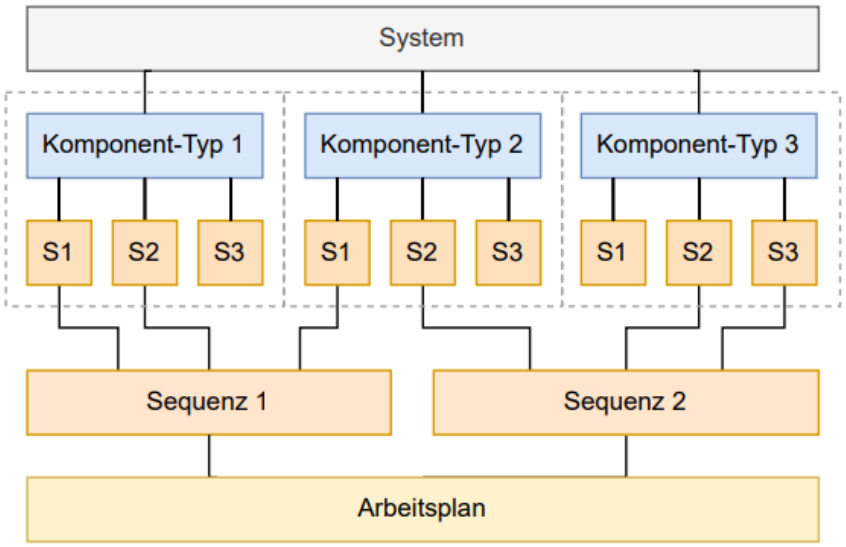
Arbeitspaket 5: Skills

Einführungstext

Kompetenzen von Skills

Für die Definition eines Skills wird nicht die Funktion des Gesamtsystem so weit wie möglich in Teilfunktionalitäten heruntergebrochen, sondern die Funktionalitäten der Komponenten im System. Dabei betrachtet man jeden Komponenten-Typ, so weit wie möglich, einzeln. Der Vorteil dieser Definition ist, dass für neue oder andere Systeme dieselben Skills verwendet werden können. Ein Roboter hat in jedem System die gleichen Grundfunktionalitäten und somit Skills. Der Skill ist Anwendungsunabhängig. Die aus den Skills erstellten Sequenzen bilden die Funktion der Anwendung ab. Damit unterscheidet sich die Definierung der Skills von vergleichbaren Projekten wie z.B. der bereits durchgeführten Master-Thesis auf Basis von ROS (Ref). Dort haben Skills Funktionalitäten von mehreren Komponenten ineinander kombiniert, wodurch der Skill stärker an das spezifische System gebunden war.



Die Kompetenzen eines Skills lassen sich in vier Bereiche aufteilen:

Zuweisung:	Der Skills ist für die Zuweisung einer Komponente zuständig. Es muss definiert werden können, welche Komponente den Skill ausführt.
Umsetzung:	Die definierte Grundfunktion muss innerhalb des Skills umgesetzt werden. Der Skill muss mittels Parameter-Inputs flexibel eingesetzt werden können.
Verarbeitung:	Die Informationen der Grundfunktion wird so ausgegeben, dass das Anlagenobjekt damit arbeiten und die reale Komponente ansteuern kann.
Auswertung:	Die momentane Situation der Komponente wird überwacht und ausgewertet. Der Skill kann auf bestimmte Situationen reagieren.

Definition von Anwendungs-Skills

Um die benötigten Skills für die Anwendung zu definieren, werden im ersten Schritt die allgemeinen Arbeitsschritte basierend auf dem mechanischen Aufbau (siehe Verweis) festgelegt. Dabei wird von der Ausgangssituation ausgegangen, dass alle Teile in ihren Lagerpositionen abgelegt sind, der Roboter sich in der Home-Position befindet und alle Komponenten eingeschaltet sowie betriebsbereit sind.

Schritt	Aktivität	Komponente
1	Position von Platte 1 in Lagerung erkennen	Kamerasystem
2	Platte 1 an Montageposition bringen und mittels L-Stück ausrichten	Roboter, Greifer, Kraftsensor
3	Position von Platte 2 in Lagerung erkennen	Kamerasystem
4	Platte 2 an Montageposition bringen und mit Platte 1 zusammenführen	Roboter, Greifer, Kraftsensor
5	Position der Befestigungslöcher in den Platten ermitteln	Kamerasystem
6	Position von Befestigungsblech in Lagerung erkennen	Kamerasystem
7	Befestigungsblech an Montageposition bringen	Roboter, Greifer, Kraftsensor
8	Position von Stift 1 in Lagerung erkennen	Kamerasystem
9	Stift 1 an korrekte Position bringen	Roboter, Greifer
10	Befestigungsblech mit Platte 1 verbinden, durch Eindrücken von Stift 1	Roboter, Kraftsensor
11	Wiederholen von Schritt 8 – 10 für Stift 2 bis 3	

Eine detaillierte Auflistung der Arbeitsschritte wird im Anhang beigefügt. Aus diesem lässt sich erkennen, dass sich diverse Schritte mit kleinen Anpassungen wiederholen. Diese sich wiederholenden Arbeitsschritte definierten die Skills. Ein entscheidender Aspekt dabei ist, dass der Roboter und der Kraftsensor als separate Komponenten betrachtet werden. Der Kraftsensor erweitert die Fähigkeiten des Roboters zwar und damit dessen Skills, jedoch kann der Roboter auch ohne Kraftsensor betrieben werden. Der Kraftsensor wird als eigene Objektklasse abgebildet, jedoch besitzt dieser keinen eigenen Skill. Folgende Skills wurden definiert, welche den Prozess abdecken.

