerungssystems entspricht PL „d“ mit Strukturkategorie 3 entsprechend DIN EN ISO 13849-1:2006. Sie ist durch die Risikobeurteilung des Robotersystems bzw. die DIN EN ISO 10218-1 festgelegt.

2.8 Sicherheitshinweise für Montage und Inbetriebnahme



ELEKTRISCHE SPANNUNG!



Mögliche Personenschäden durch anliegende elektrische Spannung

- ▶ Arbeiten an der elektrischen Ausrüstung dürfen nur von entsprechend ausgebildetem Fachpersonal den elektrotechnischen Regeln entsprechend durchgeführt werden.
- ▶ Stellen Sie sicher, dass während der Arbeiten am Roboter die Stromversorgung unterbrochen ist und dass diese nicht unbeabsichtigt eingeschaltet werden kann.
- ▶ Benutzen Sie ausschließlich die mitgelieferten Kabel zum Anschluss an das Stromnetz. Beschädigte Kabel dürfen nicht verwendet werden.



GEFAHR!

Gefahr durch fehlerhafte Montage und Inbetriebnahme

- ▶ Montage und Inbetriebnahme dürfen nur von Personen mit technischer und elektrotechnischer Ausbildung durchgeführt werden, die zusätzlich von der Firma fruitcore robotics GmbH autorisiert wurden.



GEFAHR!

Gefahr durch fehlende Schutz- und Sicherheitseinrichtungen und defekte / beschädigte Baugruppen oder Zubehörteile

- ▶ Nehmen Sie das Robotersystem nur in Betrieb mit funktionsfähigen Schutz- und Sicherheitseinrichtungen und mit funktionsfähigen Baugruppen oder Zubehörteilen.



WARNUNG!

Stoß und Quetschgefahr durch Bewegungen des Roboters

- ▶ Sperren Sie den Aufstellbereich ab und sichern Sie ihn gegen Zutritt von unbefugten Personen.
- ▶ Sichern Sie das Bedienpanel und den Schaltschrank gegen Bedienung durch unbefugte Personen.



VORSICHT!

Verletzungsgefahr durch Überbelastung oder durch Herabstürzen des Roboters

- ▶ Der Roboter muss von mindestens zwei Personen gehoben werden, um eine Überbelastung oder ein Herabstürzen des Roboters zu verhindern.

2.9 Sicherheitshinweise zum Betrieb



GEFAHR!

Mögliche Personenschäden durch leichtsinnigen Umgang mit der Anlage.

- ▶ Unterlassen Sie jede sicherheitsbedenkliche Arbeitsweise!
- ▶ Vergewissern Sie sich, dass der Roboterarm und das Werkzeug ordnungsgemäß und sicher festgeschraubt sind.
- ▶ Gewährleisten Sie, dass ausreichend Platz vorhanden ist, damit sich der Roboterarm frei bewegen kann. Im Arbeitsbereich dürfen sich keine Hindernisse befinden.
- ▶ Innerhalb einer fest installierten Schutzeinrichtung muss die Montagefläche des Roboters ortsunveränderlich sein.
- ▶ Beachten Sie, dass sich durch Anbauteile und Werkstücke die Reichweite des Roboters und damit der Gefahrenbereich verändern.
- ▶ Wenn der Roboter mit anderen Maschinen in einer Anlage kombiniert wird, vergewissern Sie sich, dass die anderen Maschinen den Roboter nicht beschädigen können.
- ▶ Setzen Sie das Robotersystem keinen permanenten Magnetfeldern aus. Sehr starke Magnetfelder können das Robotersystem beschädigen.
- ▶ Stellen Sie sicher, dass geeignete Schutzeinrichtungen (z. B. trennende Schutzeinrichtung, Lichtgitter oder Sicherheits-Laserscanner) installiert wurden. Die Schutzeinrichtungen müssen zum Stopp der Roboterbewegungen innerhalb des Gefahrenbereichs führen. Überprüfen Sie täglich die ordnungsgemäße Funktion der Schutzeinrichtungen.

2 Sicherheit

- ▶ Betreten Sie während des Betriebes den Gefahrenbereich des Roboters nicht und berühren Sie den Roboter nicht.
- ▶ Betreiben Sie das Robotersystem nur in unbeschädigtem Zustand. Verändern Sie das Robotersystem niemals. Die Firma fruitcore robotics GmbH schließt jegliche Haftung aus, wenn das Produkt verändert wurde.
- ▶ Überprüfen Sie täglich die NOT-HALT- und Sicherheitshalt-Funktionen.
- ▶ Mindestens einmal pro Arbeitstag/Schicht muss das Robotersystem auf äußerlich erkennbare Schäden und Mängel geprüft werden. Egetretene Veränderungen oder Beschädigungen sind sofort der zuständigen Person bzw. Stelle zu melden.
 - ⇒ Bei Funktionsstörungen das Robotersystem sofort stillsetzen und gegen Wiederinbetriebnahme, auch durch Dritte, sichern. Funktionsstörung sofort dem Betriebsverantwortlichen melden und umgehend beseitigen oder ggf. beseitigen lassen.
- ▶ Ein- und Ausschaltvorgänge nur gemäß der Betriebsanleitung durchführen.
- ▶ Das Bedienpanel darf nur im stromlosen Zustand vom Schaltschrank getrennt, bzw. an diesen angeschlossen werden.
- ▶ Stellen Sie sicher, dass sich nur das angeschlossene Bedienpanel in der Umgebung des Roboters befindet, um Verwechslungen mit inaktiven NOT-HALT-Tastern zu vermeiden.

2.9.1 Notsituationen



GEFAHR!

Innerhalb des Gefahrenbereichs ist durch die automatische Bewegung des Robotersystems mit plötzlich auftretenden Gefahren zu rechnen. Dabei kann es durch bewegte Baugruppen zu Personen- und Sachschäden kommen.

- ▶ Das Robotersystem darf nur in technisch einwandfreiem Zustand und mit funktionsfähigen Schutzeinrichtungen betrieben werden.
- ▶ Der Roboter darf nur innerhalb geeigneter Schutzeinrichtungen (z. B. trennende Schutzeinrichtung, Lichtgitter oder Sicherheits-Laserscanner) verwendet werden.

Im Notfall ist das Robotersystem durch den NOT-HALT-Taster zu stoppen (s. Abschnitt 8.1, S. 119).



Bei der Einbindung in eine Gesamtanlage muss das Robotersystem in den NOT-HALT-Kreis der übergeordneten Anlage integriert werden. Beachten Sie hierbei die Belegung der E/A Schnittstellen in Abschnitt 3.5 (S. 23).

2.10 Sicherheitshinweise für Störungsbehebung, Reinigung und Instandhaltungsarbeiten



GEFAHR!

Gefahr durch fehlerhafte Störungsbeseitigung und Instandhaltung

- ▶ Störungsbeseitigung und Instandhaltung dürfen nur von Personen mit technischer und elektrotechnischer Ausbildung durchgeführt werden, die zusätzlich von der Firma fruitcore robotics GmbH autorisiert wurden.



GEFAHR!

Gefahr durch elektrischen Stromschlag

- ▶ Anschluss und Arbeiten an der elektrischen Einrichtung nur durch elektrotechnisches Fachpersonal.



WARNUNG!

Stoß und Quetschgefahr durch unerwartete Bewegungen des Roboters

- ▶ Entfernen Sie vor Reinigung und Instandhaltung ggf. Werkstücke aus dem Greifer.
- ▶ Trennen Sie vor der Durchführung von Reinigungs- und Instandhaltungsarbeiten das Robotersystem vom Stromnetz und von der Druckluftzufuhr.
- ▶ Sperren Sie den Gefahrenbereich ab und sichern Sie ihn gegen Zutritt von unbefugten Personen.
- ▶ Stellen Sie Warnschilder auf, um eine Inbetriebnahme des Systems während der Arbeiten zu verhindern. Sichern Sie das Bedienpanel und den Schaltschrank gegen Bedienung durch unbefugte Personen.



WARNUNG!

Gefahr durch fehlende Schutzeinrichtungen und defekte / beschädigte Baugruppen oder Zubehörteile

- ▶ Montieren Sie nach Abschluss der Arbeiten wieder alle Schutzeinrichtungen. Prüfen Sie alle Baugruppen und Zubehörteile.
- ▶ Führen Sie nach Abschluss der Instandhaltungsarbeiten einen Testlauf des gesamten Systems durch und prüfen Sie die korrekte Funktionsweise.



Betriebsanleitung lesen!

Entnehmen Sie die Instandhaltungsarbeiten des Robotersystems aus der Betriebsanleitung und ggf. der Begleitdokumentation.

In der Betriebsanleitung vorgeschriebene Instandhaltungs- und Inspektionsintervalle, einschließlich des Austausches von Verschleiß- und Wechselteilen, sind unbedingt einzuhalten.



Ersatzteile müssen von der Firma fruitcore robotics GmbH festgelegten technischen Anforderungen entsprechen. Dies ist bei Originalersatzteilen immer gewährleistet.

2.11 Restgefahren

Das Robotersystem ist nach dem Stand der Technik und den anerkannten sicherheitstechnischen Regeln gebaut. Dennoch können bei der Verwendung Gefahren für den Benutzer oder Dritte bzw. Beeinträchtigungen der Anlage und anderer Sachwerte entstehen.



GEFAHR!

Gefahr durch menschliches Fehlverhalten oder Funktionsstörungen

- ▶ Bei der Einbindung in eine Gesamtanlage muss das Robotersystem in den NOT-HALT-Kreis der übergeordneten Anlage integriert werden.

2 Sicherheit



WARNUNG!

Bei Betrieb ohne Schutzeinrichtungen besteht Verletzungsgefahr

- ▶ Der Roboter darf nur innerhalb geeigneter Schutzeinrichtungen (z. B. trennende Schutzeinrichtung, Lichtgitter oder Sicherheits-Laserscanner) verwendet werden.
- ▶ Alle Schutzeinrichtungen müssen immer vollständig montiert und funktionsfähig sein. Die Demontage der Schutzeinrichtungen ist lediglich während Instandhaltungsarbeiten durch das Instandhaltungspersonal zulässig.

Bei unsachgemäßem Einsatz des Robotersystems können folgende Gefahren auftreten.



VERBRENNUNGSGEFAHR!

Der Roboter erzeugt Wärme im Betrieb.

- ▶ Während oder unmittelbar nach dem Betrieb darf der Roboter nicht berührt werden.
- ▶ Warten Sie nach Ausschalten des Roboters, bis dieser abgekühlt ist oder tragen sie Hitzeschutzhandschuhe.



ELEKTRISCHE SPANNUNG!

Mögliche Personenschäden durch anliegende elektrische Spannung



- ▶ Arbeiten an der elektrischen Ausrüstung dürfen nur von entsprechend ausgebildetem Fachpersonal den elektrotechnischen Regeln entsprechend durchgeführt werden.
- ▶ Stellen Sie sicher, dass der Schaltschrank oder die Kabel nicht in direkten Kontakt mit Flüssigkeiten kommen. Stromschläge mit erheblichem Gesundheitsrisiko bis hin zum Tod können die Folge sein.
- ▶ Trennen Sie vor allen Arbeiten an der elektrischen Ausrüstung das Robotersystem vom Stromnetz.
- ▶ Bei Störungen an der elektrischen Ausrüstung des Robotersystems ist dieses sofort abzuschalten und die Störung zu beseitigen.
- ▶ Die elektrische Ausrüstung des Robotersystems ist regelmäßig zu überprüfen. Mängel, wie lose Verbindungen oder beschädigte Kabel müssen sofort beseitigt werden.



QUETSCH-, STOß- UND SCHNITTGEFAHR!

Mögliche Personenschäden bei Instandhaltungsarbeiten durch unvorhergesehene Bewegungen des Robotersystems

Wird die Energieversorgung des Robotersystems gestoppt, greift die Motorbremse der jeweiligen Roboterachse. Aufgrund der Elastizität der Riementriebe, können sich diese dennoch geringfügig bewegen. Manuelles Eingreifen kann dementsprechend selbst im Ruhezustand zu Verletzungen führen.

- ▶ Fassen Sie zu keinem Zeitpunkt in den Bewegungsraum oder zwischen die Achsen des Roboters.

**QUETSCH-, STOß- UND SCHNITTGEFAHR!****Mögliche Personenschäden bei Instandhaltungsarbeiten durch Zusammenfallen des Roboterarms**

Bei unerwartetem Reißen eines Riemens kann der Roboterarm in sich zusammenfallen.

- ▶ Bei Instandhaltungsarbeiten muss der Roboterarm ausreichend gegen Zusammenfallen gesichert werden.
- ▶ Halten Sie sich nicht unter dem Roboterarm auf.
- ▶ Fassen Sie zu keinem Zeitpunkt zwischen die Achsen des Robotersystems.

**GEFAHR DES HERAUSCHLEUDERNS VON TEILEN!****Mögliche Personenschäden bei Instandhaltungsarbeiten durch unerwartetes Herausschleudern oder Fallenlassen von Teilen**

- ▶ Stellen Sie sicher, dass Werkzeuge oder Bauteile sicher am Roboter befestigt sind.
- ▶ Werkstücke nur dann bewegen, wenn sie sicher gegriffen werden.
- ▶ Inbetriebnahme, Instandhaltungs- und Reinigungsarbeiten wenn möglich nur ohne gegriffenes Werkstück durchführen.
- ▶ Betreiber muss Risikobeurteilung für das gesamte System durchführen. Wenn Gefahr des Herausschleuderns besteht, müssen Schutzvorrichtungen verwendet werden, die gegen herausgeschleuderte Teile absichern.

3 Technische Daten

3 Technische Daten

Roboter	
Abmessungen im Auslieferungszustand (LxBxH)	602 mm x 200 mm x 450 mm
Gewicht Roboter	23 kg
Nominelle Last	2 kg Die nominelle Last ist die zulässige Höchstlast unmittelbar am Werkzeugflansch, bei der die angegebene Wiederholgenauigkeit im gesamten Arbeitsbereich bei maximaler Geschwindigkeit erreicht wird.
Zulässige Traglast	maximal 3 kg (nach Rücksprache mit fruitcore robotics GmbH) Die zulässige Traglast reduziert sich je nach Lage des Schwerpunktes der Last.
Maximale Reichweite	578 mm (Beachten Sie, dass sich die Reichweite des Roboters durch angebaute Werkzeuge, Messgeräte und Werkstücke verändert.)
Positionswiederholgenauigkeit	+/- 0,05 mm
Anzahl der Achsen	6
Schutzart	IP54
Geräuschemission	< 70 dB(A)
Aufstellfläche (LxB)	380 mm x 200 mm

Achsdaten		
Achse	Bewegungsbereich	Geschwindigkeit (bei einer Traglast von 2 kg)
1	+/- 172 °	240 °/s
2	+94° / -40°	100 °/s
3	+/- 108°	180 °/s
4	+/- 300°	240 °/s
5	+/- 120°	160 °/s
6	+/- 300 °	160 °/s

Bedienpanel	
Abmessungen (LxBxH)	340 x 245 x 85 mm
Gewicht	2,4 kg
Display	13,3" Touchscreen (Full-HD-Monitor: 1920 x 1080)
Software	horstFX (grafische Benutzeroberfläche)
Halterung	Vorrichtung zur Wand-, Tisch- oder Zellenmontage

Schaltschrank	
Abmessungen (LxBxH)	460 x 315 x 175 mm
Gewicht	10 kg
Schutzart	IP54
Verkabelung HORST	Kabel zwischen Roboter und Schaltschrank 3 m
Verkabelung Bedienpanel	Kabel zwischen Bedienpanel und Schaltschrank 4,3 m
Stromversorgung	230 VAC, 50 – 60 Hz, typisch 450 W
Kommunikation	TCP/IP 100 Mbit Ethernet (Web-Interface / http)
Sicherheitsrelevante Schnittstellen	NOT-HALT E/A und Sicherheitshalt E/A s. Abschnitt 3.5, S. 23
E/A-Anschlüsse am Schaltschrank	Elektrische Schnittstellen s. Abschnitt 3.5, S. 23
E/A-Anschlüsse für Anbauteile am Tragarm	

3 Technische Daten

Umgebungsbedingungen	
Umgebungstemperatur	0 – 50 °C
Relative Luftfeuchtigkeit	10 % – 75 % Der Schaltschrank darf nicht in staubigen oder feuchten Umgebungen, die die Schutzart IP54 überschreiten, eingesetzt werden. Leitfähiger Staub ist besonders zu vermeiden.
Höhe über NN	Bis 1000 m über NN ohne Leistungsreduzierung

3.1 Montagefläche

Der Roboter muss auf einer geeigneten, ebenen, festen, trockenen, vibrationsfreien und nicht beweglichen Fläche mit Montageschrauben montiert werden. Die Montagefläche sollte aus Stahl oder Aluminium bestehen oder vergleichbare Festigkeitswerte aufweisen.

Die Belastbarkeit der Montagefläche muss mindestens das Fünffache des Gewichts des Roboters (130 kg) und das Neunfache des maximalen Kippmoments des Roboters mit Traglast (320 Nm) betragen. Die maximale Traglast ist in diesen Werten berücksichtigt.

Der Roboter ist nicht zur Bewegung auf einer Linear-Achse oder einer beweglichen Plattform ausgelegt. Der Roboter ist auf einer ebenen Fläche mit maximal 5° Neigung zu montieren. Wand- bzw. Deckenmontage ausschließlich nach Rücksprache mit fruitcore robotics GmbH.

3.2 Lieferumfang

Das Robotersystem wird geliefert mit:

- Roboter HORST
- Schaltschrank
- Tragbares Bedienpanel
- Verbindungskabel (Roboter – Schaltschrank)
- Netzkabel (1,8 m)
- 4 Montageschrauben (DIN 7984 M8x20)
- Halterung für Bedienpanel
- Betriebsanleitung

3.3 Arbeitsbereich des Roboters

Die folgenden Abbildungen zeigen die Größe und die Form des Arbeitsbereichs.

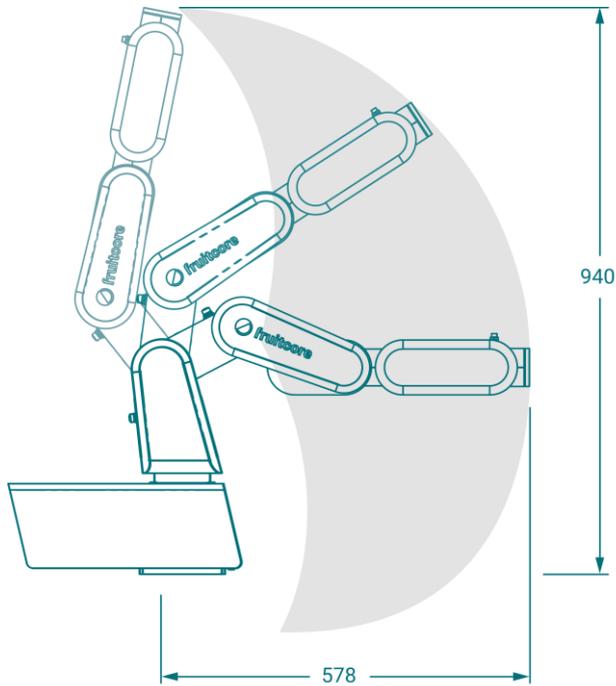


Abb. 3-1: Arbeitsbereich Seitenansicht

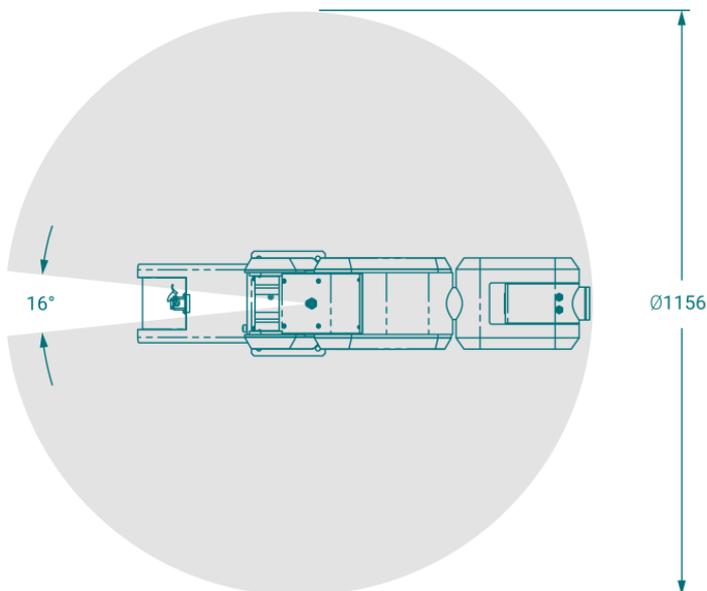


Abb. 3-2: Arbeitsbereich Draufsicht

3 Technische Daten

3.4 Anhaltewege und Anhaltezeiten

Der Anhalteweg ist der Weg, den der TCP (Tool Center Point) nach Auslösen des Stoppsignals bis zum kompletten Stillstand zurücklegt.

Die Anhaltezeit ist die Zeit, die vom Auslösen des Stoppsignals bis zum völligen Stillstand des Roboters vergeht. Die Anhaltewege und Anhaltezeiten wurden für die drei Hauptachsen Achse 1, Achse 2 und Achse 3 ermittelt. Die Hauptachsen sind die Achsen mit der größten Auslenkung.

Die Tabelle stellt die Anhaltewege und Anhaltezeiten beim Auslösen durch ein NOT-HALT Signal bei Geschwindigkeit 100% dar.

	Durchschnittlicher Anhalteweg (°)		Durchschnittliche Anhaltezeit (s)	
	Last 0 kg	Last 2 kg	Last 0 kg	Last 2 kg
Achse 1	55,73	53,16	0,53	0,52
Achse 2	40,06	38,85	0,52	0,53
Achse 3	51,53	51,92	0,50	0,52

Die Bremszeit ist eine vom Steuerungssystem festgelegte Stellgröße. Der Anhalteweg ist somit unabhängig von der jeweils aufgebrauchten Last bzw. der Ausladung des Roboterarms. Der Einfluss der Geschwindigkeit auf den Anhalteweg ist in untenstehender Abbildung zu sehen.



Die aufgeführten Anhaltewege und Anhaltezeiten wurden durch Versuch ermittelt und dienen als Richtwerte. Die tatsächlichen Anhaltewege und Anhaltezeiten können je nach Betriebsart, Anwendungsfall und Anzahl der Bremsvorgänge abweichen. Es wird daher empfohlen die Anhaltewege und Anhaltezeiten unter realen Bedingungen im jeweiligen Anwendungsfall zu ermitteln und die Werte mindestens jährlich zu prüfen.

3.5 Elektrische Schnittstellen

3.5.1 Netzanschluss

Der Schaltschrank wird mit einem Netzkabel mit Schutzkontaktstecker ausgeliefert. Dieser muss mit einer Stromversorgung mit:

- Hauptsicherung
- Fehlerstromeinrichtung
- Erdungsverbindung (PE-Schutzleiter)

verbunden werden.

Der Schaltschrank verfügt über einen Netzeingangsfilter mit 6,3 A Sicherung.

3.5.2 Schaltschrank E/As

Der Schaltschrank verfügt über folgende Anschlüsse:

- 16x Digitaleingänge
- 14x Digitalausgänge
- 2x NOT-HALT-Eingang
- 2x Sicherheitshalt-Eingang
- 2x NOT-HALT-Ausgang
- 2x Sicherheitshalt-Ausgang
- 1x Serielle Schnittstelle RS-422 (für zukünftige Funktionen)
- 4x 24 V Power Out

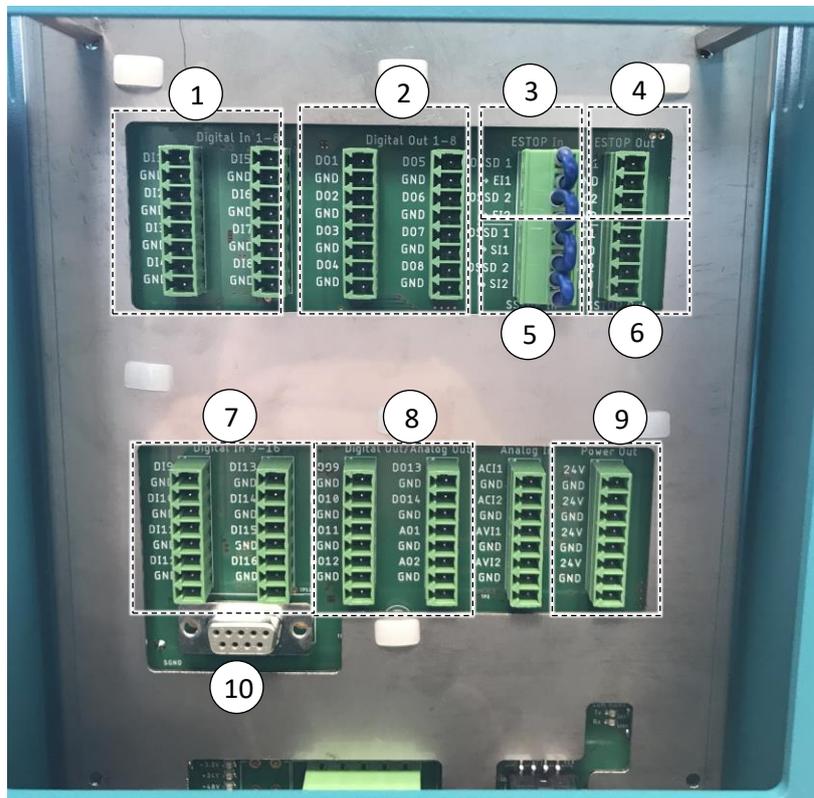


Abb. 3-3: Schnittstellenbelegung

Pos.	Beschreibung	Bemerkung
1	Digitaleingänge – DI 1 - 8	24 V, IEC 61131-2 Typ 2
2	Digitalausgänge High-Side – DO 1 - 8	24 V, PNP, 625 mA pro Kanal (Gesamtstrom aller Digitalausgänge maximal 3 A)
3	NOT-HALT-Eingang – EI 1 + EI 2	Stoppkategorie 1
4	NOT-HALT-Ausgang – EO 1 + EO 2	24 V, High-Side, PNP, 250 mA

3 Technische Daten

Pos.	Beschreibung	Bemerkung
5	Sicherheitshalt-Eingang – SI 1 + SI 2	Stoppkategorie 2
6	Sicherheitshalt-Ausgang – SO 1 + SO 2	24 V, High-Side, PNP, 250 mA
7	Digitaleingänge – DI 9 - 16	24 V, IEC 61131-2 Typ 2
8	Digitalausgänge High-Side – DO 9 - 14	24 V, PNP, 625 mA pro Kanal (Gesamt Strom aller Digitalausgänge maximal 3 A)
9	Power Out	24 V, max. 3 A exkl. der Digitalausgänge
10	Serielle Schnittstelle RS-422	Für zukünftige Funktionen

3.5.2.1 Sicherheitsrelevante E/As

Der Schaltschrank ist mit mehreren sicherheitsrelevanten Ein- und Ausgängen ausgestattet.



WARNUNG!

Alle sicherheitsrelevanten E/A sind redundant aufgebaut (zwei unabhängige Kanäle).

- ▶ Halten Sie die beiden Kanäle jeweils getrennt, damit eine Störung nicht zum Verlust der Sicherheitsfunktion führt.

Die NOT-HALT Eingänge sind nur für den Anschluss von NOT-HALT-Geräten vorgesehen. Die Sicherheitshalt-Eingänge gelten für sicherheitsrelevante Schutzrüstungen aller Art (z. B. Sicherheits-Laserscanner). Der funktionelle Unterschied wird im Folgenden erklärt.

	NOT-HALT Eingang	Sicherheitshalt-Eingang
Aktiv	in allen Betriebsarten (T1, T2, Automatik)	nur im Automatikbetrieb
Roboterbewegung stoppt	ja	ja
Roboterstrom	aus	ein
Programmausführung	pausiert	pausiert
Quittierung	manuell am Bedienpanel	manuell am Bedienpanel
weiterer Betrieb nach Quittierung	Programm läuft an unterbrochener Stelle weiter	Programm läuft an unterbrochener Stelle weiter
erfordert erneute Initialisierung	nein *	nein *
* Nur wenn die Stromzufuhr unterbrochen wurde, muss der Roboter erneut initialisiert werden.		

NOT-HALT



GEFAHR!

Gefahr durch falsch angeschlossene NOT-HALT-Geräte

- ▶ Verwenden Sie zum Anschluss von zusätzlichen NOT-HALT-Geräten nur die Schnittstelle für NOT-HALT-E/A. Schließen Sie an Normal-E/A oder an Sicherheitshalt-E/A keine NOT-HALT-Geräte an.

Um einen zusätzlichen NOT-HALT anzuschließen muss die Brücke im Schaltschrank zwischen OSSD 1 und EI 1 sowie OSSD 2 und EI 2 entfernt werden. Anstelle dieser wird der zusätzliche NOT-HALT eingebunden.

Befindet sich der Roboter in einem Fehlerzustand (System-Fehler) oder im NOT-HALT, wird der NOT-HALT-Ausgang auf 0 V gesetzt. Der NOT-HALT-Ausgang kann verwendet werden, um anderen Maschinen mitzuteilen, dass sich der Roboter im NOT-HALT Zustand befindet.



Bei der Einbindung in eine Gesamtanlage muss das Robotersystem in den NOT-HALT-Kreis der übergeordneten Anlage integriert werden.

Sicherheitshalt



GEFAHR!

Gefahr durch falsch angeschlossene Sicherheitshalt-Geräte

- ▶ Verwenden Sie zum Anschluss von zusätzlichen Sicherheitshalt-Geräten (z. B. Sicherheits-Laserscanner) nur die Schnittstelle für Sicherheitshalt-E/A. Schließen Sie an Normal-E/A oder an NOT-HALT-E/A keine Sicherheitshalt-Geräte an.

Um einen zusätzlichen Sicherheitshalt anzuschließen muss die Brücke im Schaltschrank zwischen OSSD 1 und SI 1 sowie OSSD 2 und SI 2 entfernt werden. Anstelle dieser wird der zusätzliche Sicherheitshalt eingebunden.

Befindet sich der Roboter im Sicherheitshalt, wird der Sicherheitshalt-Ausgang auf 0 V gesetzt. Der Sicherheitshalt-Ausgang kann verwendet werden, um anderen Maschinen mitzuteilen, dass sich der Roboter im Sicherheitshalt Zustand befindet.

3 Technische Daten

3.5.3 Tragarm 3 – Ein- / Ausgänge

- 1 Schnittstelle User 1
- 2 Schnittstelle User 2

Am Tragarm 3 des Roboters befinden sich zwei Schnittstellen (User 1, User 2), diese liefern Leistungs- und Steuerungssignale für Greifer und Sensoren, die mit einem bestimmten Roboterwerkzeug verwendet werden. Jede dieser Schnittstellen besitzt zwei Ein- oder Ausgänge sowie eine 24 V-Stromversorgung. Die Schnittstellen sind als vierpolige, A-kodierte M8-Buchsen ausgeführt.

Die rechte Schnittstelle „User 1“ besitzt zwei Digitalausgänge, diese sind als Push-Pull-Schalter konfiguriert. Diese können mit jeweils maximal 600 mA belastet werden wenn gegen die positive Versorgungsspannung geschaltet wird, und jeweils maximal 200 mA wenn gegen Masse geschaltet wird. Die **maximale Strombelastbarkeit** aller Ausgänge am Tragarm 3, d.h. der Digitalausgänge 1-2 und der 24 V-Stromversorgung zusammen, beträgt 2,5 Ampere.

Die linke Schnittstelle „User 2“ besitzt zwei Digitaleingänge, diese sind IEC61131-2 Typ 3 konform

- 1 24 V Stromversorgung
- 2 IO1 digitaler Ein- oder Ausgang
- 3 Masseanschluss
- 4 IO2 digitaler Ein- oder Ausgang

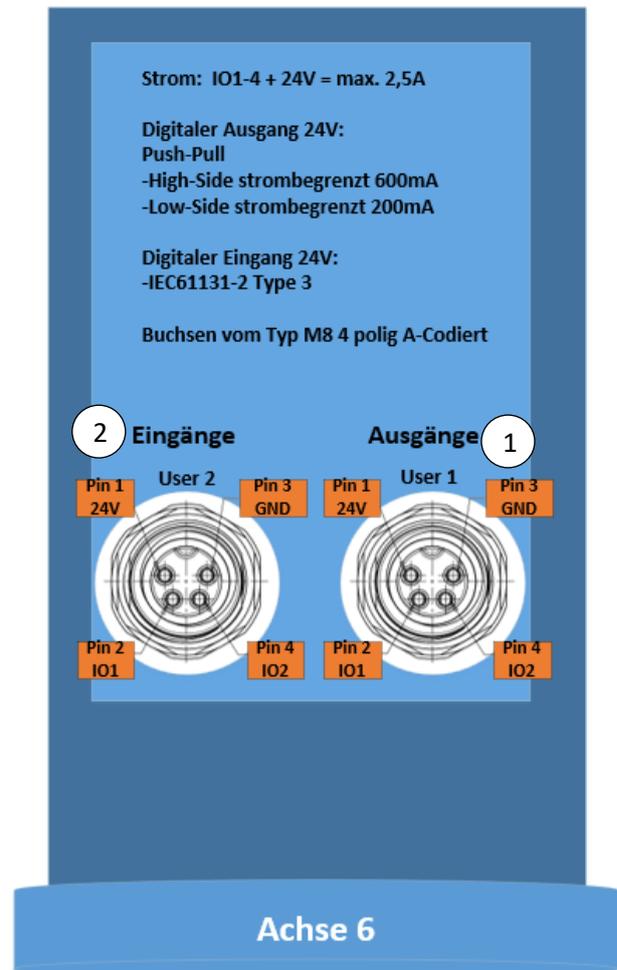


Abb. 3-4: Steckplätze am Tragarm 3

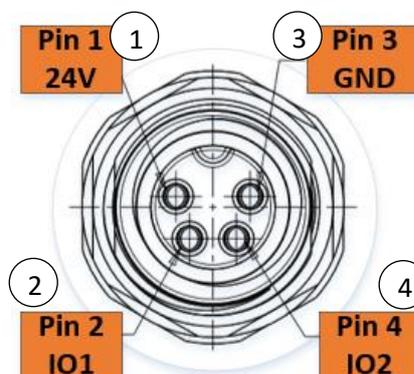


Abb. 3-5: Steckplatzbelegung

4 Beschreibung des Robotersystems

In diesem Kapitel wird das Robotersystem und seine Komponenten beschrieben.

4.1 Baugruppen

In diesem Abschnitt werden die Hauptbaugruppen des Robotersystems vorgestellt und die wichtigsten Komponenten benannt und teilweise näher erklärt.

4.1.1 Roboter

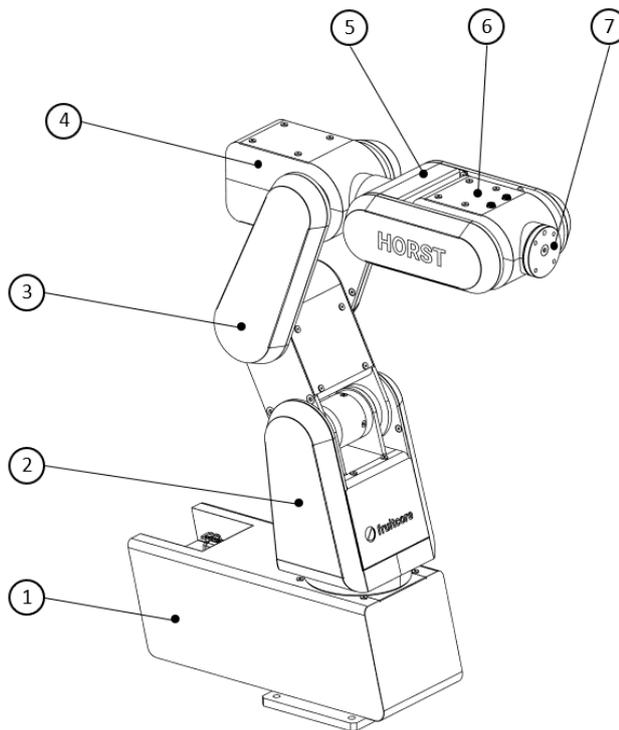


Abb. 4-1: Roboter

- 1 Sockel – fester Teil mit Bodenflansch
- 2 Sockel – beweglicher Teil
- 3 Schwenkarm
- 4 Tragarm 1
- 5 Tragarm 2
- 6 Tragarm 3
- 7 Schnittstelle für Anbauteile

4 Beschreibung des Robotersystems

Roboterachsen

Die Bewegungen werden über die Drehung um 6 Roboterachsen umgesetzt.

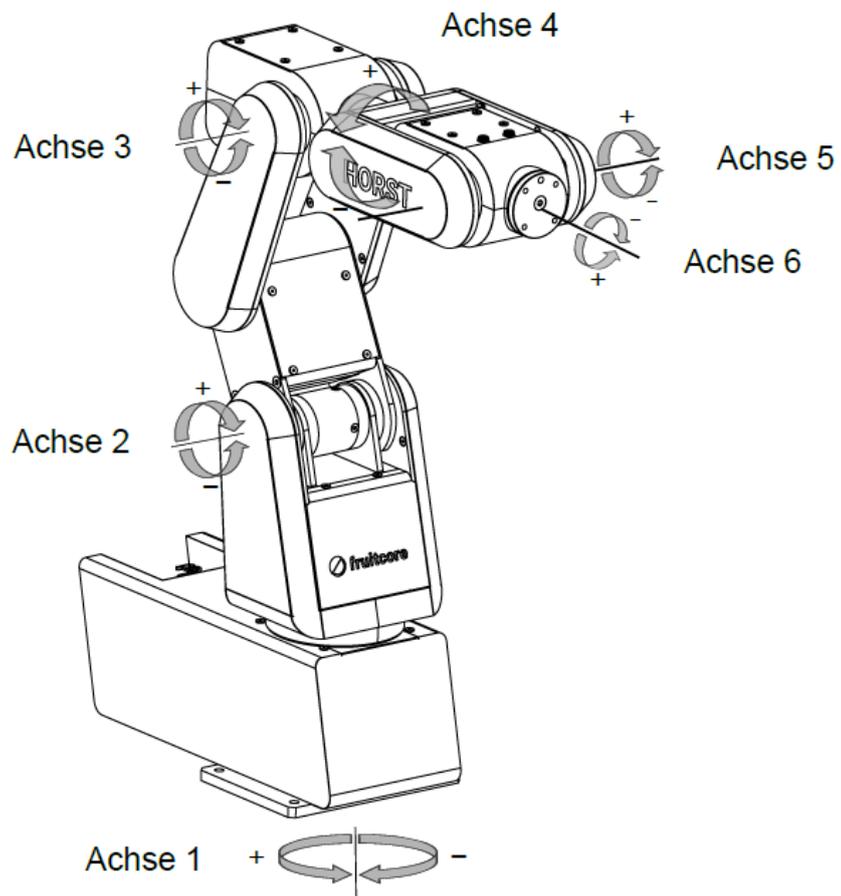


Abb. 4-2: Roboterachsen



Die Werte der Bewegungsbereiche der Achsen finden Sie im Kapitel 3 Technische Daten.

4.1.2 Bedienpanel

- 1 Display (Bedienoberfläche)
- 2 Anschluss zum Schaltschrank
- 3 NOT-HALT-Taster

Das Bedienpanel ist mit einem Touchscreen Display ausgestattet. Es ist durch eine trennbare Kabelverbindung mit dem Schaltschrank verbunden.

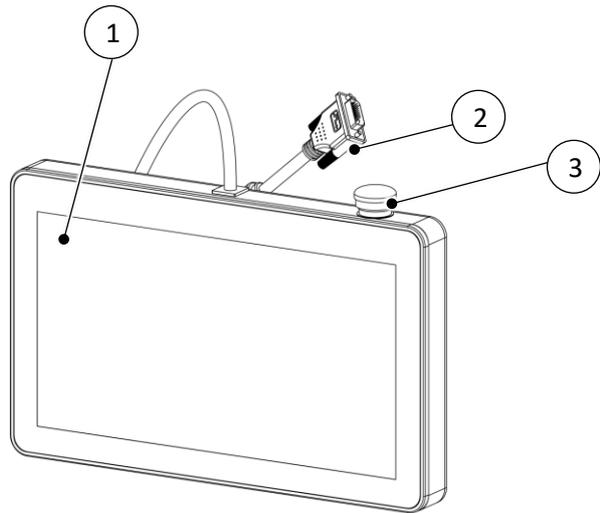


Abb. 4-3: Bedienpanel

- 4 USB-Anschlüsse
- 5 Zustimmungstaster

Auf der Rückseite befinden sich der Zustimmungstaster und zwei USB 2.0-Schnittstellen über welche zusätzliche Eingabegeräte (Tastatur, Maus) angeschlossen werden können. Die USB-Schnittstellen sind nur zum Anschluss von Eingabegeräten vorgesehen, für Speichermedien bitte die USB-Schnittstelle des Schaltschranks nutzen.

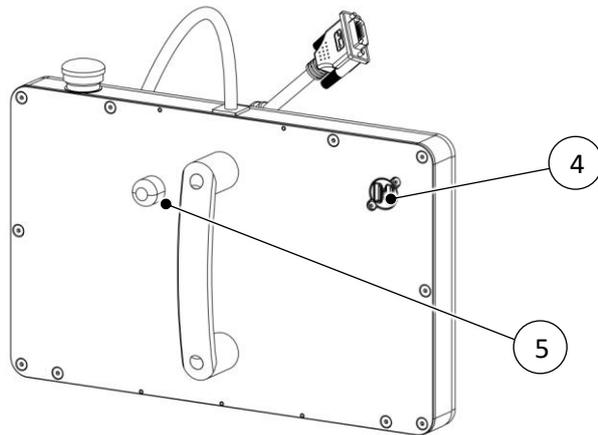


Abb. 4-4: Bedienpanel Rückseite

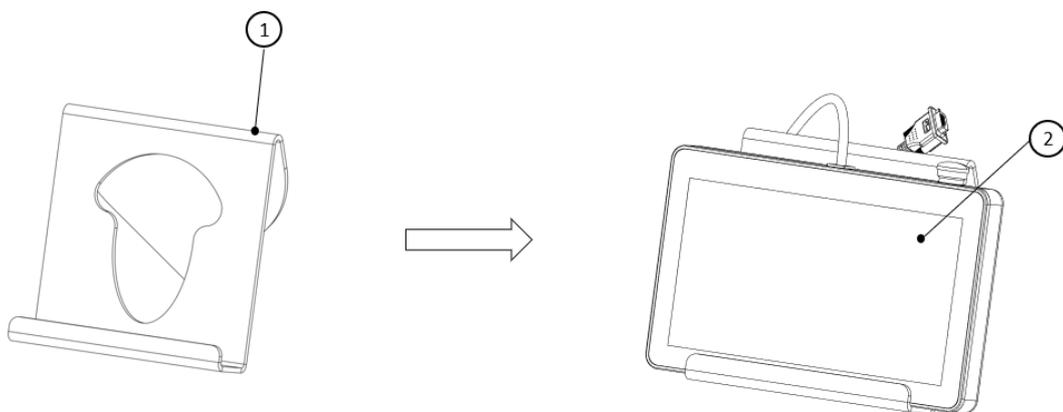


Abb. 4-5: Halterung für das Bedienpanel

Die Halterung (1) des Bedienpanels wird für die Tischaufstellung (2) des Bedienpanels verwendet.

4 Beschreibung des Robotersystems



Benutzen Sie die Halterung für das Bedienpanel z. B. im Teachbetrieb, um ein langes Halten des Bedienpanel mit der Hand zu vermeiden.



Um Bewegungen des Roboters im Teachbetrieb durchzuführen, muss der Zustimmungstaster immer in Mittelstellung gehalten werden.



