

ICS 35.240.50

Kernmodelle – Beschreibung und Beispiele

Core models –
Specification and Examples

Modèles de base –
Spécification et exemples

Zur Erstellung einer DIN SPEC können verschiedene Verfahrensweisen herangezogen werden:
Das vorliegende Dokument wurde nach den Verfahrensregeln eines Fachberichts erstellt.

Gesamtumfang 52 Seiten

Inhalt

	Inhalt	Seite
Vorwort.....		4
Einleitung		5
1 Anwendungsbereich		7
2 Begriffe und Abkürzungen		7
2.1 Begriffe		7
2.2 Abkürzungen		9
3 Kernmodelle		10
3.1 Prozesse und Gegenstände		10
3.2 Modellbildung		22
3.3 Ordnungsstrukturen in Systemen		26
3.4 Technische Ausrüstung und Funktionen		41
Literaturhinweise		51

Bilder

Bild 1 – Zusammenhang zwischen Informationswelt und physischer Welt	10
Bild 2 – Gegenstände der physischen Welt und der Informationswelt (UML)	11
Bild 3 – Klassifikation von Gegenständen zu Entitäten	13
Bild 4 – Aufbau einer Entität (UML)	14
Bild 5 – Wesensart eines Prozesses	15
Bild 6 – Elemente eines Prozesses	16
Bild 7 – Formale Beschreibung eines Prozesses (UML)	17
Bild 8 – Dichte Folge von Lebenszyklusprozessen und Übergängen	19
Bild 9 – Beziehungsstruktur des allgemeinen Lebenszyklusmodells (UML)	20
Bild 10 – Übersicht über die verschiedenen Lebenszyklusmodelle (UML)	21
Bild 11 – Wesensart des Systems	22
Bild 12 – Grundstruktur des ER-Metamodells (UML)	23
Bild 13 – Beispiele für die Anwendung von Modell, Metamodell und Metametamodell	25
Bild 14 – Metamodell und Modell (UML)	26
Bild 15 – Einordnung des SIC-Systemmodells in die Modelllandschaft	27
Bild 16 – Wesensart eines Systems	27
Bild 17 – Modellierung der Teilanlage TA12 (Modellebene) nach dem SIC-Metamodellstandard	28
Bild 18 – Grundstruktur des SIC-Metamodells (UML)	28
Bild 19 – Wesensart einer Hierarchie	30
Bild 20 – Hierarchieebenen	30
Bild 21 – Beziehungsstruktur des Hierarchiemodells (UML)	31
Bild 22 – Funktion einer Einheit als Teil eines Gesamtsystems	33
Bild 23 – Aspekte der Führung gegenüber den geführten Entitäten (Gegenstände oder Personen), Prozessen oder Vorgängen	35
Bild 24 – Aspektmodell (UML)	37

	Seite
Bild 25 – Sichtenmodell (UML).....	39
Bild 26 – Rollenmodell (UML).....	40
Bild 27 – Modell zur Beschreibung des realen Zustands einer physischen Anlage (UML)	43
Bild 28 – Planungsmodelle einer Anlage (UML)	44
Bild 29 – Aufbau einer Anlage aus Komponenten	47
Bild 30 – Komponentenmodell (UML)	48
Bild 31 – Kontext eines Dienstes (UML).....	50

Vorwort

Erfahrungen mit dieser DIN SPEC sind erbeten

- vorzugsweise als Datei per E-Mail an **dke@vde.com** in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter **www.dke.de/stellungnahme** abgerufen werden
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.

Für diese Norm ist das nationale Arbeitsgremium K 931 „Systemaspekte“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. Das DIN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Das Original-Dokument enthält Bilder in Farbe, die in der Papierversion in einer Graustufen-Darstellung wiedergegeben werden. Elektronische Versionen dieses Dokuments enthalten die Bilder in der originalen Farbdarstellung.

Einleitung

Die Normung von technischen Systemen erfordert häufig die Verwendung einer Vielzahl von abstrakten Begriffen, technologischen Konzepten und grundlegenden Modellierungskonzepten. Der Normenumfang nimmt daher rapide zu und erreicht schnell ein Maß, das die Zugänglichkeit einer Norm stark erschwert. Die grundlegenden und in DIN 820-1 [1] geforderten Eigenschaften von Klarheit und knapper Fassung einer Norm werden deshalb häufig nicht erfüllt.

Durch die Verwendung genormter Begriffe, wie etwa denen des Internationalen Elektrotechnischen Wörterbuchs (IEC 60050 [2]), oder die Verweisung auf andere Normen sind viele Vereinfachungen möglich. Wenn aber Systemkonzepte zugrunde gelegt werden, die nicht durch einzelne Begriffe beschrieben werden können und die wegen ihres allgemeinen Charakters nicht Gegenstand einer existierenden Norm sind, müssen diese abstrakten Konzepte für die Anwendung im konkreten Fall jeweils vollständig beschrieben werden.

Gerade vor dem Hintergrund aktueller Großprojekte gewinnt dieses Problem an Brisanz. Zu den Themen „Smart Grid“ und „Industrie 4.0“ werden eine Vielzahl neuer Normen erscheinen und technischer Standards erarbeitet werden. Ohne nachvollziehbare und konsistente Begriffs- und Modellwelten können jedoch keine nativ kompatiblen Technologien entstehen, die letztendlich ein erklärtes Hauptziel der Großprojekte sind. Die Verwendung einheitlicher Grundlagen ist deshalb erfolgsentscheidend.

Einfache Beispiele für notwendige Konzepte sind Modelle wie ein „Lebenszyklusmodell“ oder ein „Anlagenmodell“. Diese Modelle werden in vielen Zusammenhängen verwendet und benötigen zu einem ausreichenden Verständnis nicht nur eine Begriffsdefinition, sondern eine umfangreiche Erläuterung. Gleichzeitig beschreiben die Modelle aber keine konkreten Dinge, sondern sie beschreiben je eine bestimmte Sichtweise auf Dinge. Diese Sichtweise wird in unterschiedlichen Kontexten herangezogen und hat keine eigenständige Anwendung. Eine systematisch aufgebaute, referenzierbare Quelle, die Modelle dieser Art spezifiziert, existierte vor dem Erscheinen dieses Dokuments nicht. Modelle dieser Art, die hier als „Kernmodelle“ bezeichnet werden, werden in diesem Dokument anhand eines einheitlichen Beschreibungsschemas spezifiziert.