Komponente	Skill	Bemerkung
Kamerasystem: *(Kamera + Vision)*	- Bild aufnehmen - Objekt erkennen - Greifposition ermitteln	
Roboter:	- Position anfahren - Kontrolliert bewegen	Die Zielposition wird angegeben Die Bewegung wird in Echtzeit vorgegeben und mit Sensor überwacht
Greifer: *(mit Sensoren)*	- Backenposition anfahren	Der Skill kann eine bestimmte Position anfahren. Der Greifer kann dadurch geöffnet oder geschlossen werden.

Die definierten Skills werden innerhalb der Umsetzung (Kapitelverweis) detaillierter beschrieben.

Definierung der Skill-Struktur

Alle Skills sollten nach einer einheitlichen Struktur aufgebaut sein und lediglich um die prozessspezifischen Funktionen ergänzt werden. Ein zentraler Bestandteil dieser Grundstruktur sind die Schnittstellen, die ein Skill mindestens benötigt, um innerhalb der Systemstruktur funktionsfähig zu sein. Dazu zählen nicht nur Eingangs- und Ausgangsvariablen, sondern auch Eigenschaften und Methoden, da Informationen ebenfalls über diese übertragen werden können. Ein Skill muss über die definierten Schnittstellen (siehe Kapitel XXX) sowohl mit dem System, mit dem Objekt und innerhalb des Prozessmodells interagieren können.
Innerhalb der Entwicklung wurden mehrere Iterationen von Skill-Strukturen geplant, umgesetzt und getestet, um die Best möglichste Struktur zu finden. Innerhalb dieser Dokumentation, werden nicht alle Iterationsschritte erklärt, sondern nur die daraus folgenden Erkenntnisse.
Die Schnittstellen eines Skills wurden in drei Kategorien aufgeteilt, welche das allgemeine Verständnis einfacher machen sollen.

Steuerungselemente:
Die Steuerungselemente sind für die Bedienung des Skills angedacht. Hier wird der Skill gestartet, gestoppt oder resettet. Zusätzlich werden auch Informationen über den Zustand des Skills angegeben.

Betriebselemente:
Die Betriebselemente sind für den allgemeinen Betrieb des Skills angedacht, welche nicht mit dem spezifischen Prozess zu tun haben. Dies ist zum Beispiel die Schnittstelle zum System, welche eine Aussage über Systemzustand macht.

Prozesselemente:
Die Prozesselemente sind spezifische Informationen, welche der Skill für die Ausführung benötigt und dann auch an das Objekt weitergibt.

Zu Beginn wurden die Steuerungselemente auf Basis des PLC-Standards aufgebaut. Der Skill wurde dabei von einer BOOL-Variable (bExecute) gestartet und hat diverse Informationen als Ausgangsvariablen ausgegeben (bDone, bBusy, bLimit, bError und iErrorID). Die Ausgangsvariablen konnten als Transition-Bedingungen für Abläufe verwendet werden. Auf den ersten Blick ist dies eine einfache und sinnvolle Steuerung des Skills. Jedoch zeigte sich bei ersten Versuchen, dass diese Implementierung diverse Probleme mit sich bringen kann. Die Umsetzung eines bExecute-Triggers ist aufwändig und muss gut durchdacht werden, da der Skill nur einmal ausgeführt werden soll. Wenn der Skill beendet wurde und die bExecute-Variable immer noch betätigt ist, soll der Skill nicht ein zweites Mal gestartet werden. Der Trigger muss entsprechend so umgesetzt werden, dass dieser nur auf eine steigende Flanke reagiert. Das Management der Ausgangsvariablen ist geknüpft an die verschiedenen Zustände innerhalb des Skills. Es muss genau bestimmt werden, welcher Zustand einen Einfluss auf die Ausgänge hat. Durch die hohe Anzahl an Ausgangsvariablen, kann man hierbei schnell den Überblick verlieren. Zusätzlich werden viele der Informationen, welche über die Ausgangsvariablen dargestellt werden, auch über den Zustand dargestellt werden. Die Konsequenz daraus ist, dass die Steuerungselemente mit Methoden und Eigenschaften umgesetzt werden.