Das Bedienpanel ist mit der Software horstFX der Firma fruitcore robotics GmbH ausgerüstet (s. Kapitel 5 Softwarebeschreibung).

4.1.3 Schaltschrank

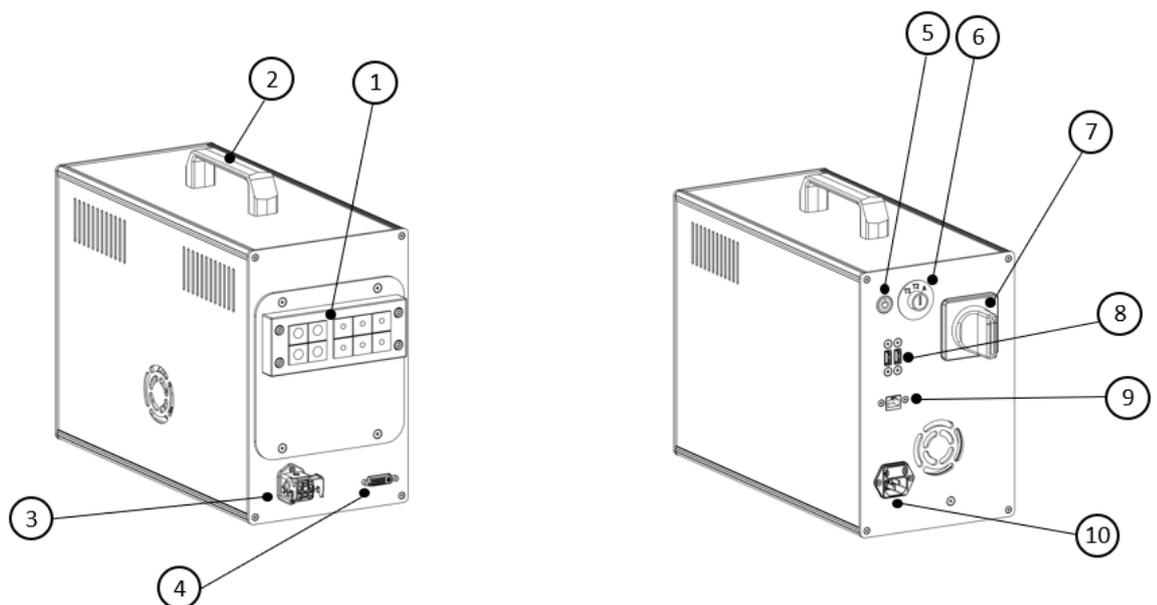


Abb. 4-6: Schaltschrank

- 1 Kabeldurchführung für Ein- / Ausgänge (Schnittstellen)
- 2 Tragegriff
- 3 Anschluss für Kabel des Roboteranschlusses
- 4 Anschluss für Verbindungskabel zum Bedienpanel
- 5 PC-EIN/AUS-Taster (für manuelles Ein-/Ausschalten des Computers, Software (horstFX))
- 6 Schlüsselschalter für Auswahl der Betriebsarten
Teachen T1, T2 und Automatikbetrieb
- 7 Hauptschalter – Ein-/Ausschalten des Robotersystems
- 8 2x USB 2.0-Schnittstelle
- 9 Anschluss Netzwerkkabel (Modularstecker RJ45)
- 10 Anschluss an die Stromversorgung

Der Schaltschrank steuert den Roboter. Durch die verfügbaren Schnittstellen ist auch Kommunikation und Ansteuerung anderer Maschinen und externer Sensoren möglich.

- 1 Schlüsselschalter
- 2 Stellung für Betriebsart T1
- 3 Stellung für Betriebsart T2
- 4 Stellung für Automatikbetrieb

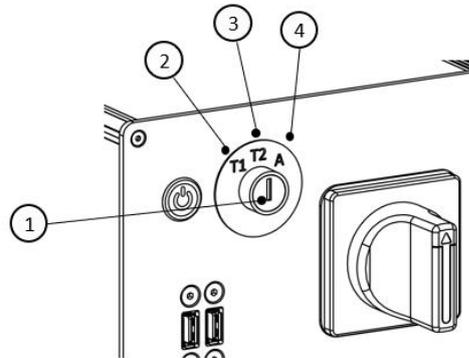


Abb. 4-7: Schlüsselschalter

4.2 Sicherheitseinrichtungen



WARNUNG!

Gefahr durch Versagen der NOT-HALT- und Sicherheitshalt-Funktionen

- ▶ Überprüfen Sie täglich die NOT-HALT- und Sicherheitshalt-Funktionen.

4.2.1 NOT-HALT-Taster



Bei der Einbindung in eine Gesamtanlage muss das Robotersystem in den NOT-HALT-Kreis der übergeordneten Anlage integriert werden.

Beachten Sie hierbei die Belegung der E/A Schnittstellen in Abschnitt 3.5 (S. 23).

- 1 NOT-HALT-Taster

Der NOT-HALT-Taster befindet sich am Bedienpanel.

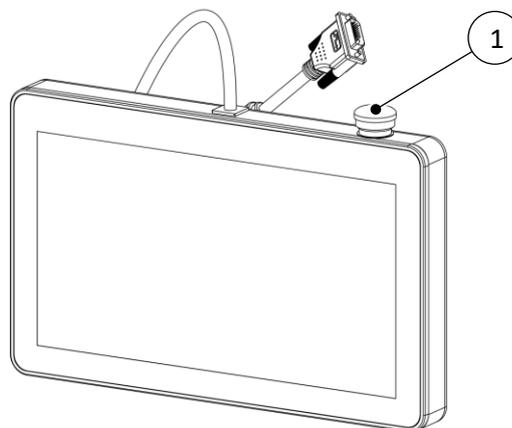


Abb. 4-7: NOT-HALT

4 Beschreibung des Robotersystems

4.3 Anbauteile (Option)

Anbauteile können z. B. ein Werkzeugflansch oder Greifer sein.



Informationen zu optional mitgelieferten Anbauteilen entnehmen Sie dem Anhang.



GEFAHR!

Durch Anbauteile können sich Gefahren erhöhen oder neue Gefahren geschaffen werden.

- Führen Sie nach der Montage von Anbauteilen eine Risikobeurteilung für das gesamte System durch. Woraufhin ggf. ergänzende Sicherheitsvorkehrungen zu treffen sind.

4.4 Typenschilder

Das Typenschild des Roboters befindet sich auf dem Sockel auf der Roboterrückseite.

		fruitcore robotics GmbH Macairestrasse 3 78467 Konstanz	
Produkt/Modell		HORST600	
Artikelnr.	PHB	Gewicht	20 kg
Seriennr.	PHB200001	Traglast	3 kg
Baujahr	2020	Reichweite	578 mm
QR-CODE		Made in Germany www.fruitcore.de	

Abb. 4-8: Typenschild Roboter

Das Typenschild des Schaltschranks befindet sich auf dessen Rückseite.

		fruitcore robotics GmbH Macairestrasse 3 78467 Konstanz	
Produkt/Modell		horstCONTROL	
Artikelnr.	PCA	Nennspannung	230V / 50Hz
Seriennr.	PCA000100	Strom	4,9 A
Baujahr	2020	Leistung (typ.)	500 W
		Made in Germany www.fruitcore-robotics.com	

Abb. 4-9: Typenschild Schaltschrank

Das Typenschild des Bedienpanels befindet sich auf dessen Rückseite.

		fruitcore robotics GmbH Macairestrasse 3 78467 Konstanz	
Produkt/Modell		horstCONTROL	
Artikelnr.	PCA	Nennspannung	230V / 50Hz
Seriennr.	PCA000100	Strom	4,9 A
Baujahr	2020	Leistung (typ.)	500 W
		Made in Germany www.fruitcore-robotics.com	

Abb. 4-10: Typenschild Bedienpanel

5 Softwarebeschreibung

Das Bedienpanel ist mit der Software (horstFX) der Firma fruitcore robotics GmbH ausgerüstet.

Die Software (horstFX) ermöglicht die Programmierung und Bedienung des Roboters mittels einer berührungsempfindlichen Bedienoberfläche (Touchscreen-Display). Durch die verfügbaren Schnittstellen am Schaltschrank sind auch die Kommunikation und die Ansteuerung anderer Maschinen und externer Sensoren möglich.

Durch Einschalten des Hauptschalters am Schaltschrank startet automatisch die Software (horstFX) am Bedienpanel.

5.1 Datei-Import in die Software (horstFX)

Es ist grundsätzlich möglich, Dateien für zusätzliche Tools und 3D-Objekte zu importieren. Diese können in der Software (horstFX) geladen und angezeigt werden.



Um die entsprechenden Dateien in die Software (horstFX) zu importieren, wenden Sie sich an die Firma fruitcore robotics GmbH.

5.2 Navigation (Menüleiste)

Das Bedienpanel besitzt ein berührungsempfindliches Touchscreen-Display. Die Bedienung erfolgt durch Berühren des Displays mit dem Finger.



ACHTUNG!

Das Display nicht mit scharfen oder spitzen Gegenständen bedienen.

Nachfolgend wird die allgemeine Navigation der Software (horstFX) erläutert.

In der Menüleiste im oberen Bildschirmbereich können folgende Buttons und Anzeigen erscheinen:



Abb. 5-1: Menüleiste Ansicht 1

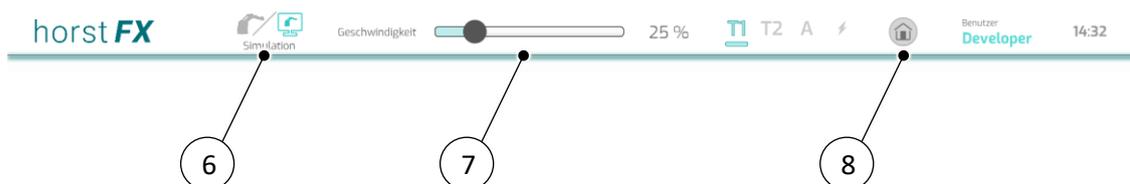


Abb. 5-2: Menüleiste Ansicht 2

5 Softwarebeschreibung

Pos.	Beschreibung
1	Anzeige Betriebsart – anzeigen der aktuell gewählten Betriebsart T1 – Teachbetrieb – manueller Betrieb mit reduzierter Geschwindigkeit T2 – Teachbetrieb – manueller Betrieb mit hoher Geschwindigkeit A – Automatikbetrieb
2	⚡ – Warn- und Fehlermeldung Das Symbol blinkt rot bei nicht quittierten Meldungen: NOT-HALT, Sicherheitshalt und System-Fehler.
3	Button Benutzer-Rolle – wechseln der Benutzer-Rolle
4	Anzeige der aktuellen (angemeldeten) Benutzer-Rolle
5	Anzeige der Uhrzeit
6	Umschalt-Button Steuerungsmodus-Wechsel – wechseln des Steuerungsmodus zwischen Real und Simulation Im Steuerungsmodus Simulation werden nur die Bewegungen des Robotermodells in der 3D-Welt angezeigt. Im Steuerungsmodus Real führt der Roboter die Bewegungen aus und die Bewegungen des Robotermodells werden in der 3D-Welt angezeigt.
7	Geschwindigkeitsregler – einstellen der Geschwindigkeit der Programmausführung
8	Button Hauptmenü – Auswahl des Hauptmenüs

5.3 Benutzer-Rollen

Für die Benutzung der Software (horstFX) sind mehrere Benutzer-Rollen vorgesehen. Jede Benutzer-Rolle besitzt diverse Berechtigungen. Sowohl die Benutzer-Rollen als auch deren Berechtigungen sind über die Firma fruitcore robotics GmbH konfigurierbar.

Bei Auslieferung der Software (horstFX) sind für alle Benutzer-Rollen Standard-Passwörter hinterlegt. Diese können von der Benutzer-Rolle **Administrator** im Menü **Einstellungen – Passwörter** (s. Abschnitt 5.7.1) geändert werden.

Benutzer-Rolle	Standard-Passwort	Beschreibung/Berechtigungen
Administrator	core.admin	Wie Programmierer , zusätzlich: Programm im Automatikmodus bearbeiten, Roboter manuell steuern im Automatikmodus, Software (horstFX) aktualisieren, Offset Achse 6 einstellen, Passwörter ändern, Reglerwerte einstellen, Achsbeschränkungen definieren
Programmierer	fruit.teacher	Wie Bediener , zusätzlich: Programme bearbeiten, Roboter extern steuern, Tool ändern, 3D-Objekte verwenden, Modbus verwenden

Benutzer-Rolle	Standard-Passwort	Beschreibung/Berechtigungen
Bediener	Kein Passwort	Programme laden und ausführen, Roboter manuell steuern, Ausgänge schalten, mit Roboter verbinden



Aufgrund der unterschiedlichen Berechtigungen sind diverse Menüs, Unter-Menüs und Buttons nicht für jede Benutzer-Rolle sichtbar oder verwendbar.

5.4 Ansicht Robotermodell

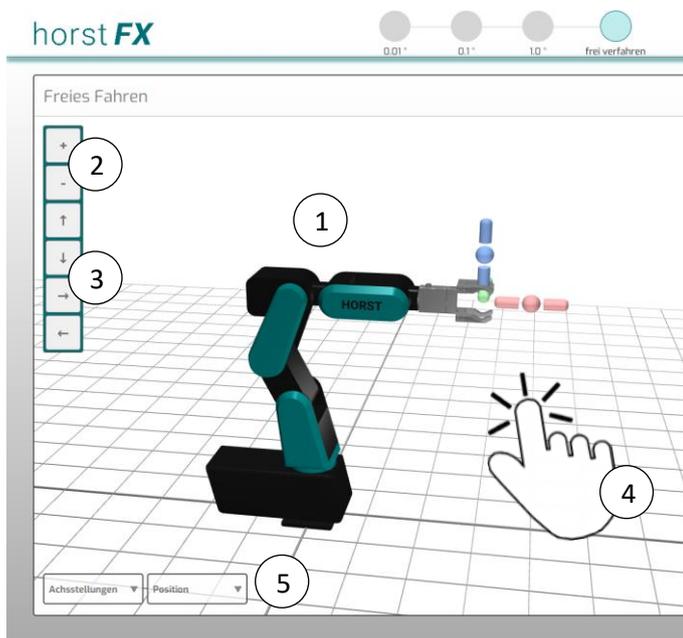


Abb. 5-3: Perspektive auf das Robotermodell

Wenn das Robotermodell (1) in seiner aktuellen Pose in der 3D-Welt dargestellt ist, kann die Perspektive auf dem Display darauf verändert werden:

- Zoomen – durch Tippen auf die Buttons (2) und
- Verschieben – durch Tippen auf die Buttons (3) , , und
- Drehen – durch Tippen (getippt halten) und Ziehen mit dem Finger (4) auf dem Display

Zusätzlich gibt es ein ausklappbares Fenster (5) mit Informationen sowohl über die aktuellen Werte jeder Achse und ihren Begrenzungen als auch über die aktuelle Koordinatenposition (X, Y, Z) und Ausrichtung (in Form von Euler-Winkel) des Tool Center Points (TCP).

5.5 Bildschirmtastatur

Wenn In der Software (horstFX) Texteingaben vorgenommen werden müssen, wird dies durch eine Bildschirmtastatur ermöglicht.

5 Softwarebeschreibung

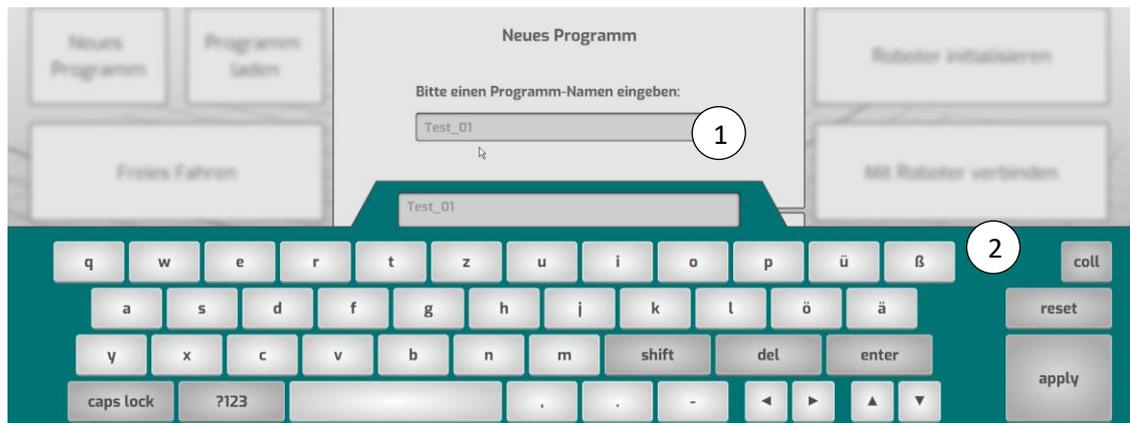


Abb. 5-4: Bildschirmtastatur (Beispiel)

Durch Tippen in ein Eingabefeld (1) erscheint die Bildschirmtastatur (2) für die Texteingabe. Mit dem Button **apply** (3) wird die Texteingabe übernommen und die Bildschirmtastatur wird wieder ausgeblendet.

5.6 Hauptmenü

Nach dem Einschalten des Schaltschranks erscheint auf dem Display das Hauptmenü.

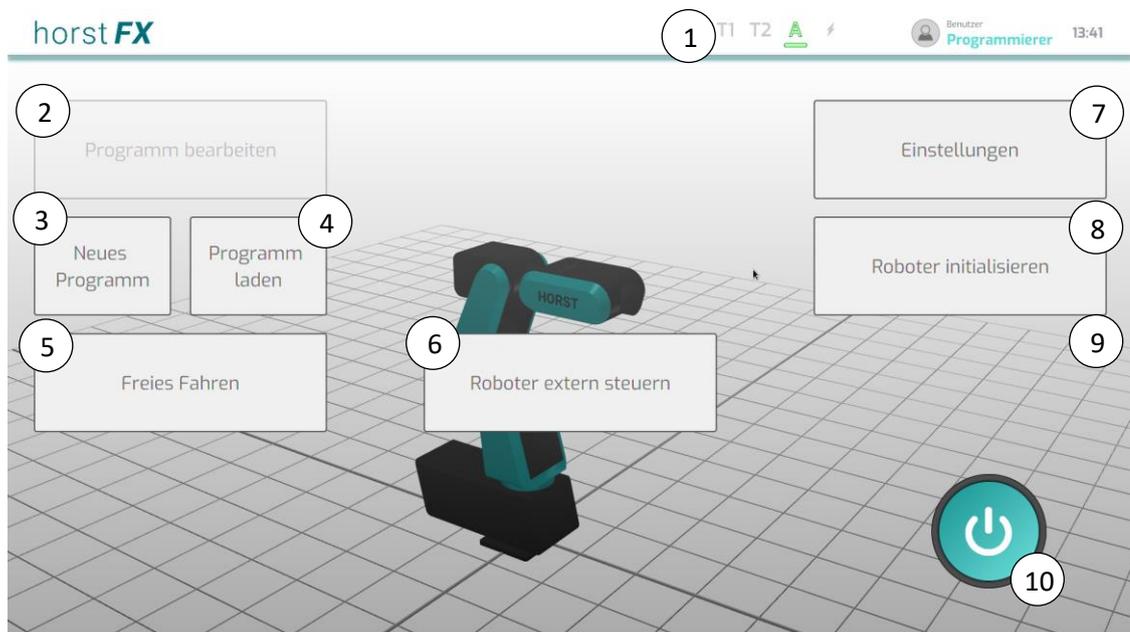


Abb. 5-5: Hauptmenü

Pos.	Beschreibung
1	Anzeige Betriebsart – anzeigen der aktuell gewählten Betriebsart T1 – Teachbetrieb – manueller Betrieb mit reduzierter Geschwindigkeit T2 – Teachbetrieb – manueller Betrieb mit hoher Geschwindigkeit A – Automatikbetrieb  – Warn- und Fehlermeldung Das Symbol blinkt rot bei nicht quittierten Meldungen: NOT-HALT, Sicherheitshalt und System-Fehler.
2	Button Programm bearbeiten – das zuletzt bearbeitete Programm wird geöffnet und kann bearbeitet werden (s. Abschnitt 5.9.3, S. 56).
3	Button Neues Programm – erstellen eines neuen Programms (s. Abschnitt 5.9.1, S. 54).
4	Button Programm laden – öffnen des Dateimanagers, um ein abgespeichertes Programm zu laden (s. Abschnitt 5.9.2, S. 55).
5	Button Freies Fahren – der Roboter kann manuell ohne ein Programm verfahren werden (s. Abschnitt 5.7.11.1, S. 43).
6	Button Roboter extern steuern – Roboter wird über extern geschickte Befehle gesteuert (s. Abschnitt 5.12, S. 99).
7	Button Einstellungen – Menü Einstellungen wird geöffnet (s. Abschnitt 5.7, S. 38). Diverse Einstellungen können ausgewählt werden (Tool auswählen/erstellen, Reglerwerte einstellen, Passwörter ändern, etc.).
8	Button Roboter initialisieren – Menü Roboter initialisieren wird geöffnet (s. Abschnitt 7.2, S. 116).
9	Button Mit Roboter verbinden – Verbindung zwischen Software (horstFX) und Roboter wird hergestellt.
10	Button  (AUS) – Software (horstFX) wird beendet.

5.7 Einstellungen

Durch Drücken des Buttons **Einstellungen** im Hauptmenü wird das Menü **Einstellungen** ausgewählt. In den Einstellungs-Menüs können diverse Einstellungen ausgewählt und gesetzt werden (z. B. Tool auswählen/erstellen, Reglerwerte einstellen, Passwörter ändern, 3D-Objekte hinzufügen, etc.).

5.7.1 Menü Einstellungen – Passwörter

Im Menü **Einstellungen – Passwörter** können die Passwörter für die Benutzer-Rollen geändert werden.

5.7.2 Menü Einstellungen – Offset Achse 6

Aus technischen Gründen kann es vorkommen, dass Achse 6 nach der Initialisierung zwar richtig ausgerichtet ist, jedoch einen Wert außerhalb ihres gültigen Bereichs anzeigt. Der Wert weicht um ein Vielfaches von 360° ab.

Im Menü **Einstellungen – Offset Achse 6** kann dieser falsche Wert ausgeglichen werden.

5 Softwarebeschreibung

5.7.3 Menü Einstellungen – Reglerwerte

Im Menü **Einstellungen – Reglerwerte** kann ein Reglerwertesatz eingestellt werden, welcher das Einregeln des Roboters bestimmt.

5.7.4 Menü Einstellungen – Achsbeschränkungen

Im Menü **Einstellungen – Achsbeschränkungen** können benutzerdefinierte Konfigurationen von Achsbeschränkungen erstellt werden, die von den Standardwerten abweichen.

5.7.5 Menü Einstellungen – Tool

Im Menü **Einstellungen – Tool** können abgespeicherte Tools ausgewählt, geladen und in der Software (horstFX) übernommen werden. Es können auch neue Tools erstellt werden.

5.7.5.1 Menü Einstellungen – Tool – Untermenü Auswählen

Im **Untermenü Auswählen** wird das Tool ausgewählt. Hierfür kann im Auswahlfeld ein in der Software (horstFX) abgespeichertes Tool geladen werden. Für das geladene Tool werden das TCP-Koordinatensystem und die Rotation angezeigt.



Wenn Sie Dateien für zusätzliche Tools in die Software (horstFX) importieren möchten, wenden Sie sich an die Firma fruitcore robotics GmbH.

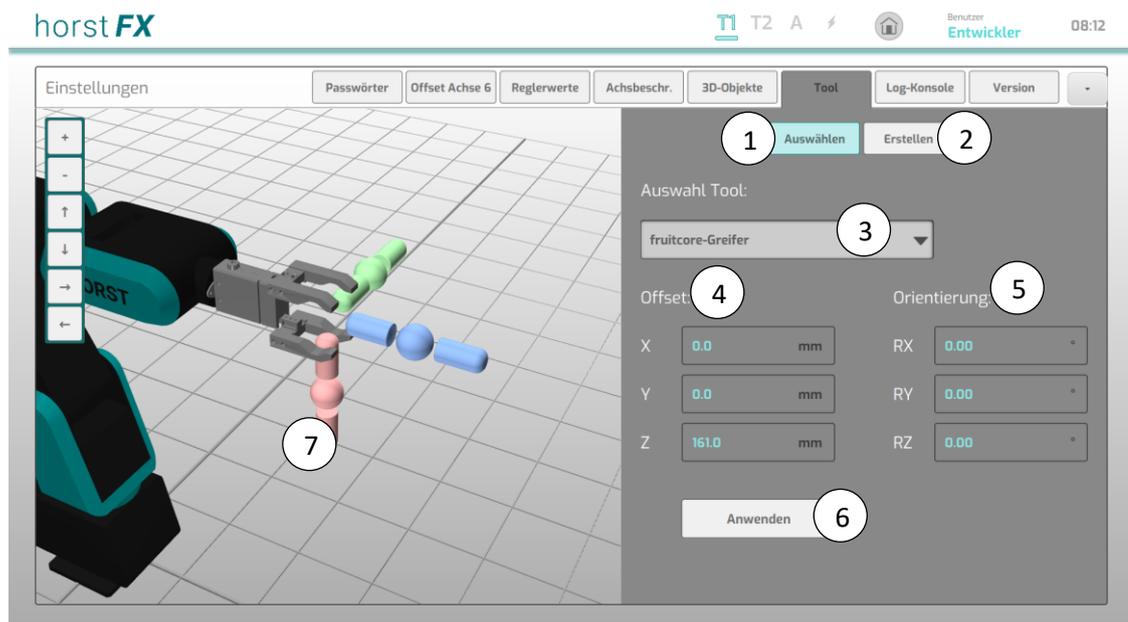


Abb. 5-6: Menü Einstellungen – Tool – Untermenü Auswählen

Pos.	Beschreibung
1	Button Auswählen – das Menü zum Auswählen eines Tools wird angezeigt
2	Button Erstellen – das Menü zum Erstellen eines neuen Tools wird angezeigt
3	Auswahlfeld Auswahl Tool – auswählen eines Tools

Pos.	Beschreibung
4	Anzeige Offset – X-, Y- und Z-Wert als TCP-Offset des ausgewählten Tools (Versatz des TCP zum Flansch)
5	Anzeige Orientierung – RX-, RY- und RZ-Wert als TCP-Koordinatensystem-Orientierung des ausgewählten Tools
6	Button Anwenden – das ausgewählte Tool wird dem Robotermodell hinzugefügt und in der Software (horstFX) global übernommen
7	Anzeige – ausgewähltes Tool und TCP-Koordinatensystem (Toolkoordinatensystem) am Tool Center Point (TCP) des ausgewählten Tools

5.7.5.2 Menü Einstellungen – Tool – Untermenü Erstellen

Im **Untermenü Erstellen** können neue Tools erstellt oder Standard-Tools als Vorlage geladen werden, um deren TCP anzupassen. Tool-Name, Offset und Orientierung können eingegeben werden. Während der Eingabe werden die Werte im Robotermodell angepasst und durch eine einfache Darstellung des Tools visualisiert.

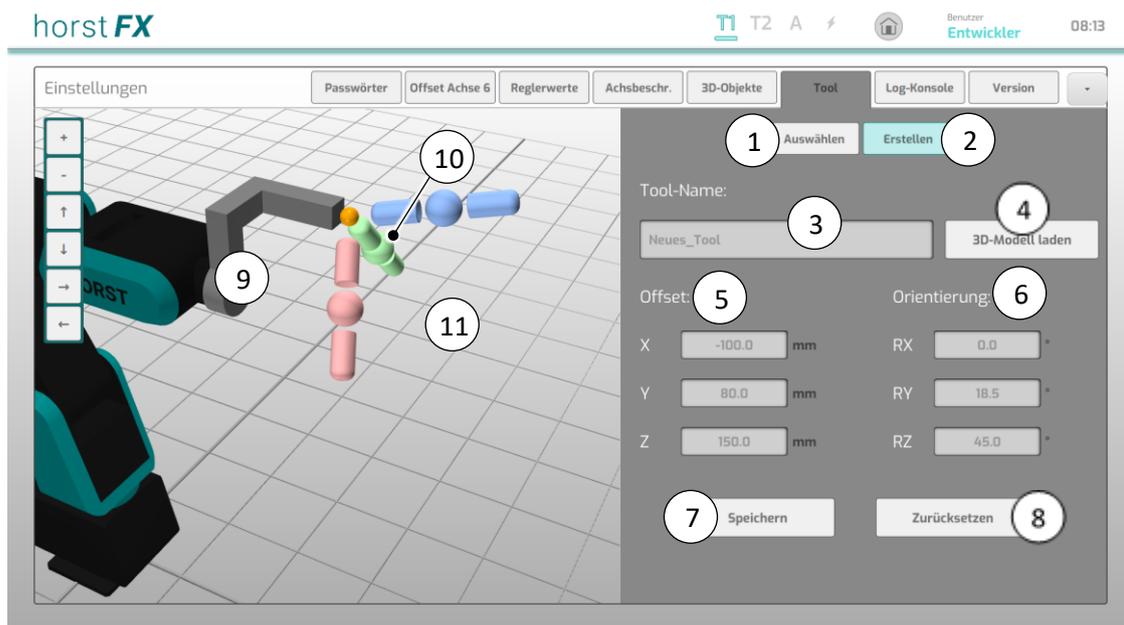


Abb. 5-7: Menü *Einstellungen* – Tool – Untermenü Erstellen

Pos.	Beschreibung
1	Button Auswählen – das Menü zum Auswählen eines Tools wird angezeigt
2	Button Erstellen – das Menü zum Erstellen eines neuen Tools wird angezeigt
3	Eingabe Tool-Name – eingeben eines Tool-Namens
4	Button 3D-Modell laden – laden eines Standard-Tools als Vorlage

5 Softwarebeschreibung

Pos.	Beschreibung
5	Eingabe Offset – X-, Y- und Z-Wert als TCP-Offset des ausgewählten Tools (Versatz des TCP zum Flansch)
6	Eingabe Orientierung – RX-, RY- und RZ-Wert als TCP-Koordinatensystem-Orientierung des ausgewählten Tools
7	Button Speichern – die Eingaben werden gespeichert Das erstellte Tool taucht ab sofort im Auswahlfeld Auswahl Tool im Untermenü Auswählen auf.
8	Button Zurücksetzen – zurücksetzen aller Eingaben
9	Anzeige – einfache Visualisierung des erstellten Tools
10	Anzeige – Visualisierung des Tool Center Points (TCP) durch eine orangene Kugel
11	Anzeige – TCP-Koordinatensystem (Toolkoordinatensystem) am Tool Center Point (TCP) des erstellten Tools

5.7.6 Menü Einstellungen – Log-Konsole

Im Menü **Einstellungen – Log-Konsole** werden die intern protokollierten Programm-Ausgaben (Logs) der Software (horstFX) angezeigt.

5.7.7 Menü Einstellungen – Version

Im Menü **Einstellungen – Version** sind die Versionen der Software (horstFX) und diverser Hardware-Komponenten ersichtlich.

Zudem kann in diesem Menü über den Button **horstFX aktualisieren** die Software-Version (horstFX-Version) aktualisiert werden. Unter Umständen startet während des Aktualisierungsvorganges der im Schaltschrank integrierte Computer für die Software (horstFX) neu.

5.7.8 Menü Einstellungen – Fernzugriff

Im Menü **Einstellungen – Fernzugriff** kann der Fernzugriff für einen Mitarbeiter der Firma fruitcore robotics GmbH gestartet werden. Hierzu wird eine Internetverbindung benötigt.

5.7.9 Menü Einstellungen – Lizenzen

Im Menü **Einstellungen – Lizenzen** sind Software-Lizenzen von Drittanbietern aufgelistet, die in der Software (horstFX) verwendet werden.

5.7.10 Menü Einstellungen – Lizenz

Im Menü **Einstellungen – Lizenz** kann die Lizenz, mit der die Software (horstFX) verwendet wird geändert werden.

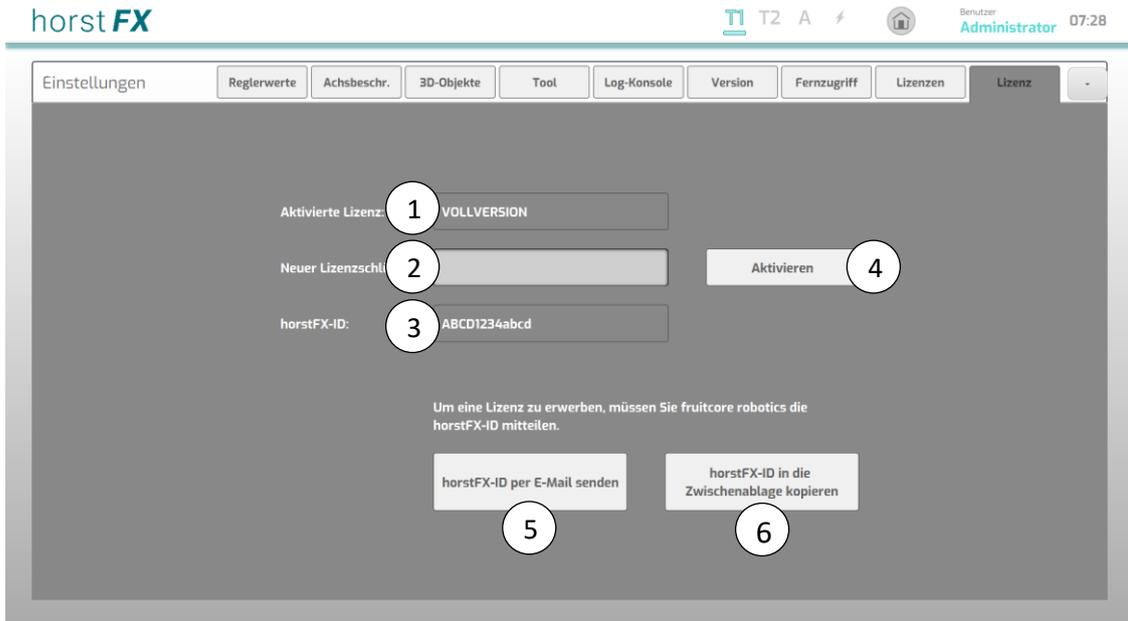


Abb. 5-8: Menü *Einstellungen – Lizenz*

Pos.	Beschreibung
1	Anzeige Aktivierte Lizenz – die aktuelle Lizenz wird angezeigt
2	Eingabe Neuer Lizenzschlüssel – Lizenzschlüssel zum Aktivieren einer neuen Lizenz
3	Anzeige horstFX-ID – die horstFX-ID wird angezeigt
4	Button Aktivieren – eine Lizenz durch den eingegebenen Lizenzschlüssel aktivieren
5	Button horstFX-ID per E-Mail senden – öffnen des Standard-E-Mail-Clients
6	Button horstFX-ID in die Zwischenablage kopieren – kopieren der horstFX-ID in die Zwischenablage

5.7.11 Menü Einstellungen – 3D-Objekte

Im Menü **Einstellungen - 3D-Objekte** können 3D-Objekte der 3D-Welt hinzugefügt und bereits hinzugefügte 3D-Objekte bearbeitet oder entfernt werden.

Hierdurch können Prozessabläufe in der 3D-Welt bereits voraufgebaut werden und ggf. Programmierungen ohne Roboter in der Simulation vorgenommen werden.

5 Softwarebeschreibung



ACHTUNG!

Die Software (horstFX) berücksichtigt diese 3D-Objekte nicht automatisch, um Bewegungen des Roboters zu begrenzen. Um Kollisionen zu vermeiden, müssen reale Objekte/Hindernisse im Arbeitsraum bei der Programmerstellung berücksichtigt werden.



Wenn Sie Dateien für 3D-Objekte in die Software (horstFX) importieren möchten, wenden Sie sich an die Firma fruitcore robotics GmbH.

5.7.11.1 Menü Einstellungen – 3D-Objekte – Hinzufügen

Im Menü **Einstellungen – 3D-Objekte – Hinzufügen** können 3D-Objekte zur 3D-Welt hinzugefügt und deren Position, Ausrichtung und Größe (3-5) definiert werden. Wird ein 3D-Objekt ausgewählt, wird es direkt in der 3D-Welt (1) angezeigt.



Jede Änderung eines der Werte in den Eingabefeldern löst eine Aktualisierung des 3D-Objektes in der 3D-Welt aus, sodass die Visualisierung des 3D-Objektes immer die aktuelle Definition des 3D-Objektes darstellt.

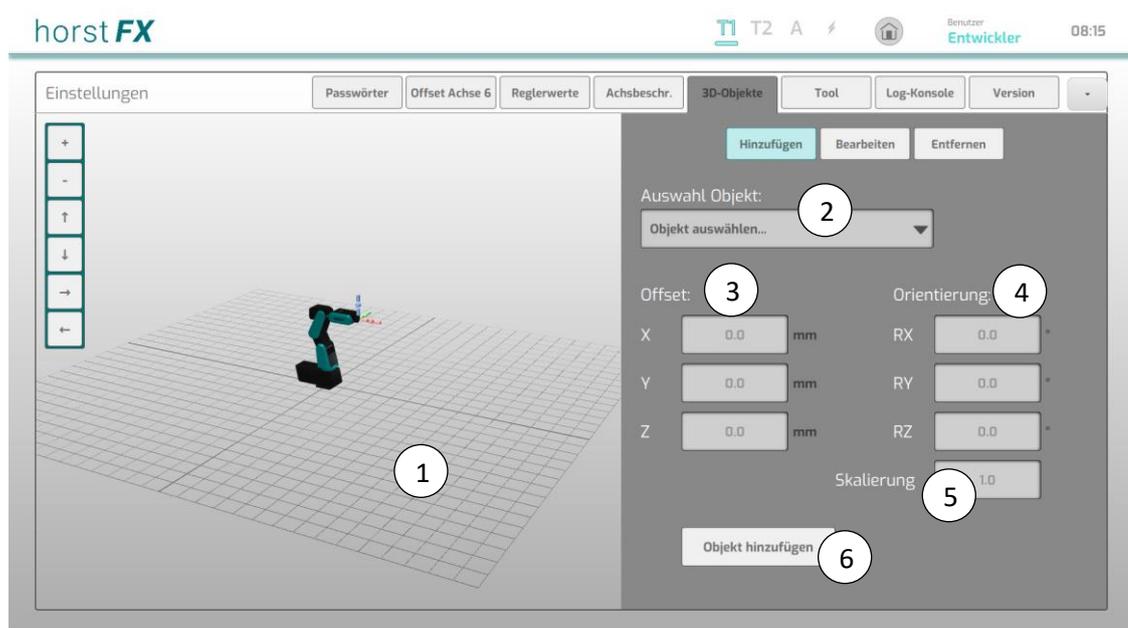


Abb. 5-9: Menü *Einstellungen – 3D-Objekte – Hinzufügen*

Pos.	Beschreibung
1	Anzeige der 3D-Welt inklusive des Robotermodells und aller hinzugefügten 3D-Objekte
2	Auswahlfeld Auswahl Objekt – auswählen eines 3D-Objektes (aus allen standardmäßig vorhandenen und zusätzlich importierten 3D-Objekten)
3	Eingabe Offset – X-, Y- und Z-Wert als Offset des ausgewählten 3D-Objektes (Versatz des 3D-Objektes zum Basiskoordinatensystem)

Pos.	Beschreibung
4	Eingabe Orientierung – RX-, RY- und RZ-Wert als Orientierung des ausgewählten 3D-Objektes
5	Eingabe Skalierung – vergrößern/verkleinern des ausgewählten 3D-Objektes
6	Button Objekt hinzufügen – ausgewähltes 3D-Objekt wird in die 3D-Welt geladen

5.7.11.2 Menü Einstellungen – 3D-Objekte – Bearbeiten

Im Menü **Einstellungen – 3D-Objekte – Bearbeiten** können Position, Ausrichtung und Größe (3-5) bereits hinzugefügter 3D-Objekte definiert werden. Wird ein 3D-Objekt ausgewählt, wird die Auswahl in der 3D-Welt (1) in Form eines orangenen Gittermodells dargestellt.



Jede Änderung eines der Werte in den Eingabefeldern löst eine Aktualisierung des 3D-Objektes in der 3D-Welt aus, sodass die Visualisierung des 3D-Objektes immer die aktuelle Definition des 3D-Objektes darstellt.

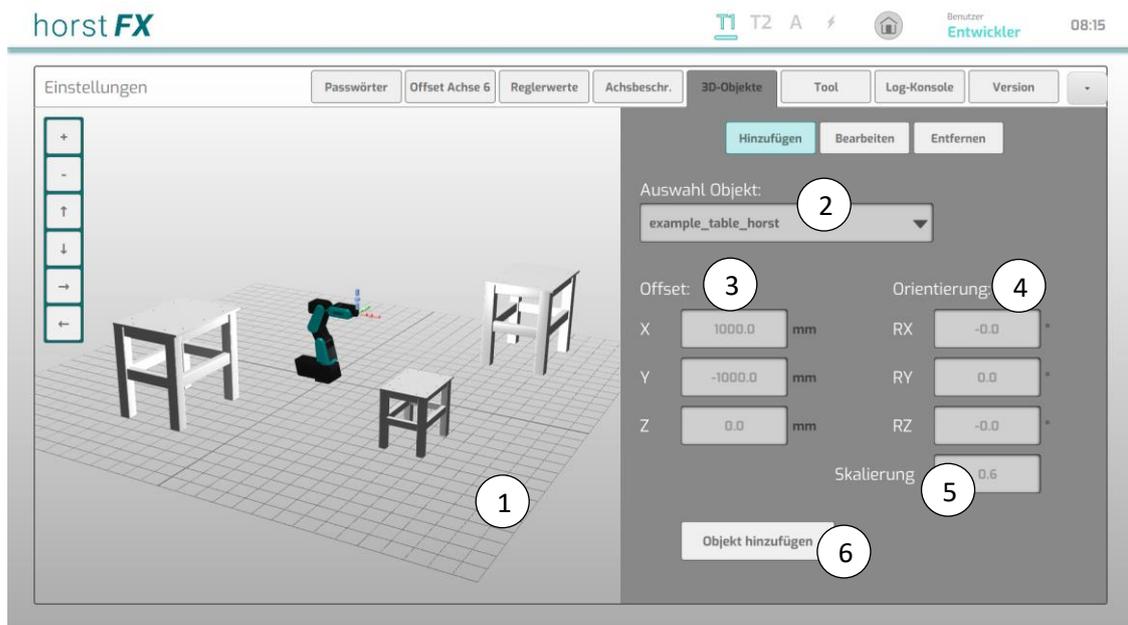


Abb. 5-10: Menü *Einstellungen – 3D-Objekte – Bearbeiten*

Pos.	Beschreibung
1	Anzeige der 3D-Welt inklusive des Robotermodells und aller hinzugefügten 3D-Objekte
2	Auswahlfeld Auswahl Objekt – auswählen eines bereits hinzugefügten 3D-Objektes
3	Eingabe Offset – X-, Y- und Z-Wert als Offset des ausgewählten 3D-Objektes (Versatz des 3D-Objektes zum Basiskoordinatensystem)
4	Eingabe Orientierung – RX-, RY- und RZ-Wert als Orientierung des ausgewählten 3D-Objektes

5 Softwarebeschreibung

Pos.	Beschreibung
5	Eingabe Skalierung – vergrößern/verkleinern des ausgewählten 3D-Objektes
6	Button Übernehmen – Änderungen am ausgewählten 3D-Objekt übernehmen

5.7.11.3 Menü Einstellungen – 3D-Objekte – Entfernen

Im Menü **Einstellungen – 3D-Objekte – Entfernen** können bereits hinzugefügte 3D-Objekte entfernt werden. Wird ein 3D-Objekt ausgewählt, wird die Auswahl in der 3D-Welt (1) in Form eines orangenen Gittermodells dargestellt.