Ein Kernmodell ist die einfache modellmäßige Beschreibung von grundlegenden Konzepten und Zusammenhängen, die einen allgemeinen Aspekt von Systemen betreffen. Der Begriff „Kernmodell“ ist so zu verstehen, dass der gemeinsame Kern eine Vielzahl von Systemmodellen erfasst; das Kernmodell selbst ist aber kein Modell konkreter Systeme. Sofern ein konkretes System ein Kernmodell realisiert, wird die Beschreibung des Kernmodells in jedem Fall vollständig auf dieses System zutreffen. Es ist für Kernmodelle charakteristisch, dass sie nur genau auf die beschriebene Art realisiert werden können. Beispielsweise existiert kein hierarchisch geordnetes System, das im Hinblick auf die Hierarchie nicht dem Kernmodell „Hierarchie“ entspricht. In dieser Hinsicht lassen sich Kernmodelle von „Referenzmodellen“ abgrenzen, die weitreichend anerkannte Muster beschreiben, aber nicht grundsätzlich alternativlos sind. Referenzmodelle sind typischerweise auf kleinere Anwendungsdomänen beschränkt als Kernmodelle.

Ähnliche Ideen wie die des Kernmodells sind auch in anderen Anwendungsbereichen zu finden, beispielsweise Konstruktionskataloge im Maschinenbau, Entwurfsmuster in der Softwareentwicklung und der Architektur oder Geschäftsmodelle in der Betriebswirtschaftslehre. Im Bereich der Normung existiert ein entsprechendes Konzept jedoch nicht.

Innerhalb dieses Dokuments werden die Kernmodelle thematisch in die Abschnitte „Prozesse und Gegenstände“, „Modellbildung“, „Ordnungsstrukturen in Systemen“ und „Technische Ausrüstung und Funktionen“ unterteilt. Zur Beschreibung wird jeweils ein einheitliches Schema verwendet, durch das einerseits die Abdeckung der notwendigen Informationen zur Modellbeschreibung gegeben ist und andererseits die Lesbarkeit erleichtert wird. Das Beschreibungsschema ist in die folgenden Unterabschnitte gegliedert:

- Konzept;
- Anwendungsbereich;
- Allgemeine Spezifikation;
- Formale Spezifikation;
- Modellelemente;
- Regeln.

Das Referenzieren anderer Kernmodelle ist ausdrücklich erlaubt. Zur Verbesserung des Verständnisses können Illustrationen in der Beschreibung enthalten sein, beispielsweise in Form von UML-Klassendiagrammen (siehe [3]). Damit die Einfachheit der Kernmodelle gewährleistet wird, sollte die gesamte Beschreibung eines Kernmodells einen Umfang von vier DIN A4-Seiten nicht überschreiten. Die so einheitlich dokumentierten Modelle lassen sich an geeigneter Stelle referenzieren und sind daher ein effektiver Beitrag zur Vereinfachung und Vereinheitlichung der Normung.

1 Anwendungsbereich

Diese DIN SPEC spezifiziert Kernmodelle zur Verwendung in der Normung der Automatisierungstechnik. Auf diese Kernmodelle kann in der Normung überall dort verwiesen werden, wo ein Systemaspekt, der sich durch ein Kernmodell darstellen lässt, zur Spezifikation eines Systemkonzepts verwendet werden soll, ohne ihn in allgemeiner Form zu beschreiben.

2 Begriffe und Abkürzungen

2.1 Begriffe

2.1.1

Anlage

Gesamtheit der technischen Einrichtungen und Vorrichtungen zur Bewältigung einer festgelegten technischen Aufgabe

[QUELLE: IEC 60050-351-21-45]

2.1.2

Aspekt

Darstellung einer Teilmenge von Eigenschaften eines Gegenstandes oder Systems, die für ein Beschreibungs- oder Einsatzgebiet mit ihren Modellen eine besondere oder alleinige Relevanz haben

2.1.3

Dienst

Funktionen, die einem Benutzer von einer Organisation angeboten werden

[QUELLE: IEC 60050-191-01-04]

2.1.4

Einbaulage

logischer Platz in einer Anlage, an dem eine Komponente eingebaut werden kann oder eingebaut ist

2.1.5

Entität

gedankliche oder physische Einheit, die individuell verwaltet und deren Lebenszyklus verfolgt wird

[QUELLE: IEC 60050-191-01-01 „Betrachtungseinheit“]

2.1.6

Führung

Gestalten und Beherrschen des Verhaltens von Gegenständen oder Personen, Prozessen und Vorgängen einschließlich der zugehörigen Wege oder Abläufe durch zielgerichtete und organisatorische Maßnahmen

2.1.7

Funktion

auf das Gesamtziel oder den Gesamtzweck bezogene Aufgabe, Stellung oder Tätigkeit innerhalb eines größeren Ganzen

2.1.8

Gegenstand

Ding der physischen Welt oder der Informationswelt

2.1.9

Hierarchie

gerichtetes, nicht zyklisches Ordnungsschema in einem System, bei dem in jeder Beziehung jeweils ein Element das hierarchisch höhere und das andere Element das hierarchisch niederere ist

2.1.10

Informationswelt

Welt aller Gegenstände, die nicht Teil der physischen Welt sind

2.1.11

Installationsplattform

aktueller Gesamtinstallationszustand einer Anlage, der sich aus dem Zustand aller aktuell in der Anlage installierten Komponenten ergibt

2.1.12

Komponente

vorgefertigte, in sich strukturierte und unabhängig hantierbare Einheit, die zur Realisierung einer konkreten Rolle in einem System vorgesehen ist

2.1.13

Kernmodell

einfache modellmäßige Beschreibung von grundlegenden Konzepten und Zusammenhängen, die einen allgemeinen Aspekt von Systemen betreffen