Art	Bezeichnung	Typ	Beschreibung
Methode	M_Start	BOOL	Methode zum Starten des Skills
Methode	M_Stop	BOOL	Methode zum Stoppen des Skills
Methode	M_Reset	BOOL	Methode zum Resetten des Skills
Eigenschaft	P_State (GET)	eSkillState	Eigenschaft zum Abfragen des aktuellen Zustandes

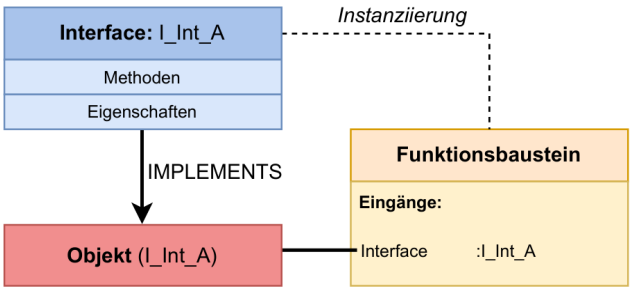
Die Eigenschaft wird mit einem benutzerdefinieren Datentyp umgesetzt, welche die Zustände des Skills abbildet. Somit ist immer klar, in welchem Zustand sich der Skill im Moment befindet.

Listen-Nummer	eSkillState
0	*BEREIT*
1	*LAUFEND*
2	*ABGESCHLOSSEN*
3	*FEHLER*
4	*LIMITE*
5	*ERREICHT*

Auch bei den Betriebselementen gab es im Verlauf der Entwicklung Veränderungen. Zu Beginn enthielten diese alle Variablen, die für den Betrieb des Skills erforderlich waren, und dienten als Schnittstelle zwischen System und Objekt. Relevante Informationen für den Prozess wurden dabei über Ausgangsvariablen an das Objekt übergeben, welches diese wiederum als Eingangsvariablen entgegennahm.

Wenn jedoch zwei Skills auf dasselbe Objekt zugreifen sollen (nicht gleichzeitig) und beide mit dessen Eingangsvariablen verbunden sind, überschreibt stets einer der beiden Skills den Wert des anderen. Da es durchaus vorkommt, dass mehrere Skills mit einem Objekt interagieren (ebenfalls nicht gleichzeitig), muss die Interaktion zwischen Skill und Objekt so gestaltet sein, dass sie unabhängig von anderen Skills funktioniert.

Dies lässt sich durch die Instanziierung eines Interfaces erreichen. In der objektorientierten Programmierung wird ein Interface genutzt, um vorzugeben, welche Methoden und Eigenschaften ein Funktionsbaustein zwingend besitzen muss. Durch das Instanziieren eines Interfaces innerhalb eines Funktionsbausteins können dessen Methoden und Eigenschaften verwendet werden. Wenn das Interface als Eingangsvariable instanziiert wird, kann es mit einem Objekt verbunden werden, das dasselbe Interface implementiert. Beim Ausführen einer Methode innerhalb des Funktionsbausteins wird dadurch die entsprechende Methode im verknüpften Objekt aufgerufen. Gleiches gilt für die Eigenschaften. Entsprechend kann auch der Zustand des Objektes über diese Schnittstelle abgefragt werden.



Somit wurden die Betriebselemente wie folgt definiert:

Art	Bezeichnung	Typ	Beschreibung
Eingangsvariabel	eSysCommand	eSystemCommand	Befehlsvariabel von System zu Skill
Eingangsvariabel	eSysState	eSystemStatus	Informationen über System (Systemparameter)
Eingangsvariabel	fbObjekt	Objekt Interface	Verknüpfung zu Objekt
Ausgangsvariabel	iErrorID	INT	Information um welchen Fehler es sich handelt

Da auch die Übergabe der Objektparameter an das Objekt über die Interface-Verknüpfung erfolgt (mittels einer Eigenschaft), wird für jede Art von Objekttyp ein eigenes Interface definiert. Die Steuerungselemente für ein Objekt sind jedoch für alle Objekttypen einheitlich, ähnlich wie bei den Skills. Dazu gehören die Methoden M_Start, M_Stop, M_Rest sowie die Eigenschaft P_State (ObjectState).

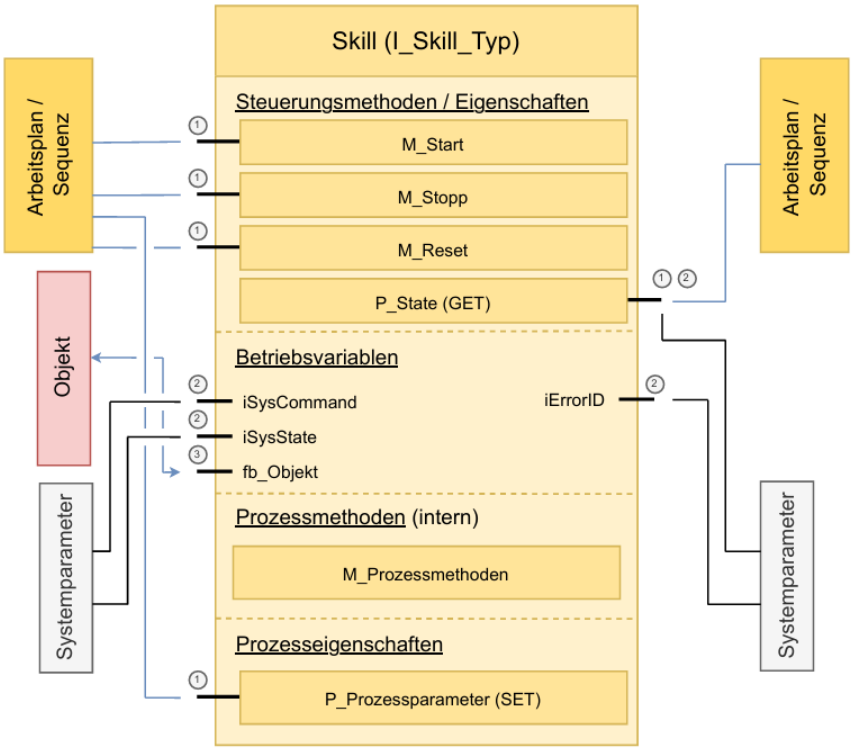
Die folgenden benutzerdefinierten Datentypen sind für die Betriebselemente von Bedeutung:

Listen-Nummer	eSystemCommand	ObjectState	eSystemState
0	*KEINE*	*AUS*	*AUS*
1	*AUSSCHALTEN*	*BEREIT*	*BEREIT*
2	*EINSCHALTEN*	*MANUELL*	*LAUFEND*
3	*STOPPEN*	*LAUFEND*	*GESTOPPT*
4	*RESETTEN*	*ABGESCHLOSSEN_INTERN*	*FEHLER*
5	/	*ABGESCHLOSSEN_EXTERN*	/
6	/	*GESTOPPT*	/
7	/	*FEHLER*	/

Als letzte Kategorie umfasst ein Skill die Prozesselemente. Die Prozesseigenschaften dienen dazu, dem Skill prozessrelevante Informationen bereitzustellen. Die vorhandenen Prozessmethoden werden vom Skill intern genutzt, beispielsweise zur Datenverarbeitung oder -auswertung.

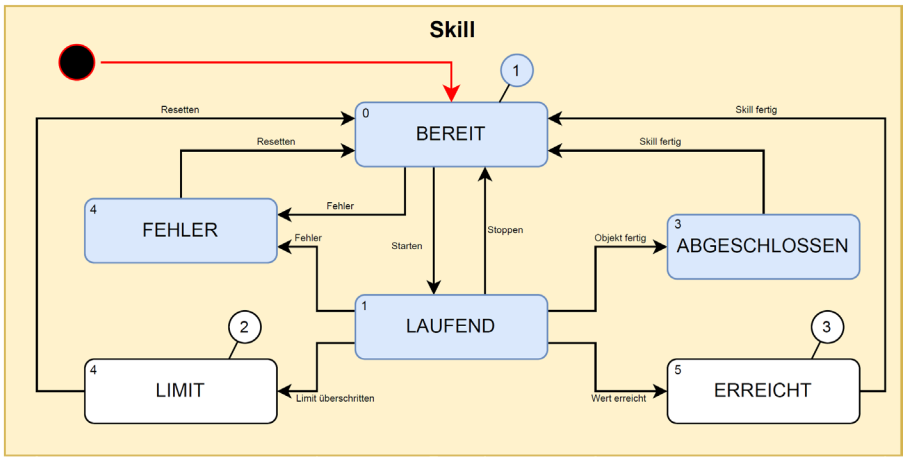
Ähnlich wie bei einem Objekt wird auch ein Skill mithilfe eines Interfaces aufgebaut, das die zugehörigen Methoden und Eigenschaften definiert. Über die Interface-Verknüpfung lässt sich ein Skill zudem einfach in eine Sequenz oder einen Arbeitsplan integrieren.

Die Grundstruktur eines Skills lässt sich anhand des folgenden Schemas zusammenfassen. Dieses Schema veranschaulicht auch die Interaktion des Skills über die verschiedenen Schnittstellen im System.



Konfiguration eines Skills

Nicht jeder Skill benötigt alle Zustände. Damit der Skill so übersichtlich wie möglich bleit, sollen auch nur die Zustände verwendet werden, welche benötigt werden. Ein Skill kann drei Konfigurationen einnehmen.



Konfiguration 1: Stellt die Grundkonfiguration dar. Jeder Skill muss diese Zustände besitzen. Hierbei handelt es sich um Skills, welche nur durch das Objekt abgeschlossen werden, z.B. eine einfache Punkt-Zu-Punkt-Bewegung des Roboters.

Konfiguration 2: Bei dieser Konfiguration kommt der LIMIT-Zustand dazu. Dieser wird benötigt, wenn es eine Limit-Bedingung gibt, z.B. einen Grenzwert für die Kraft oder eine maximale Zeitdauer.

Konfiguration 3: Bei der letzten Konfiguration wird der ERREICHT-Zustand ergänzt. Dieser gibt an, ob ein definiertes Ziel erreicht wurde, dies kann z.B. eine Kraft sein.