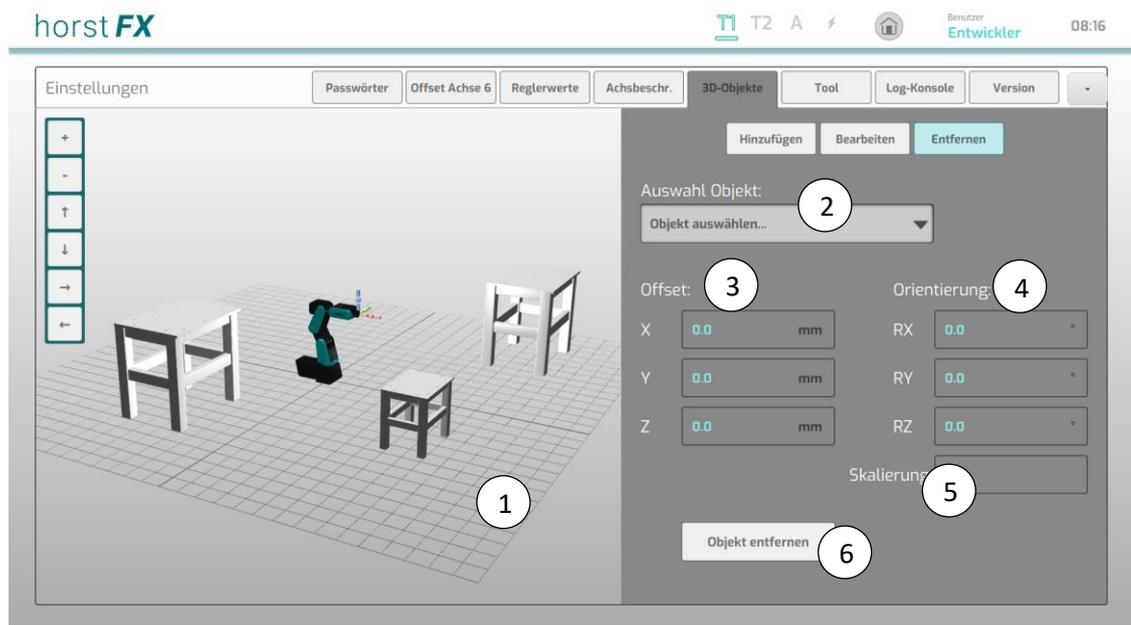


Abb. 5-11: Menü *Einstellungen – 3D-Objekte – Entfernen*

Pos.	Beschreibung
1	Anzeige der 3D-Welt inklusive des Robotermodells und aller hinzugefügten 3D-Objekte
2	Auswahlfeld Auswahl Objekt – auswählen eines bereits hinzugefügten 3D-Objektes
3	Anzeige Offset – X-, Y- und Z-Wert als Offset des ausgewählten 3D-Objektes (Versatz des 3D-Objektes zum Basiskoordinatensystem)
4	Anzeige Orientierung – RX-, RY- und RZ-Wert als Orientierung des ausgewählten 3D-Objektes
5	Anzeige Skalierung – anzeigen des Skalierungswertes des ausgewählten 3D-Objektes
6	Button Objekt entfernen – löschen des ausgewählten 3D-Objektes

5.8 Freies Fahren

Durch Drücken des Buttons **Freies Fahren** im Hauptmenü wird das Menü **Freies Fahren** ausgewählt. Freies Fahren des Roboters kann erfolgen durch:

- Bewegung der einzelnen Roboterachsen
- Rotation um die Achsen des Basiskoordinatensystems
- Lineares Verfahren in Richtung der Achsen des Basiskoordinatensystems
- Rotation um die Achsen des TCP-Koordinatensystems (Toolkoordinatensystem)
- Lineares Verfahren in Richtung der Achsen des TCP-Koordinatensystems (Toolkoordinatensystem)



Der Wechsel der Betriebsart führt zum Stopp des Roboters. Am Display erscheint eine Warnmeldung. Um fortzufahren muss die Meldung bestätigt werden. Währenddessen muss der Zustimmungstaster losgelassen werden.



Der Roboter lässt sich manuell nur im Zweihandbetrieb verfahren. Um den Roboter zu bewegen muss in den Betriebsarten T1 und T2 immer der Zustimmungstaster in Mittelstellung gedrückt gehalten werden. Zusätzlich muss die gewünschte Verfahrrichtung auf dem Display gedrückt gehalten werden. Sobald eine der beiden Bedingungen nicht mehr erfüllt ist, bremst der Roboter sofort bis zum Stillstand ab.

Im Steuerungsmodus **Simulation** werden ausschließlich die Bewegungen des Robotermodells in der 3D-Welt angezeigt.

Im Steuerungsmodus **Real** führt der Roboter die Bewegungen aus und die Bewegungen des Robotermodells werden in der 3D-Welt angezeigt.

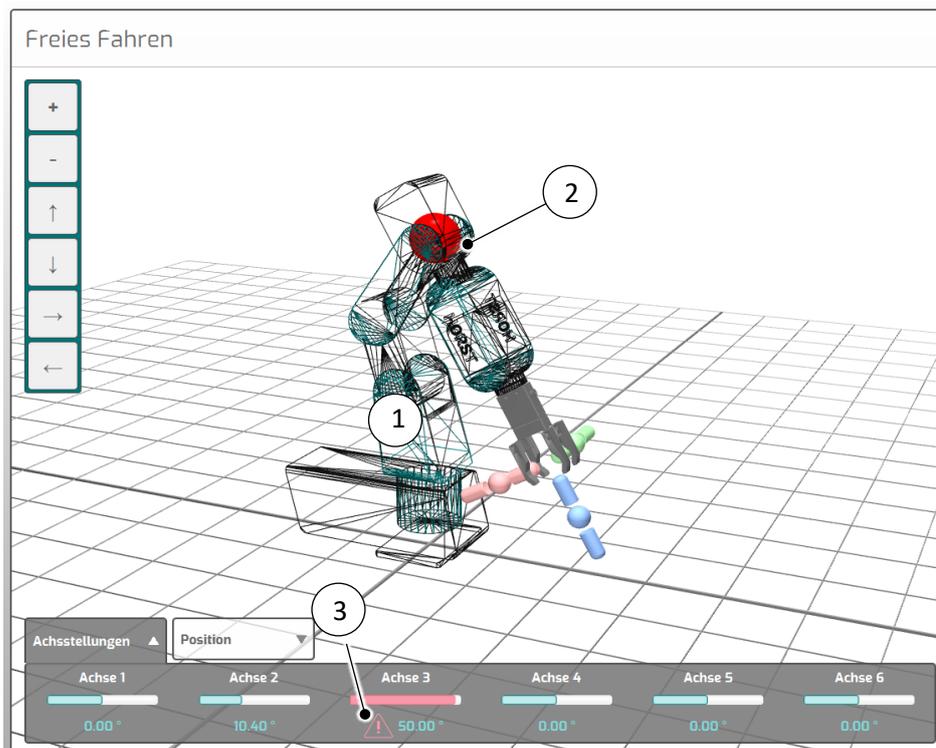


Abb. 5-12: Darstellung bei Annäherung an den zulässigen Schwenkbereich einer Achse

5 Softwarebeschreibung

Stößt ein Wert einer Roboterachse während einer Bewegung an die Grenze des zulässigen Schwenkbereichs der Roboterachse, dann stoppt die Bewegung des Roboters. Sobald ein Wert einer Roboterachse sich der Grenze des zulässigen Schwenkbereichs annähert, springt die Anzeige des Robotermodells am Display zu einem Drahtmodell (1) um. Durch Blinken einer roten Kugel (2) und eines Warnsymbols (3) wird angezeigt, welche Achse das Ende ihres zulässigen Schwenkbereichs erreicht hat bzw. sich dessen Grenze annähert.

5.8.1 Bewegungen der einzelnen Roboterachsen

Durch Drücken des Buttons **Achsen** (2) im Menü **Freies Fahren** wird das Menü **Freies Fahren – Roboterachsen** ausgewählt.



Die Bezeichnung der Roboterachsen entnehmen Sie Abb. 4-2 (S. 29).

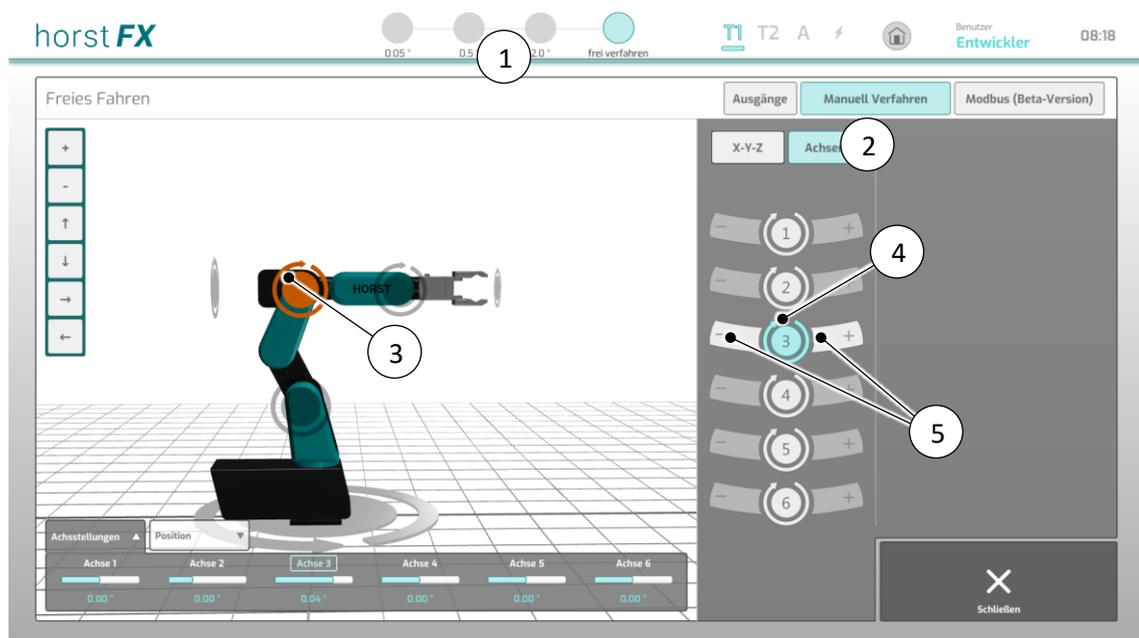


Abb. 5-13: Menü *Freies Fahren – Roboterachsen*

Für die Bewegung einzelner Achsen des Roboters können diese auf dem Display angewählt werden:

- durch Antippen der Achsmarkierung (3) am Robotermodell
oder
- durch Auswahl des Buttons (4) in der Achsübersicht

Die jeweils ausgewählte Roboterachse wird am Display farblich hervorgehoben (hier Achse 3).

Durch Drücken der Buttons **+** oder **-** (5) bewegt der Roboter die ausgewählte Achse. Der Pfeil der Achsmarkierung (3) gibt die **+** Richtung an.

In der Menüleiste (1) lässt sich einstellen, wie weit der Roboter bei gedrücktem **+** oder **-** Button verfährt. Im **Jogging-Modus** (Schrittweise in Grad) oder kontinuierlich im Modus **frei verfahren**.

5.8.2 Bewegungen in den Koordinatensystemen

Es gibt zwei Koordinatensysteme:

- Das **Basiskoordinatensystem**, welches seine Orientierung nicht ändert und fest im Raum bleibt.
- Das **TCP-Koordinatensystem** (Tool Center Point Koordinatensystem) bezieht sich ausschließlich auf das geladene und angezeigte Tool bzw. auf den Roboterflansch, falls kein Tool ausgewählt wurde. Es ändert seine Orientierung in Abhängigkeit der jeweiligen Pose des Roboters.

Für eine Bewegungen im jeweiligen Koordinatensystem wird dieses im Menü **Freies Fahren** ausgewählt. Bei Bewegungen in einem Koordinatensystem verfahren alle Roboterachsen simultan.

In der Menüleiste (Abb. 5-14) (1) lässt sich einstellen, wie weit der Roboter bei gedrücktem **+** oder **-** Button verfährt. Im **Jogging-Modus** (Schrittweise in Millimeter) oder kontinuierlich im Modus **frei verfahren**.

Um die Bewegungsrichtungen zu veranschaulichen, wird das gewählte Koordinatensystem immer am Robotermodell mit den entsprechenden Achsfarben dargestellt (Abb. 5-14) (2). Hierbei liegt der Ursprung des dargestellten Koordinatensystems im TCP (Tool Center Point) des Robotermodells.

5.8.2.1 Bewegungen im Basiskoordinatensystem

Durch Drücken des Buttons **X-Y-Z** (3) im Menü **Freies Fahren** wird das Menü **Freies Fahren – X-Y-Z** ausgewählt. Durch Drücken des Buttons **Basis** (4) wird das Basiskoordinatensystem ausgewählt und im Robotermodell angezeigt (2).

Hier können Linearbewegungen (Translation) und Rotationsbewegungen im Basiskoordinatensystem ausgeführt werden.

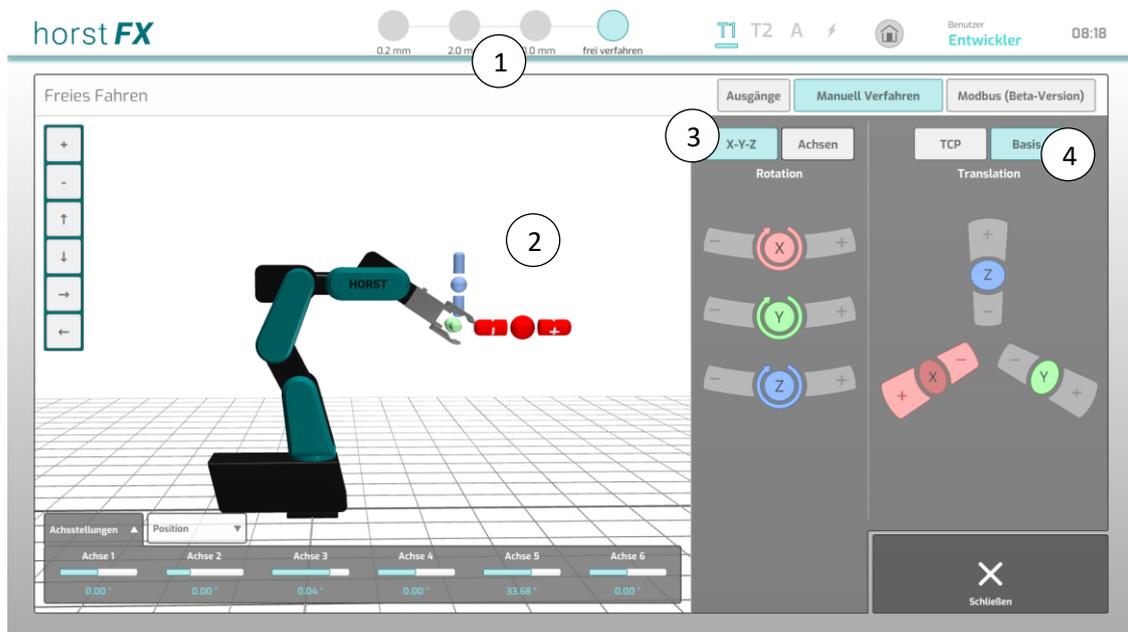


Abb. 5-14: Menü *Freies Fahren – X-Y-Z – Basis*

5 Softwarebeschreibung

Linearbewegungen im Basiskoordinatensystem

Für die Linearbewegung (Translation) des Roboters entlang der einzelnen Koordinatenachsen können diese auf dem Display ausgewählt werden durch:

- antippen der Koordinatenachse am Robotermodell (1)

oder

- auswählen der Koordinatenachse in der Achsübersicht (2)

Die jeweils ausgewählte Koordinatenachse wird am Robotermodell vergrößert dargestellt und es erscheinen die Symbole + und – (1) für die entsprechende Zuordnung zu den Buttons + und –, welche am Display farblich hervorgehoben werden.

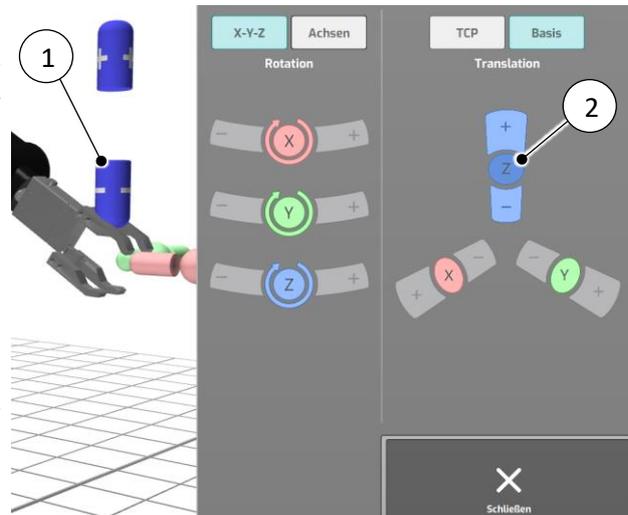


Abb. 5-15: Beispiel – Auswahl Translation auf Achse Z im Basiskoordinatensystem

Durch Drücken der Buttons + oder – bewegt sich der Roboter linear vom TCP (Tool Center Point) aus in die gewünschte Richtung.



Durch erneutes Antippen der Achse im Robotermodell wird zur Rotationsbewegung gewechselt.

Rotationsbewegungen im Basiskoordinatensystem

Für die Rotation des Roboters um einzelne Koordinatenachsen können diese auf dem Display ausgewählt werden durch:

- antippen der Koordinatenachse am Robotermodell (1)

oder

- auswählen der Koordinatenachse in der Achsübersicht (2)

Die jeweils ausgewählte Koordinatenachse wird am Robotermodell vergrößert dargestellt und es erscheint ein Rotationsymbol mit einem Pfeil, welcher die + Richtung angibt. Die Buttons + und – werden am Display farblich hervorgehoben.

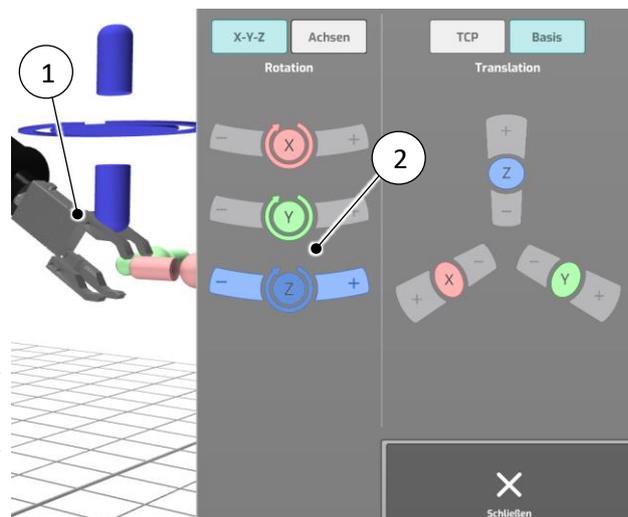


Abb. 5-16: Beispiel – Auswahl Rotation um Achse Z im Basiskoordinatensystem

Durch Drücken der Buttons + oder – rotiert der Roboter im TCP (Tool Center Point) um die ausgewählte Achse in die gewünschte Richtung.



Durch erneutes Antippen der Achse im Robotermodell wird zur Linearbewegung gewechselt.

5.8.2.2 Bewegungen im TCP-Koordinatensystem

Durch Drücken des Buttons **X-Y-Z** (1) im Menü **Freies Fahren** wird das Menü **Freies Fahren – X-Y-Z** ausgewählt.

Durch Drücken des Buttons **TCP** (2) wird das TCP-Koordinatensystem ausgewählt und im Robotermodell angezeigt.

Hier können Linearbewegungen (Translation) und Rotationsbewegungen im TCP-Koordinatensystem ausgeführt werden.

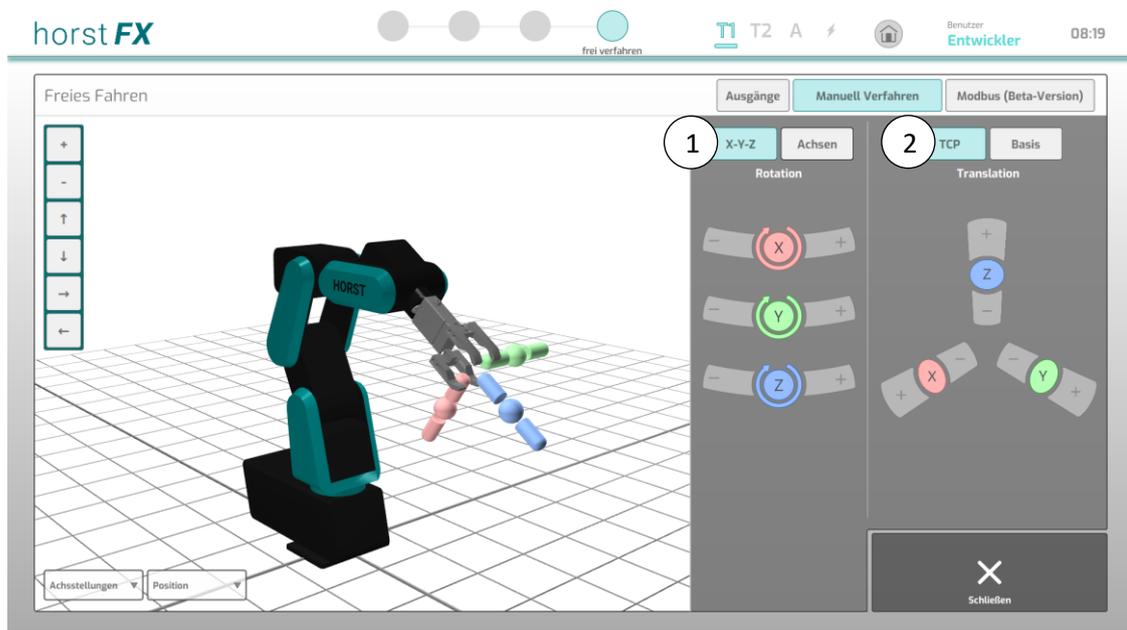


Abb. 5-17: Menü *Freies Fahren – X-Y-Z – TCP*

5 Softwarebeschreibung

Linearbewegungen im TCP-Koordinatensystem

Für die Linearbewegung (Translation) des Roboters entlang der einzelnen Koordinatenachsen können diese auf dem Display ausgewählt werden durch:

- antippen der Koordinatenachse am Robotermodell (1)

oder

- auswählen der Koordinatenachse in der Achsübersicht (2)

Die jeweils ausgewählte Koordinatenachse wird am Robotermodell vergrößert dargestellt und es erscheinen die Symbole + und – (1) für die entsprechende Zuordnung zu den Buttons + und –, welche am Display farblich hervorgehoben werden.

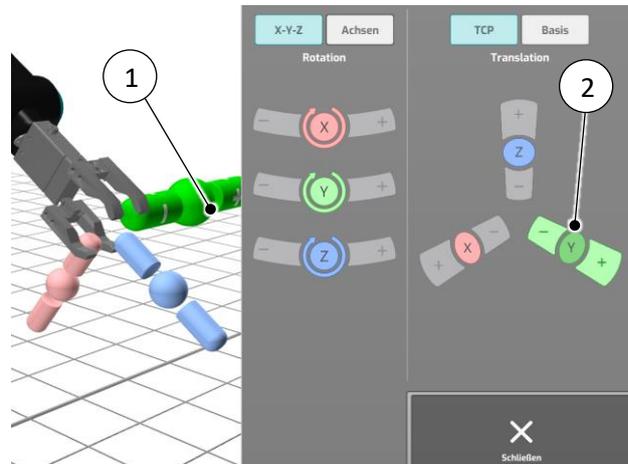


Abb. 5-18: Beispiel – Auswahl Translation um Achse Y im TCP-Koordinatensystem

Durch Drücken der Buttons + oder – bewegt sich der Roboter linear vom TCP (Tool Center Point) aus in die gewünschte Richtung.



Durch erneutes Antippen der Achse im Robotermodell wird zur Rotationsbewegung gewechselt.

Rotationsbewegungen im TCP-Koordinatensystem

Für die Rotation des Roboters um einzelne Koordinatenachsen können diese auf dem Display ausgewählt werden durch:

- antippen der Koordinatenachse am Robotermodell (1)

oder

- auswählen der Koordinatenachse in der Achsübersicht (2)

Die jeweils ausgewählte Koordinatenachse wird am Robotermodell vergrößert dargestellt und es erscheint ein Rotationssymbol mit einem Pfeil, welcher die + Richtung angibt. Die Buttons + und – werden am Display farblich hervorgehoben.

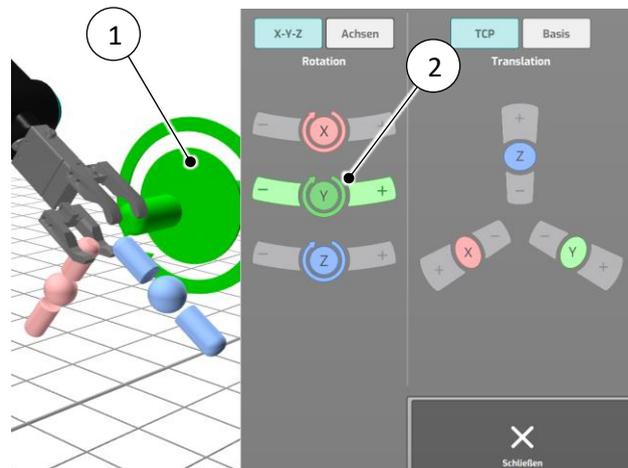


Abb. 5-19: Beispiel – Auswahl Rotation um Achse Y im TCP-Koordinatensystem

Durch Drücken der Buttons + oder – rotiert der Roboter im TCP (Tool Center Point) um die ausgewählte Achse in die gewünschte Richtung.



Durch erneutes Antippen der Achse im Robotermodell wird zur Linearbewegung gewechselt.

5.8.3 Freies Fahren – Ausgänge

Durch Drücken des Buttons **Ausgänge** (1) im Menü **Freies Fahren** wird das Menü **Freies Fahren – Ausgänge** ausgewählt.

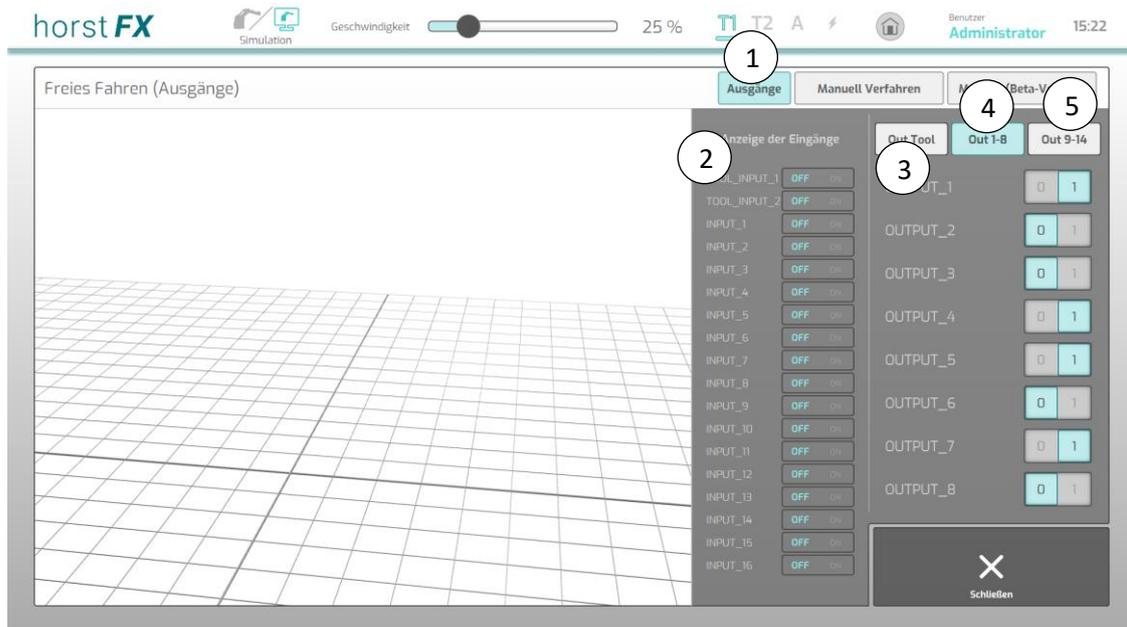


Abb. 5-20: Menü *Freies Fahren – Ausgänge*

Das Menü **Freies Fahren – Ausgänge** zeigt den Zustand der Ausgänge (3, 4, 5) und Eingänge (2) an. Es gibt insgesamt 16 Ausgänge, die unterteilt sind in Tool-Ausgänge 1+2 (3), sowie die Ausgänge 1-8 (4) und 9-14 (5).

Jeder Ausgang kann direkt über den Umschalt-Button **0/1** geschaltet werden. So können z. B. Greifer manuell geöffnet oder geschlossen werden.

Es gibt insgesamt 18 Eingänge, die unterteilt sind in Tool-Eingänge 1+2, sowie die Eingänge 1-16. Der Zustand der Eingänge wird mit **OFF** oder **ON** signalisiert.

5.8.4 Freies Fahren – Modbus

Durch Drücken des Buttons **Modbus** (1) im Menü **Freies Fahren** wird das Menü **Freies Fahren – Modbus** ausgewählt.

Modbus ist ein Kommunikationsprotokoll, welches auf einer Client-Server-Architektur basiert. Die Steuerung des Roboters fungiert hierbei als Modbus-Server. Die Verbindung wird über die IP-Adresse des Roboters hergestellt, welche in demselben Subnetz liegen muss wie die des Clients. Die IP-Adresse des Roboters lässt sich im Menü **Roboter extern steuern** (s. Abschnitt 5.12) ablesen. Die Modbus-Kommunikation läuft über den Port 8502.

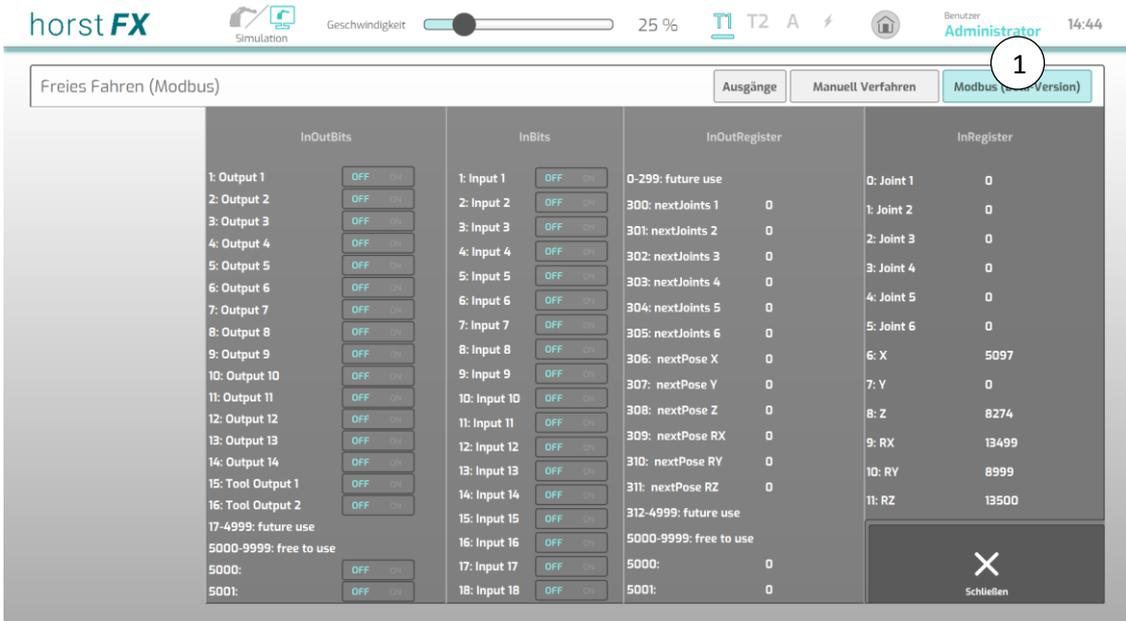
5 Softwarebeschreibung

Zur Datenübertragung können unterschiedliche Funktionen verwendet werden. Der jeweilige Funktionscode wird vom Client an den Server geschickt, welcher daraufhin eine Antwort mit den Daten zurück an den Client sendet.

In der Software (horstFX) stehen über das textuelle Programmieren Funktionen zur Verfügung, über die auf vier verschiedene Register zugegriffen werden kann. Diese sind in der Software (horstFX) wie folgt benannt:

Name	Beschreibung
InOutBit	Lesen und Schreiben von Bits
InBit	Lesen von Bits
InOutRegister	Lesen und Schreiben von Registern
InRegister	Lesen von Bits

Die Belegung der Adressen dieser vier Register lässt sich im Menü **Freies Fahren – Modbus** ablesen (s. Abb. 5-21):



The screenshot shows the 'Freies Fahren (Modbus)' menu in the horstFX software. The interface includes a top navigation bar with 'Ausgänge', 'Manuell Verfahren', and 'Modbus (aktuelle Version)' tabs. A circled '1' highlights the 'Modbus' tab. The main content area is divided into four columns: InOutBits, InBits, InOutRegister, and InRegister. Each column contains a list of items with corresponding status indicators (OFF/ON) and numerical values.

InOutBits	InBits	InOutRegister	InRegister
1: Output 1	1: Input 1	0-299: future use	0: Joint 1
2: Output 2	2: Input 2	300: nextJoints 1	1: Joint 2
3: Output 3	3: Input 3	301: nextJoints 2	2: Joint 3
4: Output 4	4: Input 4	302: nextJoints 3	3: Joint 4
5: Output 5	5: Input 5	303: nextJoints 4	4: Joint 5
6: Output 6	6: Input 6	304: nextJoints 5	5: Joint 6
7: Output 7	7: Input 7	305: nextJoints 6	6: X
8: Output 8	8: Input 8	306: nextPose X	7: Y
9: Output 9	9: Input 9	307: nextPose Y	8: Z
10: Output 10	10: Input 10	308: nextPose Z	9: RX
11: Output 11	11: Input 11	309: nextPose RX	10: RY
12: Output 12	12: Input 12	310: nextPose RY	11: RZ
13: Output 13	13: Input 13	311: nextPose RZ	
14: Output 14	14: Input 14	312-4999: future use	
15: Tool Output 1	15: Input 15	5000-9999: free to use	
16: Tool Output 2	16: Input 16	5000:	
17-4999: future use	17: Input 17	5001:	
5000-9999: free to use	18: Input 18		
5000:			
5001:			

Abb. 5-21: Menü **Freies Fahren – Modbus**



Für weitere und detailliertere Informationen zur Verwendung von Modbus wenden Sie sich an den Service der Firma fruitcore robotics GmbH.

5.9 Programme

Nachfolgend wird erläutert, wie Programme zur Automatisierung der Roboterbewegungen erstellt werden. Die Programmierung des Roboters erfolgt im Teachbetrieb.



WARNUNG!

Veränderung des Gefahrenbereiches durch Anbauteile und Werkstücke

- ▶ Beachten Sie, dass sich durch Anbauteile und Werkstücke die Reichweite des Roboters und damit der Gefahrenbereich verändern.



Vor der Programmierung des Roboters muss die Inbetriebnahme mit der Initialisierung durchgeführt werden (s. Kapitel 7, S. 114).

Je nach Auswahl des Steuerungsmodus **Real** oder **Simulation** werden beim Programmieren die Bewegungen durch den Roboter oder nur durch das Robotermodell in der 3D-Welt ausgeführt.



Der Roboter lässt sich manuell nur im Zweihandbetrieb verfahren. Um den Roboter zu bewegen muss in den Betriebsarten T1 und T2 immer der Zustimmungstaster in Mittelstellung gedrückt gehalten werden. Zusätzlich muss die gewünschte Verfahrrichtung auf dem Display gedrückt gehalten werden. Sobald eine der beiden Bedingungen nicht mehr erfüllt ist, bremst der Roboter bis zum Stillstand ab.



Der Wechsel der Betriebsart führt zum Stopp des Roboters. Am Display erscheint eine Warnmeldung. Um fortzufahren muss die Meldung bestätigt werden. Währenddessen muss der Zustimmungstaster losgelassen werden.

5.9.1 Neues Programm

Durch Drücken des Buttons **Neues Programm** im Hauptmenü erscheint das Pop-up-Fenster für das Erstellen eines neuen Programmes.

Durch Tippen in das Eingabefeld (1) erscheint die Bildschirmtastatur für die Texteingabe. Der Programm-Name kann eingegeben werden.

Mit dem Button **OK** (2) wird ein neues Programm erstellt und die Programmieransicht erscheint auf dem Display (s. Abschnitt 5.9.3).

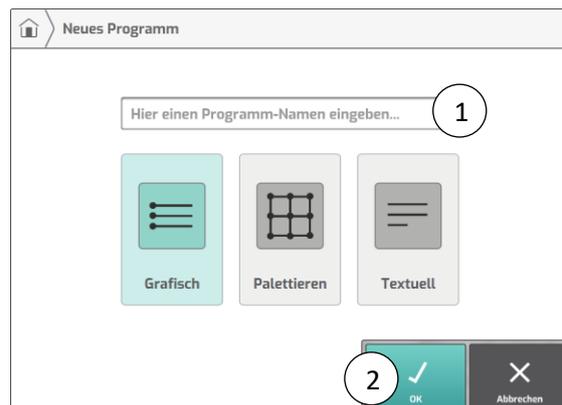


Abb. 5-22: Programm anlegen

5 Softwarebeschreibung

Wird bei der Erstellung eines neuen Programmes die Option **Grafisch** gewählt, so ist im Programmbaum nur die Aktion **Start/Konfiguration** (1) und zusätzlich ein Platzhalter (2) zu sehen, der anzeigt, dass an dieser Stelle neue Aktionen hinzugefügt werden können.

Wird die Option **Palettieren** gewählt, wird im Programmbaum der Platzhalter (2) durch eine Schleife inklusive einer neuen, noch nicht definierten Palette ersetzt (3).

Wenn die Option **Textuell** gewählt wird, wird die Programmieransicht an die textuelle Programmierung angepasst. Hauptunterschied hierbei ist, dass der Programmbaum durch einen Texteditor mit zusätzlichen Programmierelementen ersetzt wird (s. Abschnitt 5.10).

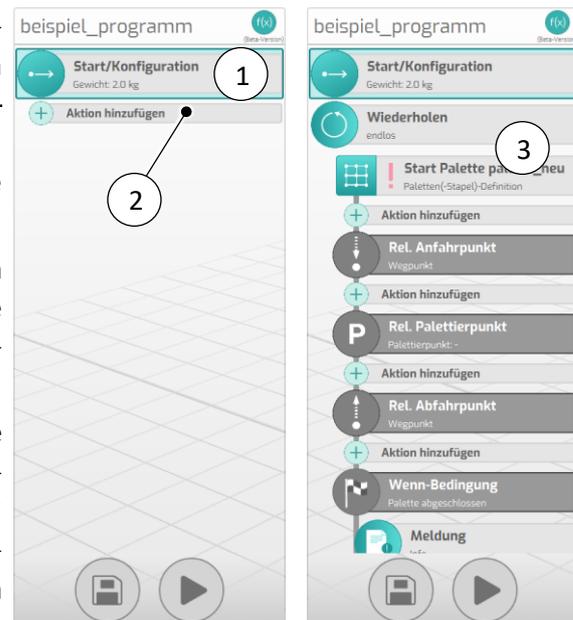


Abb. 5-23: Neues Programm: links Standard, rechts Palettieren

5.9.2 Programm laden

Durch Drücken des Buttons **Programm laden** im Hauptmenü erscheint der Dateimanager.

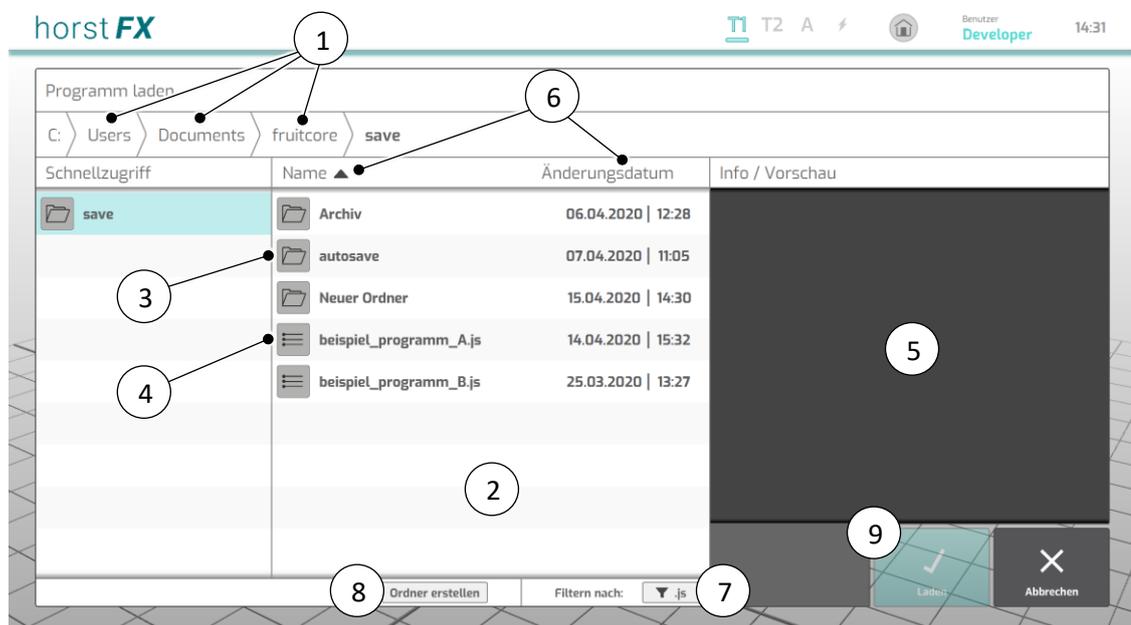


Abb. 5-24: Programm laden – Dateimanager

Die einzelnen Verzeichnisse (1) in der Pfadleiste können durch Antippen zum Navigieren verwendet werden. Der Inhalt eines Verzeichnisses wird im mittleren Fenster (2) aufgelistet. Wird auf einen Ordner eintrag (3) getippt, wird sofort dessen Inhalt aufgelistet. Nach Antippen eines Programmeintrages (4) erscheint eine Vorschau (5) des entsprechenden Programmes.

Durch Antippen und kurzem Halten eines Eintrages (3+4) öffnet sich ein Bearbeitungsmenü. Über dieses Bearbeitungsmenü kann das/der gewählte Programm/Ordner kopiert, gelöscht oder umbenannt werden.

Die Einträge können alphabetisch oder zeitlich sortiert werden (6). Zudem kann über den Button **.js** (7) nach allen Programmen vom Dateityp `.js` gefiltert werden. Über den Button **Ordner erstellen** (8) kann ein neuer Ordner im aktuell gewählten Verzeichnis erstellt werden.

Sofern ein Programmeintrag (4) ausgewählt ist, wird der Button **Laden** (9) aktiviert. Nach Antippen dieses Buttons wird zur Programmieransicht gewechselt und das ausgewählte Programm wird geladen und im Programmbaum dargestellt.

5.9.3 Programm erstellen/bearbeiten

Durch Erstellen eines neuen Programmes, Laden eines gespeicherten Programmes oder Bearbeiten eines geladenen Programmes erscheint die Programmieransicht.

Beim Erstellen/Bearbeiten eines Programmes wird durch Verwendung der vorgegebenen Aktionen der Programmablauf festgelegt.