2.1.14

Lebenszyklus

Folge von Prozessen, die eine Entität während ihrer Existenz durchläuft

2.1.15

Lebenszyklusprozess

Änderung des Zustands einer existierenden Entität in einem zeitlichen Abschnitt

2.1.16

Link

Repräsentation einer nicht näher spezifizierten Beziehung, die entweder zwischen zwei Systemen oder zwei Systemelementen hergestellt werden kann

2.1.17

Metamodell

Definition des Aufbaus und der Bedeutung von Modellelementen und ihren Beziehungen

2.1.18

Modell

Gegenstand, der es erlaubt, Aussagen über einen anderen, modellierten Gegenstand zu treffen

2.1.19

Name

eindeutiger Bezeichner einer Entität

2.1.20

Prozedur

Abfolge von Einwirkungen auf einen Prozess

2.1.21

Prozess

Gesamtheit von aufeinander einwirkenden Vorgängen in einem System, durch die Materie, Energie oder Information umgeformt, transportiert oder gespeichert wird

[QUELLE: IEC 60050-351-21-44]

2.1.22

Prozessfenster

ununterbrochene Zeitspanne von Prozessbeginn bis Prozessende

2.1.23**Prozessraum**

System mit allen physischen, energetischen und modellmäßigen Elementen, die im Prozess explizit genutzt oder durch den Prozess in ihrer Struktur und ihrem Zustand verändert werden

2.1.24**Realisierungseinheit**

Entität, die über Verhaltens- und Eigenschaftenausprägungen entsprechend einer Rollenanforderung verfügt

2.1.25**Rolle**

Element, das auf der einen Seite eine Realisierungseinheit in einem Modellsystem (Rollensystem) vertritt und auf der anderen Seite die Anforderungen an eine Realisierungseinheit spezifiziert

2.1.26**Sicht**

nutzerbezogene Zusammenstellung von Gegenständen mit jeweils einer Auswahl von Eigenschaften

2.1.27**System**

Menge miteinander in Beziehung stehender Elemente, die in einem bestimmten Zusammenhang als Ganzes gesehen und als von ihrer Umgebung abgegrenzt betrachtet werden

[QUELLE: IEC 60050-351-21-20]

2.1.28**Verwaltungseinheit**

Einheit, die die Informationen zu einem Gegenstand und seinem Lebenszyklus in der Informationswelt repräsentiert

2.2 Abkürzungen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Abkürzungen.

ER	Entity-Relationship
ERP	Enterprise Resource Planning
FEM	Finite-Elemente-Methode
I/O	Input/Output
IEC	International Electrotechnical Commission
P&I	Piping and Instrumentation
PandIX	Piping and Instrumentation diagram Exchange
SIC	System-Interface-Connection
SPS	Speicherprogrammierbare Steuerung
TA	Teilanlage
UDP	en: User Datagram Protocol
UML	en: Unified Modeling Language

3 Kernmodelle

3.1 Prozesse und Gegenstände

3.1.1 Zweiweltenmodell

3.1.1.1 Konzept

Ziel des Zweiweltenmodells ist eine grundlegende Einordnung von Gegenständen in die physische Welt oder die Informationswelt. Jeder Gegenstand ist eindeutig einer dieser Welten zugeordnet. Unabhängig von dieser Zuordnung hat jeder Gegenstand eine reale Präsenz in der realen Zeit und besitzt seinen Lebenszyklus. Die Handhabung der Gegenstände und die Lebenszyklusprozesse unterscheiden sich jedoch fundamental. Während sich reale Gegenstände aufgrund ihrer physischen Präsenz permanent in einem Prozess befinden (Alterungsprozess), bleiben Gegenstände der Informationswelt in sich unverändert. Sie ändern sich nur aufgrund von gezielten Eingriffen von außen. Das Zweiweltenmodell charakterisiert die Gegenstände in ihrem grundsätzlichen Sein.

3.1.1.2 Anwendungsbereich dieses Modells

Das Zweiweltenmodell betrifft alle Betrachtungsgegenstände und teilt diese in zwei grundlegend unterschiedliche Gruppen. Physische Gegenstände sind Gegenstände der realen physischen Welt. Sie sind unabhängig davon existent, ob sie betrachtet werden oder nicht. In der physischen Welt gibt es natürliche Systeme (Lebewesen, Steine, Seen, ...) und technische Systeme. In Bild 1 sind die beiden Arten nebeneinander dargestellt. Natürliche Systeme sind so, wie sie sind. Sie wurden nicht gezielt geschaffen. Technische Systeme sind Anlagen oder Produkte. Sie werden gezielt geschaffen (errichtet, produziert, implementiert, ...), um einem bestimmten Zweck zu dienen.