Beispiel der Interaktion zwischen Skill und Objekt

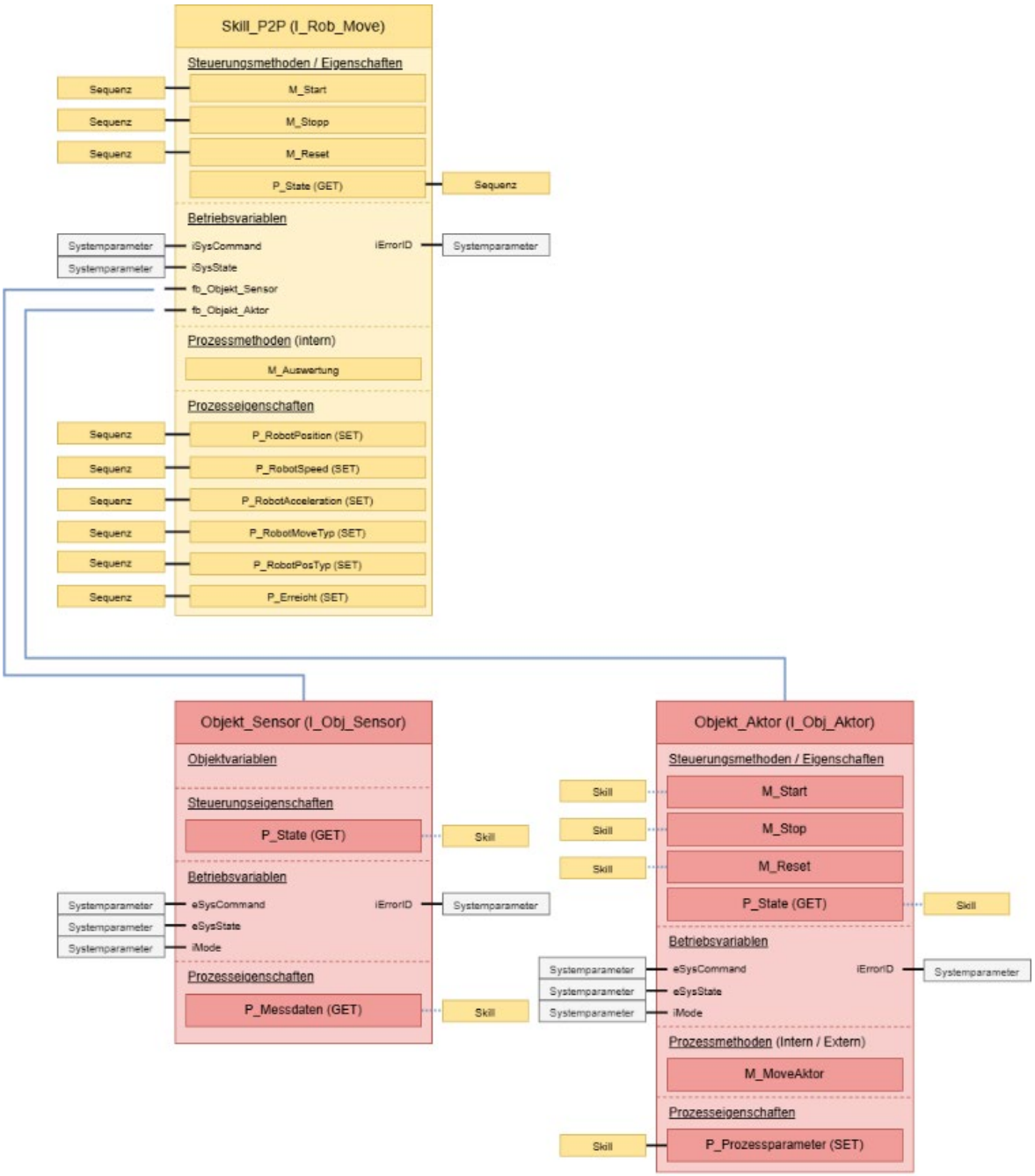
Anhand eines Beispiels soll die Interaktion zwischen einem Skill und den zugehörigen Objekten erläutert werden. Der Skill «Skill_P2P» ermöglicht es einem Roboter, zu einem definierten Punkt zu fahren. Falls der Roboter dabei mit einem Hindernis kollidiert, wird der Roboter durch den Skill gestoppt. Hindernisse werden dabei mithilfe eines Kraftsensors erkannt.

Der Skill wird über Eingangsvariablen mit den entsprechenden Objekten verbunden, was durch eine blaue Verbindungslinie dargestellt wird. Über die Sequenz werden verschiedene Informationen an den Skill übergeben. Dazu zählen:

- Die aktuelle Position des Roboters,
- Seine Geschwindigkeit und Beschleunigung,
- Die Art der Bewegung bzw. Positionierung,
- Sowie die Kraftgrenze, die ein Hindernis definiert.

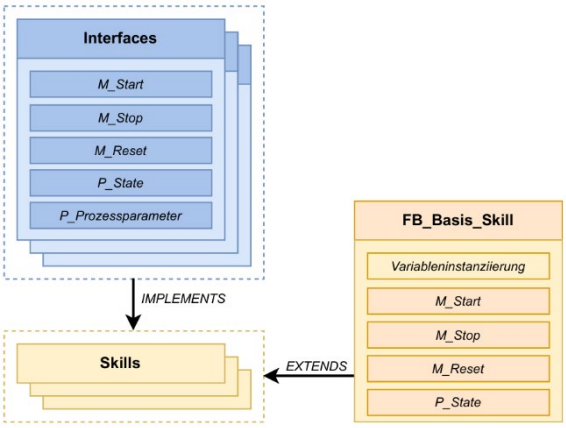
Der Start des Skills erfolgt durch die Start-Methode, die von der Sequenz ausgelöst wird. Der Skill selbst initiiert über die Start-Methode des Aktor-Objekts den Bewegungsprozess und liest parallel dazu mithilfe der Messdaten-Eigenschaft die Daten des Sensor-Objekts aus. Die Objekte haben dabei ausschliesslich der Aufgabe, ihre spezifischen Funktionen auszuführen, die durch ihre jeweilige Komponente definiert sind. Sie enthalten keine Logik in Bezug auf das Gesamtsystem – diese liegt vollständig im Skill.