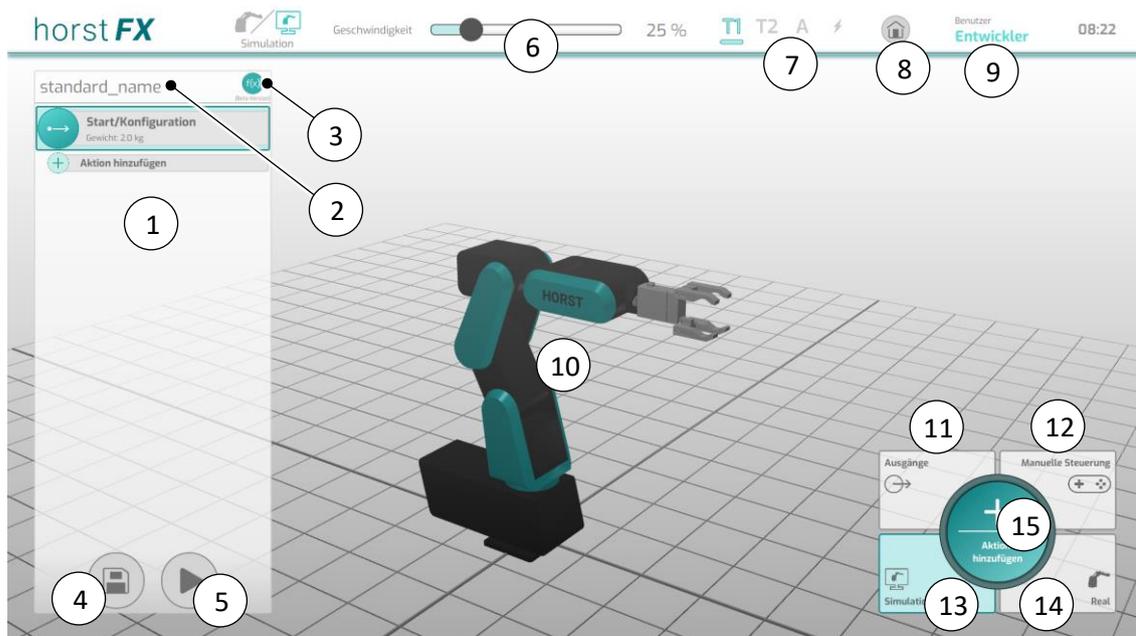


Abb. 5-25: Programmiersicht

Pos.	Beschreibung
1	Anzeige Programmbaum – Darstellung des Programmes mit all seinen Aktionen/Programmbausteinen
2	Programm-Name des aktuellen Programmes
3	Button f(x) (Funktionen) – Auflistung bestehender Funktionen und Möglichkeit auf Erstellung von neuen Funktionen

5 Softwarebeschreibung

Pos.	Beschreibung
4	<p>Button Speichern – über ein sich öffnendes Pop-up-Fenster kann das Programm gespeichert werden</p> <p>(Eine automatische Speicher-Funktion speichert das Programm alle 2 Minuten in einer autosave-Datei zusätzlich ab.)</p>
5	<p>Button ► (Ausführen) – der Bereich Programmausführung erscheint im Bildschirm (s. Abschnitt 5.9.4, S. 91)</p>
6	<p>Geschwindigkeitsregler – einstellen der Geschwindigkeit der Programmausführung</p>
7	<p>Anzeige Betriebsart – anzeigen der aktuell gewählten Betriebsart</p> <p>T1 – Teachbetrieb – manueller Betrieb mit reduzierter Geschwindigkeit</p> <p>T2 – Teachbetrieb – manueller Betrieb mit hoher Geschwindigkeit</p> <p>A – Automatikbetrieb</p> <p>⚡ – Anzeige Warn- und Fehlermeldung</p> <p>Das Symbol blinkt rot bei nicht quittierten Meldungen: NOT-HALT, Sicherheitshalt und System-Fehler.</p>
8	<p>Button Hauptmenü – Rückkehr zum Hauptmenü</p>
9	<p>Anzeige der aktuellen (angemeldeten) Benutzer-Rolle</p>
10	<p>Ansicht Robotermodell – Darstellung der aktuellen Pose des Roboters</p>
11	<p>Button Ausgänge – öffnet das Menü Manuelle Steuerung (Ausgänge) (s. Abschnitt 5.9.3.13)</p>
12	<p>Button Manuelle Steuerung – öffnet das Menü Manuelle Steuerung (s. Abschnitt 5.9.3.13)</p>
13	<p>Button Simulation – Auswahl des Steuerungsmodus Simulation</p> <p>Im Steuerungsmodus Simulation werden nur die Bewegungen des Robotermodells in der 3D-Welt angezeigt.</p>
14	<p>Button Real – Auswahl des Steuerungsmodus Real</p> <p>Im Steuerungsmodus Real führt der Roboter die Bewegungen aus und die Bewegungen des Robotermodells werden in der 3D-Welt angezeigt.</p>
15	<p>Button Aktion hinzufügen – öffnet den Aktionsauswahl-Bereich, über den eine Aktion ausgewählt wird (s. Abb. 5-26), die dem Programmbaum in Form eines Programmbausteines hinzugefügt wird</p>



Wird ein neues Programm geladen, dann erscheinen im Programmbaum zunächst nur der Programmbaustein *Start/Konfiguration* und zusätzlich der Platzhalter *Aktion hinzufügen*, der anzeigt, dass an dieser Stelle neue Aktionen hinzugefügt werden können.

Die Platzhalter *Aktion hinzufügen* sind spezielle Programmbausteine. Sie werden bei einem neuen Programm und bei neuen gruppierten Programmbausteinen automatisch gesetzt. Sobald dem neuen

Programm oder einem gruppierten Programmbaustein eine Aktion hinzugefügt wird, wird der Platzhalter durch den zur hinzugefügten Aktion gehörenden Programmbaustein ersetzt. Wird der letzte Programmbaustein innerhalb eines gruppierten Programmbausteines gelöscht oder verschoben, wird wieder automatisch ein Platzhalter gesetzt.

Mit Antippen eines Platzhalters oder des Buttons **Aktion hinzufügen** (s. Abb. 5-25) (15) in der Programmieransicht erscheint der **Aktionsauswahl-Bereich**. Für jede Aktion, die ausgewählt wird, öffnet sich ein entsprechendes Aktionsfenster mit diversen Konfigurations- und Auswahlmöglichkeiten zu der Aktion. Zudem wird dem Programmbaum ein entsprechender Programmbaustein hinzugefügt, und zwar immer unter den zuletzt selektierten Programmbaustein oder anstelle eines Platzhalters.

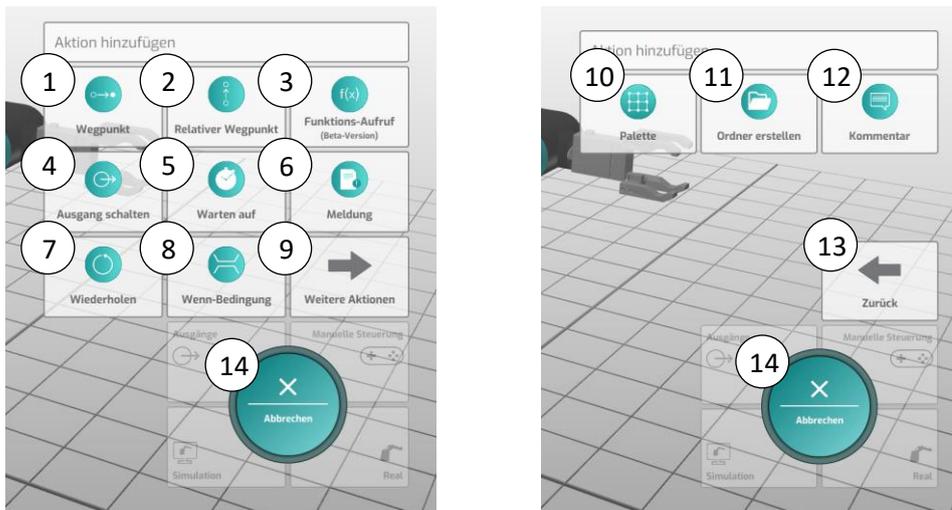


Abb. 5-26: Programmieransicht – **Aktionsauswahl-Bereich**

Pos.	Beschreibung	Verweis
1	Button Wegpunkt	Abschnitt 5.9.3.2, S. 60
2	Button Relativer Wegpunkt	Abschnitt 5.9.3.3, S. 66
3	Button Funktions-Aufruf	Abschnitt 5.9.3.4, S. 71
4	Button Ausgang schalten	Abschnitt 5.9.3.5, S. 72
5	Button Warten auf	Abschnitt 5.9.3.6, S. 73
6	Button Meldung	Abschnitt 5.9.3.7, S. 75
7	Button Wiederholen	Abschnitt 5.9.3.8, S. 77
8	Button Wenn-Bedingung	Abschnitt 5.9.3.9, S. 80
9	Button Weitere Aktionen – Wechsel zur zweiten Auswahlseite mit weiteren Aktionen	
10	Button Palette	Abschnitt 5.9.3.10, S. 81
11	Button Ordner erstellen	Abschnitt 5.9.3.11, S. 86
12	Button Kommentar	Abschnitt 5.9.3.12, S. 87

5 Softwarebeschreibung

Pos.	Beschreibung	Verweis
13	Button Zurück – Wechsel zur ersten Auswahlseite zurück	
14	Button Abbrechen – Aktion auswählen schließen	



Jede Aktion wird im Programmbaum durch einen Programmbaustein dargestellt, welcher die wichtigsten Informationen zur jeweiligen Aktion anzeigt.



Einem Programm bereits hinzugefügte Aktionen können über ihren jeweiligen Programmbaustein bearbeitet werden (s. Abschnitt 5.9.3.14).

5.9.3.1 Aktion Start/Konfiguration

Die **Aktion Start/Konfiguration** ist in jedem Programm der erste Programmbaustein. Dieser ist fest im Programmbaum gesetzt und kann weder gelöscht noch verschoben werden. Da keine weiteren solcher Aktionen erlaubt sind, ist ein entsprechender Button im **Aktionsauswahl-Bereich** nicht zu finden. Das entsprechende Aktionsfenster kann für diese Aktion nur über das Bearbeitungsmenü (s. Abschnitt 5.9.3.14) aufgerufen werden.

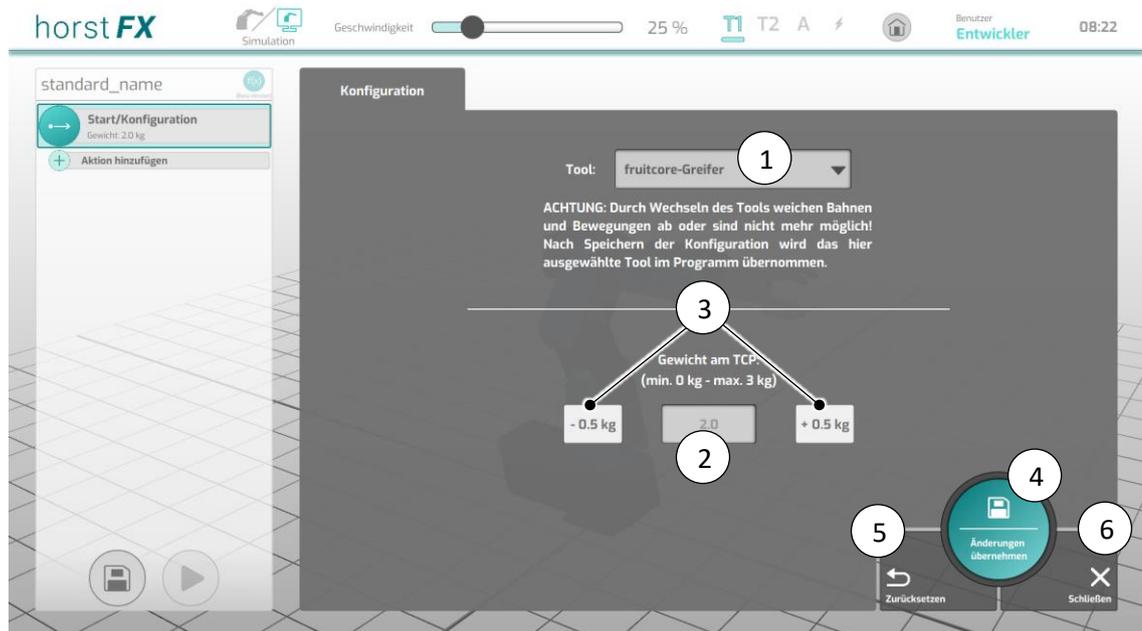


Abb. 5-27: Aktionsfenster – Start/Konfiguration

Pos.	Beschreibung
1	Auswahlfeld Tool – auswählen/ändern des Tools für das aktuelle Programm
2	Anzeige Gewicht am TCP – zeigt das aktuell eingestellte Gewicht am TCP (Tool Center Point) an
3	Button - 0.5 kg / + 0.5 kg – ändern des eingestellten Gewichts am TCP (Tool Center Point) um 0.5 kg (min. 0 kg, max. 3 kg)

Pos.	Beschreibung
4	Button Änderungen übernehmen – die Änderungen aller Konfigurations- und Auswahlmöglichkeiten im Aktionsfenster werden übernommen und das Aktionsfenster geschlossen
5	Button Zurücksetzen – zurücksetzen aller Konfigurations- und Auswahlmöglichkeiten im Aktionsfenster auf ihre Standard-Werte
6	Button Schließen – schließen des Aktionsfensters

Das ausgewählte Tool (1) wird am Robotermodell angezeigt. Der TCP (Tool Center Point) dieses Tools ist relevant für alle Wegpunkte (Zielpunkte) des Programmes.

Um während der Ausführung von Bewegungen zu vermeiden, dass der Roboter „ruckelt“, wird der Parameter für das Gewicht, welches am TCP vorliegt, eingestellt (2, 3).

5.9.3.2 Aktion Wegpunkt

Mit Auswahl von **Aktion Wegpunkt** im **Aktionsauswahl-Bereich** erscheint das entsprechende Aktionsfenster. Im Programmbaum wird ein neuer Programmbaustein *Wegpunkt* angelegt.

Bei der Konfiguration der **Aktion Wegpunkt** werden u. a. Geschwindigkeit, Art der Bewegung, Toleranzen und Zielpunkt des Roboters festgelegt. Der Zielpunkt definiert die gewünschte Pose (Stellung) des Roboters.

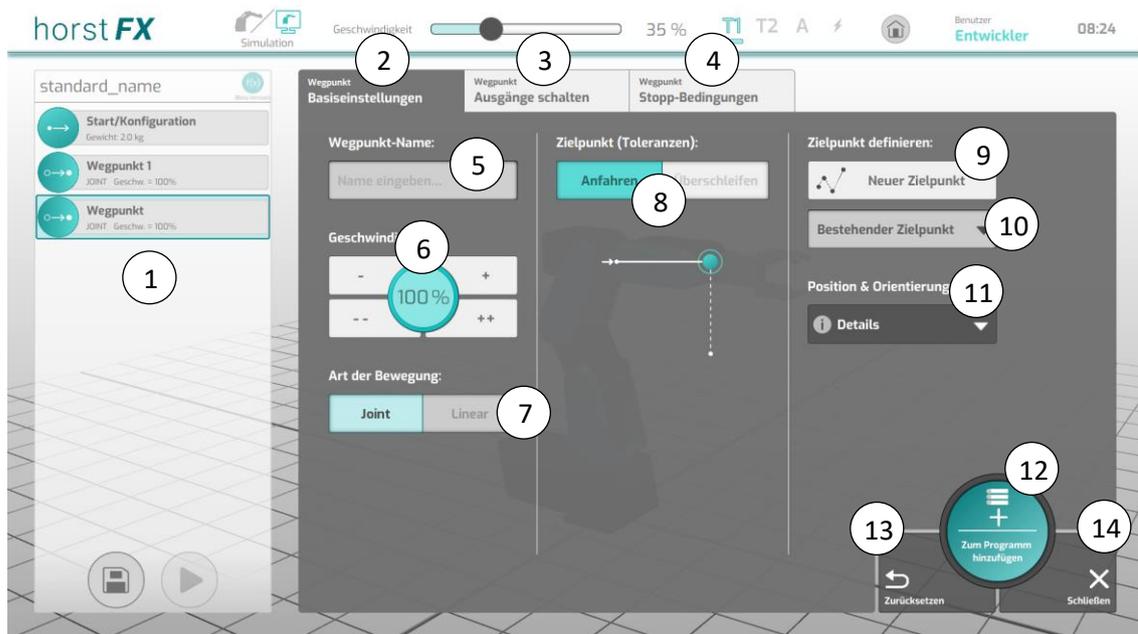


Abb. 5-28: Aktionsfenster – Wegpunkt

Pos.	Beschreibung
1	Anzeige Programmbaum – Programmbaum mit neu angelegtem Programmbaustein <i>Wegpunkt</i>
2	Menü Wegpunkt – Basiseinstellungen – siehe Punkte (5) - (11)

5 Softwarebeschreibung

Pos.	Beschreibung
3	Menü Wegpunkt – Ausgänge schalten – siehe unten: Abschnitt Menü Wegpunkt – Ausgänge schalten
4	Menü Wegpunkt – Stopp-Bedingungen – siehe unten: Abschnitt Menü Wegpunkt – Stopp-Bedingungen
5	Eingabe Wegpunkt-Name – benennen des Wegpunktes Dieser Name erscheint nach dem Hinzufügen (12) im Programmbaum in dem entsprechenden Programmbaustein. Wird kein Name eingegeben, wird ein Standard-Name vergeben, bestehend aus „Wegpunkt“ und einer Zahl. Die Zahl wird fortlaufend erhöht.
6	Buttons Geschwindigkeit – Auswahl der Geschwindigkeit, mit welcher der Wegpunkt angefahren wird (-/+ in 1er-Schritten, -/+ in 10er-Schritten)
7	Umschalt-Button Joint/Linear – Art der Bewegung, mit welcher der Wegpunkt angefahren wird Linear – Der TCP fährt entlang einer Geraden zum angegebenen Wegpunkt. Joint – Der TCP fährt entlang der schnellsten Bahn zum angegebenen Wegpunkt. Die Bewegung ist undefiniert und hat meist die Form eines Bogens. Dies ist die schnellste Bewegungsart.
8	Umschalt-Button Anfahren/Überschleifen – Auswahl der Zielpunkt-Anfahr-Toleranz (siehe unten: Abschnitt Überschleifen (Toleranzen Zielpunkt))
9	Button Neuer Zielpunkt – das Menü Zielpunkt definieren wird geöffnet (siehe unten: Abschnitt Zielpunkt definieren)
10	Auswahlfeld Bestehender Zielpunkt – Auswahl eines bereits bestehenden Zielpunktes Dieses Auswahlfeld ist nur sichtbar, wenn bereits eine Aktion Wegpunkt im Programmbaum vorhanden ist. Beim Antippen erscheint eine Auswahl mit allen Zielpunkten der Aktionen Wegpunkt, die dem Programmbaum bereits hinzugefügt wurden.
11	Anzeige Position & Orientierung – ein-/ausklappbare Anzeige mit Angaben zu Position und Orientierung des Zielpunktes
12	Button Zum Programm hinzufügen – die eingestellten Konfigurations- und Auswahlmöglichkeiten im Aktionsfenster werden übernommen und das Aktionsfenster geschlossen Der Button Zum Programm hinzufügen ist nur aktiviert, wenn ein Zielpunkt definiert wurde.
13	Button Zurücksetzen – zurücksetzen aller Konfigurations- und Auswahlmöglichkeiten im Aktionsfenster auf ihre Standard-Werte
14	Button Schließen – schließen des Aktionsfensters

Überschleifen (Toleranzen Zielpunkt)

Das Überschleifen wirkt sich während der Programmausführung durch einen harmonischen Übergang zweier oder mehrerer aneinanderhängender Bewegungen (Wegpunkte) aus, d. h. ohne Stoppen am definierten Zielpunkt bzw. an den definierten Zielpunkten.

Dies ist z.B. in Anwendungsfällen hilfreich, bei denen Hindernisse durch Definition bestimmter Wegpunkte umfahren werden sollen, diese Wegpunkte aber nicht genau erreicht werden müssen. Hier können durch das Umfahren dieser Wegpunkte ohne Zwischenstopp sowohl Zeit als auch Energie gespart und damit Taktzeiten verringert werden.

Anfahren – Ist am Umschalt-Button Anfahren gewählt, wird der Wegpunkt exakt so angefahren, wie der Zielpunkt definiert wurde. Erst wenn der Zielpunkt exakt erreicht wurde, fährt die Programmausführung mit der nächsten Aktion fort.

Überschleifen – Ist am Umschalt-Button Überschleifen ausgewählt, wird der Wegpunkt nicht exakt angefahren, sondern umfahren. Das Umfahren kann über zwei Parameter, Kartesisch-Translation (Überschleif-Radius) und Orientierung, konfiguriert werden:

- **Kartesisch-Translation (Überschleif-Radius in Millimeter)**

Mit der Translations-Toleranz bzw. dem Überschleif-Radius r wird die Positions-Differenz zwischen TCP und Zielpunkt definiert, ab welcher das Überschleifen beginnt. Sobald die Position des TCP beim Annähern an den Zielpunkt diese Differenz unterschreitet, wird der Übergang zur nächsten Bewegung (nächster Wegpunkt) eingeleitet. Zu beachten ist hier, dass zur Vermeidung von gegenseitig überlappenden Überschleif-Radien eine Limitierung zu großer Radien stattfindet.

- **Orientierung in Grad**

Mit der Orientierungs-Toleranz t wird die Differenz zwischen der Orientierung des TCP und der Orientierung des Zielpunktes definiert, ab welcher das Überschleifen beginnt. Sobald die Orientierung des TCP beim Annähern an den Zielpunkt diese Differenz unterschreitet, wird der Übergang zur nächsten Bewegung eingeleitet.

Verwendung der Parameter:

Das Überschleifen wird eingeleitet, sobald beim Anfahren des Wegpunktes beide der oben beschriebenen Toleranzen unterschritten sind.

Es wird davon ausgegangen, dass das Überschleifen standardmäßig mittels Translations-Toleranz/Überschleif-Radius gesteuert werden soll. Voreingestellt ist hier 0.0 mm. Bei dieser Einstellung wird der Wegpunkt exakt angefahren, jedoch wird ohne Zwischenstopp der Bewegung am Zielpunkt die nächste Bewegung (nächster Wegpunkt) eingeleitet. Um einen früheren Übergang zur nächsten Bewegung zu erreichen, muss der Radius erhöht werden.



Ist die nachfolgende Aktion auf eine Aktion Wegpunkt mit Überschleifen keine weitere Aktion Wegpunkt oder eine Aktion Relativer Wegpunkt, so hat das konfigurierte Überschleifen keine Auswirkung.

5 Softwarebeschreibung

Zielpunkt definieren

Mit Auswahl von **Neuer Zielpunkt** (9) im Aktionsfenster erscheint das Menü **Zielpunkt definieren**.

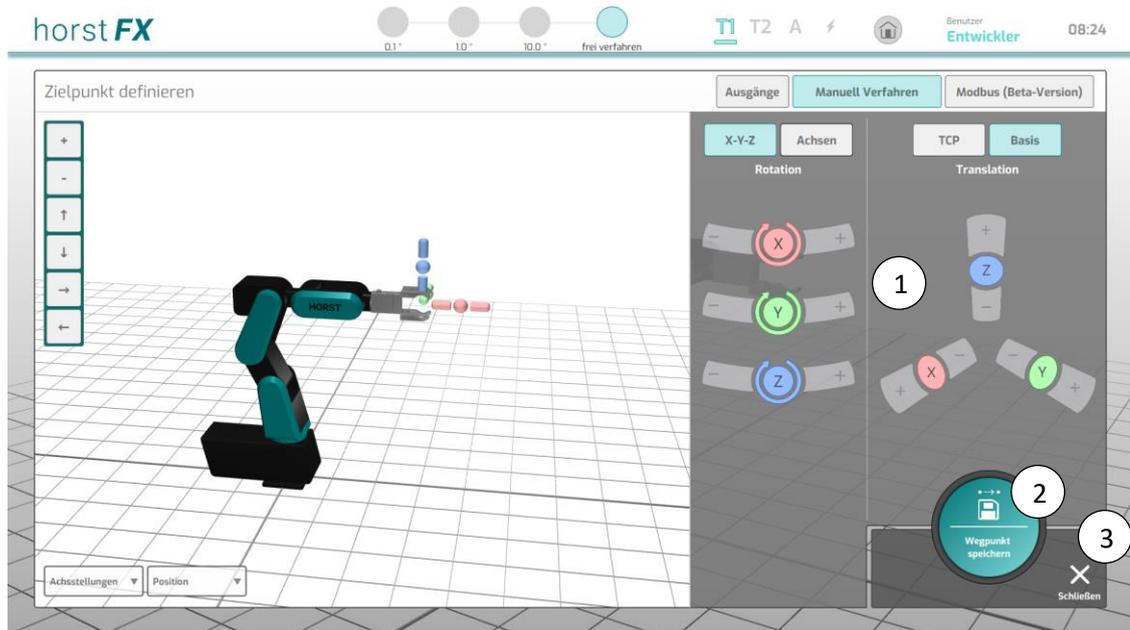


Abb. 5-29: Wegpunkt – Basiseinstellungen – Menü Zielpunkt definieren

Pos.	Beschreibung
1	Menüs und Steuerungselemente zur Steuerung des Roboters. Die Bedienung erfolgt wie in Abschnitt 5.8 beschrieben.
2	Button Wegpunkt speichern – die angesteuerte Pose des Roboters wird als Zielpunkt gespeichert und das Menü Zielpunkt definieren geschlossen
3	Button Schließen – schließen des Menüs Zielpunkt definieren ohne einen Zielpunkt zu speichern

Menü Wegpunkt – Ausgänge schalten

Im Menü **Wegpunkt – Ausgänge schalten** besteht die Möglichkeit Ausgänge während des Anfahrens eines Wegpunktes zu schalten. Das bedeutet, dass Ausgänge zu einem bestimmten Zeitpunkt während der Bewegung des Roboters geschaltet werden können.

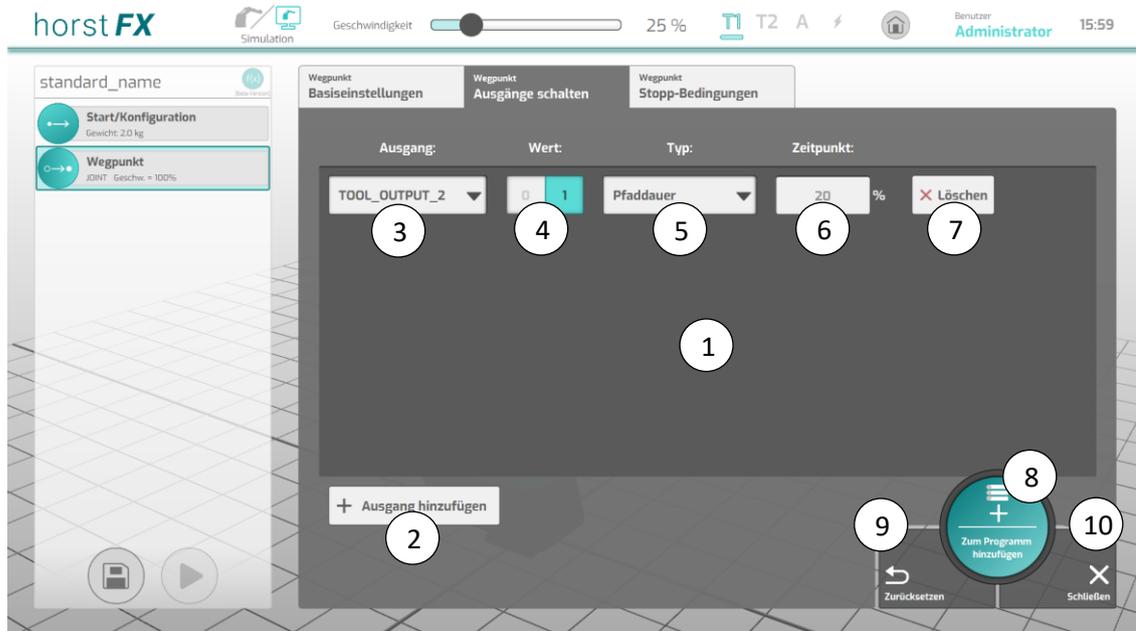


Abb. 5-30: Wegpunkt – Ausgänge schalten

Pos.	Beschreibung
1	Auflistung – zeigt alle Einträge (Zeilen) an, die hinzugefügt wurden
2	Button Ausgang hinzufügen – fügt der Auflistung (1) einen neuen Eintrag (Zeile) hinzu
3	Auswahlfeld Ausgang – auswählen des Ausgangs, welcher geschaltet werden soll
4	Umschalt-Button Wert – festlegen des Wertes, den der Ausgang nach dem Schalten annimmt
5	Auswahlfeld Typ – auswählen des Typs der Schaltung Typ Pfaddauer (in Prozent) – Legt fest nach welcher prozentual vergangenen Zeit der Ausgang geschaltet wird. Die Zeit bezieht sich auf die komplette Bewegung inklusive Beschleunigen und Abbremsen des Roboters. Typ Zeitl. Verzögerung (in Millisekunden) – Legt fest nach wie vielen Millisekunden ab Beginn des Anfahrens des Wegpunktes der Ausgang geschaltet wird. Ist der Wert höher als die komplette Bewegung an sich dauert, wird am Ende der Bewegung so lange gewartet, bis der zeitliche Wert erreicht ist und der Ausgang wird geschaltet.
6	Eingabe Zeitpunkt – der Wert in Prozent oder Millisekunden
7	Button Löschen – entfernt den entsprechenden Eintrag (Zeile)

5 Softwarebeschreibung

Pos.	Beschreibung
8	Button Zum Programm hinzufügen – die eingestellten Konfigurations- und Auswahlmöglichkeiten im Aktionsfenster werden übernommen und das Aktionsfenster geschlossen Der Button Zum Programm hinzufügen ist nur aktiviert, wenn ein Zielpunkt definiert wurde.
9	Button Zurücksetzen – zurücksetzen aller Konfigurations- und Auswahlmöglichkeiten im Aktionsfenster auf ihre Standard-Werte
10	Button Schließen – schließen des Aktionsfensters

Menü Wegpunkt – Stopp-Bedingungen

Über das Menü **Wegpunkt** – Stopp-Bedingungen können Bewegungen zu einem Wegpunkt pausiert oder abgebrochen werden, sobald eine bestimmte Bedingung eintritt.

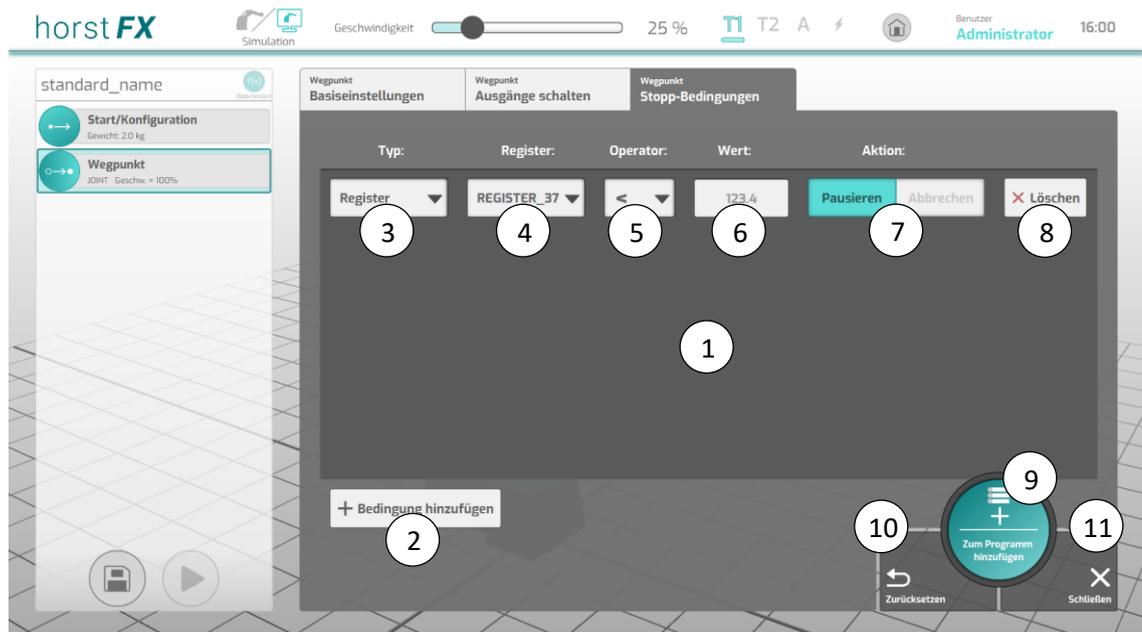


Abb. 5-31: Wegpunkt – Stopp-Bedingungen

Pos.	Beschreibung
1	Auflistung – zeigt alle Einträge (Zeilen) an, die hinzugefügt wurden
2	Button Bedingung hinzufügen – fügt der Auflistung (1) einen neuen Eintrag (Zeile) hinzu
3	Auswahlfeld Typ – auswählen des Typs, dessen Wert auf eine bestimmte Bedingung überprüft werden soll Zur Auswahl stehen Input, Register und vier Modbus-Typen (InOutBits, InBits, InOutRegister, InRegister).

Pos.	Beschreibung
4	Je nach ausgewähltem Typ: Bei Input oder Register: Auswahlfeld Input/Register – auswählen des Eingangs oder des Registers, dessen Wert auf eine bestimmte Bedingung überprüft werden soll Bei einem der vier Modbus-Typen: Eingabe Adresse – eintragen der Adresse, deren Wert auf eine bestimmte Bedingung überprüft werden soll
5	Auswahlfeld Operator – auswählen des Operators für die Bedingung
6	Eingabe Wert – der Wert, auf den in der Bedingung geprüft werden soll
7	Umschalt-Button Aktion – festlegen der Aktion, die nach Eintreffen der Bedingung ausgeführt wird Aktion Pausieren – Ist Pausieren gewählt, wird die Bewegung zum Wegpunkt so lange pausiert, bis die Programmausführung wieder über den entsprechenden Button fortgesetzt wird. Aktion Abbrechen – Ist Abbrechen gewählt, wird die Bewegung zum Wegpunkt abgebrochen und die Programmausführung fährt mit der nächsten Aktion fort.
8	Button Löschen – entfernt den entsprechenden Eintrag (Zeile)
9	Button Zum Programm hinzufügen – die eingestellten Konfigurations- und Auswahlmöglichkeiten im Aktionsfenster werden übernommen und das Aktionsfenster geschlossen Der Button Zum Programm hinzufügen ist nur aktiviert, wenn ein Zielpunkt definiert wurde.
10	Button Zurücksetzen – zurücksetzen aller Konfigurations- und Auswahlmöglichkeiten im Aktionsfenster auf ihre Standard-Werte
11	Button Schließen – schließen des Aktionsfensters

5.9.3.3 Aktion Relativer Wegpunkt

Mit Auswahl von **Aktion Relativer Wegpunkt** im **Aktionsauswahl-Bereich** erscheint das entsprechende Aktionsfenster. Im Programmbaum wird ein neuer Programmbaustein *Rel. Wegpunkt* angelegt.

Die Konfiguration der **Aktion Relativer Wegpunkt** erfolgt identisch zur Konfiguration der **Aktion Wegpunkt**.

Die Menüs **Relativer Wegpunkt – Basiseinstellungen**, **Relativer Wegpunkt – Ausgänge schalten** und **Relativer Wegpunkt – Stopp-Bedingungen** entsprechen hierbei den Menüs (s. Abschnitt 5.9.3.2) **Wegpunkt – Basiseinstellungen**, **Wegpunkt – Ausgänge schalten** und **Wegpunkt – Stopp-Bedingungen**.

5 Softwarebeschreibung

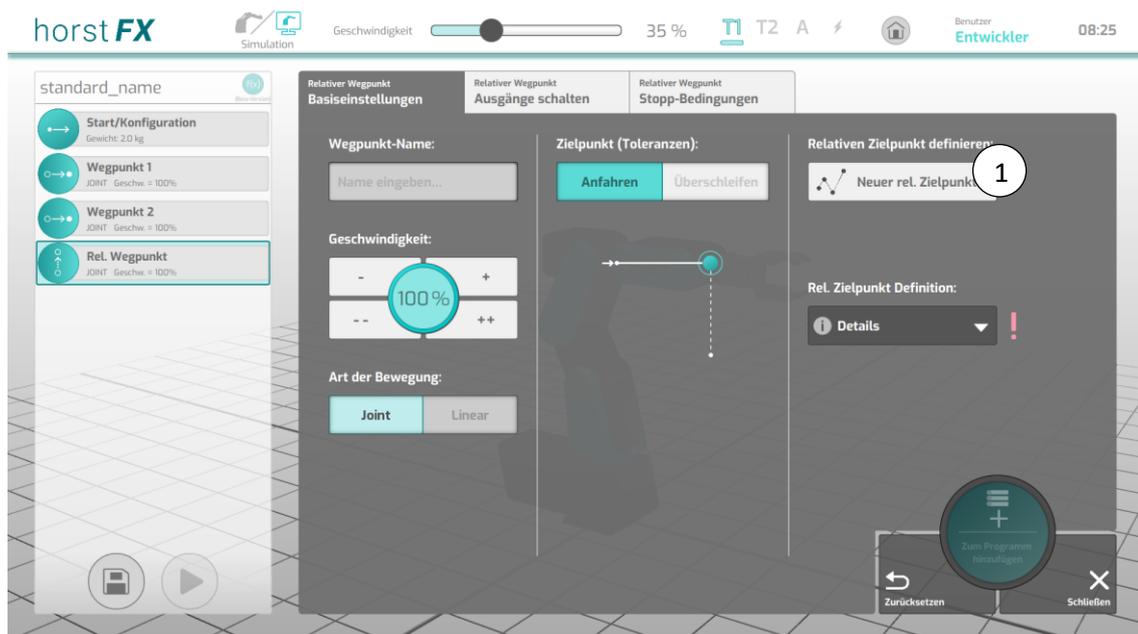


Abb. 5-32: Aktionsfenster – Relativer Wegpunkt

Einzigster Unterschied zwischen der **Aktion Relativer Wegpunkt** und der **Aktion Wegpunkt** ist das Menü **Zielpunkt definieren** bzw. **Relativen Zielpunkt definieren**. Letzteres wird durch Drücken des Buttons **Neuer rel. Zielpunkt** (1) aufgerufen (vgl. Button **Neuer Zielpunkt** (9), Abb. 5-28).

Relativen Zielpunkt definieren

Mit Auswahl von **Neuer rel. Zielpunkt** (1) im Aktionsfenster erscheint das Menü **Relativen Zielpunkt definieren**. Hier bestehen mehrere Möglichkeiten, die nachfolgend erläutert werden, einen relativen Wegpunkt zu definieren.

Relativen Zielpunkt definieren – Roboterachsen

Durch Drücken des Buttons **Achsen** (1) im Menü **Relativen Zielpunkt definieren** wird das Menü **Relativen Zielpunkt definieren – Roboterachsen** ausgewählt.

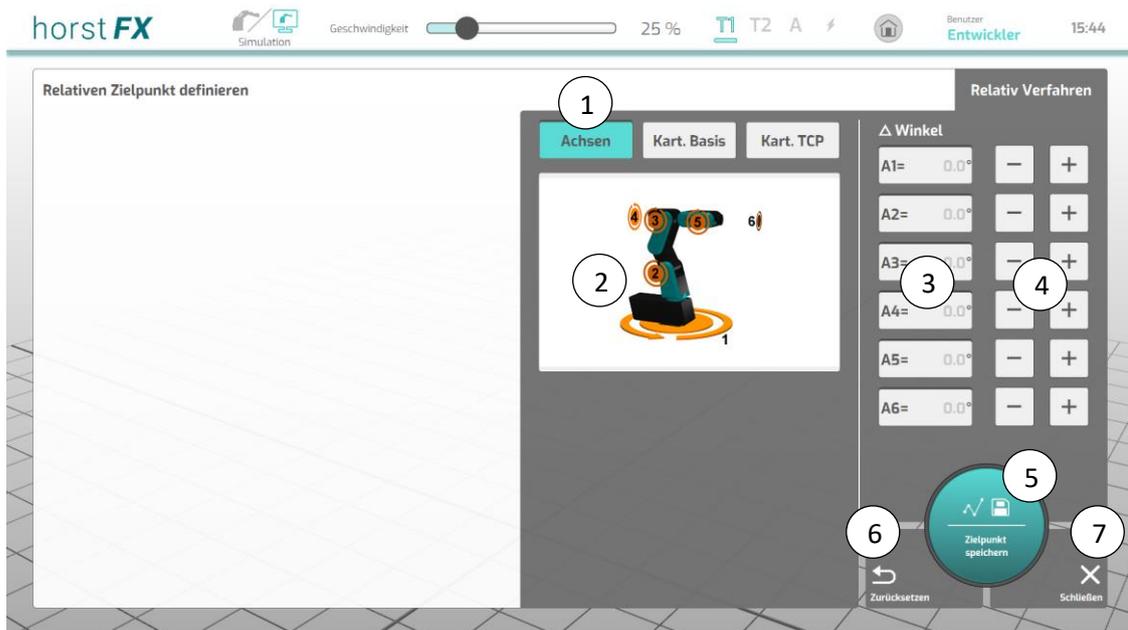


Abb. 5-33: Menü *Relativen Zielpunkt definieren* – *Roboterachsen*

Pos.	Beschreibung
1	Button Achsen – Wechsel zum Menü Relativen Zielpunkt definieren – Roboterachsen
2	Anzeige Robotermodell mit den jeweiligen Achsnummern
3	Eingabe Δ Winkel – setzen des Wertes der jeweiligen Achse
4	Buttons -/+ – ändern des Wertes der jeweiligen Achse (in 1°-Schritten)
5	Button Zielpunkt speichern – die eingegebenen Werte im Menü werden als relativer Zielpunkt gespeichert und das Menü Relativen Zielpunkt definieren wird geschlossen
6	Button Zurücksetzen – zurücksetzen aller eingegebenen Werte im Menü auf ihren Standard-Wert
7	Button Schließen – schließen des Menüs Relativen Zielpunkt definieren ohne einen relativen Zielpunkt zu speichern

5 Softwarebeschreibung

Relativen Zielpunkt definieren – Translation und Rotation

Über die Auswahl des Buttons **Kart. Basis** (1) oder **Kart. TCP** (2) im Menü **Relativen Zielpunkt definieren** wird bestimmt, auf welches Koordinatensystem sich die relative Bewegung bezieht.

Die Menüs **Relativen Zielpunkt definieren – Translation** und **Relativen Zielpunkt definieren – Rotation** sind jeweils identisch für beide Koordinatensysteme.

