



Verfügbarkeit & Zuverlässigkeit berechnen

Dieses Handout soll Sie dabei unterstützen, die Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit von Robotersystemen zu bewerten. Des Weiteren stellen wir Ihnen typische Fehlerquellen vor und zeigen, wie diese in die Bewertung einfließen.

Die FEM Norm & VDI 3580

Eine standardisierte Norm, die zur Berechnung der Verfügbarkeiten herangezogen werden kann, ist die **FEM 9.222**. Sie definiert unter anderem, was unter Verfügbarkeit (availability), Zuverlässigkeit (reliability) und Fehlfunktion (malfunction) zu verstehen ist. Außerdem stellt sie Möglichkeiten zur Berechnung vor.

Auch die **VDI 3580** ("Grundlagen zur Erfassung von Störungen an Hochregallagern") kann Ihnen Störungsprotokolle liefern, mit denen sie Verfügbarkeit sowie weitere Kennzahlen ermitteln können. Für eine einfachere Bewertung eines Robotersystems ist diese jedoch nicht erforderlich.

Berechnung der Verfügbarkeit

Bei der Berechnung der Verfügbarkeit spielen die **Ist-Verfügbarkeit** (gemessener Wert) sowie die **Soll-Verfügbarkeit** (Zielgröße) eine wichtige Rolle. Die Differenz zwischen beiden Werten kann zur Bewertung des Gesamtsystems genutzt werden.

Die FEM 9.222 definiert die Verfügbarkeit als η . Sie berechnet sich wie folgt:





$$\eta = (t_E - t_A) / t_E$$

Dabei ist t_E die Gesamtzeit, in der das System gearbeitet hat sowie t_A die Zeit, in der das System einen Fehler aufwies.

Einen intuitiven Rechenweg bietet die folgende Formel:

$$\eta = 1 - (t_{Error} / t_{Total})$$

Ist der Roboter innerhalb von 10 Stunden Betriebszeit 30 Minuten im Fehlerzustand und nicht verfügbar, ergibt sich daraus:

$$\eta = 1 - (30min / (10h * 60min))$$

Daraus ergibt sich eine **Ist-Verfügbarkeit** des Systems von:

$$\eta = 95\%$$

Insofern mehrere Roboter in die Berechnung einbezogen werden sollen, ist darauf zu achten, dass die genaue Einsatzdauer gewichtet in die Berechnung mit eingeht.

Berechnung der Zuverlässigkeit



Die Zuverlässigkeit gibt an, wie viele Operationen der Roboter zuverlässig ausgeführt hat. Dabei lässt sich die Zuverlässigkeit sehr vielseitig anwenden. Potenzielle Zuverlässigkeitsberechnungen können sein:

- Zuverlässigkeit des Fahrens / Orientierung (Localization)
- Zuverlässigkeit der Missionen (Picks, Transportaufgaben, etc.)
- Zuverlässigkeiten bei Teiloperationen (Wegstrecken, Andocken an Ladestation, etc.)

Die FEM 9.222 definiert die Verfügbarkeit als ϕ . Sie berechnet sich wie folgt:

$$\phi = n_r / (n_r + n_f)$$

Dabei gibt n_r die Anzahl der korrekten Operationen an. Die fehlerhaften Operationen werden mit n_f angegeben.

Werden 90 Operationen fehlerfrei ausgeführt und 10 Operationen fehlerhaft so ergibt sich die folgende Berechnung:

$$\phi = 90 / (90 + 10)$$

Daraus ergibt sich eine **Zuverlässigkeit** des Systems von:

$$\phi = 90\%$$

Um eine bessere Beurteilung der Zuverlässigkeit des Systems zu erhalten, können Sie auch verschiedene Operationen unterschiedlich gewichten. Insbesondere bei





komplexen Systemen lassen sich somit genauere Einblicke in die Zuverlässigkeit erzielen.

Behandlung auftretender Fehler

Während des Betriebs des Roboters können verschiedene Fehlerformen auftreten. Einige dieser Fehler sind valide, um die Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit des Roboters zu beurteilen. Andere Fehlerformen wiederum sind nicht vom Robotersystem verschuldet und sollten nicht in die Berechnung mit einfließen. Die nachfolgende Tabelle gibt Aufschluss über typische Fehlertypen und wie diese zu beurteilen sind.

Typische Fehler	Relevant
Fehler des Flottenmanagers (herstellereitig)	Ja
Technische / mechanische Fehler der Roboter	Ja
Softwarefehler / Fehler der Robotersteuerung	Ja
Missionen mit Objekten (Kartons, Boxen, Paletten, etc.) die nicht passend sind (außerhalb der vereinbarten Toleranzen)	Nein
Bedienfehler des Kunden (z.B. Drücken Not-Aus, ungenaue Bedienung)	Nein
Mangel an Missionen für den Roboter	Nein
Fehler durch Software-Tools die unabhängig vom Hersteller sind	Nein
Durch Mitarbeitende verursachte Störung des Roboters (z.B. Blockieren des Fahrwegs)	Nein