Der Skill analysiert die übermittelten Daten und reagiert entsprechend darauf. Im geschilderten Beispiel stoppt der Skill den Aktor, sobald die gemessenen Daten die vorgegebenen Schwellenwerte überschreiten.



Umsetzung in TwinCAT

Allgemeine Struktur



Die Programmierung der Skills soll so einfach und übersichtlich gehalten werden wie möglich. Dafür mit den bereits angesprochenen Interfaces gearbeitet, aber auch mit dem Vererben von Funktionsbausteinen. Über eine Vererbung können Methoden und Eigenschaften (inkl. Ihrer Funktionalität), sowie Variablendeklaration (Eingangs-, Ausgangs- und Lokalvariablen) von einem Funktionsbaustein übernommen werden. Dadurch kann ein Basis-Funktionsbaustein erstellt werden, welcher Methoden, Eigenschaften und Variablen zur Verfügung stellt, welche für alle Skills verwendet werden. Diese Elemente werden bei jeder Vererbung separat zur Verfügung gestellt. Mehrere Skills greifen nicht auf die selben Elementen zu und beeinflussen sich somit nicht.
Da jedoch die Steuerungselemente auf das instanziierte Objekt zugreifen sollen (Skizze), können diese nicht in einem Basis-Funktionsblock abgebildet und vererbt werden. Für die Objekte gibt es verschiedene Interfaces, je nach benötigten Daten für den Prozess. Entsprechend werden in unterschiedlichen Skills auch unterschiedliche Objekt-Interfaces benötigt. Dadurch kann das Objekt nicht bereits im Basis-Funktionsbaustein instanziiert werden und die Methoden und Eigenschaften können nicht darauf zugreifen. Aus diesem Grund, müssen «M_Start», «M_Stop», «M_Reset» und «P_State» im Skill selber implementiert werden. Die Vererbung wird in diesem Fall nur für Variablen genutzt, welche für alle Skills gleich bleiben.
In TwinCat wird eine Vererbung über den Zusatz «EXTENDS» durchgeführt. Ein Interface kann mit dem Zusatz «IMPLEMENTS» zugewiesen werden.
Für den Basis-Funktionsbaustein «FB_Basis_Skill» wurden die Variablen wie folgt definiert:

```
FUNCTION_BLOCK FB_Basis_Skill
VAR_INPUT
    // Betriebsvariablen
    eSysCommand             :eSystemCommand;            // Systembefehl an Skill
    eSysState               :eSystemState;              // Momentaner Zustand des Systems
END_VAR
VAR_OUTPUT
    iErrorID                :INT;                       // Fehlercode für System
END_VAR
VAR
    // Managementvariablen
    iState                  :eSkillState;               // Information über Zustand von Skill

    bGestartet              :BOOL;                      // Skill wurde gestartet
    bGestoppt               :BOOL;                      // Skill wurde gestoppt
    bSkillActiv             :BOOL;                      // Skill ist im Moment aktiv

    // Zustandsvariablen (Transitions)
    bStarten                :BOOL;
    bStoppen                :BOOL;
    bObjektFertig           :BOOL;
    bWertErreicht           :BOOL;
    bLimitErreicht          :BOOL;
    bSkillFertig            :BOOL;
    bFehler                 :BOOL;
    bResetten               :BOOL;
END_VAR
```

Aufbau des Grund-Skills

Alle Skills sollten nach einem einheitlichen Grundmuster aufgebaut werden. Dabei wird ein Skill als Funktionsblock mit strukturiertem Text realisiert. Die Verwendung von strukturiertem Text bietet hohe Flexibilität bei der Umsetzung.

Jeder Skill hat folgende drei Steuerungsmethoden:

M_Start	M_Stop	M_Reset

`// Prüfen von Bedingungen`
`  // Ist das  System im korrekten Status`
`  IF eSysState = 1 OR eSysState = 2 THEN`
`  // Ist der Skill im korrekten Status`
`  IF iState = 0 THEN`
`  // Prüfen auf Fehler`
`  IF ParameterError OR PositionError THEN`
`  bFehler := TRUE;`
`  ELSE`
`  Objekt.P_Prozessparameter := eRoboterPos;`
`  Objekt.M_Start();`
`  bSkillActiv := TRUE;`
`  END_IF`
`  END_IF`
`  END_IF`
	`Objekt.M_Stop();`
	`bSkillActiv := FALSE;`
		`Objekt.M_Reset();`
		`bSkillActiv := FALSE;`

Innerhalb der Methode M_Start wird in einem ersten Schritt geprüft, ob sich das System im korrekten Zustand befindet. Danach wird geprüft, dass sich der Skill im korrekte Zustand befindet. Da die Methode von aussen (zum Beispiel durch die Sequenz) ausgelöst wird, darf der Skill nur im BEREIT-Zustand bestartet werden. Als letzter Schritt werden die Parameter überprüft, falls diese Auflagen erfüllen müssen. Falls alle Bedingungen erfüllt werden, werden die Prozessparameter (in diesem Fall wird eine Roboterposition) übergeben und die Start-Methode des Objektes wird ausgelöst. Die Stop- und Reset-Methode lösen die entsprechenden Methoden beim Objekt aus.