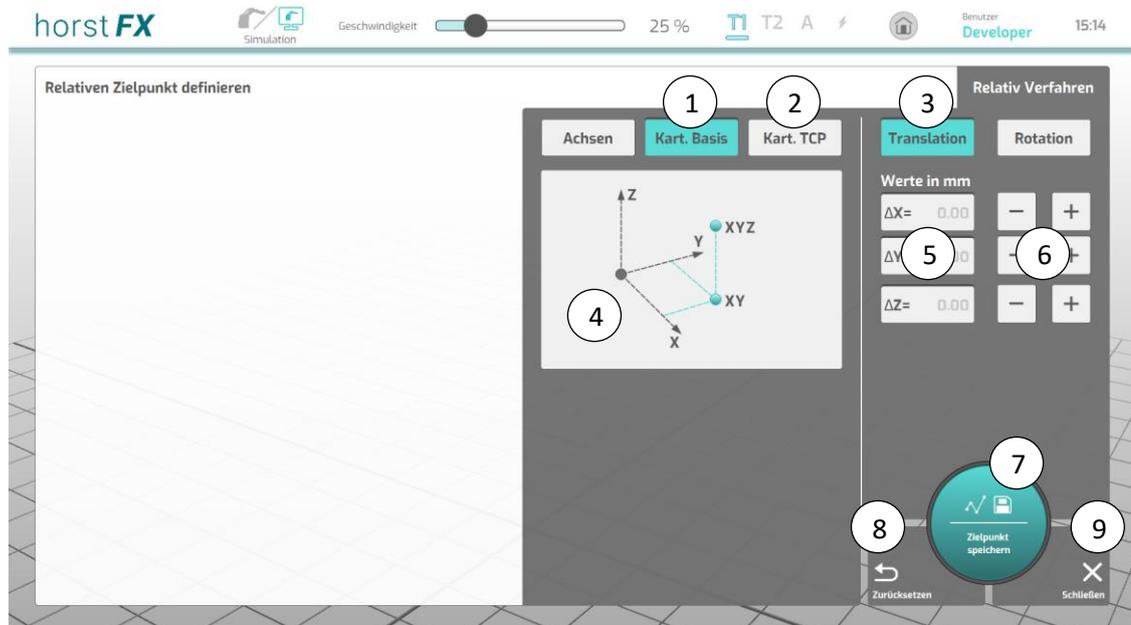


Abb. 5-34: Menü **Relativen Zielpunkt definieren – Translation**

Pos.	Beschreibung
1	Button Kart. Basis – auswählen des Basiskoordinatensystems
2	Button Kart. TCP – auswählen des TCP-Koordinatensystems
3	Button Translation – anzeigen des Menüs Relativen Zielpunkt definieren – Translation
4	Anzeige Skizzierung einer Translation
5	Eingabe Δ-Werte – setzen des X-, Y-, Z-Wertes der jeweiligen Koordinatenachse
6	Buttons -/+ – ändern des Wertes der jeweiligen Achse (in 1-mm-Schritten)
7	Button Zielpunkt speichern – die eingegebenen Werte im Menü werden als relativer Zielpunkt gespeichert und das Menü Relativen Zielpunkt definieren wird geschlossen
8	Button Zurücksetzen – zurücksetzen aller eingegebenen Werte im Menü auf ihren Standard-Wert
9	Button Schließen – schließen des Menüs Relativen Zielpunkt definieren ohne einen relativen Zielpunkt zu speichern

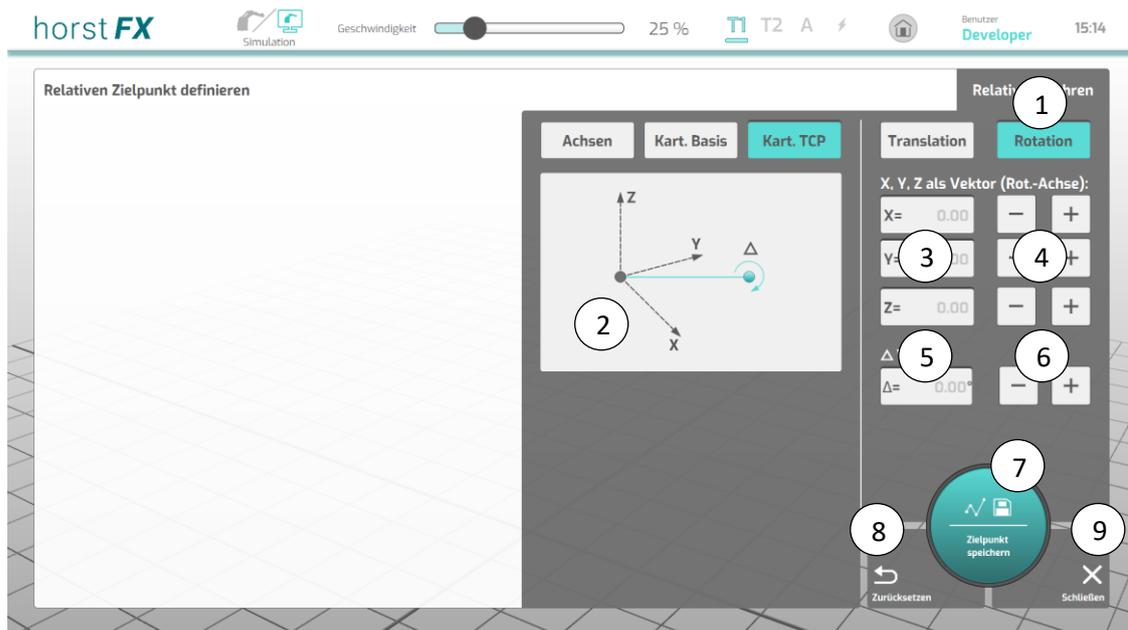


Abb. 5-35: Menü *Relativen Zielpunkt definieren – Rotation*

Pos.	Beschreibung
1	Button Rotation – anzeigen des Menüs Relativen Zielpunkt definieren – Rotation
2	Anzeige Skizzierung einer Rotation
3	Eingabe Werte (Vektor) – setzen des X-, Y-, Z-Wertes als Vektor (Rotationsachse)
4	Buttons -/+ – ändern des jeweiligen Wertes (X, Y, Z, in 1er-Schritten)
5	Eingabe Δ Winkel – setzen des X-, Y-, Z-Wertes der jeweiligen Koordinatenachse
6	Buttons -/+ – ändern des Winkel-Wertes (in 1°-Schritten)
7	Button Zielpunkt speichern – die eingegebenen Werte im Menü werden als relativer Zielpunkt gespeichert und das Menü Relativen Zielpunkt definieren wird geschlossen
8	Button Zurücksetzen – zurücksetzen aller eingegebenen Werte im Menü auf ihren Standard-Wert
9	Button Schließen – schließen des Menüs Relativen Zielpunkt definieren ohne einen relativen Zielpunkt zu speichern



ACHTUNG!

Da bei einer relativen Bewegung kein absoluter Zielpunkt bekannt ist und somit auch nicht die Pose des Roboters am Ende der relativen Bewegung, kann es passieren, dass der Roboter in eine ungünstige Stellung fahren würde oder die Bahn zum Zielpunkt nicht möglich ist. In einem solchen Fall wird die Programmausführung abgebrochen.

5 Softwarebeschreibung

5.9.3.4 Aktion Funktions-Aufruf

Mit Auswahl von **Aktion Funktions-Aufruf** im **Aktionsauswahl-Bereich** erscheint das entsprechende Aktionsfenster. Im Programmbaum wird ein neuer Programmbaustein *Funktion „neue_funktion“* angelegt.



Wie neue Funktionen erstellt und bestehende Funktionen bearbeitet werden, entnehmen Sie bitte dem Abschnitt 5.11.

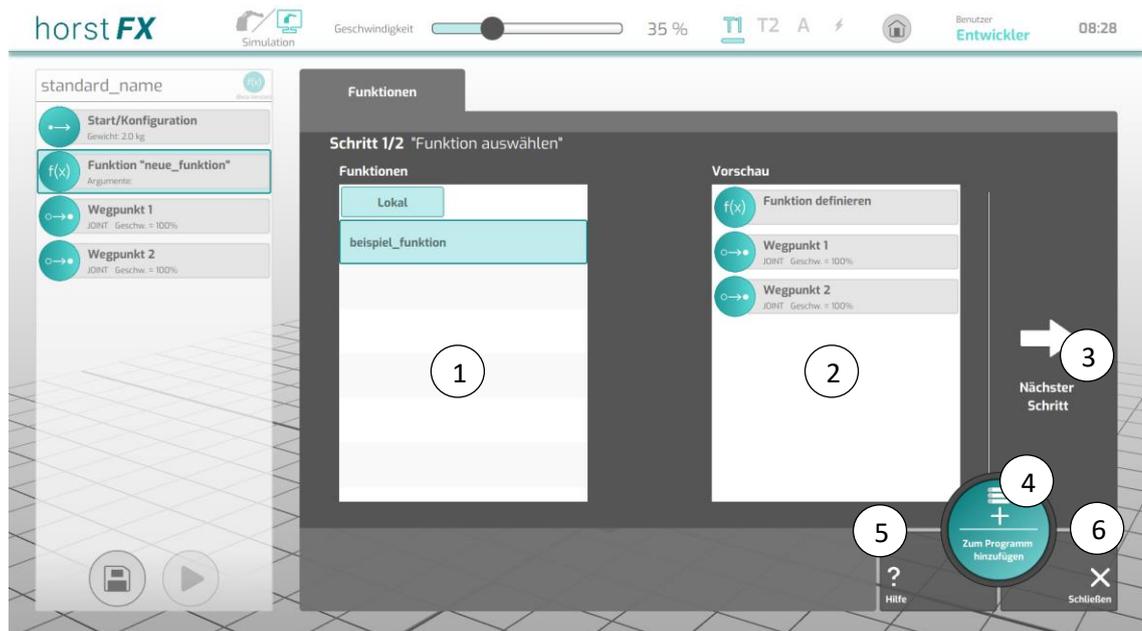


Abb. 5-36: Aktionsfenster – Funktionen (Schritt 1)

Pos.	Beschreibung
1	Anzeige Funktionen – Auflistung aller lokalen Funktionen
2	Anzeige Vorschau – Vorschau auf den Inhalt der in (1) ausgewählten Funktion
3	Button Nächster Schritt – Wechsel zum nächsten Schritt des Aktionsfensters
4	Button Zum Programm hinzufügen – die ausgewählte Funktion wird übernommen und das Aktionsfenster geschlossen
5	Button Hilfe – Anzeige von Hilfestellungen zum Aktionsfenster
6	Button Schließen – schließen des Aktionsfensters

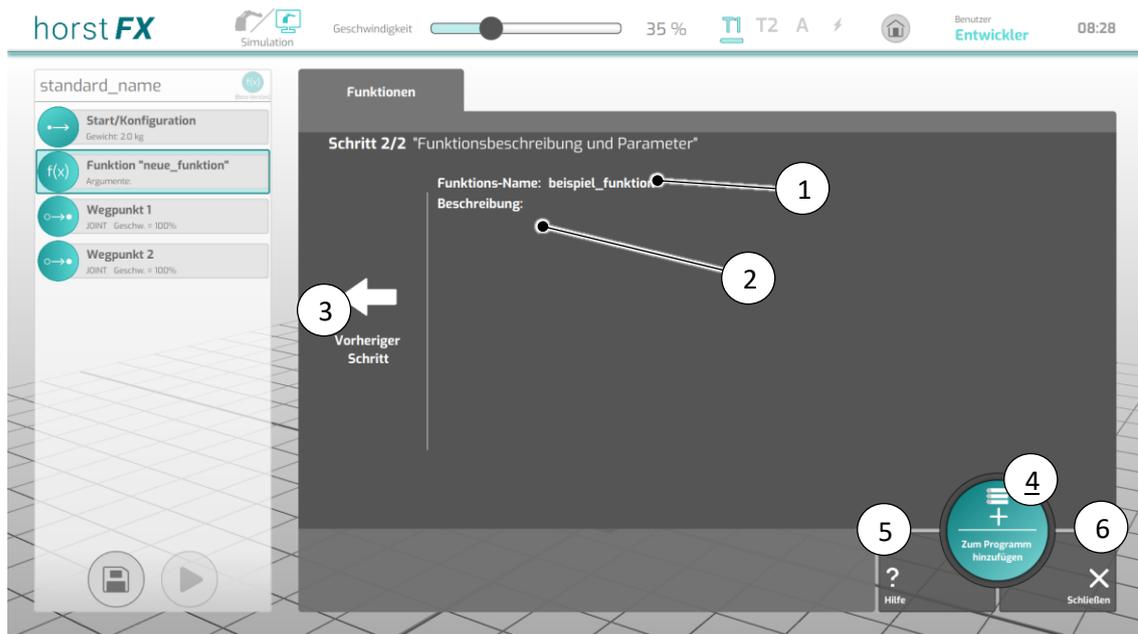


Abb. 5-37: Aktionsfenster – Funktionen (Schritt 2)

Pos.	Beschreibung
1	Anzeige Funktions-Name – zeigt den Funktions-Namen an
2	Anzeige Beschreibung – zeigt die Beschreibung der Funktion an
3	Button Vorheriger Schritt – Wechsel zum vorherigen Schritt des Aktionsfensters
4	Button Zum Programm hinzufügen – die ausgewählte Funktion wird übernommen und das Aktionsfenster geschlossen
5	Button Hilfe – Anzeige von Hilfestellungen zum Aktionsfenster
6	Button Schließen – schließen des Aktionsfensters

5.9.3.5 Aktion Ausgang schalten

Mit Auswahl von **Aktion Ausgang schalten** im **Aktionsauswahl-Bereich** erscheint das entsprechende Aktionsfenster. Im Programmbaum wird ein neuer Programmbaustein *Ausgang schalten* angelegt.

Durch diese Aktion können Ausgänge geschaltet werden. Damit können Vorgänge an Anbauteilen (z. B. Greifer) ausgelöst oder Information an andere mit dem Robotersystem verbundenen Maschinen weitergeleitet werden.

5 Softwarebeschreibung

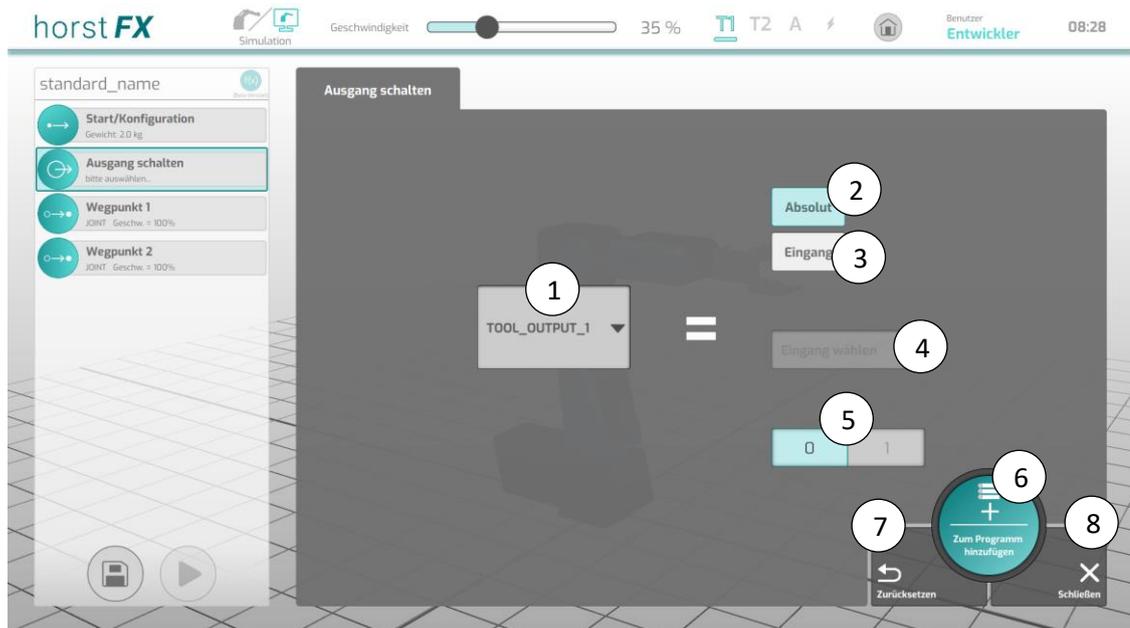


Abb. 5-38: Aktionsfenster – Ausgang schalten

Pos.	Beschreibung
1	Auswahlfeld Ausgang – Auswahl des Ausgangs, der geschaltet wird
2	Button Absolut – aktiviert den Umschalt-Button 0/1 (5)
3	Button Eingang – aktiviert das Auswahlfeld Eingang wählen (4)
4	Auswahlfeld Eingang wählen – auswählen des Eingangs, auf dessen Wert der Ausgang geschaltet wird
5	Umschalt-Button 0/1 – festlegen des Wertes, auf den der Ausgang geschaltet wird
6	Button Zum Programm hinzufügen – die eingestellten Konfigurations- und Auswahlmöglichkeiten im Aktionsfenster werden übernommen und das Aktionsfenster geschlossen
7	Button Zurücksetzen – zurücksetzen aller Konfigurations- und Auswahlmöglichkeiten im Aktionsfenster auf ihre Standard-Werte
8	Button Schließen – schließen des Aktionsfensters

5.9.3.6 Aktion Warten auf

Mit Auswahl von **Aktion Warten auf** im **Aktionsauswahl-Bereich** erscheint das entsprechende Aktionsfenster. Im Programmbaum wird ein neuer Programmbaustein *Pausieren* oder *Warten auf* angelegt. Als Parameter können eine Zeitspanne oder ein Eingangssignal gewählt werden. Die Programmausführung wird bei dieser Aktion so lange pausiert, bis die eingestellte Zeitspanne abgelaufen oder die ausgewählte Bedingung erfüllt ist.

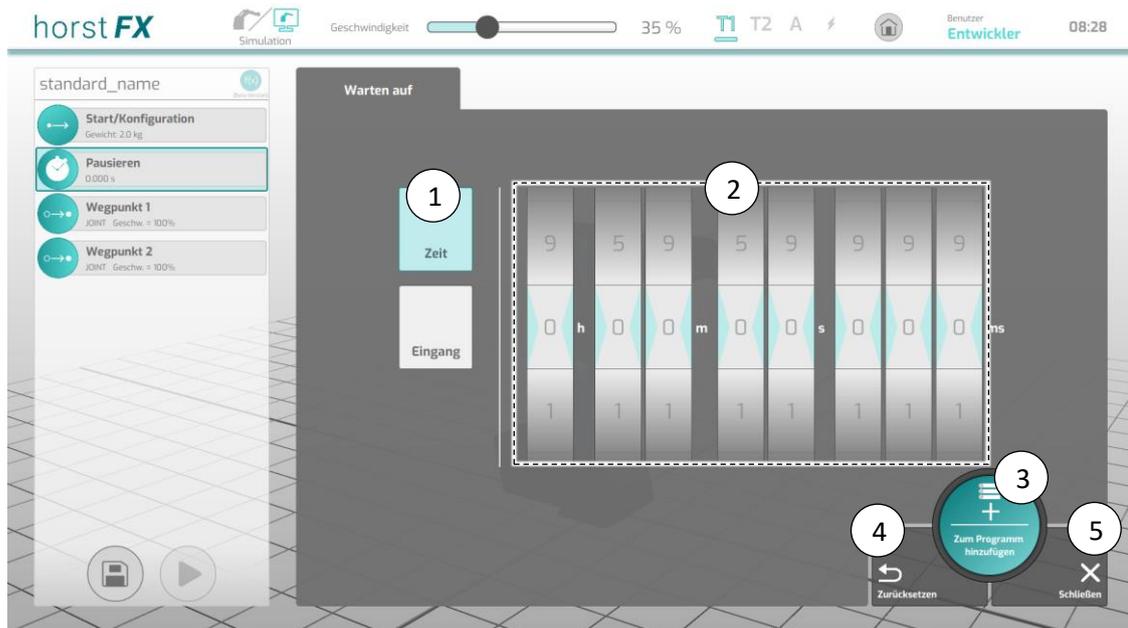


Abb. 5-39: Aktionsfenster – Warten auf – Zeit

Pos.	Beschreibung
1	Button Zeit – Auswahl der Bedingung Zeitspanne
2	Auswahlfelder für Zeitspanne – Zeitangaben in Stunden, Minuten, Sekunden und Millisekunden
3	Button Zum Programm hinzufügen – die eingestellten Konfigurations- und Auswahlmöglichkeiten im Aktionsfenster werden übernommen und das Aktionsfenster geschlossen
4	Button Zurücksetzen – zurücksetzen aller Konfigurations- und Auswahlmöglichkeiten im Aktionsfenster auf ihre Standard-Werte
5	Button Schließen – schließen des Aktionsfensters

5 Softwarebeschreibung



Abb. 5-40: Aktionsfenster – Warten auf – Eingang

Pos.	Beschreibung
1	Button Eingang – Auswahl der Bedingung Eingangssignal
2	Auswahlfeld Eingang – Auswahl des Eingangs, dessen Wert auf eine bestimmte Bedingung überprüft werden soll
3	Auswahlfeld Operator – auswählen des Operators für die Bedingung
4	Button Absolut – aktiviert den Umschalt-Button 0/1 (7)
5	Button Eingang – aktiviert das Auswahlfeld Eingang wählen (6)
6	Auswahlfeld Eingang wählen – auswählen des Eingangs, auf dessen Wert in der Bedingung geprüft werden soll
7	Umschalt-Button 0/1 – festlegen des Wertes, auf den in der Bedingung geprüft werden soll
8	Button Zum Programm hinzufügen – die eingestellten Konfigurations- und Auswahlmöglichkeiten im Aktionsfenster werden übernommen und das Aktionsfenster geschlossen
9	Button Zurücksetzen – zurücksetzen aller Konfigurations- und Auswahlmöglichkeiten im Aktionsfenster auf ihre Standard-Werte
10	Button Schließen – schließen des Aktionsfensters

5.9.3.7 Aktion Meldung

Mit Auswahl von **Aktion Meldung** im **Aktionsauswahl-Bereich** erscheint das entsprechende Aktionsfenster. Im Programmbaum wird ein neuer Programmbaustein *Meldung* angelegt.

Meldungen können beispielsweise dazu genutzt werden, den Bediener an bestimmten Programmstellen auf etwas hinzuweisen.

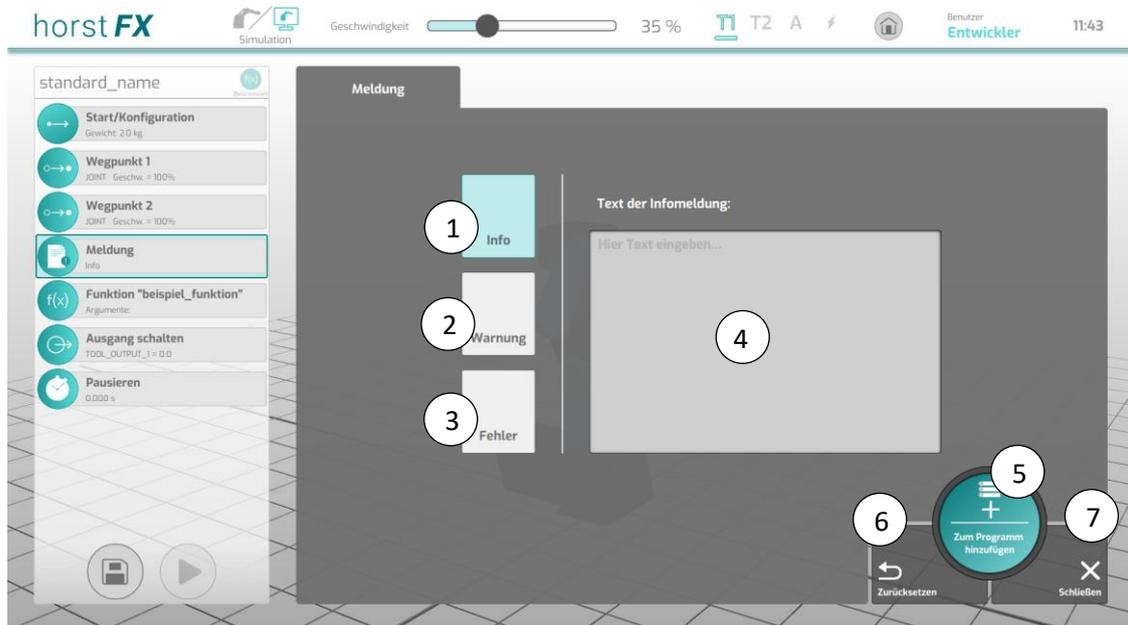


Abb. 5-41: Aktionsfenster – Meldung

Pos.	Beschreibung
1	Button Info – Auswahl des Meldungs-Typs Info
2	Button Warnung – Auswahl des Meldungs-Typs Warnung
3	Button Fehler – Auswahl des Meldungs-Typs Fehler
4	Eingabe Text der Meldung – Eingabe des Textes der Meldung (erscheint in der Programmausführung im Pop-up-Fenster)
5	Button Zum Programm hinzufügen – die eingestellten Konfigurations- und Auswahlmöglichkeiten im Aktionsfenster werden übernommen und das Aktionsfenster geschlossen
6	Button Zurücksetzen – zurücksetzen aller Konfigurations- und Auswahlmöglichkeiten im Aktionsfenster auf ihre Standard-Werte
7	Button Schließen – schließen des Aktionsfensters

5 Softwarebeschreibung



Abb. 5-42: Pop-up-Fenster – Meldungs-Typen

Pos.	Beschreibung
1	Pop-up-Fenster Info-Meldung
2	Pop-up-Fenster Warn-Meldung
3	Pop-up-Fenster Fehler-Meldung

Es gibt 3 verschiedene Meldungs-Typen:

- die Info-Meldung (1),
- die Warnmeldung (2) und
- die Fehlermeldung (3).

Der Unterschied zwischen den Meldungen besteht nur in der Darstellung des Pop-up-Fensters. Bei der Ausführung jeder dieser Meldungen wird das Programm angehalten. Es erscheint ein Pop-up-Fenster auf dem Display mit dem eingegebenen Text. Durch Antippen des Buttons **OK (fortfahren)** wird das Pop-up-Fenster geschlossen und die Programmausführung fortgesetzt.

5.9.3.8 Aktion Wiederholen

Mit Auswahl von **Aktion Wiederholen** im **Aktionsauswahl-Bereich** erscheint das entsprechende Aktionsfenster. Im Programmbaum wird ein neuer gruppierter Programmbaustein *Wiederholen* angelegt. Diese Aktion dient zum Anlegen einer Wiederholschleife. Innerhalb der Wiederholschleife können beliebig viele Aktionen hinzugefügt werden. Die Wiederholschleife führt ihren Inhalt so oft aus, bis ihre Ausführbedingung nicht mehr erfüllt ist.

Wird die Aktion mit der Bedingung **Endlos** (2) ausgewählt, wird die Wiederholschleife bei einer Programmausführung nicht mehr verlassen. Dadurch kann die Programmausführung nur noch beendet werden, indem sie manuell abgebrochen wird.

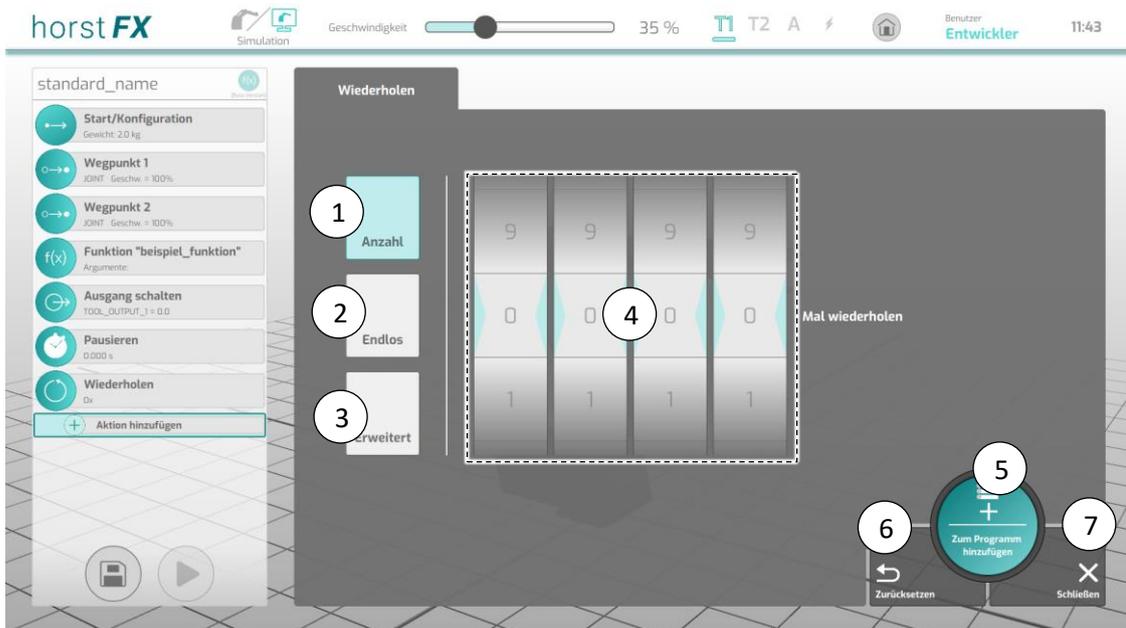


Abb. 5-43: Aktionsfenster – Wiederholen – Anzahl

Pos.	Beschreibung
1	Button Anzahl – Auswahl der Bedingung Anzahl
2	Button Endlos – Auswahl der Bedingung Endlos
3	Button Erweitert – Erweiterung der Auswahl an Bedingungen
4	Auswahlfelder für eine bestimmte Anzahl an Wiederholungen (max. 9999) Die Wiederholschleife wird so lange ausgeführt, bis die eingestellte Anzahl an Wiederholungen erreicht ist.
5	Button Zum Programm hinzufügen – die eingestellten Konfigurations- und Auswahlmöglichkeiten im Aktionsfenster werden übernommen und das Aktionsfenster geschlossen
6	Button Zurücksetzen – zurücksetzen aller Konfigurations- und Auswahlmöglichkeiten im Aktionsfenster auf ihre Standard-Werte
7	Button Schließen – schließen des Aktionsfensters

Wird die Aktion mit der Bedingung **Erweitert – Eingang** (1) oder **Erweitert – Ausgang** (2) ausgewählt, wird die Wiederholschleife bei einer Programmausführung so lange ausgeführt, bis die konfigurierte Bedingung nicht mehr erfüllt ist.

5 Softwarebeschreibung

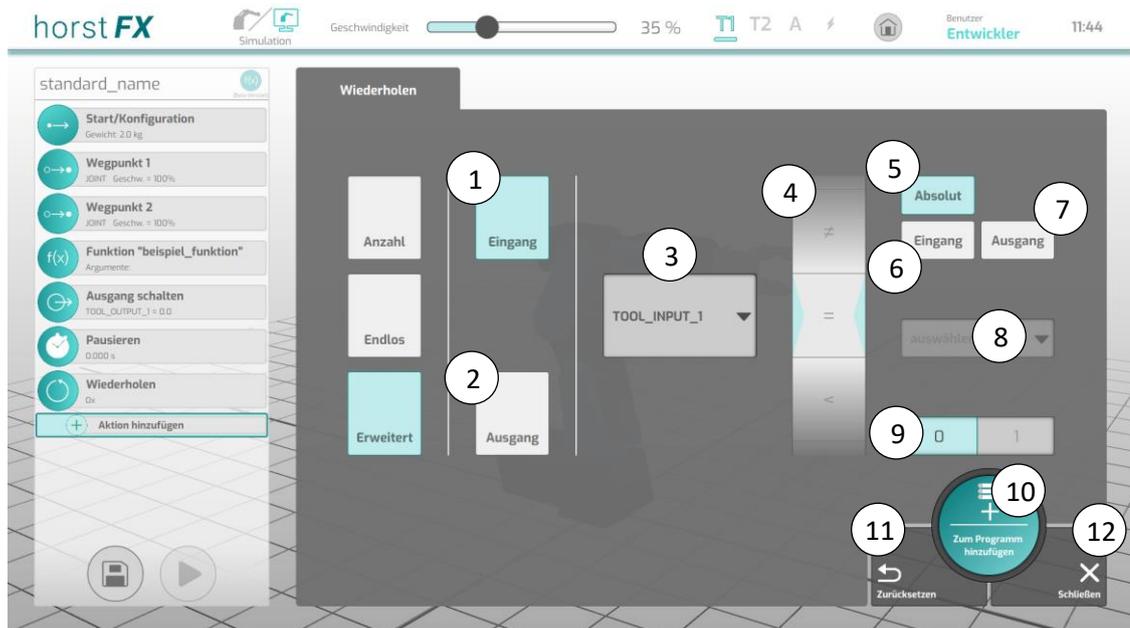


Abb. 5-44: Aktionsfenster – Wiederholen – Erweitert – Eingang

Pos.	Beschreibung
1	Button Eingang – Auswahl der Bedingung Eingang
2	Button Ausgang – Auswahl der Bedingung Ausgang
3	Auswahlfeld Eingang – Auswahl des Eingangs, dessen Wert auf eine bestimmte Bedingung überprüft werden soll
4	Auswahlfeld Operator – auswählen des Operators für die Bedingung
5	Button Absolut – aktiviert den Umschalt-Button 0/1 (9)
6	Button Eingang – aktiviert das Auswahlfeld Eingang wählen (8)
7	Button Ausgang – aktiviert das Auswahlfeld Ausgang wählen (8)
8	Auswahlfeld Eingang wählen – auswählen des Eingangs, auf dessen Wert in der Bedingung geprüft werden soll
9	Umschalt-Button 0/1 – festlegen des Wertes, auf den in der Bedingung geprüft werden soll
10	Button Zum Programm hinzufügen – die eingestellten Konfigurations- und Auswahlmöglichkeiten im Aktionsfenster werden übernommen und das Aktionsfenster geschlossen
11	Button Zurücksetzen – zurücksetzen aller Konfigurations- und Auswahlmöglichkeiten im Aktionsfenster auf ihre Standard-Werte
12	Button Schließen – schließen des Aktionsfensters

Die Bedingung **Ausgang** (2) wird vergleichbar konfiguriert wie die Bedingung **Eingang** (1) mit einer Ausnahme. Der Button **Eingang** (6) ist hier deaktiviert und kann somit nicht verwendet werden.

5.9.3.9 Aktion Wenn-Bedingung

Mit Auswahl von **Aktion Wenn-Bedingung** im **Aktionsauswahl-Bereich** erscheint das entsprechende Aktionsfenster. Im Programmbaum wird ein neuer gruppierter Programmbaustein *Wenn-Bedingung* angelegt.

Der Inhalt einer Wenn-Bedingung wird während einer Programmausführung nur dann ausgeführt, wenn eine bestimmte Bedingung erfüllt ist. Ist dies nicht der Fall, wird die Aktion übersprungen.

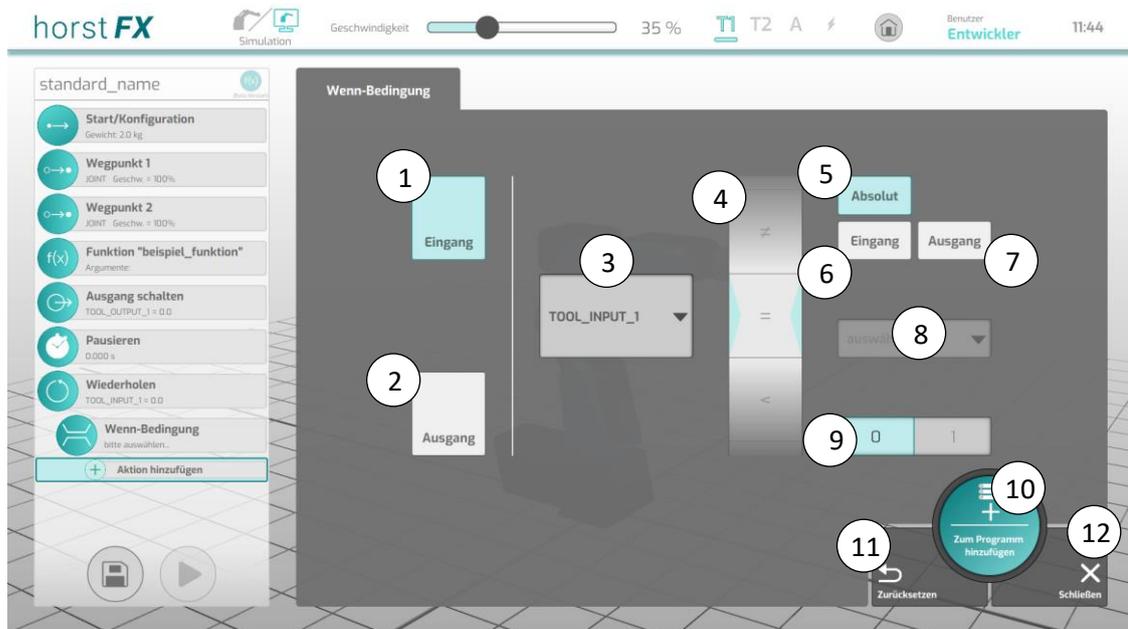


Abb. 5-45: Aktionsfenster – Wenn-Bedingung – Eingang

Pos	Beschreibung
1	Button Eingang – Auswahl der Bedingung Eingang
2	Button Ausgang – Auswahl der Bedingung Ausgang
3	Auswahlfeld Eingang – Auswahl des Eingangs, dessen Wert auf eine bestimmte Bedingung überprüft werden soll
4	Auswahlfeld Operator – auswählen des Operators für die Bedingung
5	Button Absolut – aktiviert den Umschalt-Button 0/1 (9)
6	Button Eingang – aktiviert das Auswahlfeld Eingang wählen (8)
7	Button Ausgang – aktiviert das Auswahlfeld Ausgang wählen (8)
8	Auswahlfeld Eingang wählen – auswählen des Eingangs, auf dessen Wert in der Bedingung geprüft werden soll
9	Umschalt-Button 0/1 – festlegen des Wertes, der in der Bedingung geprüft werden soll
10	Button Zum Programm hinzufügen – die eingestellten Konfigurations- und Auswahlmöglichkeiten im Aktionsfenster werden übernommen und das Aktionsfenster geschlossen

5 Softwarebeschreibung

Pos	Beschreibung
11	Button Zurücksetzen – zurücksetzen aller Konfigurations- und Auswahlmöglichkeiten im Aktionsfenster auf ihre Standard-Werte
12	Button Schließen – schließen des Aktionsfensters

Die Bedingung **Ausgang** (2) wird vergleichbar konfiguriert wie die Bedingung **Eingang** (1) mit einer Ausnahme. Der Button **Eingang** (6) ist hier deaktiviert und kann somit nicht verwendet werden.

5.9.3.10 Aktion Palette

Mit Auswahl von **Aktion Palette** im **Aktionsauswahl-Bereich** erscheint das entsprechende Aktionsfenster. Im Programmbaum wird ein neuer gruppierter Programmbaustein angelegt. Dies ist ein spezieller Programmbaustein für die **Aktion Palette**. Er besteht aus mehreren Programmbausteinen, die über eine Linie verbunden sind. Der spezielle Programmbaustein für die **Aktion Palette** beginnt mit dem Programmbaustein *Start Palette palette_neu* und endet mit dem Programmbaustein *Ende Palette palette_neu* („palette_neu“ ist der Standardname einer neuen, noch undefinierten Palette). Dadurch wird übersichtlich gemacht, welche Programmbausteine zu einer **Aktion Palette** gehören.

Alle zugehörigen Aktionen (Programmbausteine innerhalb) stellen hierbei **einen** Palettierdurchgang dar, was bedeutet, dass während einer Programmausführung nur der erste Palettierpunkt abgearbeitet wird. Danach fährt die Programmausführung mit der nachfolgenden Aktion fort. Sollen alle Palettierpunkte abgearbeitet werden, also die komplette Palette, so muss die **Aktion Palette** in eine **Aktion Wiederholen** (s. Abschnitt 5.9.3.8) gesetzt und die Anzahl der Wiederholschleife entsprechend der Anzahl der definierten Palettierpunkte eingestellt werden. Ist die Anzahl der Wiederholschleife größer als die Anzahl der definierten Palettierpunkte, so beginnt die Abarbeitung nach dem letzten Palettierpunkt wieder mit dem ersten Palettierpunkt und fährt so lange fort, bis die Anzahl in der Wiederholschleife erreicht ist.

Beispiel: Um eine 4 x 6 Palette einmal komplett abzuarbeiten, muss in der Wiederholschleife die Anzahl 24 eingegeben werden. Wird als Anzahl 28 eingegeben, beginnt die Programmausführung nach der Abarbeitung einer kompletten Palette wieder mit dem ersten Palettierpunkt und hört nach dem vierten Palettierpunkt auf.



Um alle Palettierpunkte bzw. mehrere Palettierpunkte einer Palette abzuarbeiten, muss die Aktion Palette einer Aktion Wiederholen hinzugefügt und die Anzahl der Wiederholschleife entsprechend eingestellt werden.