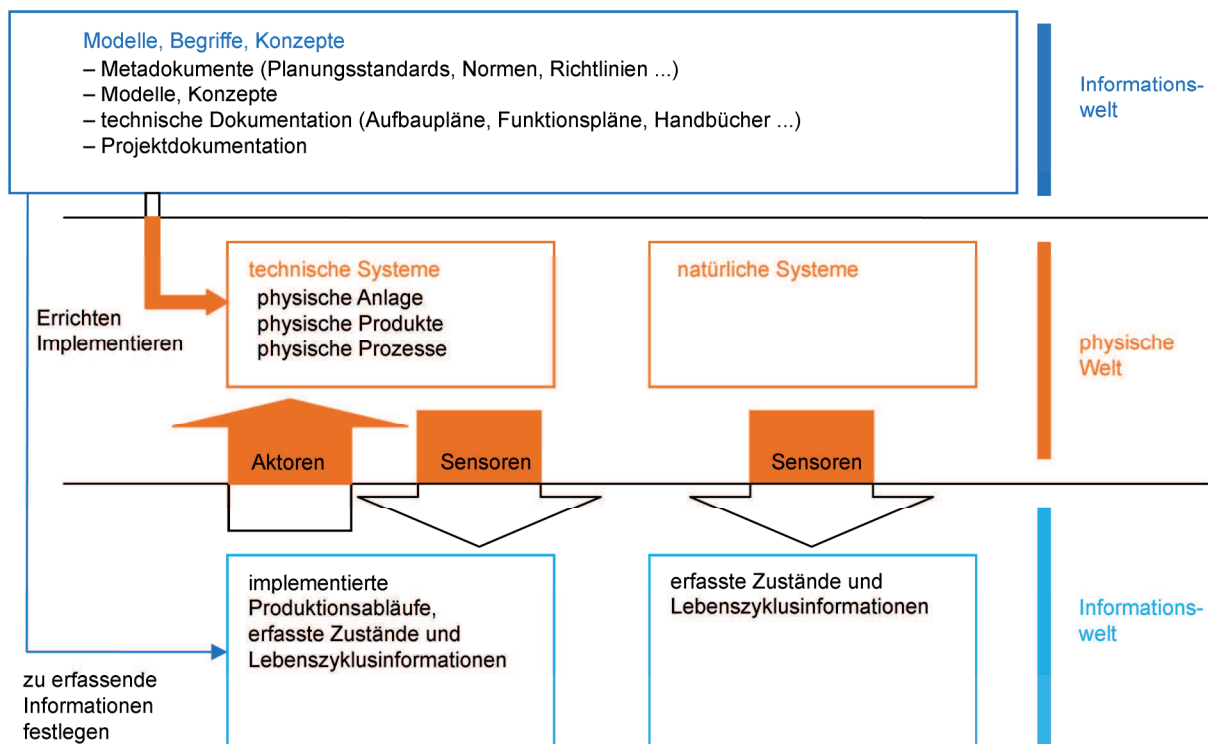


Bild 1 – Zusammenhang zwischen Informationswelt und physischer Welt

3.1.1.3 Allgemeine Spezifikation

3.1.1.3.1 Gegenstände der Informationswelt

Die Gegenstände der Informationswelt lassen sich zunächst in zwei große Gruppen einteilen: Die erste Gruppe, in Bild 1 oben dargestellt, enthält Modelle und Metamodelle. Die zweite Gruppe, in Bild 1 unten dargestellt, enthält erfasste Zustände und Lebenszyklusinformationen. Die erste Gruppe kann wiederum in verschiedene Ebenen gegliedert werden. Die Instanz-Modellebene enthält Modelle zur Beschreibung von Individualsystemen, also z. B. die Pläne für eine konkrete Anlage; die Klassen-Modellebene enthält die Gegenstandstypen und Klassen, die zum Aufbau der Anlagenmodelle verwendet werden; die abstraktere Meta-modell- und Konzeptebene enthält allgemeine Begriffe, Konzepte, Normen und Richtlinien. Gegenstände der Informationswelt meinen wirklich die reinen Informationsobjekte. Diese können nicht virtuell existieren, sondern benötigen einen physischen Wirt, der sie trägt. Das Informationsobjekt selbst ist jedoch völlig unabhängig von seinem physischen Wirt und nimmt auch nicht an dessen Lebenszyklus teil. Umgekehrt sind die Modelle unabhängig von den durch sie beschriebenen Systemen in der physischen Welt. Die einzige funktionale Verbindung zwischen den Welten ist die Nutzung der Instanz-Modelle als Planungsunterlagen für die Errichtung und Produktion und die Erfassung der Zustände der physischen Entitäten durch Messung.

3.1.1.3.2 Gegenstände der physischen Welt

Die Gegenstände der physischen Welt sind, wenn einmal erstellt, unabhängig von der Existenz der Informationswelt präsent. Sie haben einen eigenen physischen Lebenszyklus.

3.1.1.4 Formale Spezifikation

In Bild 2 sind Zusammenhänge dargestellt. Begriffe, Modelle und Konzepte sind Gegenstände, die zur Beschreibung von Zusammenhängen und Gegenständen dienen. Diese Beschreibungen besitzen selbst einen Lebenszyklus, der dokumentiert werden kann. So wird z. B. der Ablauf eines Projekts oder die Versionsentwicklung eines Plans dokumentiert. Gegenstände der physischen Welt sind entweder natürlich oder werden nach einem vorgegebenen Plan errichtet. Gegenstände der physischen Welt können durch Modelle beschrieben werden (Planungsmodelle, Erklärungsmodelle). Der Zustandsverlauf der Gegenstände der physischen Welt kann durch Sensoren erfasst und in einem Lebenszyklus dokumentiert werden. Welche Sensoren zu verwenden sind und wie die Erfassung zu erfolgen hat, ist wiederum in einem Plan festgelegt.

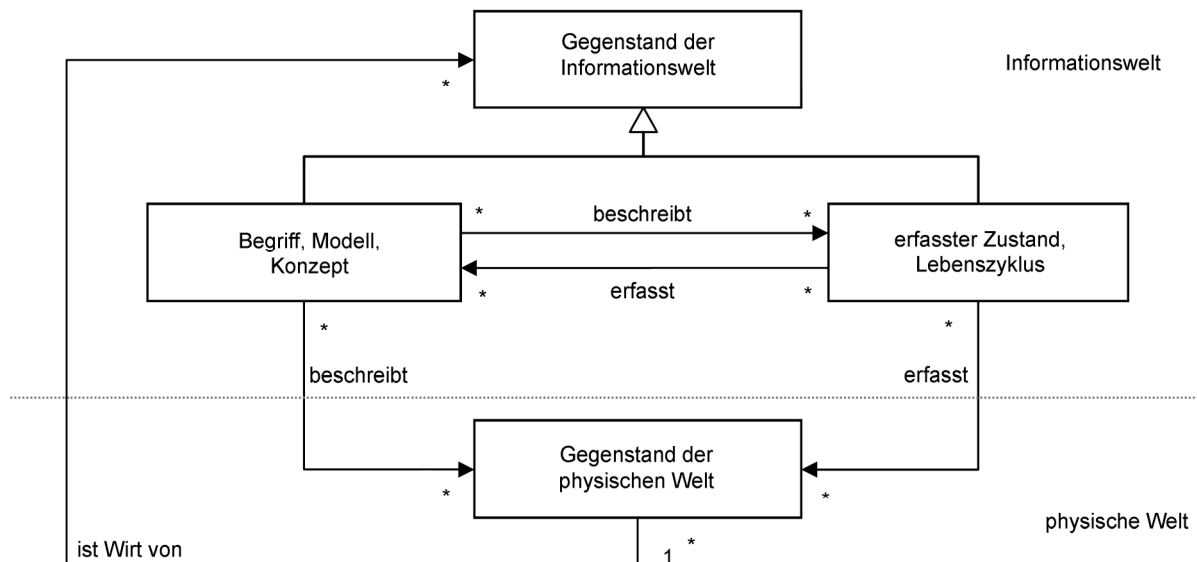


Bild 2 – Gegenstände der physischen Welt und der Informationswelt (UML)