Der Aufbau eines Skills gliedert sich in drei Hauptbereiche: Fehlerüberwachung, Aufruf interner Steuerungs-methoden und Zustandsmanagement. Im Bereich des Aufrufs interner Steuerungsmethoden wird überprüft, ob das System vorgibt, den Skill zu stoppen oder zurückzusetzen. In diesen Fällen wird entweder die Methode M_Stop oder M_Reset ausgelöst. Zudem wird geprüft, ob der Skill ein definiertes Limit oder einen Zielwert erreicht. Auch hier führt dies zur Ausführung der Methode M_Stop.

```
// Interner Steuerungsmethodenaufruf:
    // Stoppen
    IF eSysCommand = 3 THEN
        bStoppen := M_Stop();
    ELSE
        bStoppen := FALSE;
    END_IF

    // Resetten
    IF eSysCommand = 4 THEN
        bResetten := M_Reset();
    ELSE
        bResetten := FALSE;
    END_IF

    // Limit
    IF bLimit THEN
        bLimitErreicht := M_Stop();
    ELSE
        bLimitErreicht := FALSE;
    END_IF

    // Erreicht
    IF bErreicht THEN
        bWertErreicht := M_Stop();
    ELSE
        bWertErreicht := FALSE;
    END_IF
```

Unter Zustandsmanagement werden die, in Kapitel XXX definierten, Zustände des Skills definiert und umgesetzt. Für die Umsetzung wurde mit einer CASE-Anwendung gearbeitet. Die meisten Zustände sind für alle Skills identisch, jedoch beim Zustand «LAUFEND» gibt es kleinere Unterschiede.

Zustand 0 – BEREIT:	Innerhalb des Zustandes prüft der Skill den Objektzustand. Falls das Objekt durch M_Start gestartet wurde und sich nun im Zustand LAUFEND befindet, so wechselt auch der Skill auf den Zustand LAUFEND. Der Skill darf jedoch nur dann auf den Objektzustand reagieren, falls der Skill den Start des Objektes auch ausgelöst hat, da unterumständen mehrere Skills auf ein Objekt zugreifen.
Zustand 1 – LAUFEND:	Der Skill kann auf verschiedene Arten gestoppt werden, welche innerhalb des Zustandes überprüft werden. Das System kann den Skill stoppen, welcher anschliessend direkt in den Zustand BEREIT wechselt. Falls der Objektzustand meldet, dass das Objekt den Prozess abgeschlossen hat *(zum Beispiel bei einer Punkt-zu-Punkt-Bewegung eines Roboters)*, wechselt der Skill in den Zustand ABGESCHLOSSEN. Falls eine Limit- oder Erreicht-Bedingung erfüllt wurde, wird das Objekt durch den Skill gestoppt und wechselt in den entsprechenden Zustand. Während der Zustands LAUFEND können aber auch interne Methoden aufgerufen werden *(zum Beispiel für das Auswerten von Messwerten)*
Zustand 2 – ABGESCHLOSSEN:	Der Zustand gibt den Befehl zum resetten an das Objekt weiter. Sobald der Objektzustand meldet, dass sich das Objekt im Zustand BEREIT befindet, kehrt auch der Skill in den Zustand BEREIT zurück.
Zustand 3 – FEHLER	Im Fehlerzustand wartet der Skill, dass dieser zur das System resettet wird.
Zustand 4 – LIMIT	Der Zustand gibt den Befehl zum resetten an das Objekt weiter. Sobald der Objektzustand meldet, dass sich das Objekt im Zustand BEREIT befindet, kehrt auch der Skill in den Zustand BEREIT zurück.
Zustand 5 – ERREICHT	Der Zustand gibt den Befehl zum resetten an das Objekt weiter. Sobald der Objektzustand meldet, dass sich das Objekt im Zustand BEREIT befindet, kehrt auch der Skill in den Zustand BEREIT zurück.

Erarbeitete Skills

Zum Stand der Dokumentation wurden drei Skills umgesetzt, welche sich auf den Roboter (2 Skills) und den Greifer (1 Skill) beziehen.