Eine Palette wird in drei Schritten definiert:

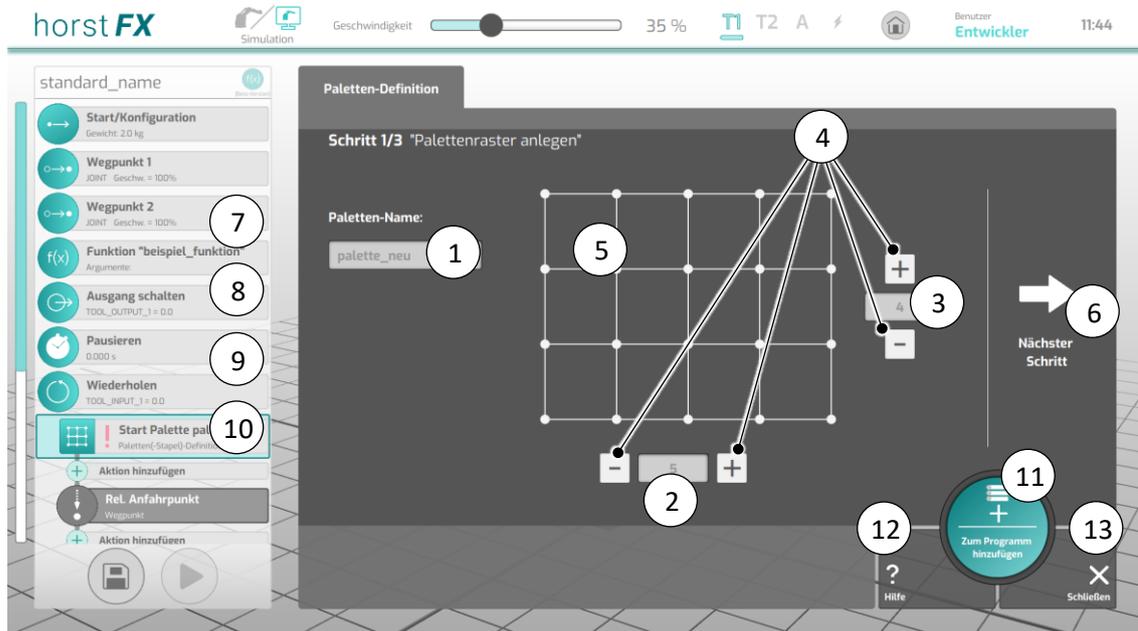


Abb. 5-46: Aktionsfenster – Paletten-Definition (Schritt 1)

Pos.	Beschreibung
1	Eingabe Paletten-Name – benennen der Palette Dieser Name erscheint nach dem Hinzufügen (11) im Programmbaum in den Programmbausteinen <i>Start Palette</i> und <i>Ende Palette</i> .
2	Eingabe Anzahl (Spalten) – Anzahl der Spalten der Palette
3	Eingabe Anzahl (Zeilen) – Anzahl der Zeilen der Palette
4	Buttons -/+ – ändern der Anzahl (in 1er-Schritten)
5	Anzeige Palette – Visualisierung der Palette, bestehend aus allen Palettierpunkten Die Darstellung der Palette passt sich an die eingestellte Anzahl Spalten und Zeilen an
6	Button Nächster Schritt – Wechsel zum nächsten Schritt des Aktionsfensters
7	Programmbaustein <i>Rel. Anfahrpunkt</i> – siehe unten: Abschnitt Programmbaustein Rel. Anfahr-/Palettier-/Abfahrpunkt
8	Programmbaustein <i>Rel. Palettierpunkt</i> – siehe unten: Abschnitt Programmbaustein Rel. Anfahr-/Palettier-/Abfahrpunkt
9	Programmbaustein <i>Rel. Abfahrpunkt</i> – siehe unten: Abschnitt Programmbaustein Rel. Anfahr-/Palettier-/Abfahrpunkt
10	Programmbaustein <i>Wenn-Bedingung</i> – siehe unten: Abschnitt Programmbaustein Wenn-Bedingung
11	Button Zum Programm hinzufügen – die eingestellten Konfigurations- und Auswahlmöglichkeiten im Aktionsfenster werden übernommen und das Aktionsfenster geschlossen

5 Softwarebeschreibung

Pos.	Beschreibung
12	Button Hilfe – Anzeige von Hilfestellungen zum Aktionsfenster
13	Button Schließen – schließen des Aktionsfensters

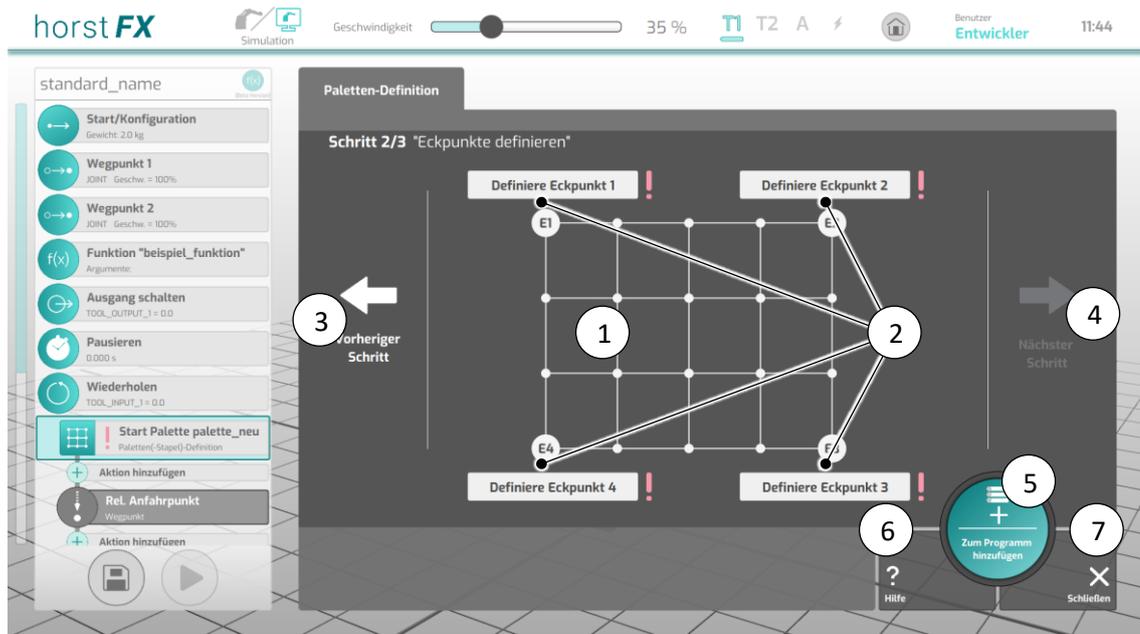


Abb. 5-47: Aktionsfenster – Paletten-Definition (Schritt 2)

Pos.	Beschreibung
1	Anzeige Palette – Visualisierung der Palette, bestehend aus allen Palettierpunkten und zusätzlich mit Kennzeichnung aller Eckpunkte
2	Button Definiere Eckpunkt 1, 2, 3, 4 – definieren eines Zielpunktes für den jeweiligen Eckpunkt Es öffnet sich das Menü Zielpunkt definieren (s. Abschnitt 5.9.3.2, Unterabschnitt Zielpunkt definieren).
3	Button Zurück – Wechsel zum vorherigen Schritt des Aktionsfensters
4	Button Nächster Schritt – Wechsel zum nächsten Schritt des Aktionsfensters
5	Button Zum Programm hinzufügen – die eingestellten Konfigurations- und Auswahlmöglichkeiten im Aktionsfenster werden übernommen und das Aktionsfenster geschlossen
6	Button Hilfe – Anzeige von Hilfestellungen zum Aktionsfenster
7	Button Schließen – schließen des Aktionsfensters

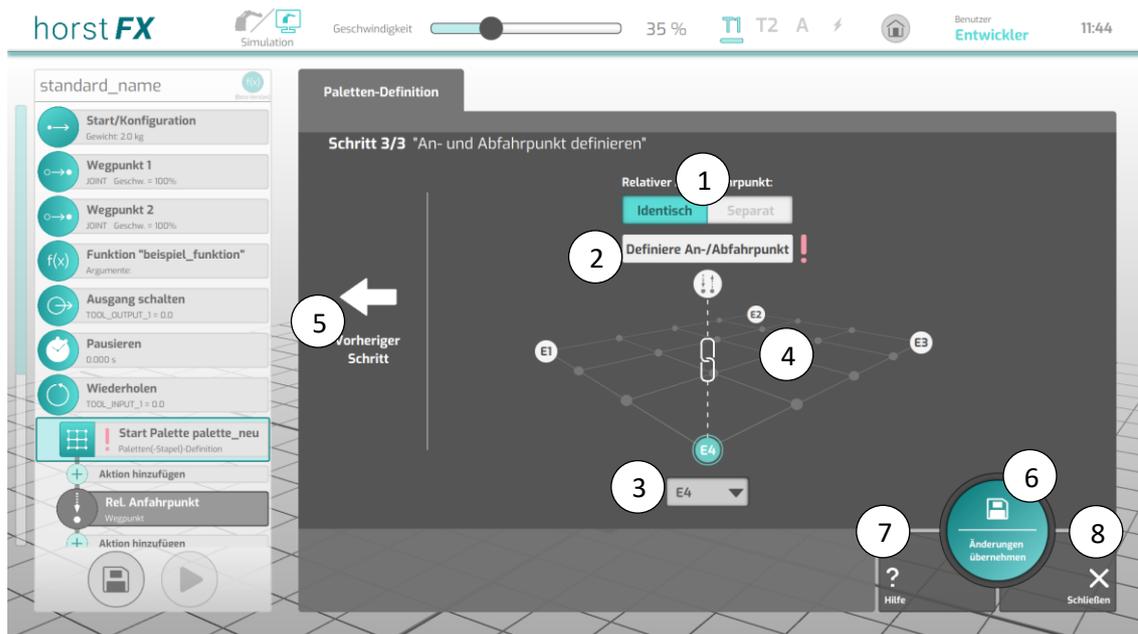


Abb. 5-48: Aktionsfenster – Paletten-Definition (Schritt 3)

Pos.	Beschreibung
1	Umschalt-Button Identisch/Separat – auswählen, ob An- und Abfahrpunkt denselben Zielpunkt verwenden Identisch – Der Zielpunkt für An- und Abfahrpunkt ist derselbe. Separat – An- und Abfahrpunkt besitzen unterschiedliche Zielpunkte und müssen somit separat definiert werden.
2	Button Definiere An-/Abfahrpunkt – definieren eines Zielpunktes für An- und Abfahrpunkt. Es öffnet sich das Menü Zielpunkt definieren (s. Abschnitt 5.9.3.2, Unterabschnitt Zielpunkt definieren). Wird am Umschalt-Button (1) Separat gewählt, gibt es für An- und Abfahrpunkt jeweils einen eigenen Button zum Definieren.
3	Auswahlfeld Eckpunkt – auswählen eines Eckpunktes Der ausgewählte Eckpunkt dient als Ausgangspunkt für den relativen An- und Abfahrpunkt. Die An- und Abfahrpunkte sämtlicher Palettierpunkte werden relativ zu diesem gewählten Eckpunkt berechnet.
4	Anzeige Palette – Visualisierung der Palette, bestehend aus allen Palettierpunkten und zusätzlich mit Kennzeichnung aller Eckpunkte sowie besonderer Kennzeichnung für den Eckpunkt, der als Ausgangspunkt für den relativen An- und Abfahrpunkt sämtlicher Palettierpunkte dient
5	Button Zurück – Wechsel zum vorherigen Schritt des Aktionsfensters
6	Button Zum Programm hinzufügen – die eingestellten Konfigurations- und Auswahlmöglichkeiten im Aktionsfenster werden übernommen und das Aktionsfenster geschlossen
7	Button Hilfe – Anzeige von Hilfestellungen zum Aktionsfenster

5 Softwarebeschreibung

Pos.	Beschreibung
8	Button Schließen – schließen des Aktionsfensters

Eine noch nicht vollständig definierte Palette kann zwar gespeichert und in den Programmbaum übernommen werden. Solange ihr Zustand jedoch undefiniert ist, sind die Programmbausteine *Start Palette palette_neu* und *Ende Palette palette_neu* mit einem Warnsymbol gekennzeichnet (1). Sind in einem Programm eine oder mehrere unvollständig definierte Paletten vorhanden, kann keine Programmausführung gestartet werden.



Abb. 5-49: Programmbausteine der Aktion Palette



Sobald eine Palette vollständig definiert ist, wird ein einfaches Modell der Palette in der 3D-Welt dargestellt.

Programmbaustein Rel. Anfahr-/Palettier-/Abfahrpunkt

Diese drei speziellen Programmbausteine sind nur im gruppierten Programmbaustein der **Aktion Palette** auffindbar. Sie können weder gelöscht noch verschoben werden. Das entsprechende Aktionsfenster kann für diese Aktion nur über das Bearbeitungsmenü (s. Abschnitt 5.9.3.14) aufgerufen werden.

Alle drei Aktionen sind vergleichbar mit der **Aktion Relativer Wegpunkt** (s. Abschnitt 5.9.3.3). Es gibt lediglich weniger Konfigurations- und Auswahlmöglichkeiten (vgl. hierzu Abb. 5-50), sowie keine Möglichkeit einen relativen Zielpunkt zu definieren, da dieser für Anfahr-, Palettier- und Abfahrpunkt automatisch über die Paletten-Definition berechnet wird.

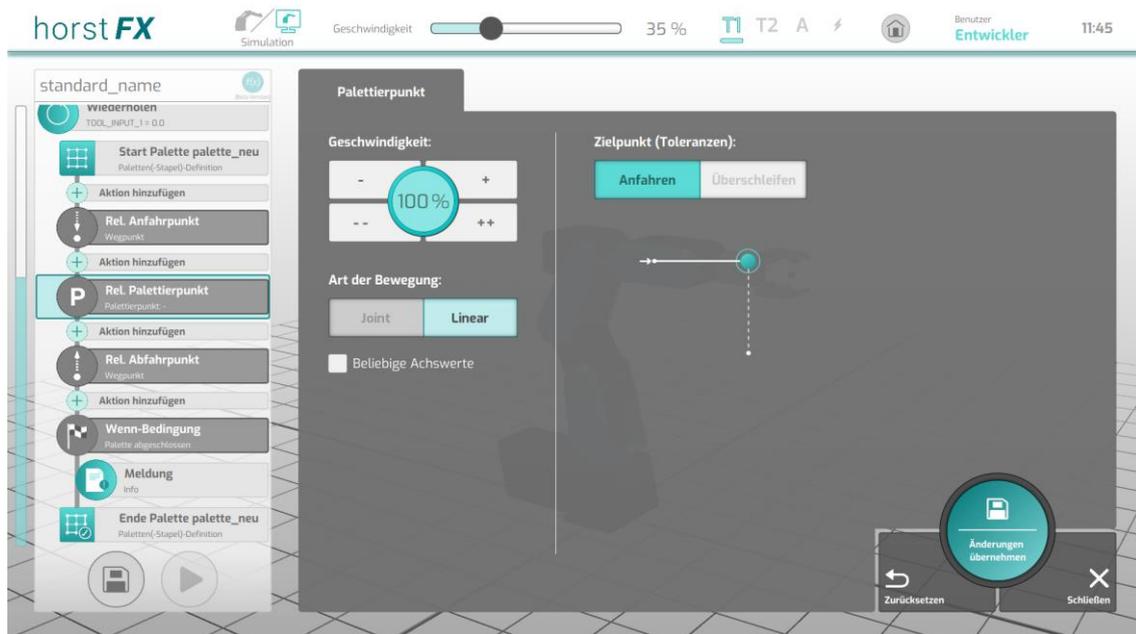


Abb. 5-50: Aktionsfenster – Rel. Palettierpunkt

Programmbaustein Wenn-Bedingung

Dieser spezielle Programmbaustein ist nur im gruppierten Programmbaustein der **Aktion Palette** auffindbar. Er kann weder gelöscht, bearbeitet oder verschoben werden. Das entsprechende Aktionsfenster kann für diese Aktion nur über das Bearbeitungsmenü (s. Abschnitt 5.9.3.14) aufgerufen werden.

Diese Aktion ist vergleichbar mit der **Aktion Wenn-Bedingung** (s. Abschnitt 5.9.3.9), jedoch ist die Bedingung festgelegt. Es wird geprüft, ob der letzte Palettierpunkt, somit die komplette Palette, abgearbeitet wurde. Trifft dies zu, wird standardmäßig eine Meldung angezeigt, die darauf hinweist, dass die Palette abgearbeitet ist.

5.9.3.11 Aktion Ordner erstellen

Mit Auswahl von **Aktion Ordner** im **Aktionsauswahl-Bereich** erscheint das entsprechende Aktionsfenster. Im Programmbaum wird ein neuer gruppierter Programmbaustein *Ordner* angelegt.

Ordner werden genutzt, um mehrere Aktionen zusammenzufassen. Dies bietet eine bessere Übersichtlichkeit für eine längere Reihenfolge von Aktionen. Des Weiteren kann der gesamte Ordner verschoben werden, so dass nicht jede darin befindliche Aktion einzeln verschoben werden muss.

5 Softwarebeschreibung

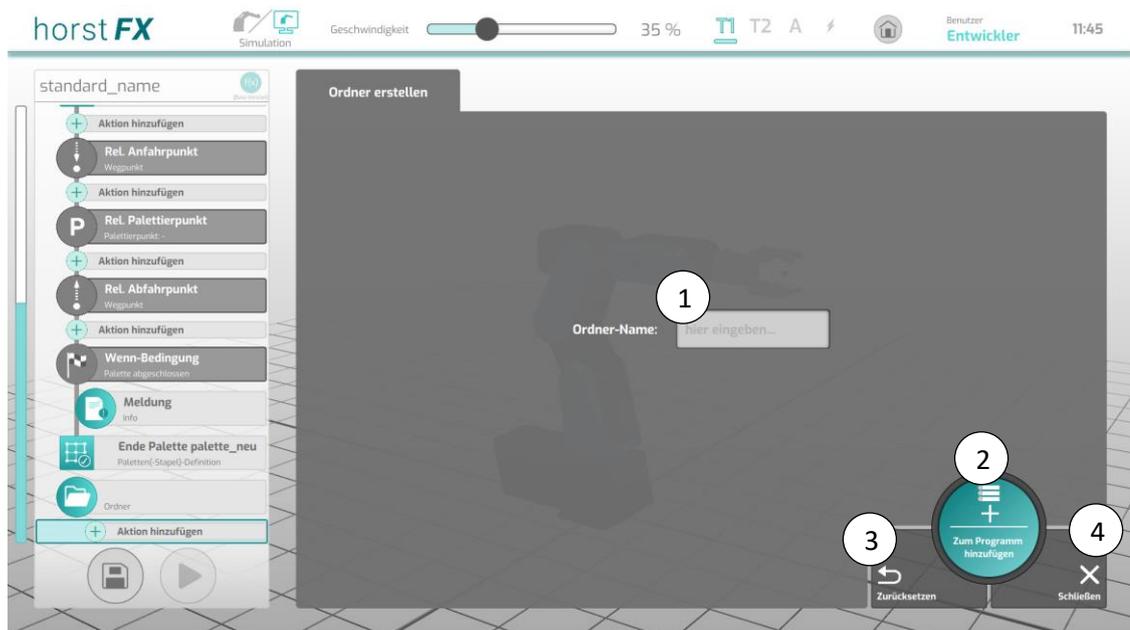


Abb. 5-51: Aktionsfenster – Ordner

Pos.	Beschreibung
1	Eingabe Ordner-Name – benennen des Ordners
2	Button Zum Programm hinzufügen – die eingestellten Konfigurations- und Auswahlmöglichkeiten im Aktionsfenster werden übernommen und das Aktionsfenster geschlossen
3	Button Zurücksetzen – zurücksetzen aller Konfigurations- und Auswahlmöglichkeiten im Aktionsfenster auf ihre Standard-Werte
4	Button Schließen – schließen des Aktionsfensters

5.9.3.12 Aktion Kommentar

Mit Auswahl von **Aktion Kommentar** im **Aktionsauswahl-Bereich** erscheint das entsprechende Aktionsfenster. Im Programmbaum wird ein neuer Programmbaustein *Kommentar* angelegt.

Kommentare können verwendet werden, um die Übersichtlichkeit im Programmbaum zu verbessern oder um sich an bestimmten Stellen im Programmbaum eine/n Kommentar/Notiz zu hinterlegen.

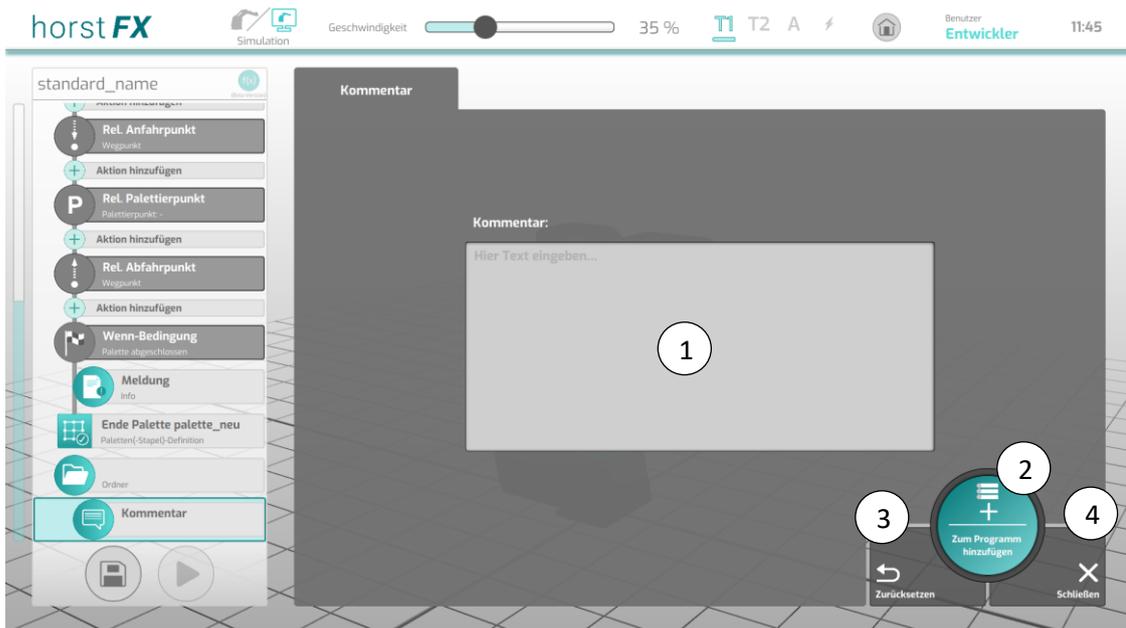


Abb. 5-52: Aktionsfenster – Kommentar

Pos.	Beschreibung
1	Eingabe Kommentar – Eingabe des Textes des Kommentars
3	Button Zum Programm hinzufügen – die eingestellten Konfigurations- und Auswahlmöglichkeiten im Aktionsfenster werden übernommen und das Aktionsfenster geschlossen
4	Button Zurücksetzen – zurücksetzen aller Konfigurations- und Auswahlmöglichkeiten im Aktionsfenster auf ihre Standard-Werte
5	Button Schließen – schließen des Aktionsfensters

5.9.3.13 Menü Manuelle Steuerung

Mit Auswahl von **Manuelle Steuerung** in der Programmieransicht erscheint das Menü **Manuelle Steuerung**.

Hier besteht die Möglichkeit den Roboter frei zu bewegen, ohne zunächst eine **Aktion Wegpunkt** auszuwählen.

Soll die angesteuerte Pose des Roboters in einen Wegpunkt umgewandelt werden, gelingt dies über den Button **Wegpunkt speichern** (3). Durch Antippen dieses Buttons wird das Menü **Manuelle Steuerung** geschlossen, das Aktionsfenster für die **Aktion Wegpunkt** wird angezeigt, die Pose des Roboters wird direkt als definierter Zielpunkt übernommen und ein entsprechender Programmbaustein *Wegpunkt* wird dem Programmbaum hinzugefügt.

5 Softwarebeschreibung

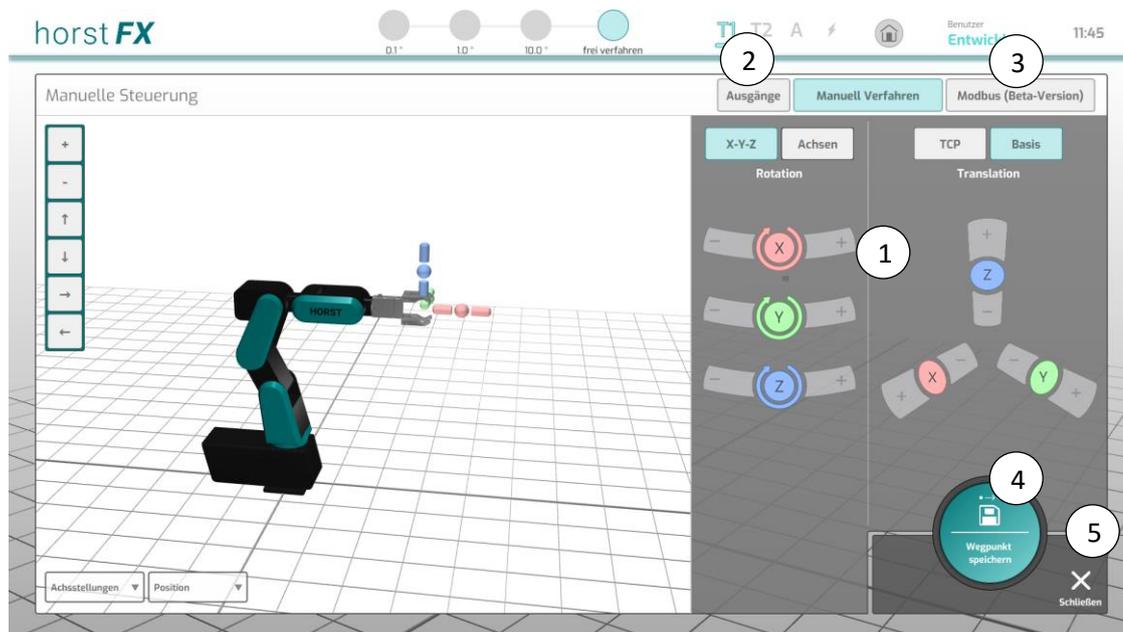


Abb. 5-53: Menü *Manuelle Steuerung*

Pos.	Beschreibung
1	Menüs und Steuerungselemente zur Steuerung des Roboters. Die Bedienung erfolgt wie in den Abschnitten 5.8.1 und 5.8.2 beschrieben.
2	Button Ausgänge – anzeigen des Menüs Manuelle Steuerung (Ausgänge) Die Bedienung erfolgt wie in Abschnitt 5.8.3 (S. 52) beschrieben. Alle Ausgänge können hier manuell geschaltet werden (z. B. Greifer öffnen/schließen, um ein Objekt zu greifen oder loszulassen). Über dieses Menü kann kein Programmbaustein „Ausgang schalten“ erstellt werden.
3	Button Modbus – anzeigen des Menüs Manuelle Steuerung (Modbus) (s. Abschnitt 5.8.4)
4	Button Wegpunkt speichern – übernehmen der angesteuerten Pose des Roboters als Zielpunkt in einer Aktion Wegpunkt
5	Button Schließen – schließen des Menüs Manuelle Steuerung

5.9.3.14 Bearbeitungs Menü (Aktionen)

Damit das **Bearbeitungs Menü** erscheint, muss der entsprechende Programmbaustein gedrückt und gehalten werden, bis das Menü eingeblendet wird.

Das **Bearbeitungs Menü** enthält diverse Optionen, welche auf den jeweiligen Programmbaustein und somit auf die jeweilige Aktion angewendet werden können. Manche Optionen werden nur für gewisse Programmbausteine/Aktionen angezeigt. Als Beispiel wird in Abb. 5-54 das **Bearbeitungs Menü** eines Programmbausteines *Wegpunkt* verwendet, da für diesen alle verfügbaren Optionen angezeigt werden.

Wird eine Option ausgewählt, erscheint zunächst im Button der Option ein weiterer Bestätigungs-Button ✓. Durch Antippen dieses Buttons wird die ausgewählte Option angewendet.

Zusätzlich kann in diesem Menü ein Programmbaustein im Programmbaum verschoben werden.

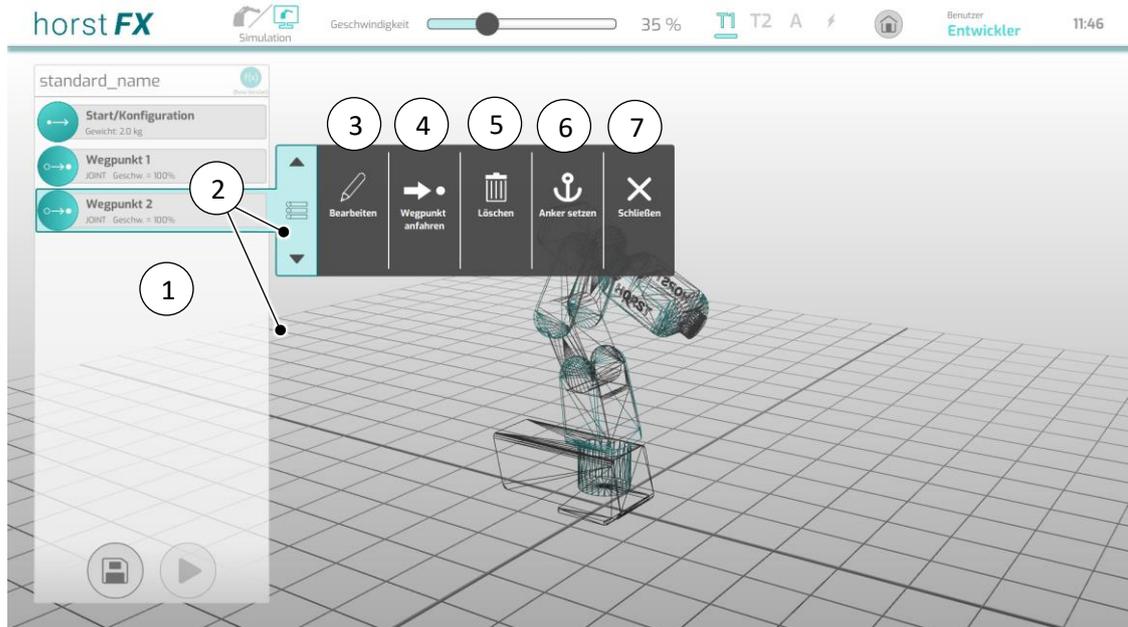


Abb. 5-54: Selektierter Programmbaustein Wegpunkt mit **Bearbeitungsmenü**

Pos.	Beschreibung
1	Selektierter Programmbaustein mit eingeblendetem Bearbeitungsmenü
2	Buttons ▲▼ – verschieben des Programmbausteines im Programmbaum
3	Button Bearbeiten – bearbeiten der Aktion Es öffnet sich das entsprechende Aktionsfenster.
4	Button Wegpunkt anfahren – siehe unten: Abschnitt Menü Wegpunkt anfahren
5	Button Löschen – löschen des Programmbausteines
6	Button Anker setzen – definieren des Programmbausteines als Anker Wird ein Programmbaustein als Anker definiert, wird dies durch ein Anker-Symbol im Programmbaustein verdeutlicht. Es kann im ganzen Programmbaum immer nur ein Programmbaustein als Anker definiert sein. Auf die Funktionalität eines Ankers wird in Abschnitt 5.9.4 eingegangen.
7	Button Schließen – Kontextmenü schließen

Menü Wegpunkt anfahren

Im Menü **Wegpunkt anfahren** kann gewählt werden, ob der Zielpunkt des Wegpunktes automatisch oder manuell angefahren werden soll. Die Steuerungsart **Automatik** ist standardmäßig ausgewählt und plant eine Joint-Bewegung zum Zielpunkt. Die Steuerungsart **Manuell** kann verwendet werden, wenn der geplante Pfad aus irgendeinem Grund nicht abfahrbar ist. Dabei kann jederzeit zwischen den beiden Steuerungsarten gewechselt werden. Befindet sich beispielsweise ein Hindernis im Weg des

5 Softwarebeschreibung

geplanten Pfades, kann dieses manuell umfahren und von diesem Punkt aus der Rest der Strecke bis zum Zielpunkt wieder automatisch angefahren werden.

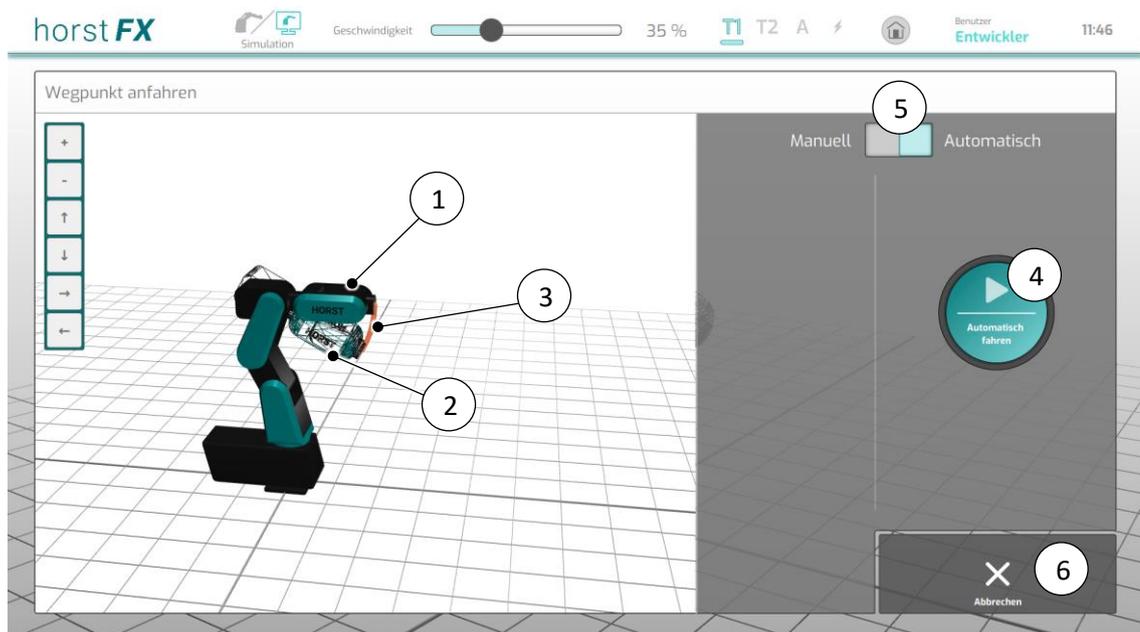


Abb. 5-55: Menü *Wegpunkt anfahren*

Pos.	Beschreibung
1	Ansicht (Standard-)Robotermodell – anzeigen der aktuellen Pose des Roboters
2	Ansicht Drahtmodell – anzeigen der Zielpose des Roboters (anhand des im Wegpunkt definierten Zielpunktes)
3	Ansicht Pfad – anzeigen des geplanten Pfades, um den Zielpunkt zu erreichen
4	Button Automatisch fahren – bewegt den Roboter entlang des geplanten Pfades
5	Umschalt-Button Manuell/Automatik – Auswahl der Steuerungsart Manuell – Der Roboter wird manuell über die einzelnen Roboterachsen gesteuert. Hierzu wird das Menü Wegpunkt anfahren – Roboterachsen angezeigt (s. Abschnitt 5.8.1, S. 47). Automatik – Der Roboter bewegt sich automatisch entlang des geplanten Pfades.
6	Button Abbrechen – schließen des Menüs Wegpunkt anfahren

5.9.4 Programm ausführen

Mit Auswahl des Buttons ► (Ausführen) in der Programmieransicht erscheint rechts im Bildschirm der Bereich **Programmausführung**.



WARNUNG!

Stoß und Quetschgefahr durch Bewegungen des Roboters

- Die Funktionalität aller Schutzeinrichtungen muss wiederhergestellt sein, bevor die Betriebsart Automatik gewählt wird.

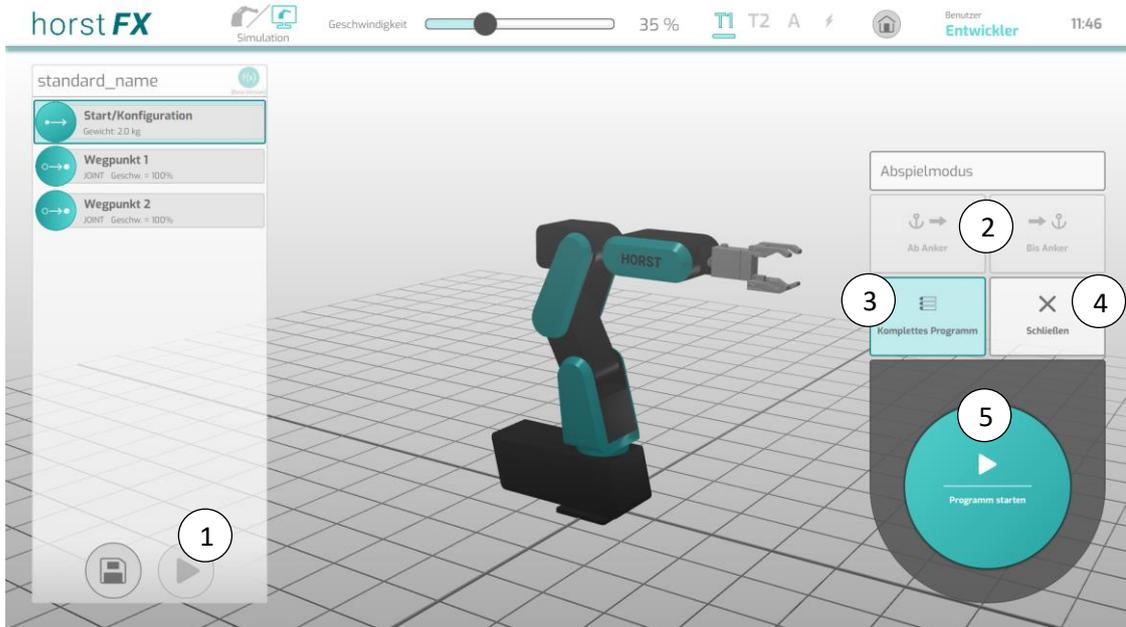


Abb. 5-56: Programmiersicht – Bereich Programmausführung

Pos.	Beschreibung
1	Button ► (Ausführen) – anzeigen des Bereiches Programmausführung
2	Buttons Ab Anker / Bis Anker – siehe unten: Abschnitt Funktionalität Ab Anker / Bis Anker
3	Button Komplettes Programm – Auswahl des kompletten Programmes (Gegenpart zu Buttons Ab Anker / Bis Anker)
4	Button Schließen – ausblenden des Bereiches Programmausführung
5	Button Programm starten – starten der Programmausführung Automatikbetrieb – Der Bereich Programmausführung verändert sich und passt sich an für die Programmausführung im Automatikbetrieb (s. Abb. 5-58). Teachbetrieb – Der Bereich Programmausführung verändert sich und passt sich an für die Programmausführung im Teachbetrieb (s. Abb. 5-57).

Funktionalität **Ab Anker** / **Bis Anker**

Im Bereich **Programmausführung** kann die Funktionalität **Ab Anker** / **Bis Anker** verwendet werden. Voraussetzung hierfür ist jedoch, dass ein Programmbaustein als Anker definiert ist (s. Abschnitt 5.9.3.14).

Wird die Funktionalität **Ab Anker** gewählt, beginnt die Programmausführung mit der Aktion, welche zum definierten Anker-Programmbaustein gehört und fährt bis zum Ende des Programmes fort.

5 Softwarebeschreibung

Wird die Funktionalität **Bis Anker** gewählt, beginnt die Programmausführung am Anfang des Programmes und fährt bis einschließlich der Aktion, welche zum definierten Anker-Programmbaustein gehört, fort.

In beiden Fällen werden im Programmbaum nur die auszuführenden Programmbausteine dargestellt. Sonderfall: Ist der als Anker definierte Programmbaustein Teil eines gruppierten Programmbausteines, so beziehen sich die Anker-Funktionalitäten nicht auf das gesamte Programm, sondern lediglich auf den Inhalt des gruppierten Programmbausteines.



Während der Programmausführung wird jeweils der Programmbaustein der aktuell ausgeführten Aktion im Programmbaum selektiert. Somit wird grafisch hervorgehoben, an welcher Stelle sich die Programmausführung befindet.

5.9.4.1 Programmausführung im Teachbetrieb

Weitere Informationen zum Teachbetrieb entnehmen Sie bitte Abschnitt 8.2, S. 120.

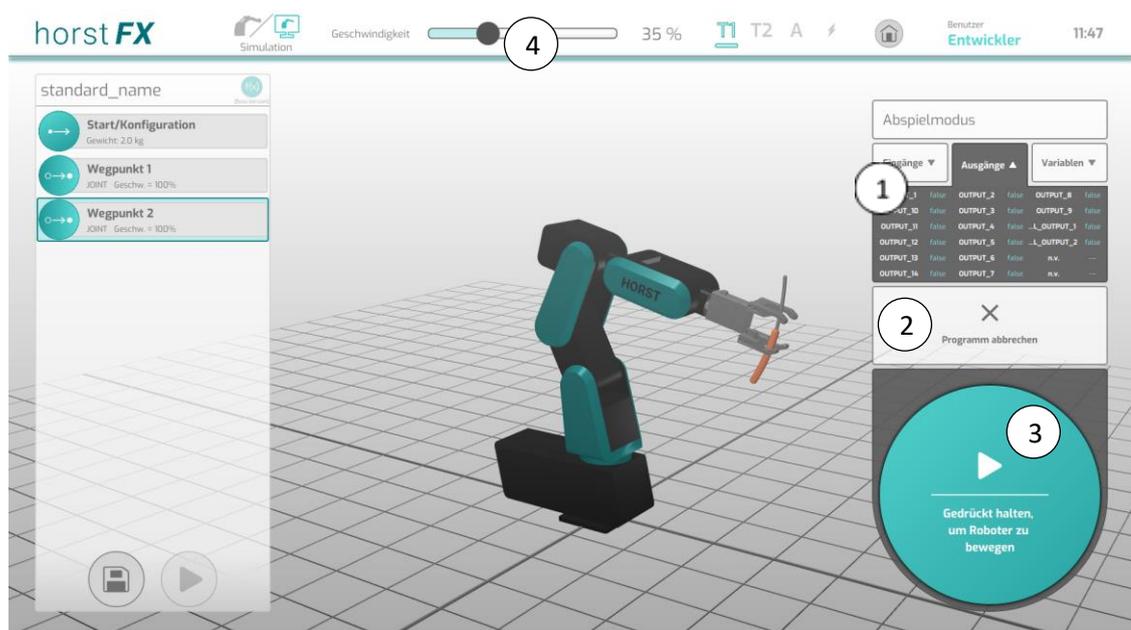


Abb. 5-57: Programmausführung – Teachbetrieb

Pos.	Beschreibung
1	Anzeige der Zustände von Eingängen, Ausgängen und Variablen
2	Button Programm abbrechen – stoppen der Programmausführung
3	Button zum Bewegen des Roboters Im Teachbetrieb T1 oder T2 muss dieser Button gedrückt gehalten werden, um die Programmausführung nicht zu unterbrechen. Durch Loslassen des Buttons pausiert die Programmausführung.
4	Geschwindigkeitsregler – einstellen der Geschwindigkeit der Programmausführung

Sobald die Betriebsart auf **T2** gewechselt wird, wird der Geschwindigkeitsregler (4) auf 10 % gesetzt, sofern zuvor mehr als 10 % eingestellt waren. Der Geschwindigkeitsregler kann in **T2** aus Sicherheitsgründen nur mit gedrücktem Zustimmtaster verändert werden. Sobald der Zustimmtaster losgelassen wird, endet nicht nur die Bewegung (falls der Roboter sich gerade bewegt), sondern der Geschwindigkeitsregler wird wieder auf 10 % heruntersgesetzt und es erscheint ein entsprechender Hinweis am Display.

5.9.4.2 Programmausführung im Automatikbetrieb

Weitere Informationen zum Automatikbetrieb entnehmen Sie bitte Abschnitt 8.3, S. 121.

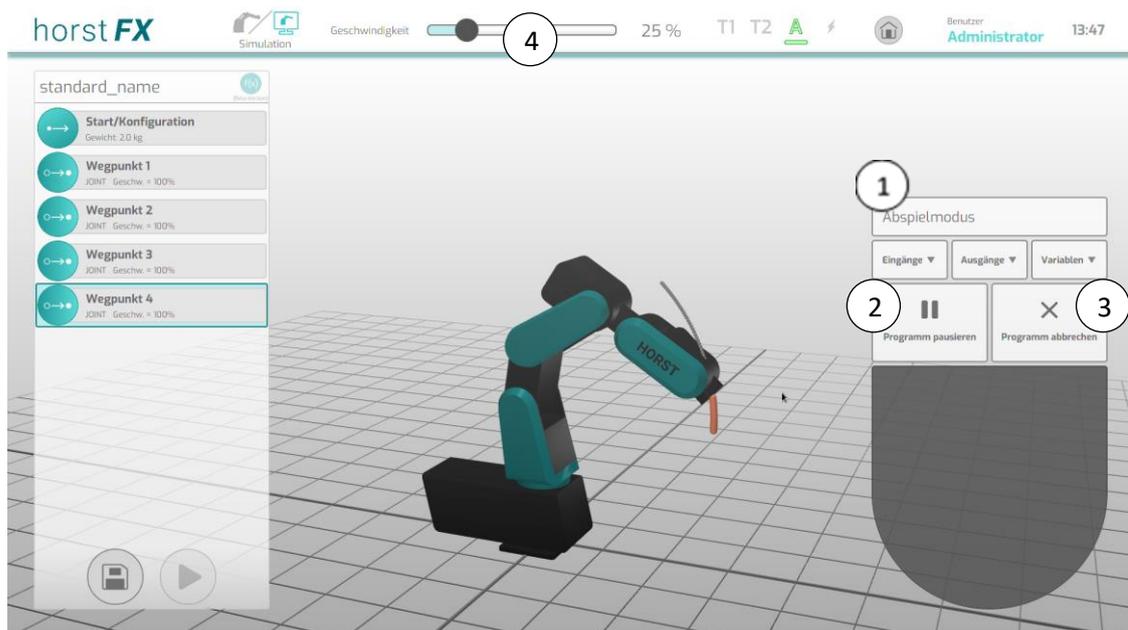


Abb. 5-58: Programmausführung – Automatikbetrieb

Pos.	Beschreibung
1	Anzeige der Zustände von Eingängen, Ausgängen und Variablen
2	Button Programm pausieren – pausieren der Programmausführung
3	Button Programm abbrechen – stoppen der Programmausführung
4	Geschwindigkeitsregler – einstellen der Geschwindigkeit der Programmausführung

Sobald die Betriebsart auf **Automatik** gewechselt wird, wird der Geschwindigkeitsregler (4) aus Sicherheitsgründen einmalig auf 10 % gesetzt, sofern zuvor mehr als 10 % eingestellt waren. Dadurch soll verhindert werden, dass eine Programmausführung unerwartet Bewegungen mit hoher Geschwindigkeit ausführt.

5.10 Textuelles Programmieren

Beim textuellen Programmieren werden der Programmbaum und die Aktionen/Programmbausteine (s. Abschnitt 5.9.3) durch einen Text-Editor ersetzt. Beim Hinzufügen von Aktionen werden diese dem

5 Softwarebeschreibung

Text-Editor in textueller Form hinzugefügt, und zwar genau an der Stelle, an welcher der Textzeiger zuletzt positioniert wurde.