Zusätzlich ist in Bild 2 dargestellt, dass jeder Gegenstand der Informationswelt nicht ohne einen anderen Wirtsgegenstand in der physischen Welt existieren kann, in dem die Information abgelegt wird (beispielsweise Papier oder Computerfestplatte).

3.1.1.5 Modellelemente

Gegenstand: Ding der physischen Welt oder der Informationswelt. Beispiele sind Produkte, Apparate, Gebäude, Stecker, Rechnereinschübe, geladene Software.

Begriff, Modell, Konzept: Gegenstände der Informationswelt, die andere Gegenstände beschreiben oder deren Zusammenhänge erklären. Beispiele sind Normen, Regeln, Metamodelle, Planungsunterlagen.

Erfasster Zustand, Lebenszyklus: Jeder Gegenstand hat eine Präsenz in der realen Zeit. Die Zustände, die er dabei einnimmt, können erfasst, dokumentiert und seinem Lebenszyklus zugeordnet werden. Die Erfassung erfolgt grundsätzlich durch Erfassungsobjekte in der Informationswelt. Die Erfassung physischer Zustände erfordert Sensoren. Zustände in der Informationswelt können direkt abgegriffen werden. Beispiele sind erfasste Einbauszustände, erfasste Konfigurationen, erfasste Zustandsverläufe, erfasste Meldefolgen, erfasste Versionsänderungen.

3.1.1.6 Regeln

- R1 Ein Gegenstand kann ein Gegenstand der physischen oder der Informationswelt sein.
- R2 Jeder Gegenstand existiert in der realen Zeit. Dies gilt auch für alle Gegenstände der Informationswelt.
- R3 Jeder Gegenstand hat einen und genau einen irreversiblen Lebenszyklus.
- R4 Der Lebenszyklus existiert unabhängig davon, ob er explizit erfasst wird oder nicht.
- R5 Zur expliziten Erfassung von Zuständen und Lebenszyklen können eigene Gegenstände geschaffen werden.
- R6 Zustände der physischen Welt werden durch Sensoren erfasst. Dies gilt allgemein für alle Zustandsarten der physischen Welt. Das Ablesen der Seriennummer eines eingebauten Geräts erfordert also genauso einen Sensor wie die Erfassung des Temperaturwerts.

3.1.2 Entitätenmodell

3.1.2.1 Konzept

Unter einer Entität versteht man eine gedankliche oder physische Einheit. Diese wird in ihrem Organisationsumfeld nicht nur als Element einer Menge gesehen, sondern als Individuum verwaltet und in ihrem Lebenszyklus verfolgt. Entitäten bilden das gedankliche und physische Inventar einer Organisationseinheit.

3.1.2.2 Anwendungsbereich dieses Modells

Unter einer Entität versteht man in der Philosophie allgemein einen Gegenstand in seinem individuellen Dasein. Dabei kann es sich sowohl um einen physischen als auch einen gedanklichen Gegenstand handeln. Gegenstände besitzen eine Existenzphase, in der sie ununterbrochen vorhanden (da) sind, sie existieren an sich und unabhängig von einem Betrachter. Gegenstände können entweder eine bestimmte endliche Zeit oder unendlich lange existieren. In Anlehnung an den Lebenslauf von Lebewesen spricht man auch bei Gegenständen von einem Lebenszyklus, dem sie unterworfen sind.

In dem hier verfolgten Konzept sind Entitäten Gegenstände, die als Individuen in der Informationswelt explizit verwaltet und in ihrem Lebenszyklus verfolgt werden. Es ist also nicht eine Eigenschaft des Gegenstands an sich, ob er als Entität angesehen wird, sondern eine bewusste Designentscheidung, ob man einem Gegenstand den Status einer Entität zumisst.