Bemerkung:

Aus Zeitgründen wurde während der Erarbeitung entschieden, dass das Kamerasystem noch nicht in den Prozess integriert wird. Der Schwerpunkt dieser Arbeit liegt auf der Software-Struktur und wie die verschiedenen Elemente miteinander interagieren. Auch ohne Kamerasystem konnte die Struktur definiert, aufgebaut und getestet werden. Die Einarbeitung in das Vision-Tool von TwinCat ist ein zeitintensiver Prozess, mit wenig

Mehrwert für das Ziel dieser Arbeit. Im Rahmen einer weiterführender Arbeit, währe die Integration des Kamerasystem aber ein relevanter Punkt.

Skill 1 (Roboter): Skill_Position_Anfahren

Mit dem Skill kann eine Position vom Roboter angefahren werden. Die Bewegung wird selbständig vom Objekt abgeschlossen. Es ist nicht vorgesehen, dass der Skill die Bewegung stoppt. Damit der Skill ausgeführt werden kann, benötigt er folgende Prozessparameter, welche als Eigenschaften (SET) dem Skill übergeben werden:

Bezeichnung	Datentyp	Beschreibung
P_RobotPosition	Array[0..5] of LREAL	Gibt die kartesischen Koordinaten oder Gelenkwinkel an, je nachdem welcher Bewegungstyp ausgewählt wurde.
P_RobotSpeed	LREAL	Gibt an wie schnell sich der Roboter bewegen soll.
P_RobotAcceleration	LREAL	Gibt an mit welcher Beschleunigung der Roboter arbeiten soll.
P_RobotMoveTyp	eRobPosTyp	Gibt den Bewegungstyp des Roboters an.
P_RobotPosTyp	eRobMoveTyp	Gibt den Positionstyp der angegebenen Position an.

Für den Bewegungstyp und Positionstyp wurden benutzerdefinierte Listen-Datentypen angelegt. Eine detaillierte Erklärung ist bei der Beschreibung des Roboter-Objektes (Kapitel XXX) vorhanden. Diese sind wie folgt definiert:

Listen-Nummer	eRobPosTyp	eRobMoveTyp
0	*Absolut*	*LinearToolSpace*
1	*Relativ*	*LinearJointSpace*
2	/	*CircularToolSpace*
3	/	*BlendCircularMoveLinear*

Skill 2 (Roboter): Skill_Position_Anfahren_Erweitert

Ist ähnlich wie Skill 1, jedoch kann der Skill noch auf eine Kraft reagieren. Es ist möglich einen Grenzwert für die Kraft und deren Richtung anzugeben. Der Skill stoppt das Objekt und somit die Bewegung, falls dieser Grenzwert überschritten wurde. Damit ist es möglich Hindernisse zu erkennen, um zum Beispiel einen Anschlag zu definieren. Damit der Skill ausgeführt werden kann, benötigt er folgende Prozessparameter, welche als Eigenschaften (SET) dem Skill übergeben werden:

Bezeichnung	Datentyp	Beschreibung
P_RobotPosition	Array [0..5] of LREAL	Gibt die kartesischen Koordinaten oder Gelenkwinkel an, je nachdem welcher Bewegungstyp ausgewählt wurde.
P_RobotSpeed	LREAL	Gibt an wie schnell sich der Roboter bewegen soll.
P_RobotAcceleration	LREAL	Gibt an mit welcher Beschleunigung der Roboter arbeiten soll.
P_RobotMoveTyp	eRobPosTyp	Gibt den Bewegungstyp des Roboters an.
P_RobotPosTyp	eRobMoveTyp	Gibt den Positionstyp der angegebenen Position an.
P_Erreicht		Gibt den Grenzwert für die entsprechenden Richtungen an

Skill 3 (Greifer): Skill_GreiferPos_Anfahren

Der letzte Skill bezieht sich auf den Greifer. Der Skill kann in Verbindung mit einem Greifer wegwendet werden, welche eine definierte Position anfahren kann. Die Bewegung wird selbständig vom Objekt abgeschlossen. Damit der Skill ausgeführt werden kann, benötigt er folgende Prozessparameter, welche als Eigenschaften (SET) dem Skill übergeben werden:

Bezeichnung	Datentyp	Beschreibung
P_GreifBreite	LREAL	Gibt an welche Breite die Greifbacken anfahren sollen.
P_GreifGeschwindigkeit	LREAL	Gibt an wie schnell sich die Greifbacken bewegen sollen.
P_GreifKraft	LREAL	Gibt an mit welcher Kraft die Greifbacken zudrücken sollen.

Momentaner Stand

Die Skills wurden derzeit so entwickelt, dass die definierte Anwendung erfolgreich umgesetzt werden kann. Dabei lag der Fokus nicht darauf, bereits jede mögliche Situation abzudecken. Viel Zeit und Aufwand wurden in die Konzeption und das Testen der Skill-Struktur investiert. Diese Struktur bildet das stabile und zuverlässige Fundament, auf dem die Skills aufbauen. Sobald dieses Fundament steht, können die Funktionen des Skills schrittweise erweitert und optimiert werden.

Als potenzielle Erweiterung könnten zusätzliche Einstellungsmöglichkeiten integriert werden. Beim Greifer könnte beispielsweise ein Offset angegeben werden, der die Dicke der Backenaufsätze berücksichtigt. Dadurch ließe sich die angefahrene Breite der Greifbacken an unterschiedliche Aufsätze anpassen.