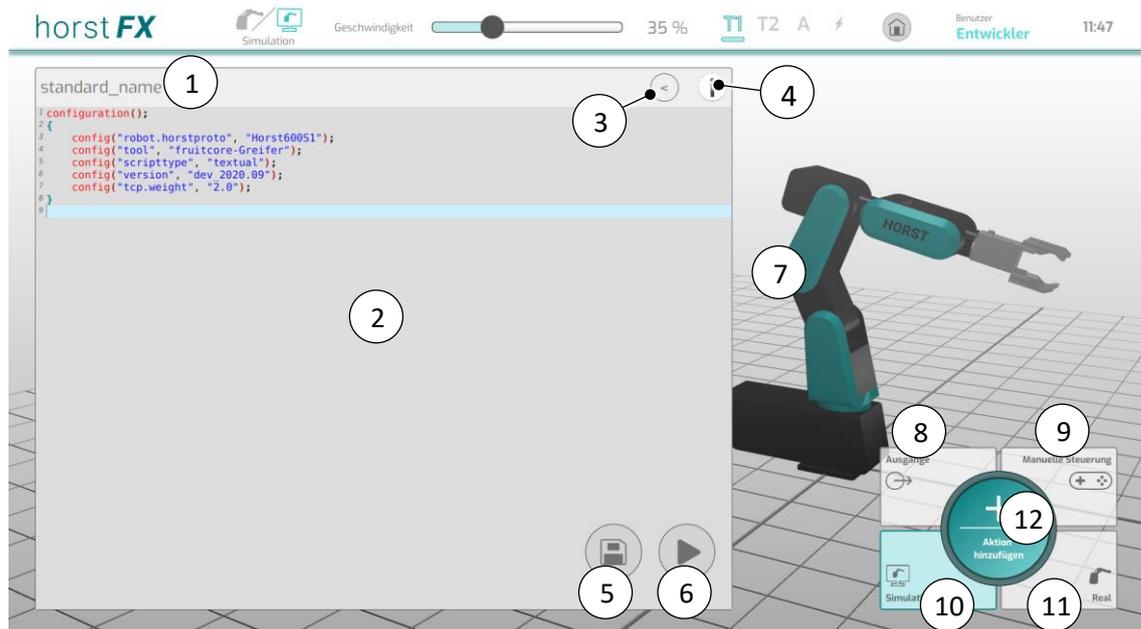


Abb. 5-59: Textuelle Programmiersicht

Pos.	Beschreibung
1	Programm-Name des aktuellen Programmes
2	Text-Editor – schreiben des Programm-Codes (Befehle)
3	Button i (Info) – Auflistung der verfügbaren Befehle inklusive Programmierbeispiele
4	Button < (Ein-/Ausklappen) – verkleinern/vergrößern der Fläche des Text-Editors
5	Button Speichern – über ein sich öffnendes Pop-up-Fenster kann das Programm gespeichert werden (Eine automatische Speicher-Funktion speichert das Programm alle 2 Minuten in einer autosave-Datei zusätzlich ab.)
6	Button ▶ (Ausführen) – der Bereich Programmausführung erscheint im Bildschirm (s. Abschnitt 5.9.4, S. 91)
7	Ansicht Robotermodell – Darstellung der aktuellen Pose des Roboters
8	Button Ausgänge – öffnet das Menü Manuelle Steuerung (Ausgänge) (s. Abschnitt 5.9.3.13)
9	Button Manuelle Steuerung – öffnet das Menü Manuelle Steuerung (s. Abschnitt 5.9.3.13)
10	Button Simulation – Auswahl des Steuerungsmodus Simulation Im Steuerungsmodus Simulation werden nur die Bewegungen des Robotermodells in der 3D-Welt angezeigt.

Pos.	Beschreibung
11	<p>Button Real – Auswahl des Steuerungsmodus Real</p> <p>Im Steuerungsmodus Real führt der Roboter die Bewegungen aus und die Bewegungen des Robotermodells werden in der 3D-Welt angezeigt.</p>
12	<p>Button Aktion hinzufügen – öffnet den Aktionsauswahl-Bereich, über den eine Aktion ausgewählt wird (s. Abb. 5-26), die dem Programmbaum in Form eines Programmbausteines hinzugefügt wird</p>

5.11 Funktionen

In jedem Programm können Funktionen erstellt werden. Eine Funktion besteht aus diversen Aktionen. Funktionen werden verwendet, um wiederkehrende Aktionen zu gruppieren und in einem Programmbaustein zusammenzufassen. Somit bleibt der Programmbaum übersichtlicher und das Erstellen eines Programmes wird komfortabler, wenn oft dieselben Aktionen ausgeführt werden.

Durch Antippen des Buttons **f(x)** (1) in der Programmieransicht wird der Programmbaum durch eine Auflistung aller bestehenden Funktionen ersetzt (s. Abb. 5-61).

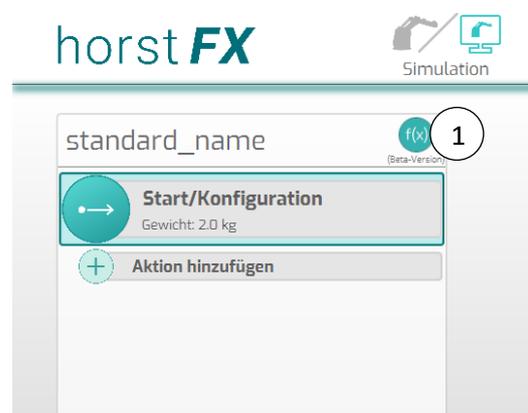


Abb. 5-60: Programmieransicht (Ausschnitt)

Eine Funktion kann über die **Aktion Funktions-Aufruf** an jeder Stelle im Programmbaum hinzugefügt werden (s. Abschnitt 5.9.3.4).

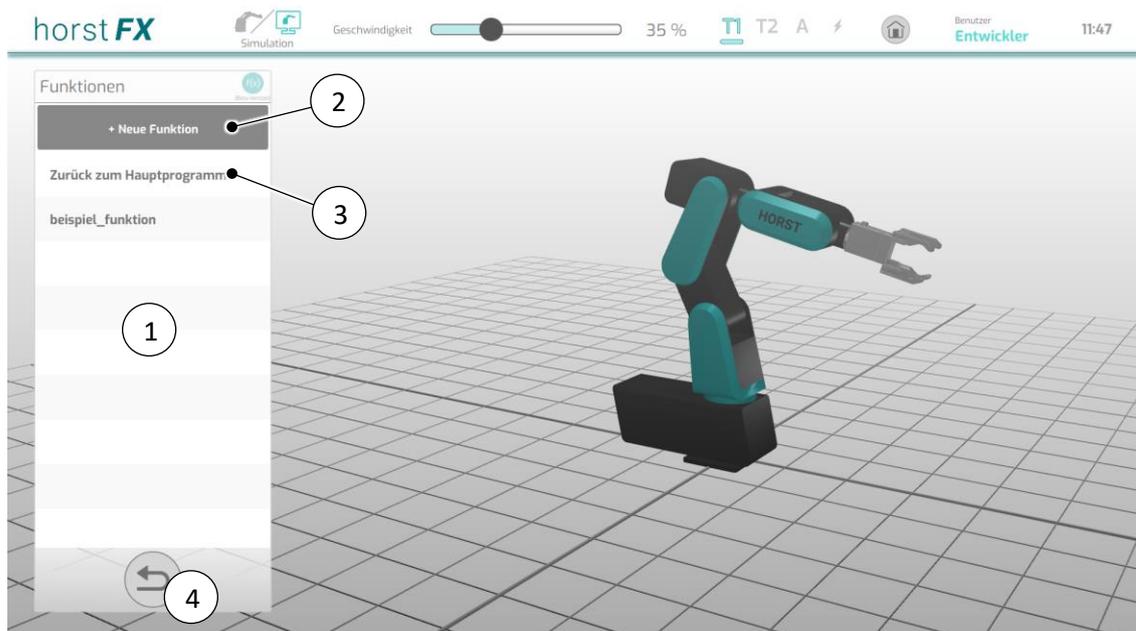


Abb. 5-61: Funktions-Auflistung

5 Softwarebeschreibung

Pos.	Beschreibung
1	Auflistung aller bestehenden Funktionen
2	Button Neue Funktion – erstellen einer neuen Funktion
3	Button Zurück zum Hauptprogramm – ausblenden der Funktions-Auflistung und einblenden des Programmbaumes
4	Button Zurück – ausblenden der Funktions-Auflistung und einblenden des Programmbaumes

Nach Antippen des Buttons **Neue Funktion** erscheint ein Pop-up-Fenster. Hier muss die Funktion benannt werden und die Auswahl getroffen werden, ob eine grafische (s. Abschnitt 5.11.1) oder eine textuelle (s. Abschnitt 5.11.2) Funktion erstellt werden soll.

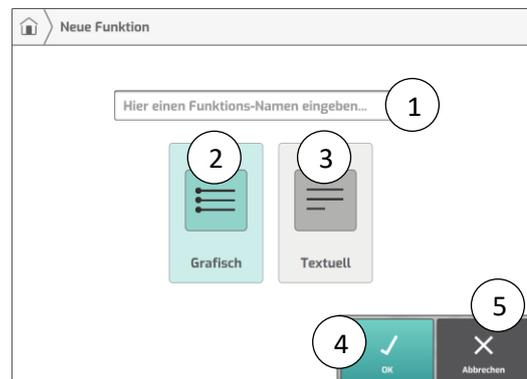


Abb. 5-62: Pop-up-Fenster Neue Funktion

Pos.	Beschreibung
1	Eingabe Funktions-Name – eingeben des Funktions-Namens
2	Button Grafisch – Auswahl <i>Grafische Funktion</i> (s. Abschnitt 5.11.1)
3	Button Textuell – Auswahl <i>Textuelle Funktion</i> (s. Abschnitt 5.11.2)
4	Button OK – öffnen eines Menüs zur Bearbeitung der Funktion
5	Button Abbrechen – schließen des Pop-up-Fensters

5.11.1 Grafische Funktionen

Das Menü **Grafische Funktionen** erscheint, wenn eine neue grafische Funktion erstellt wird oder in der Funktions-Auflistung eine bestehende grafische Funktion ausgewählt wird.

Die Bearbeitung einer grafischen Funktion unterscheidet sich nicht von der Bearbeitung des normalen Programmes (s. Abschnitt 5.9.3). Im Menü **Grafische Funktionen** zeigt der Programmbaum die Programmbausteine der Funktion an. Der erste Programmbaustein *Funktion definieren* ist in jeder Funktion der erste Programmbaustein. Dieser ist fest im Programmbaum gesetzt und kann weder gelöscht noch verschoben werden.

Funktionen müssen nicht separat gespeichert werden. Wird das Menü **Grafische Funktionen** verlassen, wird die Funktion automatisch im Programm hinterlegt und kann über die Aktion **Funktions-Aufruf** (s. Abschnitt 5.9.3.4) verwendet werden.

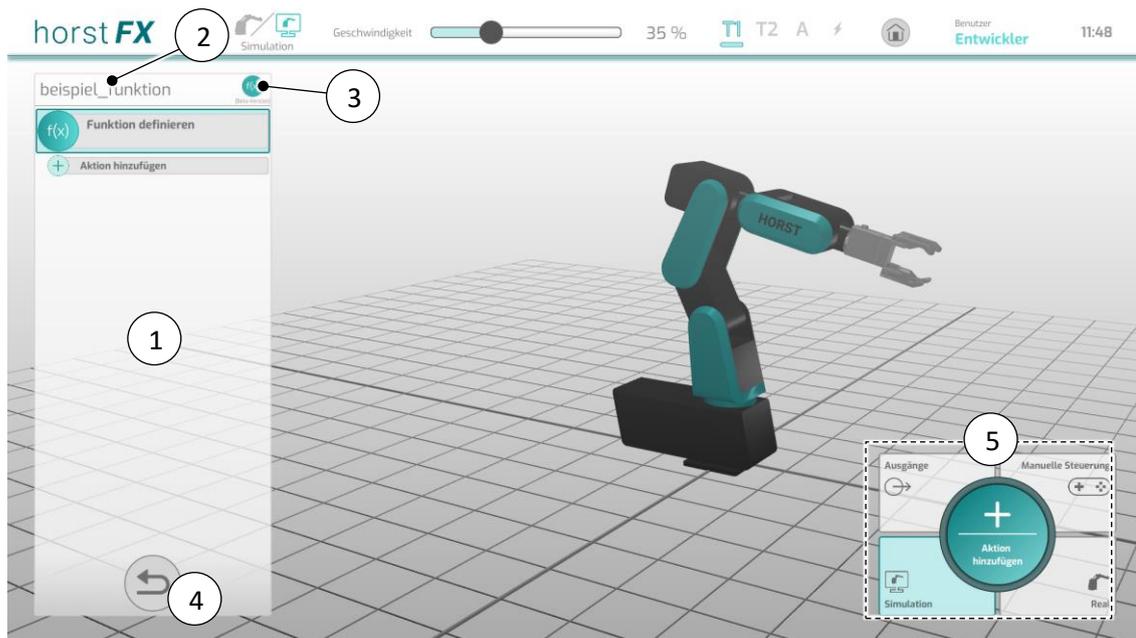


Abb. 5-63: Menü *Grafische Funktionen*

Pos.	Beschreibung
1	Anzeige Programmbaum – Darstellung der Funktion mit all ihren Aktionen/Programmbausteinen
2	Funktions-Name der aktuellen Funktion
3	Button f(x) (Funktionen) – anzeigen der Funktions-Auflistung
4	Button Zurück (zum Hauptprogramm) – ausblenden des Menüs Grafische Funktionen und einblenden des Programmbaumes
5	Aktionsbereich – Bedienung und Funktionalitäten sind exakt gleich wie in Abschnitt 5.9.3 beschrieben

5.11.2 Textuelle Funktionen

Das Menü **Textuelle Funktionen** erscheint, wenn eine neue textuelle Funktion erstellt wird oder in der Funktions-Auflistung eine bestehende textuelle Funktion ausgewählt wird.

Die Bearbeitung einer textuellen Funktion unterscheidet sich nicht von der Bearbeitung des normalen textuellen Programmes (s. Abschnitt 5.10). Im Menü **Textuelle Funktionen** zeigt der Text-Editor den gesamten Code (Befehle) der Funktion an.

Funktionen müssen nicht separat gespeichert werden. Wird das Menü **Textuelle Funktionen** verlassen, wird die Funktion automatisch im Programm hinterlegt und kann über die Aktion **Funktions-Aufruf** (s. Abschnitt 5.9.3.4) verwendet werden.

5 Softwarebeschreibung

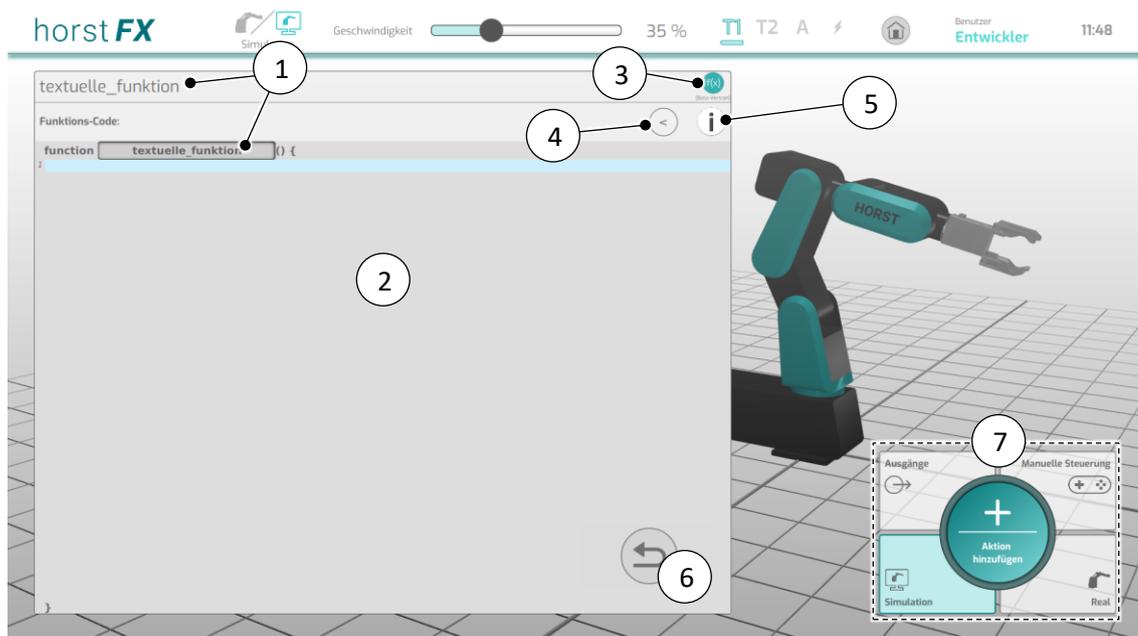


Abb. 5-64: Menü *Textuelle Funktionen*

Pos.	Beschreibung
1	Funktions-Name der aktuellen Funktion
2	Text-Editor – schreiben des Programm-Codes (Befehle)
3	Button f(x) (Funktionen) – anzeigen der Funktions-Auflistung
4	Button < (Ein-/Ausklappen) – verkleinern/vergrößern der Fläche des Text-Editors
5	Button i (Info) – Auflistung der verfügbaren Befehle inklusive Programmierbeispiele
6	Button Zurück (zum Hauptprogramm) – ausblenden des Menüs Textuelle Funktionen und einblenden des Programmbaumes
7	Aktionsbereich – Bedienung und Funktionalitäten wie zuvor beschrieben.

5.12 Roboter extern steuern

Durch Drücken des Buttons **Roboter extern steuern** im Hauptmenü wird das Menü **Roboter extern steuern** angezeigt.

Über die Primärschnittstelle von horstFX lässt sich der Roboter über einen externen Computer mittels Funktionsaufrufen über ein XML-RPC-Protokoll (Extensible Markup Language Remote Procedure Call) steuern.

Diese Technik ermöglicht ein entferntes Ausführen von Methoden, dabei erfolgt die Datenübertragung per HTTP (Hypertext Transfer Protocol). Die zu übertragenden Daten besitzen dabei eine XML-Formatierung. Es gibt viele XML-RPC Clients in diversen Programmiersprachen, somit ist eine Integration in bestehende Projekte leicht möglich. Für einen erleichterten Einstieg werden mehrere Beispiel-Clients entwickelt. Zunächst in Java und in HTML/JavaScript. Diese Clients können sich zum XML-RPC-Server der horstFX-Anwendung verbinden und dort dann Befehle ausführen.

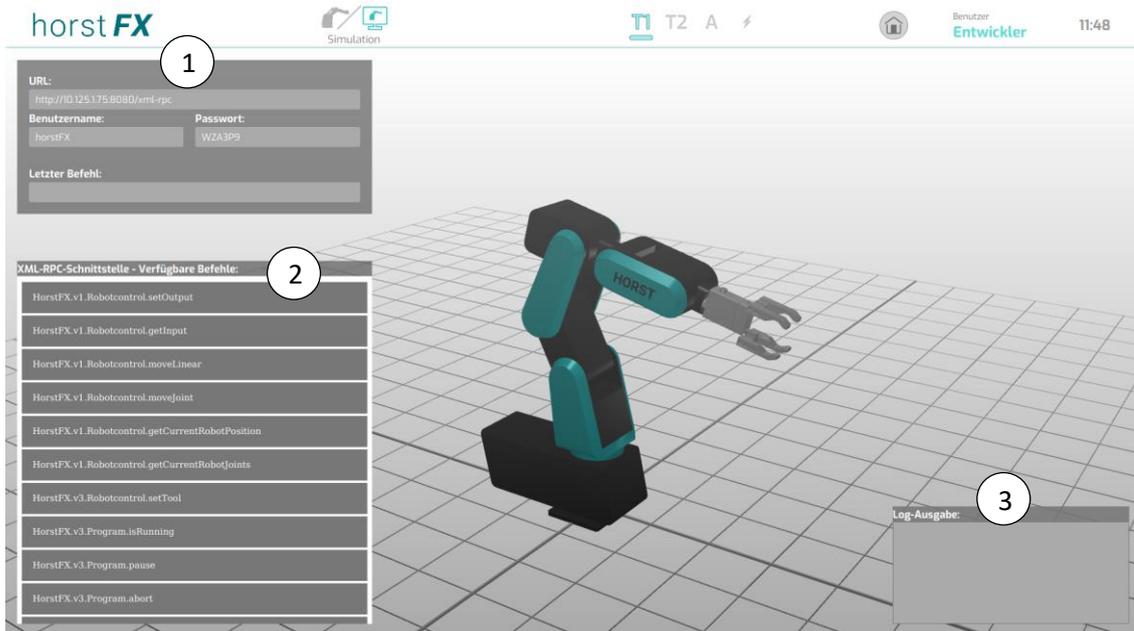


Abb. 5-65: Menü *Roboter extern steuern*

Pos.	Beschreibung
1	Anzeige von Daten, welche für die externen Clients zum Verbinden mit der Primärschnittstelle benötigt werden.
2	Auflistung aller verfügbaren Befehle, welche an die Primärschnittstelle geschickt werden können.
3	Anzeige der Log-Ausgaben, welche durch einkommende Befehle erzeugt werden.



Für weitere und detailliertere Informationen zur Verwendung der externen Steuerung wenden Sie sich an den Service der Firma fruitcore robotics GmbH.

5.13 Warn- und Fehlermeldungen

Warn- und Fehlermeldungen, wie z. B. die NOT-HALT-Warmmeldung, erscheinen in Form von Pop-up-Fenstern. Falls eine Warn- oder Fehlermeldung ignoriert statt quittiert wird, blinkt ein rotes Warn-Symbol (Blitz) in der Menüleiste. Durch Antippen dieses Warn-Symbols kann eine ignorierte Meldung zu einem späteren Zeitpunkt wieder angezeigt und anschließend quittiert/bestätigt werden.



Abb. 5-66: Nicht quittierte Warn- oder Fehlermeldung

Folgende Meldungen sind möglich:

- NOT-HALT-Warmmeldung
- Sicherheitshalt-Warmmeldung
- System-Fehler-Meldung

5 Softwarebeschreibung

- Betriebsart-Wechsel-Warntmeldung

5.13.1 NOT-HALT-Warntmeldung

Nach Auslösen des NOT-HALT:

Der Button **Quittieren** ist zunächst deaktiviert.

Der Button **Quittieren** wird aktiviert, sobald der NOT-HALT-Taster entriegelt wird.



Abb. 5-67: NOT-HALT-Warntmeldung

Durch Tippen auf den Button **Quittieren** öffnet sich ein Pop-up-Fenster zur Bestätigung des Quittier-Vorganges.

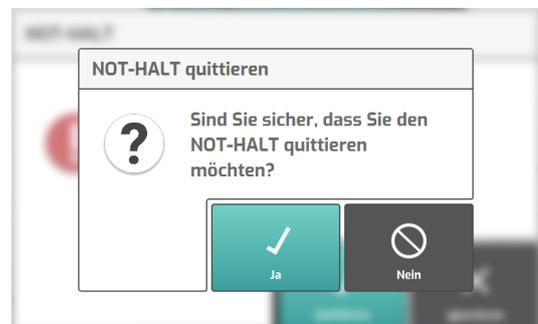


Abb. 5-68: NOT-HALT – Quittieren bestätigen



Verhalten im Notfall s. Abschnitt 8.1 (S. 119).

5.13.2 Sicherheitshalt-Warntmeldung

Nach Auslösen des Sicherheitshalts:

Der Button **Quittieren** ist zunächst deaktiviert. Der Button **Quittieren** wird aktiviert, sobald die Ursache des Sicherheitshalts beseitigt wird (z. B. die Schutztür einer Sicherheitszelle wird wieder geschlossen oder im Überwachungsbereich eines Sicherheitsscanners befinden sich keine Objekte mehr).

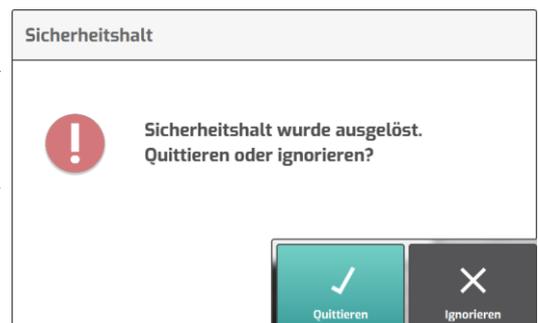


Abb. 5-69: Sicherheitshalt-Warntmeldung

Durch Tippen auf den Button **Quittieren** öffnet sich ein Pop-up-Fenster zur Bestätigung des Quittier-Vorganges.

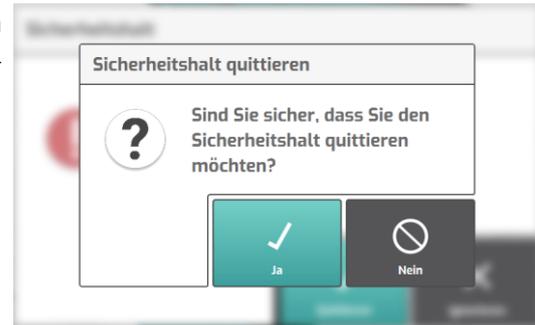


Abb. 5-70: Sicherheitshalt – Quittieren bestätigen

5.13.3 System-Fehler-Meldung

Bei Störungen am Robotersystem werden entsprechende Fehlermeldungen (System-Fehler) am Bedienpanel angezeigt.

Treten ein oder mehrere System-Fehler auf, erscheint ein entsprechendes Pop-up-Fenster.

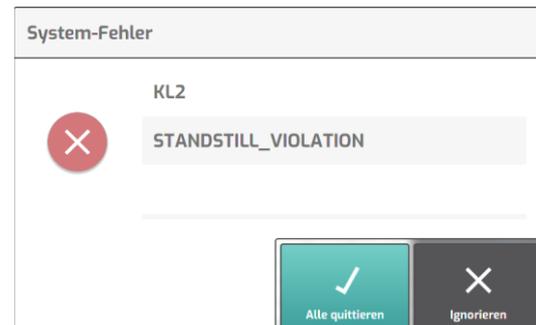


Abb. 5-71: System-Fehler – Quittieren

Durch Tippen auf den Button **Alle quittieren** öffnet sich ein Pop-up-Fenster zur Bestätigung des Quittier-Vorganges.



Abb. 5-72: System-Fehler – Quittieren bestätigen

5 Softwarebeschreibung

Nachdem alle System-Fehler quitiert wurden, kann der normale Betrieb fortgesetzt werden.

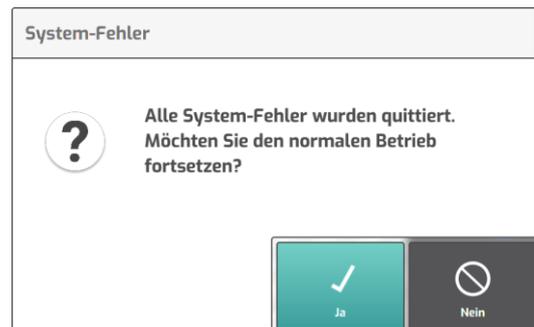


Abb. 5-73: Betrieb fortsetzen – Abfrage

Durch Tippen auf den Button **Ja** öffnet sich das Pop-up-Fenster zur Bestätigung des Fortsetzens.

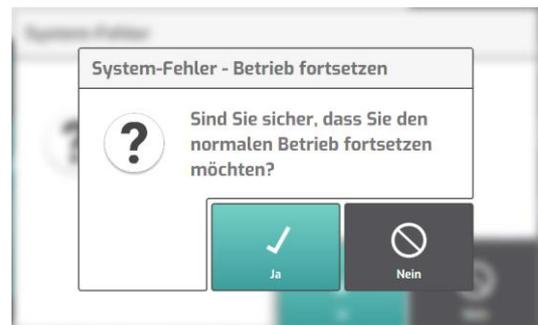


Abb. 5-74: Betrieb fortsetzen – Bestätigen

5.13.4 Betriebsart-Wechsel-Warmmeldung

Der Wechsel der Betriebsart führt zum Stopp des Roboters. Am Display erscheint ein entsprechendes Pop-up-Fenster. Um fortzufahren, muss die Warmmeldung bestätigt werden. Währenddessen muss der Zustimmungstaster losgelassen werden.

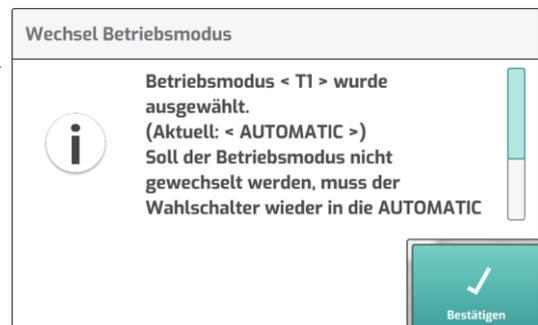


Abb. 5-75: Wechsel Betriebsart – Abfrage

Durch Tippen auf den Button **Bestätigen** öffnet sich ein Pop-up-Fenster zur Bestätigung des Betriebsart-Wechsels.

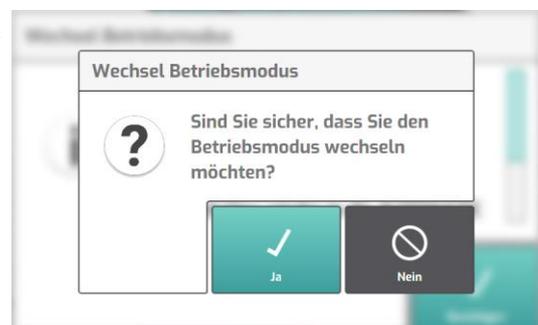


Abb. 5-76: Wechsel Betriebsart – Bestätigen

Nach Bestätigen des Betriebsart-Wechsels wird in der Menüleiste das Symbol für die entsprechende Betriebsart farblich hervorgehoben.

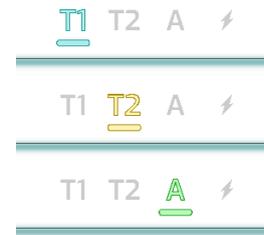


Abb. 5-77: Anzeige der aktuellen Betriebsart

6 Transport und Montage

6 Transport und Montage

6.1 Transport



VORSICHT!

Verletzungsgefahr durch Überbelastung oder durch Herabstürzen des Roboters

- ▶ Der Roboter muss **von mindestens zwei Personen ausschließlich am Schwenkarm angehoben** werden, um eine Überbelastung oder ein Herabstürzen des Roboters zu verhindern. Wenn möglich sollte der Roboter gut befestigt auf einem geeigneten fahrbaren Untersatz transportiert werden.
- ▶ Vermeiden Sie unbedingt, dass der Roboter in Schiefelage gerät. Das Anheben des Roboters muss vorsichtig und von beiden Personen zeitgleich erfolgen.



ACHTUNG!

Gefahr der Beschädigung des Roboters.

- ▶ Halten Sie den Roboter ausschließlich am Schwenkarm.
- ▶ Bewegen Sie die Achsen des Roboters nicht gewaltsam.

Im Auslieferungszustand befindet sich der Roboter in Transportposition.

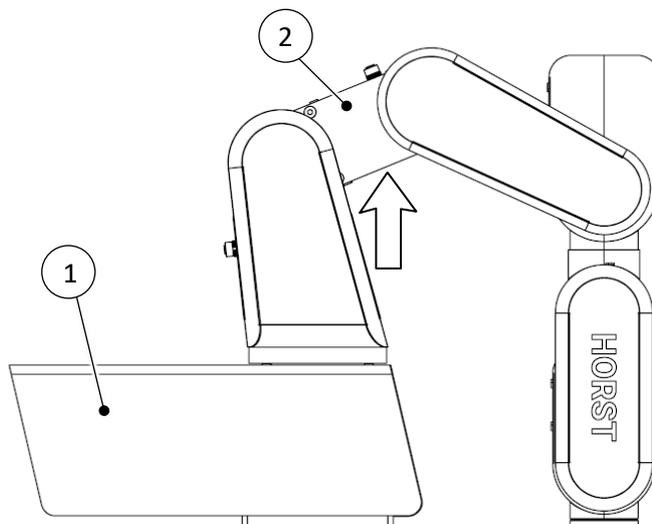


Abb. 6-1: *Transportposition*

- 1 Roboter
- 2 Schwenkarm (beim Pfeil greifen)

Um das Robotersystem zu transportieren:

- ▶ Bringen Sie den Roboter in Transportposition.
- ▶ Demontieren Sie das Robotersystem (s. Abschnitt 6.5, S. 113) von der Montagefläche.

- ▶ Verpacken Sie Roboter, Schaltschrank und Bedienpanel sicher.



ACHTUNG!

Für den Transport muss sich das Robotersystem in der Originalverpackung der Firma fruitcore robotics GmbH befinden.

- ▶ Während des weiteren Transportes muss das Robotersystem gegen Umstürzen und Herunterfallen gesichert sein.

6.2 Montage



GEFAHR!

Gefahr durch fehlerhafte Montage und Inbetriebnahme

- ▶ Montage und Inbetriebnahme dürfen nur von Personen mit technischer und elektrotechnischer Ausbildung durchgeführt werden, die zusätzlich von der Firma fruitcore robotics GmbH autorisiert wurden.
- ▶ Wand- und Deckenmontage ausschließlich nach Absprache mit fruitcore robotics GmbH



VORSICHT!

Verletzungsgefahr durch Herabstürzen des Roboters

- ▶ Sichern Sie den Roboter gegen Kippen bis er auf der Montagefläche befestigt wurde.



ACHTUNG!

Gefahr der Beschädigung des Roboters.

- ▶ Heben Sie den Roboter nur am Schwenkarm an.
- ▶ Bewegen Sie die Achsen des Roboters nicht gewaltsam.



Die Vorgaben zum Zustand der Montagefläche entnehmen Sie dem Abschnitt 3.1 (S. 21).

Vor Aufstellung beachten:

- ▶ Prüfen Sie die Baugruppen auf Beschädigungen. Beschädigte Teile dürfen nicht montiert/verwendet werden.
- ▶ Gewährleisten Sie, dass ausreichend Platz vorhanden ist, damit sich der Roboterarm frei bewegen kann. Im Arbeitsbereich dürfen sich keine Hindernisse befinden.
- ▶ Wenn der Roboter mit anderen Maschinen in einer Anlage kombiniert wird, vergewissern Sie sich, dass die anderen Maschinen den Roboter nicht beschädigen können.
- ▶ Stellen Sie sicher, dass geeignete Schutzeinrichtungen (z. B. trennende Schutzeinrichtung, Lichtgitter oder Sicherheits-Laserscanner) installiert werden. Die Schutzeinrichtungen müssen zum Stopp der Roboterbewegungen innerhalb des Gefahrenbereichs führen.
- ▶ Sicherheitsgeräte (NOT-HALT, Sicherheitshalt) dürfen ausschließlich an sicherheitsrelevanten Schnittstellen angeschlossen werden und müssen redundant ausgelegt werden.

6 Transport und Montage

6.2.1 Roboter montieren

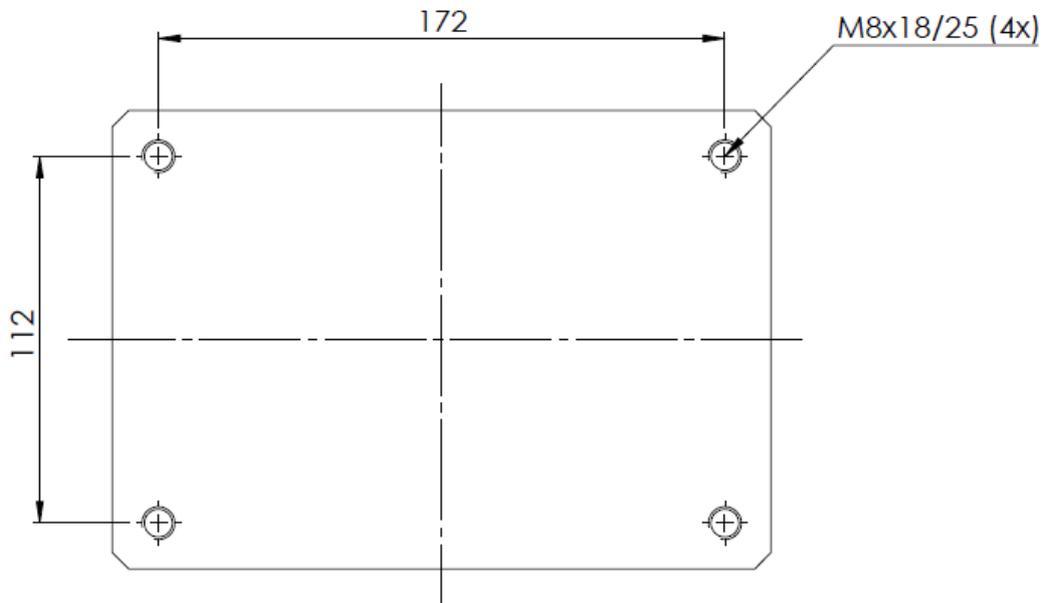


Abb. 6-2: Bohrbild für Sockelmontage

- ▶ Bereiten Sie die Montagefläche entsprechend des Bohrbildes vor (s. Abb. 6-2).
- ▶ Heben Sie den Roboter am Schwenkarm an und positionieren Sie ihn auf der vorbereiteten Montagefläche.
- ▶ Sichern Sie den Roboter gegen Kippen bis er auf der Montagefläche befestigt wurde.
- ▶ Befestigen Sie den Roboter mit den 4 mitgelieferten Montageschrauben (DIN 7984, M8x20) mit 20 Nm.

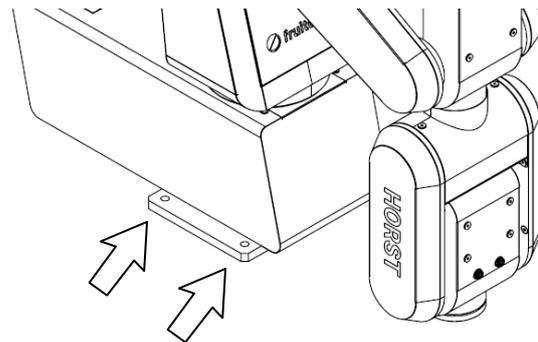


Abb. 6-3: Montageschrauben befestigen

6.2.2 Anbauteile montieren

An den Roboter können Anbauteile wie Greifer oder Prüfinstrumente angebaut werden.



WARNUNG!

Veränderung des Gefahrenbereiches durch Anbauteile

- ▶ Beachten Sie, dass sich durch Anbauteile die Reichweite des Roboters und damit der Gefahrenbereich verändern.



WARNUNG!

Gefahr durch Herausschleudern der Anbauteile während des Betriebes

- ▶ Vergewissern Sie sich vor Inbetriebnahme, dass das Anbauteil ordnungsgemäß festgeschraubt ist.

Der Roboter ist mit einer Schnittstelle für Anbauteile ausgerüstet. Sie verfügt über vier Löcher mit M6-Gewinde zur Befestigung der Anbauteile.

Wenn eine sehr genaue Montage der Anbauteile angestrebt wird, kann das $\varnothing 6$ -Loch mit einem Stift verwendet werden.

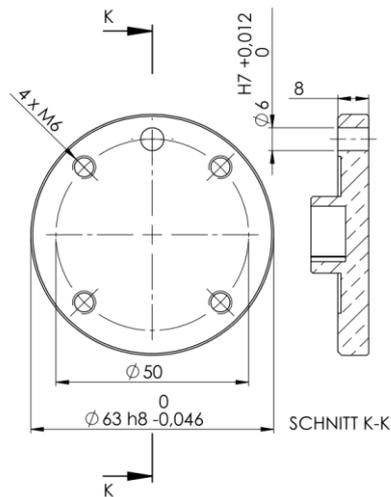


Abb. 6-4: Mechanische Schnittstelle für Anbauteile



Informationen über optionale Anbauteile der Firma fruitcore robotics GmbH entnehmen Sie dem Anhang.



Informationen über Anbauteile fremder Hersteller entnehmen Sie deren Dokumentationen.



Anbauteile (z. B. Pneumatikventile) können nach Rücksprache mit fruitcore robotics GmbH am Roboterarm angebracht.



ACHTUNG!

Beim Verlegen von Pneumatikventilen und -leitungen beachten:

- ▶ Beim Anbau die Kollisionsgefahr mit anderen Baugruppen berücksichtigen.
- ▶ Die Leitungen dürfen durch die Bewegungen des Roboters nicht gequetscht oder abgerissen werden und sie müssen gegen Lösen gesichert werden (ggf. mit Kabelbindern o. ä.).

6.2.3 Schaltschrank aufstellen

- ▶ Platzieren Sie den Schaltschrank so, dass:

6 Transport und Montage

- das Verbindungskabel bis zum Roboter gelegt werden kann,
- er geschützt vor Beschädigungen und Herabstürzen ist,
- ein freier Raum von 100 mm nach allen Seiten gegeben ist, (Die Lüftungsschlitze müssen frei sein.),
- die Zugänglichkeit zu den Schaltern und Anschlüssen auch von außerhalb des geschützten Bereichs gewährleistet ist.



ELEKTRISCHE SPANNUNG!



Mögliche Personenschäden durch anliegende elektrische Spannung

- ▶ Stellen Sie sicher, dass die Kabel und der Schaltschrank nicht in direkten Kontakt mit Flüssigkeiten kommen.
- ▶ Der Schaltschrank darf nicht in staubigen oder feuchten Umgebungen, die die Schutzart IP20 überschreiten, eingesetzt werden. Leitfähiger Staub ist besonders zu vermeiden.



Die Länge der mitgelieferten Kabel entnehmen Sie den Technischen Daten.

6.3 Elektrischer Anschluss



ELEKTRISCHE SPANNUNG!



Mögliche Personenschäden durch anliegende elektrische Spannung

- ▶ Arbeiten an der elektrischen Ausrüstung dürfen nur von entsprechend ausgebildetem Fachpersonal den elektrotechnischen Regeln entsprechend durchgeführt werden.
- ▶ Benutzen Sie ausschließlich das mitgelieferte Netzkabel zum Anschluss an das Stromnetz. Beschädigte Kabel dürfen nicht verwendet werden.



ELEKTRISCHE SPANNUNG!



Mögliche Personenschäden durch anliegende elektrische Spannung

- ▶ Stellen Sie sicher, dass während der Arbeiten am Roboter die Stromversorgung unterbrochen ist und dass diese nicht unbeabsichtigt eingeschaltet werden kann.



GEFAHR!

Gefahr durch falsch angeschlossene NOT-HALT-Geräte

- ▶ Verwenden Sie zum Anschluss von externen NOT-HALT-Geräten nur die Schnittstelle für NOT-HALT-E/A. Schließen Sie an Normal-E/A oder an Sicherheitshalt-E/A keine NOT-HALT-Geräte an.



GEFAHR!

Gefahr durch falsch angeschlossene Sicherheitshalt-Geräte

- ▶ Verwenden Sie zum Anschluss von externen Sicherheitshalt-Geräten (z. B. Sicherheits-Laserscanner) nur die Schnittstelle für Sicherheitshalt-E/A. Schließen Sie an Normal-E/A oder an NOT-HALT-E/A keine Sicherheitshalt-Geräte an.



WARNUNG!

Durch nicht ordnungsgemäße Erdung kann es zu EMV-Problemen kommen.

- ▶ Sorgen Sie bei der Erdung des Robotersystems für entsprechende Schutz- und Funktionsmaßnahmen gemäß DIN VDE 0100 und EMV-Richtlinie 2014/30/EU.
- ▶ Stellen Sie sicher, dass das Robotersystem ordnungsgemäß geerdet ist. D. h. es muss eine gemeinsame elektrische Verbindung aller zum System gehörigen Elemente zur Masse geben.



WARNUNG!

Stolpergefahr

- ▶ Stellen Sie sicher, dass Kabel und Schläuche zur Medienführung und Energieversorgung ordnungsgemäß verlegt und gesichert werden.



WARNUNG!

Unerwartete Bewegungen des Roboters

- ▶ Schließen Sie die Stromversorgung erst an, wenn Sie sicher sind, dass die Montage vollständig abgeschlossen und korrekt erfolgt ist.



ACHTUNG!

Verwenden Sie nur die mit dem Robotersystem gelieferten Originalkabel. Setzen Sie den Roboter nicht für Anwendungen ein, bei denen die Kabel Biegungen ausgesetzt sind.