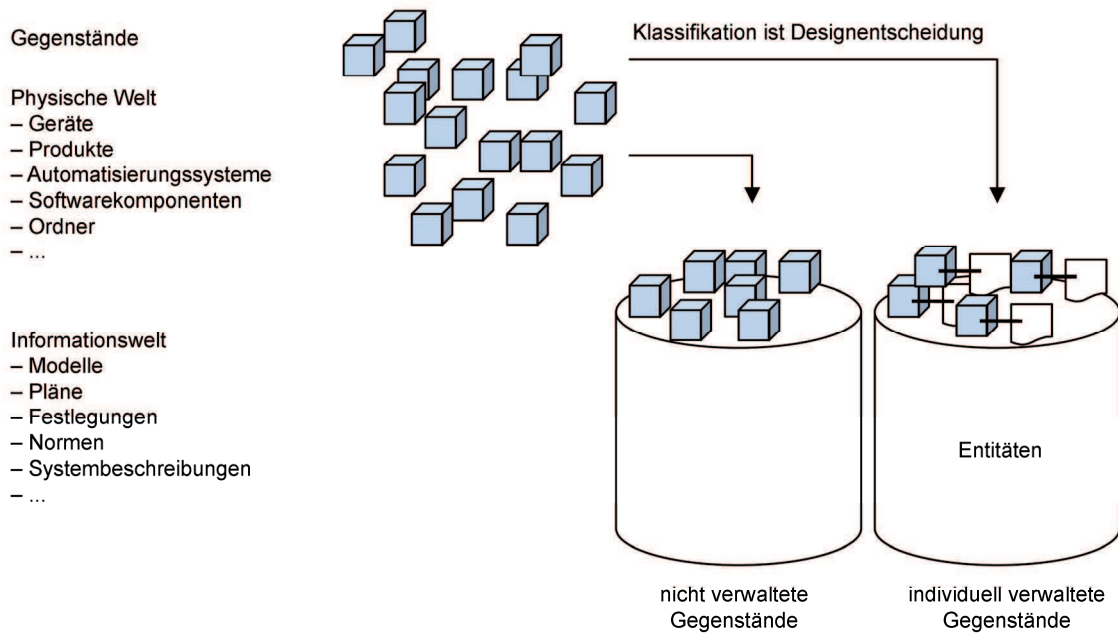


Bild 3 – Klassifikation von Gegenständen zu Entitäten

So würde man z. B. typischerweise Schrauben, einfache Ersatzgeräte, Kabelstücke, Dichtungen usw. nur als anonyme Stücke in einem Vorratsspeicher verwalten und nicht individuell als Entitäten. Selbstverständlich haben diese namenlose Gegenstände auch einen Lebenszyklus, dieser wird jedoch nicht individuell erfasst und ist als solcher in der Informationswelt prinzipiell unbekannt.

3.1.2.3 Allgemeine Spezifikation

Eine Entität besteht aus dem tatsächlichen Gegenstand und einer Verwaltungseinheit. Die Verwaltungseinheit ist Teil der Informationswelt und unabhängig von der Art ihrer physischen Repräsentanz. Gegenstand und Verwaltungseinheit sind getrennt voneinander zu betrachten. Wie dargestellt, ist es eine Designentscheidung, ob die Verwaltungseinheit überhaupt angelegt wird. Umgekehrt bleibt eine einmal angelegte Verwaltungseinheit im Prinzip ewig bestehen und bewahrt sämtliche Informationen zum Lebensweg ihres Gegenstands auch über deren Ende hinaus. Diese Informationen können allerdings durch Vernichtung der physischen Repräsentanz der Verwaltungseinheit (Löschen, Vergessen, Tod) verloren gehen.

Wie dargestellt, können auch Gegenstände der Informationswelt als Entitäten klassifiziert werden. So kann man z. B. ein P&I-Diagramm als Entität klassifizieren und in seiner Entwicklung und Versionierung verfolgen. In der Informationswelt gibt es nun nicht nur das P&I-Diagramm, sondern auch dessen Verwaltungseinheit. Die Verwaltungsinformationen sind unabhängig vom eigentlichen P&I-Diagramm. Im Extremfall könnte das P&I-Diagramm selbst gelöscht werden, seine Lebenszyklusdokumentation jedoch erhalten bleiben.

Die Welt der Entitäten ist nicht disjunkt. Häufig tritt z. B. der Fall auf, dass eine Entität in ihrem Lebenslauf zeitweise Teil einer anderen Entität ist. Betrachtet man eine I/O-Karte als Entität, dann wird diese irgendwann in eine Remote I/O eingesteckt. Wird die Remote I/O ebenfalls als Entität modelliert, dann ist für die Einsteckzeit die I/O-Karte Teil der Entität Remote I/O. Beide bleiben jedoch selbständige, getrennt verwaltete Einheiten. Die Einbauphase ist Teil des Lebenszyklus von beiden Einheiten.

3.1.2.4 Formale Spezifikation

In Bild 4 ist der Aufbau einer Entität dargestellt. Jede Entität hat als Individualbegriff einen eindeutigen, sie identifizierenden Namen (Identifikator). Jede Entität besteht aus einem Gegenstand – ihrem Sein – und einer Verwaltungseinheit, die die Informationen zu ihrem Sein in der Informationswelt explizit verwaltet.

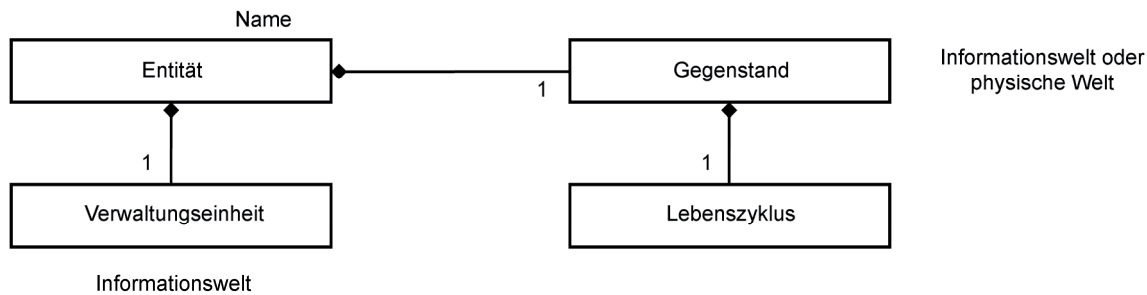


Bild 4 – Aufbau einer Entität (UML)

3.1.2.5 Modellelemente

Gegenstand: Ding der physischen Welt oder der Informationswelt.

Lebenszyklus: Ein Lebenszyklus beschreibt, wie sich ein Gegenstand im Laufe seiner Existenz verändert.

Verwaltungseinheit: Einheit, die die Informationen zu einem Gegenstand und seinem Lebenszyklus in der Informationswelt repräsentiert.

Namen: Eindeutige Bezeichnung der individuellen Entität.

3.1.2.6 Regeln

- R1 Eine Entität ist ein Gegenstand, der zusätzlich eine Verwaltungseinheit in der Informationswelt besitzt, die seinen Lebenszyklus erfasst und verwaltet.
- R2 Jede Entität ist einmalig und hat einen eigenen Namen.
- R3 Entitäten sind keine disjunkten Komponenten. Entitäten können zueinander in sich beliebig überlagernden Abhängigkeiten, Abstraktions- oder Aggregationsbeziehungen stehen.

3.1.3 Prozessmodell

3.1.3.1 Konzept

Unter einem Prozess versteht man eine Gesamtheit von aufeinander einwirkenden Vorgängen in einem System, durch die Materie, Energie oder Information umgeformt, transportiert oder gespeichert wird (siehe [4]). Der Prozess-Begriff ist grundlegend, er dient dazu, alle Vorgänge in beliebigen Systemen (natürlichen, technischen oder gedanklichen) zu erfassen.

3.1.3.2 Anwendungsbereich dieses Modells

Der Prozess ist ein grundlegendes begriffliches Konzept zur Erfassung und Strukturierung von Vorgängen in Systemen. Er wird in praktisch allen Anwendungsdomänen benutzt und hat immer die gleiche semantische Bedeutung. Prozesse sind reale Vorgänge, in denen der Zeitverlauf eine Rolle spielt. Die semantische Bindung an den Zeitverlauf ist ein typisches Merkmal eines Prozesses. Dies gilt grundsätzlich für alle Arten von Prozessen, für natürliche Prozesse, für technische Prozesse, für physische Prozesse und auch für Prozesse in der Informationswelt. Die Multiplikation zweier Zahlen ist aus informationstechnischer Sicht kein Prozess, sondern eine Aktion. Die Ausführungszeit spielt hier keine semantische Rolle. Beschreibt man jedoch die Multiplikation als eine Aufgabe für einen μ -Kontroller und betrachtet Taktzyklus für Taktzyklus die Folge der Bearbeitungsschritte, dann handelt es sich um einen Rechenprozess. Hier spielt der Zeitverlauf eine wesentliche Rolle zum Verständnis.

Mit dem Begriff „Prozess“ wird der eigentliche Vorgang beschrieben. Der Prozess ergibt sich aus dem dynamischen Eigenverhalten des Systems unter dem Einfluss der äußeren Einwirkungen. In technischen Systemen werden bestimmte äußere Einwirkungen gezielt aufgebracht, um einen gewünschten Prozessverlauf zu erzwingen. Die dazu erforderliche Abfolge von Einwirkungen bezeichnet man als Prozedur.

3.1.3.3 Allgemeine Spezifikation

Prozesse beziehen sich auf ein abgegrenztes System, eine abgegrenzte Zeit und einen abgegrenzten Aspekt. Durch Änderung der Abgrenzungen können Prozesse in Teilprozesse zerlegt oder zu umfassenderen Prozessen aggregiert werden.

Prozesse sind grundsätzlich reale Vorgänge in der Zeit. Jeder Prozess ist einmalig. Ein einmal stattgefunden Prozess kann nicht mehr rückgängig gemacht werden. Anders ist dies bei den Veränderungen, die ein Prozess in einem System bewirkt. Diese können unter Umständen durch einen „undo“-Prozess rückgängig gemacht werden.

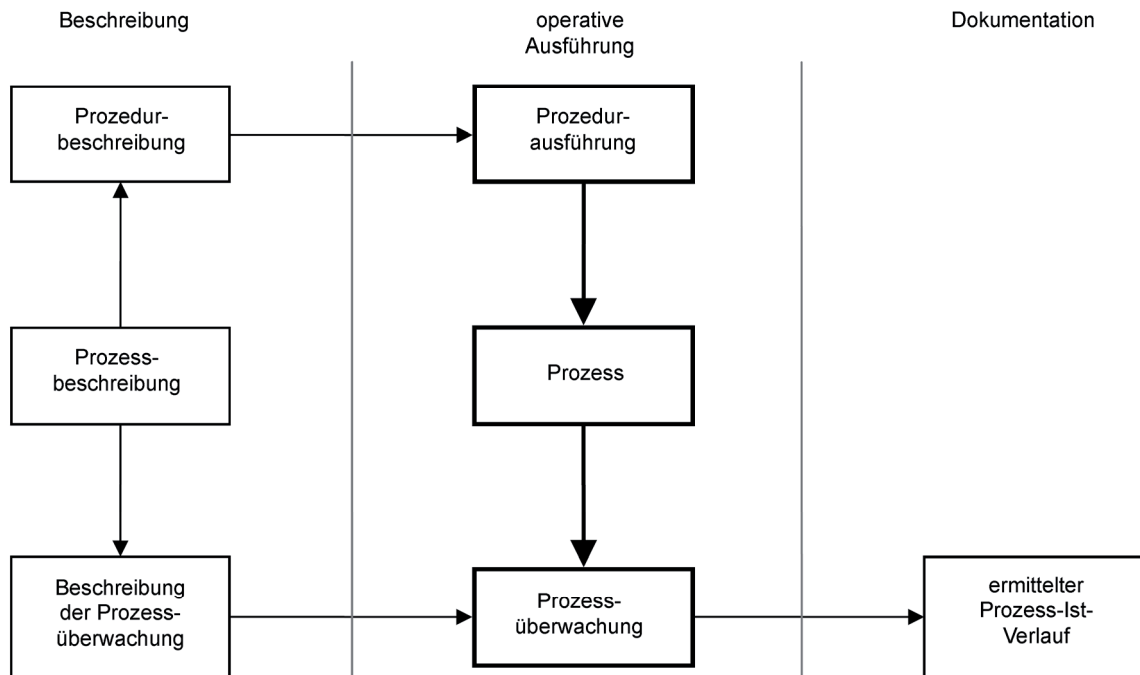


Bild 5 – Wesensart eines Prozesses

Ein Prozess kann sowohl die Zustände eines betrachteten Systems als auch dessen gesamte Struktur verändern.

Die Veränderungen können sowohl kontinuierlich als auch diskret sein.

Prozesse können nach folgenden Kriterien klassifiziert werden:

1. Klassifikation nach der Art des Flusses von Material und Energie über die Systemgrenzen

Für den Materialtransport kann man z. B. folgende Prozessarten unterscheiden:

- Während des Prozesses erfolgt keinerlei Materialaustausch mit der Umgebung.
- Während des Prozesses wird kontinuierlich Material zu- und abgeführt (Kontiprozess).
- Während des Prozesses werden zu diskreten Zeitpunkten diskrete Mengen an Material zu- oder abgeführt.

2. Klassifikation nach Wirkung auf die Systemstruktur

- Während des Prozesses ändert sich die Systemstruktur nicht, es ändern sich nur die Zustände.
- Während des Prozesses ändert sich die Struktur: Objekte, Beziehungen, Merkmale und Zustände kommen als neue semantische Elemente hinzu, ändern sich oder fallen weg. Dies ist typisch z. B. bei Erzeugungs- oder Löschprozessen.