6.3.1 Anschlüsse am Schaltschrank



Bei der Einbindung in eine Gesamtanlage muss das Robotersystem in den NOT-HALT-Kreis der übergeordneten Anlage integriert werden.



Die E/A Schnittstellenbeschreibung finden Sie in Abschnitt 3.5, S. 23.

6 Transport und Montage

- 1 Kabeldurchführung für Ein-/Ausgänge (Schnittstellen)
- 2 Stecker des Roboteranschlusses

- ▶ Nehmen Sie die Abdeckung der Kabeldurchführung (1) ab.
⇒ Die Anschlüsse für E/A sind jetzt zugänglich.
- ▶ Schließen Sie ggf. Ein-/Ausgänge am Schaltschrank an.

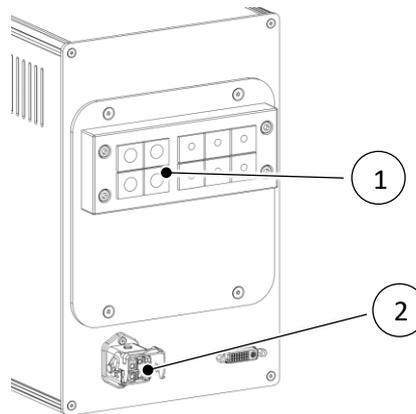


Abb. 6-5: Schaltschrank – Schnittstellen

- ▶ Befestigen Sie die Abdeckung der Kabeldurchführung (1) wieder.
- ▶ Stecken Sie das Verbindungskabel (2) am Schaltschrank an.

6.3.2 Anschluss des Roboters



ACHTUNG!

Das Roboteranschlusskabel muss vor Einschalten der Stromversorgung am Schaltschrank eingesteckt und verschraubt werden. **Es darf nur im stromlosen Zustand entfernt werden.** Der Roboteranschluss darf während des Betriebs auf keinen Fall getrennt werden. Das Kabel darf nicht verlängert oder geöffnet werden.

- ▶ Stecken Sie das Verbindungskabel vom Schaltschrank am Roboter an.

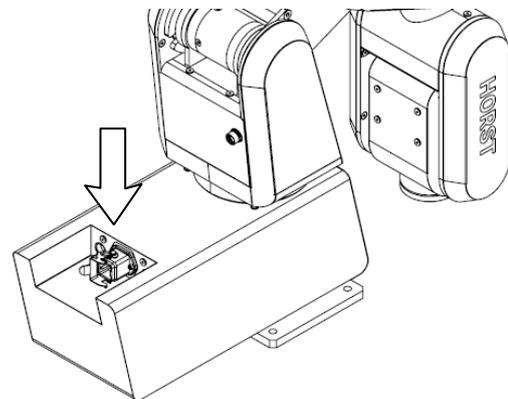


Abb. 6-6: Schnittstelle am Roboter

6.3.3 Elektrischer Anschluss von Bauteilen am Roboterarm



Die E/A Schnittstellenbeschreibung finden Sie in Abschnitt 3.5, S. 23.

- ▶ Verbinden Sie das Werkzeug/Messgerät an den Steckverbindungen.

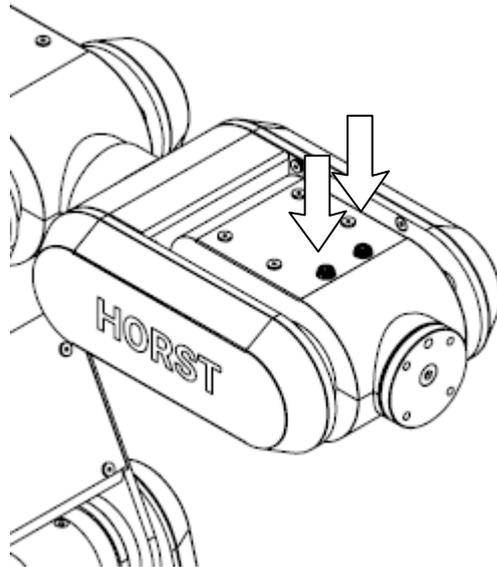


Abb. 6-7: Anschlussmöglichkeiten für elektrische Anbauteile

6.3.4 Netzanschluss des Schaltschranks



ELEKTRISCHE SPANNUNG!

- ▶ Stellen Sie sicher, dass alle Kabel korrekt angeschlossen sind, bevor der Schaltschrank mit Strom versorgt wird. Verwenden Sie immer das mitgelieferte Original-Stromkabel.
- ▶ Stellen Sie sicher, dass der Roboter geerdet ist (Verbindung des Netzsteckers zu PE Schutzleiter). Es muss ein geeigneter RCD (Fehlerstrom-Schutzschalter) installiert sein.
- ▶ Schließen Sie den Schaltschrank mit dem mitgelieferten Netzkabel an das Stromnetz an. Das Netzkabel so verlegen, dass es vor Beschädigung gesichert ist.

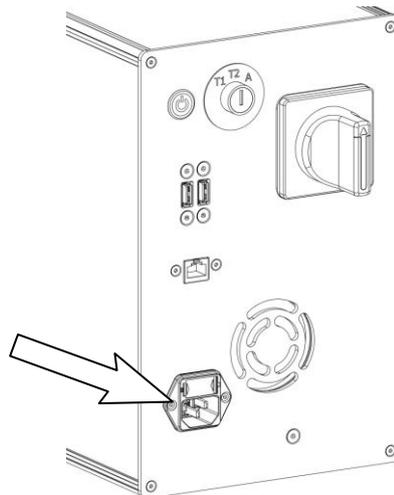


Abb. 6-8: Stromanschluss am Schaltschrank

6 Transport und Montage

6.4 Pneumatischer Anschluss von Anbauteilen



ACHTUNG!

Am Roboterarm verlegte Leitungen müssen gegen Lösen gesichert sein.



Die pneumatischen Anschlusswerte entnehmen Sie der Dokumentation der Hersteller der Anbauteile.

- ▶ Wenn alle pneumatischen Bauteile (Greifer, Leitungen, Ventile) sicher montiert sind, die Druckluftzufuhr anschließen.

6.5 Demontage des Robotersystems

- ▶ Fahren Sie den Roboter in Transportposition (s. Abb. 6-1).
- ▶ Setzen Sie den Roboter still (s. Abschnitt 8.4, S. 122).
- ▶ Demontieren oder sichern Sie ggf. Anbauteile.
- ▶ Trennen und entfernen Sie ggf. Elektrische und pneumatische Leitungen von Energieversorgung.
- ▶ Trennen Sie das Verbindungskabel zwischen Roboter und Schaltschrank.
- ▶ Demontieren Sie den Roboter.
- ▶ Bereiten Sie das Robotersystem ggf. für den Transport vor (s. Abschnitt 6.1, S. 105).

7 Inbetriebnahme



GEFAHR!

Gefahr durch fehlerhafte Inbetriebnahme

- ▶ Die Inbetriebnahme darf nur von Personen mit technischer und elektrotechnischer Ausbildung durchgeführt werden, die zusätzlich von der Firma fruitcore robotics GmbH autorisiert wurden.

Vor Inbetriebnahme:

- ▶ Vergewissern Sie sich, dass eventuelle Transporteinrichtungen oder Transportsicherungen entfernt wurden.
- ▶ Vergewissern Sie sich, dass der Roboter und ggf. Anbauteile ordnungsgemäß und sicher festgeschraubt sind.
- ▶ Gewährleisten Sie, dass ausreichend Platz vorhanden ist, damit sich der Roboterarm frei bewegen kann. Im Arbeitsbereich dürfen sich keine Hindernisse oder Personen befinden.
- ▶ Beachten Sie, dass sich durch Anbauteile und Werkstücke die Reichweite des Roboters und damit der Gefahrenbereich verändern.
- ▶ Wenn der Roboter mit anderen Maschinen in einer Anlage kombiniert wird, vergewissern Sie sich, dass die anderen Maschinen den Roboter nicht beschädigen können.
- ▶ Stellen Sie sicher, dass die Sicherheitsmaßnahmen entsprechend der Risikobewertung eingerichtet und konfiguriert sind, damit Inbetriebnahmepersonal, Bediener und umstehende Personen geschützt sind.
- ▶ Machen Sie sich vor Inbetriebnahme mit der Arbeitsumgebung des Robotersystems vertraut.
- ▶ Stellen Sie sicher, dass geeignete Schutzeinrichtungen (z. B. trennende Schutzeinrichtung, Lichtgitter oder Sicherheits-Laserscanner) installiert wurden. Die Schutzeinrichtungen müssen zum Stopp der Roboterbewegungen innerhalb des Gefahrenbereichs führen. Überprüfen Sie die ordnungsgemäße Funktion der Schutzeinrichtungen.
- ▶ Bei Beschädigungen an Roboter, Schaltschrank oder mechanischer Schnittstelle, sowie jeglichen Teilen der Schutzeinrichtung darf der Roboter nicht verwendet werden.
- ▶ Sicherheitsgeräte (NOT-HALT, Sicherheitshalt) dürfen ausschließlich an sicherheitsrelevanten Schnittstellen angeschlossen sein und müssen redundant ausgelegt werden.
- ▶ Betreiben Sie das Robotersystem nur in unbeschädigtem Zustand.
- ▶ Überprüfen Sie täglich die NOT-HALT- und Sicherheitshalt-Funktionen.
- ▶ Betreten Sie während des Betriebes den Gefahrenbereich des Roboters nicht und berühren Sie den Roboter nicht.
- ▶ Stellen Sie sicher, dass der Roboter geerdet ist (Verbindung des Netzsteckers zu PE Schutzleiter). Es muss ein geeigneter RCD (Fehlerstrom-Schutzschalter) installiert sein.
- ▶ Vor dem Einschalten der Stromversorgung muss sichergestellt sein, dass das Verbindungskabel zwischen Schaltschrank und Roboter und das Netzkabel an der Stromversorgung angeschlossen ist.

7 Inbetriebnahme

7.1 Robotersystem einschalten

- ▶ Schalten Sie den Hauptschalter am Schaltschrank auf **EIN**.
 - ⇒ Auf dem Bedienpanel startet die Software (horstFX).
 - ⇒ Das Hauptmenü erscheint auf dem Display.

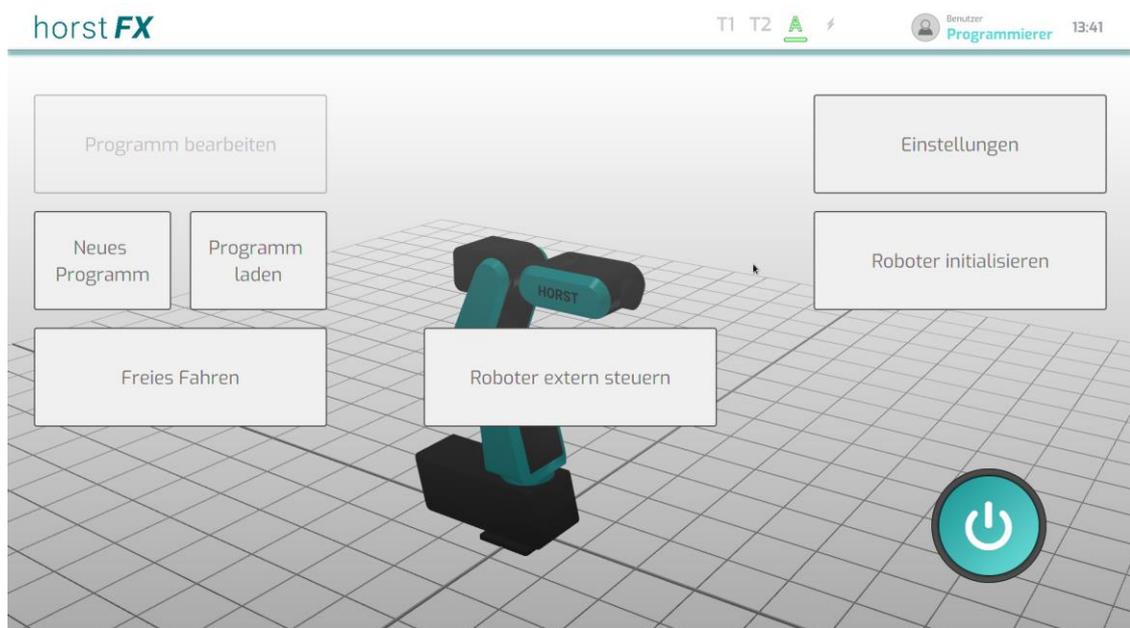


Abb. 7-1: Hauptmenü

- ⇒ Falls bei der letzten Verwendung der Software (horstFX) eine Benutzer-Rolle angemeldet war, welche nicht die Berechtigung besitzt nach Neustart angemeldet zu bleiben, erscheint das Pop-up-Fenster zum Wechseln der Benutzer-Rolle.

Informationen zu den Benutzer-Rollen entnehmen Sie bitte Abschnitt 5.3 (S. 35).



Abb. 7-2: Wechsel Benutzer-Rolle

- ▶ Wählen Sie im Hauptmenü **Mit Roboter verbinden**.
- ▶ Warten Sie bis am Display „Verbindung zum Roboter erfolgreich hergestellt.“ angezeigt wird.

Im nächsten Schritt muss der Roboter initialisiert werden.

7.2 Roboter initialisieren



WARNUNG!

Stoß und Quetschgefahr durch Bewegungen des Roboters

Die Sicherheitshalt-Funktion ist beim Initialisieren deaktiviert.

- ▶ Sperren Sie im Initialisierungsbetrieb den Bereich um den Roboter ab und sichern Sie ihn gegen Zutritt von unbefugten Personen. Es dürfen sich keine Personen im Gefahrenbereich des Roboters aufhalten.

Die Initialisierung muss nach jedem Einschalten des Robotersystems durchgeführt werden, wenn die Stromzufuhr unterbrochen wurde.



Während der Initialisierung sollten Sie den Zustimmungstaster durch absichtliches gelegentliches Loslassen und Durchdrücken auf Funktion überprüfen.

- ▶ Wählen Sie im Hauptmenü **Roboter initialisieren**.
⇒ Das Menü **Automatische Initialisierung** erscheint.

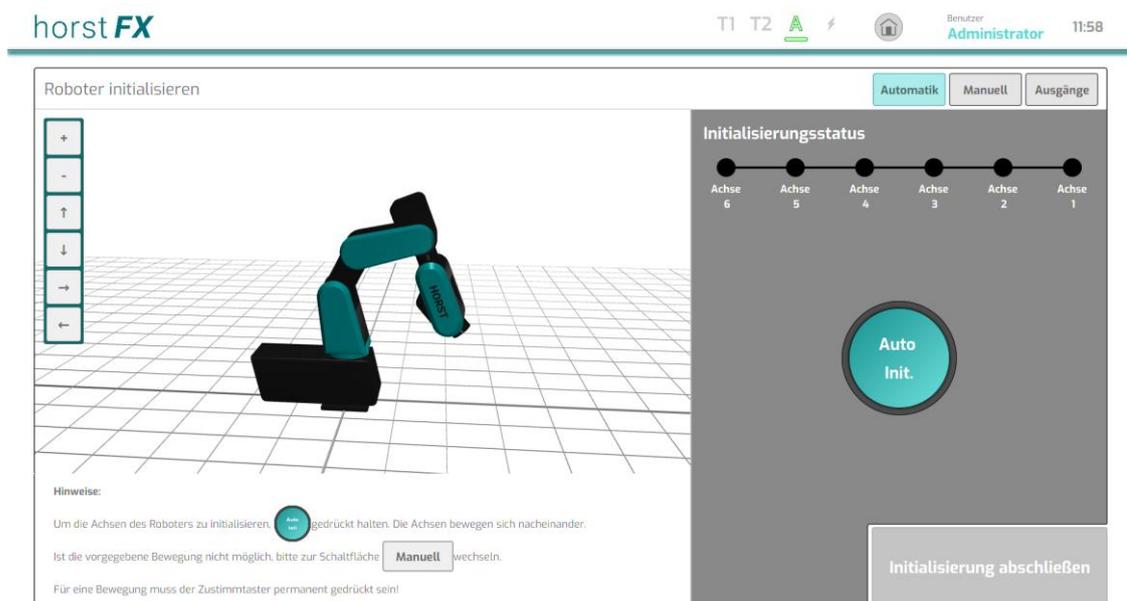


Abb. 7-3: Menü *Automatische Initialisierung*

Rechts oben im Menü wird der Initialisierungsstatus der sechs Achsen des Roboters in Form von Punkten angezeigt. Die Achsen, die noch nicht initialisiert sind, werden als schwarzer Punkt angezeigt. Nach der Initialisierung wechselt die Farbe zu Türkis.

- ▶ Halten Sie den Zustimmungstaster in Mittelstellung gedrückt.
- ▶ Berühren Sie dauerhaft den Button **Auto Init.**
⇒ Die automatische Initialisierung der Achsen wird durchgeführt.

7 Inbetriebnahme

⇒ Wenn die Initialisierung erfolgreich war, werden alle sechs Punkte (Initialisierungsstatus) der Achsen in der Farbe Türkis angezeigt.

Um die Initialisierung durchzuführen, müssen die Achsen (beginnend mit Achse 6) nacheinander eine Bewegung ausführen. Ist dies nicht möglich, müssen die Achsen manuell bewegt werden. Wechseln Sie in diesem Fall in das Menü **Manuelle Initialisierung**.



ACHTUNG!

Beobachten Sie den Roboter, um Kollisionen zu vermeiden.

► Wählen Sie den Button **Manuell**.

⇒ Das Menü **Manuelle Initialisierung** erscheint.

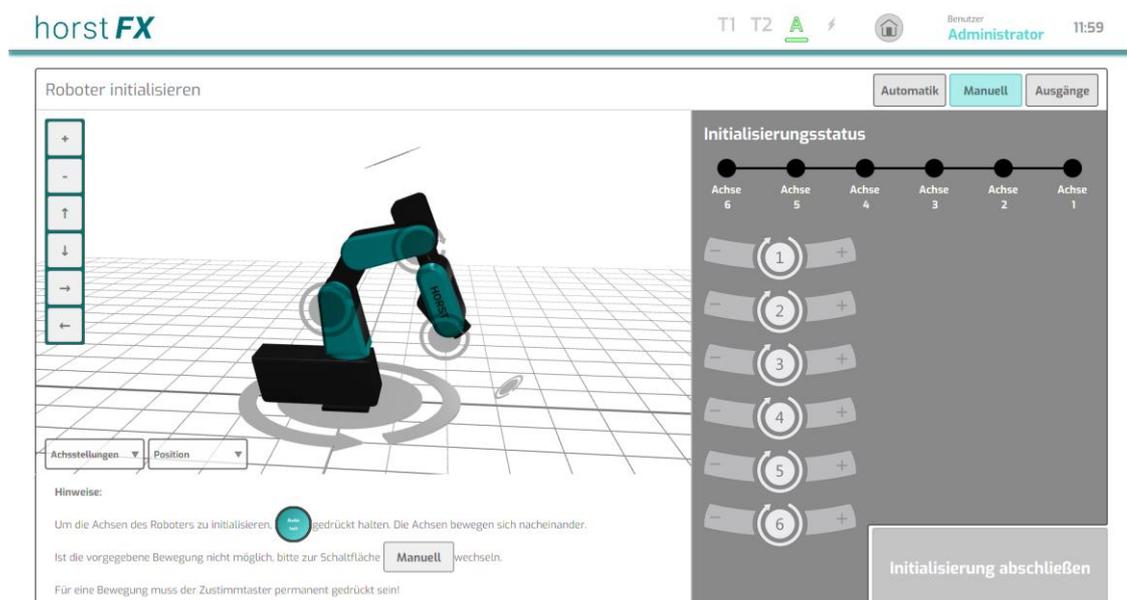


Abb. 7-4: Menü **Manuelle Initialisierung**

Die Achsen können hier manuell verfahren werden, falls die automatische Initialisierung nicht möglich ist.

► Halten Sie den Zustimmungstaster in Mittelstellung gedrückt.

► Wählen Sie die Achsen nacheinander an und bewegen Sie diese etwas, bis eine erfolgreiche Initialisierung angezeigt wird.

⇒ Wenn die Initialisierung erfolgreich war, wird der Punkt (Initialisierungsstatus) der jeweiligen Achse in der Farbe Türkis angezeigt.

Ggf. muss ein Greifer geöffnet werden, um die Initialisierung durchführen zu können. Wechseln Sie in diesem Fall über den Button **Ausgänge** in das Menü **Roboter initialisieren – Ausgänge**.

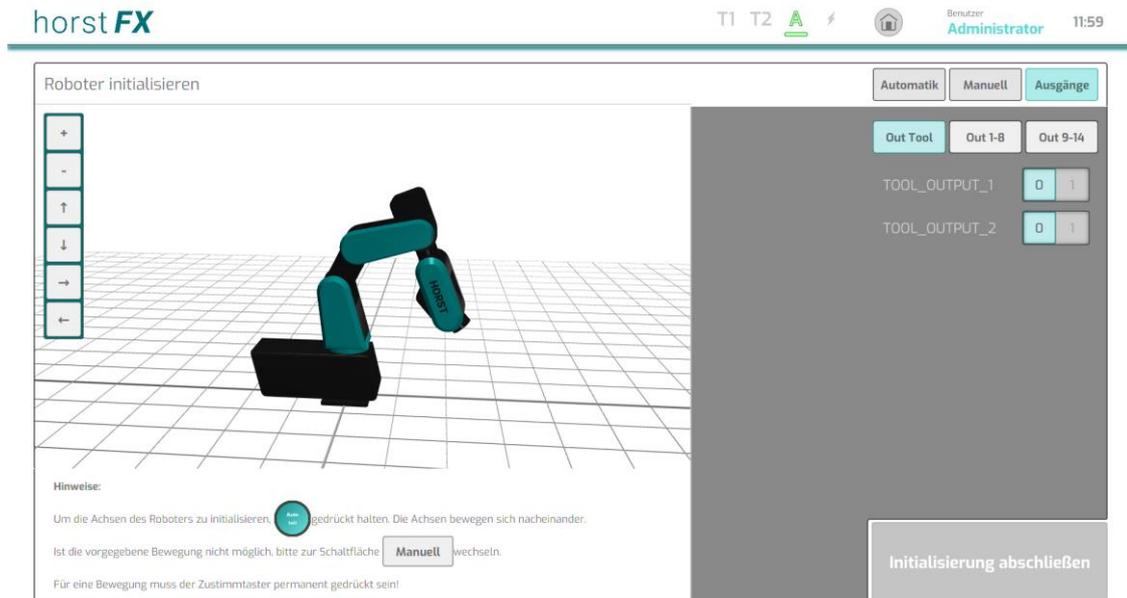


Abb. 7-5: Menü *Roboter initialisieren – Ausgänge*

Hier können Ausgänge manuell geschaltet werden. Beispielsweise kann ein Greifer geöffnet werden, bevor die Initialisierungsfahrt fortgesetzt wird.

- ▶ Schalten Sie den gewünschten Ausgang über den entsprechenden Umschalt-Button.

Die automatische/manuelle Initialisierung der Achsen war erfolgreich, wenn alle sechs Punkte (Initialisierungsstatus) der Achsen in der Farbe Türkis angezeigt werden.

- ⇒ Der Button **Initialisierung abschließen** wird aktiviert.
- ▶ Betätigen Sie den Button **Initialisierung abschließen**.
 - ⇒ Die Initialisierung des Roboters wird abgeschlossen.
 - ⇒ Das Hauptmenü wird wieder angezeigt.
 - ⇒ Der Roboter ist bereit.

8 Betrieb

8 Betrieb

Der Roboter kann in 3 Betriebsarten betrieben werden. Der Wechsel der Betriebsarten erfolgt über den Schlüsselschalter am Schaltschrank.

Folgende Betriebsarten sind vorgesehen:

- Teachen T1 (manueller Betrieb mit reduzierter Geschwindigkeit)
- Teachen T2 (manueller Betrieb mit hoher Geschwindigkeit)
- Automatikbetrieb



WARNUNG!

Gefahr durch Versagen der NOT-HALT- und Sicherheitshalt-Funktionen

- ▶ Überprüfen Sie täglich die NOT-HALT- und Sicherheitshalt-Funktionen.

8.1 Verhalten im Notfall



WARNUNG!

Stoß und Quetschgefahr durch Bewegungen des Roboters

Die Sicherheitshalt-Funktion ist beim Teachen deaktiviert.

- ▶ Sperren Sie im Teachbetrieb den Bereich um den Roboter ab und sichern Sie ihn gegen Zutritt von unbefugten Personen. Es dürfen sich keine Personen im Gefahrenbereich des Roboters aufhalten.
- ▶ Sichern Sie im Teachbetrieb das Bedienpanel und den Schaltschrank gegen Bedienung durch unbefugte Personen.



WARNUNG!

Der Roboterarm darf nur in Notfällen durch äußere Gewaltanwendung bewegt werden.

Wenn der Roboterarm im Notfall manuell bewegt wurde, können Baugruppen des Robotersystems beschädigt worden sein. Unkontrolliertes Anlaufen kann die Folge sein.

- ▶ Lassen Sie das Robotersystem durch den Kundendienst der Firma fruitcore robotics GmbH überprüfen, bevor Sie es wieder in Betrieb nehmen.

- ▶ Betätigen Sie im Notfall den NOT-HALT-Taster (1).
⇒ Alle Bewegungen des Roboters werden bis zum Stillstand abgebremst. Das Programm wird pausiert.

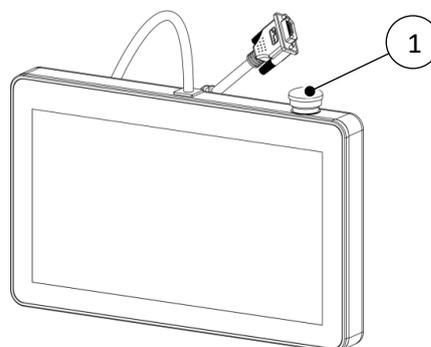


Abb. 8-1: Bedienpanel

- ▶ Im Display erscheint das Pop-up-Fenster mit der Warnmeldung, dass der NOT-HALT ausgelöst wurde.



Abb. 8-2: NOT-HALT-Warnmeldung

- ▶ Beseitigen Sie die Gefahrensituation.

Zurücksetzen des NOT-HALT

- ▶ Prüfen Sie vor dem Zurücksetzen des NOT-HALT, ob die Gefahr beseitigt wurde.
- ▶ Entriegeln Sie den NOT-HALT-Taster durch Herausziehen.
 - ⇒ Der Button **Quittieren** wird aktiviert.
- ▶ Quittieren Sie die Warnmeldung am Display.
 - ⇒ Wurde der NOT-HALT zurückgesetzt, läuft das Programm erst weiter, sobald es manuell fortgesetzt wird.

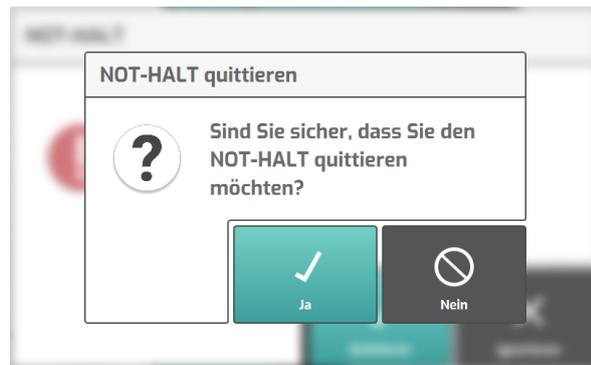


Abb. 8-3: NOT-HALT – Quittieren bestätigen

8.2 Teachbetrieb



WARNUNG!

Stoß und Quetschgefahr durch Bewegungen des Roboters

Die Sicherheitshalt-Funktion ist beim Teachen deaktiviert.

- ▶ Sperren Sie im Teachbetrieb den Bereich um den Roboter ab und sichern Sie ihn gegen Zutritt von unbefugten Personen. Es dürfen sich keine Personen im Gefahrenbereich des Roboters aufhalten.
- ▶ Sichern Sie im Teachbetrieb das Bedienpanel und den Schaltschrank gegen Bedienung durch unbefugte Personen.



Der Roboter lässt sich manuell nur im Zweihandbetrieb verfahren. Um den Roboter zu bewegen muss in den Betriebsarten T1 und T2 immer der Zustimmungstaster in Mittelstellung gedrückt gehalten werden. Zusätzlich muss das gewünschte Steuerungselement auf dem Display gedrückt gehalten werden. Sobald eine der beiden Bedingungen nicht mehr erfüllt ist, bremst der Roboter bis zum Stillstand ab.

- ▶ Schalten Sie das Robotersystem ein (s. Abschnitt 7.1, S. 115).

8 Betrieb



Wurde zuvor die Stromzufuhr unterbrochen, muss der Roboter erneut initialisiert werden.

- ▶ Führen Sie ggf. die Initialisierung des Roboters durch (s. Abschnitt 7.2, S. 116).



Der Wechsel der Betriebsart führt zum Stopp des Roboters. Am Display erscheint eine Warnmeldung. Um fortzufahren muss die Meldung bestätigt werden. Währenddessen muss der Zustimmungstaster losgelassen werden.

Der Teachbetrieb kann durch zwei Betriebsarten erfolgen: **T1** oder **T2**.

T1 – Programmierbetrieb

Die Geschwindigkeit des TCP (Tool Center Point) auf 250 mm/s begrenzt. Der Roboter kann nur mit Zustimmungstaster bewegt werden.

T2 – Programmverifikationsbetrieb

Die Geschwindigkeit des TCP (Tool Center Point) kann schneller als 250 mm/s sein. Der Roboter kann nur mit Zustimmungstaster bewegt werden.

- ▶ Schalten Sie den Schlüsselschalter am Schaltschrank auf **T1** oder **T2**. Ziehen Sie den Schlüssel ab, um ein Umschalten durch unbefugte Personen zu verhindern.
 - ⇒ Bestätigen Sie den Wechsel der Betriebsart (s. Abschnitt 5.13.4, S. 103).
 - ⇒ Erstellen, bearbeiten oder führen Sie ein Programm aus (s. Abschnitt 5.9, S. 53).

8.3 Automatikbetrieb

Im Automatikbetrieb verfährt der Roboter ohne Zustimmungstaster und der Sicherheitshalt-Eingang ist aktiv.



WARNUNG!

Stoß und Quetschgefahr durch Bewegungen des Roboters

- ▶ Stellen Sie sicher, dass geeignete Schutzeinrichtungen (z. B. trennende Schutzeinrichtung, Lichtgitter oder Sicherheits-Laserscanner) installiert wurden.
- ▶ Überprüfen Sie die ordnungsgemäße Funktion der Schutzeinrichtungen.



ACHTUNG!

Gefahr von Beschädigungen durch falsche oder fehlende Konfigurationen in der Software.

- ▶ Vor Start des Automatikbetriebes muss sichergestellt sein, dass das auszuführende Programm korrekt programmiert und getestet wurde.



ACHTUNG!

Kollisionsgefahr durch Programm-Veränderungen während des Automatikbetriebes.

- ▶ Nehmen Sie im Automatikbetrieb keine Veränderungen am Programm vor.
- ▶ Stellen Sie sicher, dass keine unbefugten Personen Zugang zum Bedienpanel haben.

- ▶ Schalten Sie das Robotersystem ein (s. Abschnitt 7.1, S. 115).



Wurde zuvor die Stromzufuhr unterbrochen, muss der Roboter erneut initialisiert werden.

- ▶ Führen Sie ggf. die Initialisierung des Roboters durch (s. Abschnitt 7.2, S. 116).



Der Wechsel der Betriebsart führt zum Stopp des Roboters. Am Display erscheint eine Warnmeldung. Um fortzufahren muss die Meldung bestätigt werden. Währenddessen muss der Zustimmungstaster losgelassen werden.

- ▶ Schalten Sie den Schüsselschalter am Schaltschrank auf **Automatik**. Ziehen Sie den Schlüssel ab, um ein Umschalten durch unbefugte Personen zu verhindern.
 - ⇒ Bestätigen Sie den Wechsel der Betriebsart (s. Abschnitt 5.13.4, S. 103).
 - ⇒ Erstellen, bearbeiten oder führen Sie ein Programm aus (s. Abschnitt 5.9, S. 53).

8.4 Stillsetzen nach Betriebsende

Bei Betriebsende muss das Robotersystem stillgesetzt werden.

- ▶ Um ein laufendes Programm abzubrechen, tippen Sie auf den Button **Programm abbrechen** (1).
 - ⇒ Der Roboter wird sofort abgebremst.

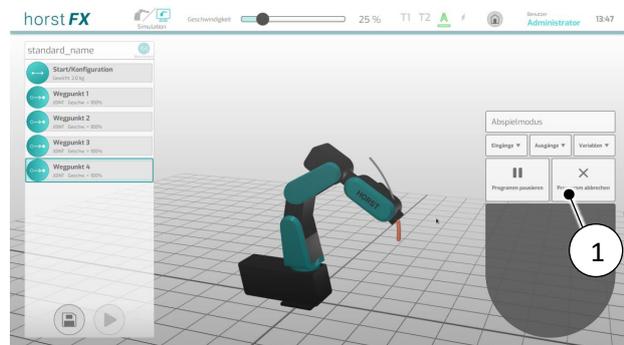


Abb. 8-4: Programmausführung abbrechen

- ▶ Prüfen Sie, dass sich der Roboter in einer sicheren Position befindet (z. B. kein Werkstück mehr im Greifer).
Bringen Sie den Roboter ggf. in eine sichere Position durch manuelles Verfahren über das Menü **Freies Fahren** (s. Abschnitt 5.7.11.1, S. 43).



ACHTUNG!

Vor dem Ausschalten des Robotersystems muss ein ordnungsgemäßes Herunterfahren des im Schaltschrank integrierten Computers für die Software (horstFX) gewährleistet werden.

8 Betrieb

- ▶ Drücken Sie auf den PC-EIN/AUS-Taster am Schaltschrank (s. Abb. 4-6, S. 31). Es erscheint ein Pop-up-Fenster. Tippen Sie in diesem Pop-up-Fenster auf den Button **Shut Down**, um den Computer für die Software (horstFX) herunterzufahren.

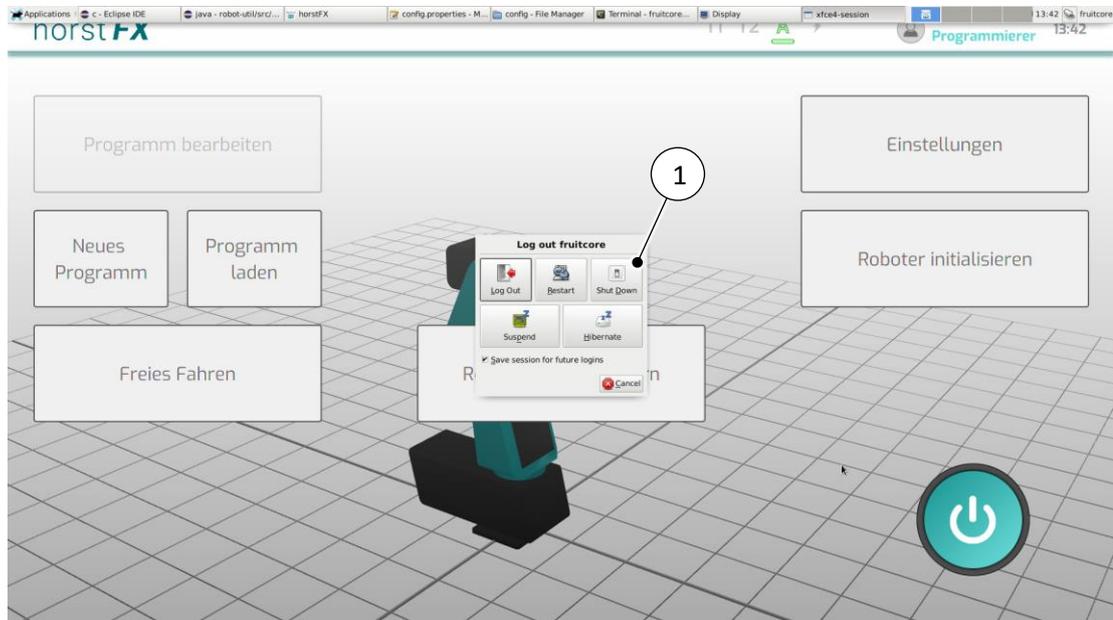


Abb. 8-5: Herunterfahren des Computers für die Software (horstFX)

- ▶ Schalten Sie den Hauptschalter am Schaltschrank auf **AUS**.
- ▶ Sichern Sie den Hauptschalter mit einem Schloss.

9 Störungsbehebung

Treten Störungen am Robotersystem auf, werden entsprechende Fehlermeldungen (System-Fehler) am Bedienpanel angezeigt.

- ▶ Folgen Sie den Anweisungen am Bedienpanel, um die Fehlerursache zu beheben.
- ▶ Quittieren Sie die Fehlermeldung am Display, wenn alle Fehlerursachen beseitigt sind.
- ▶ Rufen Sie den Service der Firma fruitcore robotics GmbH an, wenn Sie die Fehlerursachen nicht selbst beseitigen können.



Schalten Sie bei Softwareproblemen das Robotersystem gemäß Abschnitt 8.4, S. 122 aus und wie in Abschnitt 7, S. 114 beschrieben wieder ein.

10 Reinigung und Instandhaltung

10 Reinigung und Instandhaltung



GEFAHR!

Gefahr durch elektrischen Stromschlag

- ▶ Anschluss und Arbeiten an der elektrischen Einrichtung nur durch elektrotechnisches Fachpersonal.



GEFAHR!

Gefahr durch fehlerhafte Instandhaltung

- ▶ Die Instandhaltung darf nur von Personen mit technischer und elektrotechnischer Ausbildung durchgeführt werden, die zusätzlich von der fruitcore robotics GmbH autorisiert wurden.



WARNUNG!

Stoß und Quetschgefahr durch unerwartete Bewegungen des Roboters

- ▶ Entfernen Sie vor Reinigung und Instandhaltung ggf. Werkstücke aus dem Greifer.
- ▶ Trennen Sie vor der Durchführung von Reinigungs- und Instandhaltungsarbeiten das Robotersystem vom Stromnetz und von der Druckluftzufuhr.
- ▶ Sperren Sie den Gefahrenbereich ab und sichern Sie ihn gegen Zutritt unbefugter Personen.
- ▶ Stellen Sie Warnschilder auf, um eine Inbetriebnahme des Systems während der Arbeiten zu verhindern. Sichern Sie das Bedienpanel und den Schaltschrank gegen Bedienung durch unbefugte Personen.



WARNUNG!

Gefahr durch fehlende Schutzeinrichtungen und defekte / beschädigte Baugruppen oder Zubehörteile

- ▶ Montieren Sie nach Abschluss der Arbeiten wieder alle Schutzeinrichtungen. Prüfen Sie alle Baugruppen und Zubehörteile.
- ▶ Führen Sie nach Abschluss der Instandhaltungsarbeiten einen Testlauf des gesamten Systems durch und prüfen Sie die korrekte Funktionsweise.



WARNUNG!

Der Roboterarm darf nicht durch äußere Gewaltanwendung bewegt werden.

Wenn der Roboterarm im Notfall manuell bewegt wurde, können Baugruppen des Robotersystems beschädigt worden sein. Unkontrolliertes Anlaufen kann die Folge sein.

- ▶ Lassen Sie das Robotersystem durch den Kundendienst der Firma fruitcore robotics GmbH überprüfen bevor Sie es wieder in Betrieb nehmen.



Ersatzteile müssen von der Firma fruitcore robotics GmbH festgelegten technischen Anforderungen entsprechen. Dies ist bei Originalersatzteilen immer gewährleistet.

10.1 Reinigung

In Abhängigkeit von den Umgebungsbedingungen des Robotersystems verschmutzen die Komponenten. Reinigen Sie den Roboter regelmäßig. Die Häufigkeit hängt vom Verschmutzungsgrad ab.

Die Firma fruitcore robotics GmbH empfiehlt, den Roboter einmal wöchentlich zu reinigen.



Zur Reinigung muss der Roboter nicht demontiert werden.



Schutzkleidung tragen!

- ▶ Tragen Sie zum Reinigen Schutzbrille, Schutzhandschuhe und Staubschutzmaske.



ACHTUNG!

Gefahr von Maschinenschäden

- ▶ Schaltschrank und Bedienpanel nicht mit Druckluft reinigen.
- ▶ Verwenden Sie zur Reinigung des Robotersystems keine aggressiven, brennbaren oder scheuernden Flüssigkeiten/Reinigungsmittel.
- ▶ Vermeiden Sie das Eindringen von Flüssigkeiten in die Teile des Systems.
- ▶ Entfernen Sie Staub, Späne und sonstige Partikel vom Roboter mit einem Staubsauger oder mit Druckluft.
- ▶ Reinigen Sie Schaltschrank und Bedienpanel mit einem sauberen Reinigungstuch.



Umweltschutz!

- ▶ Entsorgen Sie die angefallenen Abfälle und gebrauchte Reinigungstücher umweltgerecht.

10.2 Instandhaltung und Instandsetzung

Durch das Bedienpersonal ist das Robotersystem **täglich** auf äußere Beschädigungen zu prüfen.

Die Zahnriemen müssen **jährlich** durch den Service der Firma fruitcore robotics GmbH geprüft werden.

Reparaturen am Robotersystem dürfen nur durch die Firma fruitcore robotics GmbH durchgeführt werden.

11 Lagerung

11 Lagerung

Wird das Robotersystem zur späteren Verwendung eingelagert oder außer Betrieb genommen, muss es mit einer geeigneten Verpackung geschützt werden.

Das Robotersystem muss trocken, frostfrei und ohne Einfluss von Niederschlägen sowie starken Temperaturschwankungen gelagert werden.

- ▶ Setzen Sie den Roboter still und demontieren Sie ihn (s. Abschnitte 8.4 und 6.5).
- ▶ Verpacken Sie Roboter, Schaltschrank und Bedienpanel sicher.

12 Entsorgung



Gefahr von Umweltschäden!

Alle Teile des Robotersystems müssen so entsorgt werden, dass Gesundheits- und Umweltschäden ausgeschlossen sind.

- ▶ Setzen Sie den Roboter still und demontieren Sie ihn (s. Abschnitte 8.4 und 6.5).
- ▶ Entsorgen Sie alle Teile der Maschine so, dass Gesundheits- und Umweltschäden ausgeschlossen sind. Beachten Sie die eingesetzten Werkstoffe.

Eingesetzte Werkstoffe

Beim Bau des Robotersystems wurden überwiegend folgende Werkstoffe eingesetzt:

Werkstoff	Einheit
Kupfer	Kabel
Stahl, Aluminium	Baugruppen des Roboters
Kunststoff, Gummi, PVC	Zahnriemen
Elektronikbauteile	Schaltschrank Bedienpanel Roboter: <ul style="list-style-type: none"> • Leistungselektronik • Hauptplatine • Motortreiber • Drehgeber

13 Anhang

Der Anhang enthält:

- Informationen zu optionalem Zubehör
- Informationen zu Ersatzteilen

13.1 Optionales Zubehör

Folgendes Zubehör kann bei der Firma fruitcore robotics GmbH erworben werden.

Bestell-Nr.	Bauteil	Bemerkung
...	Werkzeugflansch	
...	Zubehör-Flanschplatte	
...	Mobile Roboter-Basis	
...	Sicherheits-Laserscanner (270°)	Überwachung des Gefahrenbereiches

13.2 Ersatzteile

Folgende Ersatzteile können bei der Firma fruitcore robotics GmbH erworben werden.

Bestell-Nr.	Bauteil	Bemerkung
...	Tragarm 1	
...	Tragarm 2	
...	Tragarm 3	
...	Schaltschrank	
...	Bedienpanel	
...	Kabel - Schaltschrank / Roboter	
...	Kartonage für Verpackung	