3. Klassifikation nach Art der Änderung

- Nur Veränderung der räumlichen oder logischen Position (Transportprozess);
- Festhalten und Konservieren des Zustands über die Zeit (Speicherprozess);
- Verändern des Zustandes (Transformationsprozess).

In den Anwendungsbereichen gibt es eine Vielzahl weiterer Kriterien, nach denen Prozesse klassifiziert und geordnet werden. Im Umfeld der industriellen Produktion unterscheidet man z. B. fertigungstechnische Prozesse und verfahrenstechnische Prozesse usw.

In Bild 6 werden die wesentlichen Eigenschaften eines Prozesses informell verdeutlicht. Im Zentrum stehen der Prozessraum und das Prozessfenster, durch die der Prozess zeitlich und inhaltlich abgegrenzt wird.

Das Prozessfenster begrenzt den Prozess zeitlich. Der Prozess startet mit dem Prozessstart und endet mit dem Prozessende. Alle Vorgänge außerhalb dieses zeitlichen Fensters sind nicht Teil des Prozesses.

Der Prozessraum wird bei der Modellierung festgelegt. Die Festlegung ist eine Designentscheidung. So kann in der industriellen Produktion der Prozessraum z. B. die Anlage mit enthalten oder nicht. Der Prozessraum grenzt eindeutig ab, welche physischen Elemente (Anlagenteile, Materialien, Produkte), welche Energien und welche Modelle bzw. Elemente der Informationswelt zu einem Prozess gehören und welche nicht. Die Grenze ist scharf. Alle zum Prozessraum im Prozessfenster gehörenden Vorgänge sind Teil des Prozesses, alle anderen nicht. Bild 6 zeigt, wie der Austausch über die Prozessraum- und Prozessfenstergrenzen hinweg stattfindet.

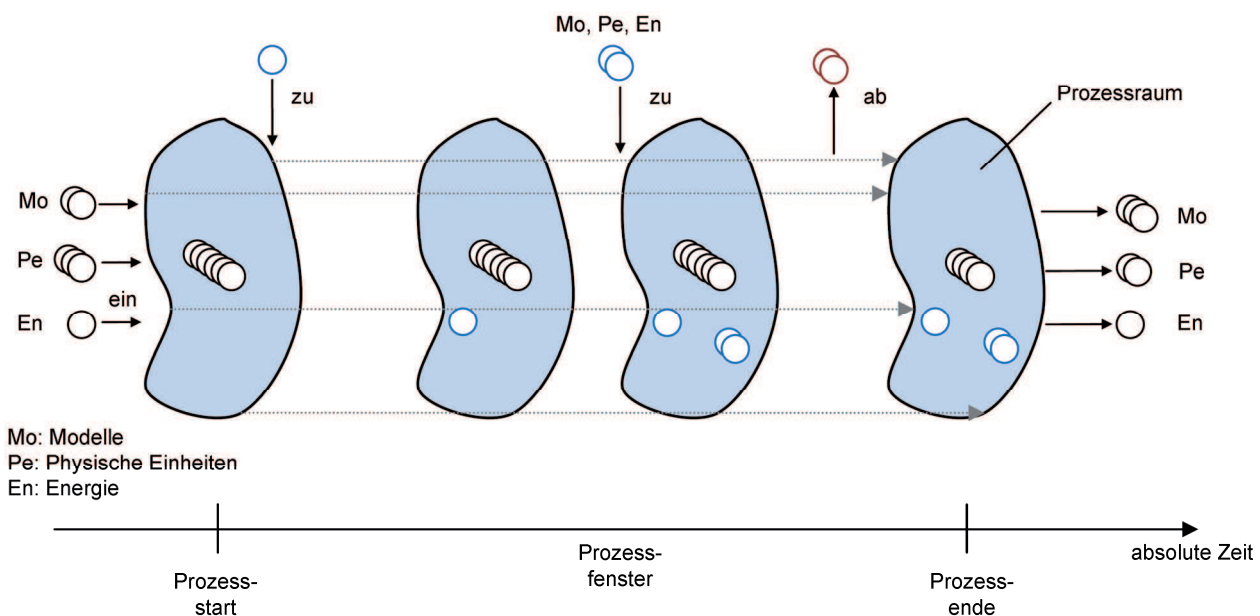


Bild 6 – Elemente eines Prozesses

Bei Prozessstart wird der Prozessraum mit folgenden Inhalten initialisiert:

- Den als zugehörig zum Prozessraum vorgesehenen physischen Einheiten (Pe) mit ihren Anfangszuständen. Dazu gehören jeweils mit ihren Anfangszuständen z. B. die mit zum Prozessraum zählenden Anlagenteile, Apparate und Geräte oder Produkte, die sich als Vorlage bei Prozessbeginn im Prozessraum befinden.
- Den vorgelegten Energien (En) mit ihren Anfangszuständen. Im Allgemeinen gibt es die Energien nicht explizit. Energien werden als Zustände der physischen Einheiten im Prozessraum (Temperatur, Ladezustand, ...) modelliert, nur im Sonderfall werden sie als eigene Entitäten beschrieben.
- Den vorgelegten Modellen (Mo) mit ihren Anfangszuständen, allen Modellen, Daten, Zustandsinformationen, die dem Prozess zu Beginn explizit zur Verfügung stehen. Dazu gehört z. B. die Kenntnis des anlagentechnischen Rollensystems.

Während des Prozessablaufs kann der Prozess physische Einheiten, Information und Energie mit der Umgebung austauschen. Die Definition des Prozessraums ändert sich typischerweise während eines Prozesses nicht. Der Austausch mit der Umgebung kann in beliebigen Kombinationen kontinuierlich oder zu diskreten Zeitpunkten erfolgen. Eintretende Elemente gehören erst ab dem Zeitpunkt des Eintritts zum Prozess, d. h., auch während der Prozess schon läuft, sind die Vorgänge, die diese Elemente betreffen, zunächst außerhalb