

Chargenorientierte Fahrweise. Teil 1: Modelle und Terminologie

Contrôle-commande des processus de fabrication par lots. Partie 1: Modèles et terminologie
Batch control. Part 1: Models and terminology

In der vorliegenden Schweizer Norm ist die EN 61512-1:1999 [IEC 61512-1:1997] identisch abgedruckt.

Für diese Norm ist das technische Komitee TK 65 <<Industrielle Prozessleit- und Automatisierungstechnik>> des Schweizerischen Elektrotechnischen Komitees CES zuständig.

La présente norme est de la compétence du comité technique TK 65 <<Mesure, commande et automation dans les processus industriels>> du Comité Electrotechnique Suisse CES.

The technical committee TK 65 <<Industrial-process measurement, control and automation>> of the Swiss Electrotechnical Committee CES is in charge of the present standard.

Ref. Nr. / N° de réf. / Ref. no.:
SN EN 61512-1:1999 de

Gültig ab / Valide de / Valid from:
1999-05-01

Herausgeber / Vertrieb Editeur / Distributeur
Electrosuisse
Luppmenstrasse 1
CH-8320 Fehraltorf
© Electrosuisse

Anz. Seiten /No. de pages /No. of pages:

87

Deutsche Fassung

**Chargenorientierte Fahrweise
Teil 1: Modelle und Terminologie
(IEC 61512-1:1997)**

Batch control
Part 1: Models and terminology
(IEC 61512-1:1997)

Contrôle-commande des processus de
fabrication par lots
Partie 1: Modèles et terminologie
(CEI 61512-1:1997)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 1999-05-01 angenommen. Die CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäische Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Zentralsekretariat oder bei jedem CENELEC-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CENELEC-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, Tschechische Republik und dem Vereinigten Königreich.

CENELEC

Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

Zentralsekretariat: rue de Stassart 35, B - 1050 Brüssel

Vorwort

Der Text der Internationalen Norm IEC 61512-1:1997, ausgearbeitet von dem SC 65A "System aspects" des IEC TC 65 "Industrial-process measurement and control", wurde der formellen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 1999-05-01 ohne irgendeine Abänderung als EN 61512-1 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem die EN auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muß (dop) 2000-08-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow) 2002-08-01

Anhänge, die als "normativ" bezeichnet sind, gehören zum Norminhalt.

Anhänge, die als "informativ" bezeichnet sind, enthalten nur Informationen.

In dieser Norm sind die Anhänge A und ZA normativ und ist Anhang B informativ.

Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 61512-1:1997 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

Anhang ZA (normativ)

Normative Verweisungen auf Internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen

Diese Europäische Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen zu dieser Europäischen Norm nur, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation (einschl. Änderungen).

ANMERKUNG: Wenn internationale Publikationen durch gemeinsame Abänderungen geändert wurden, durch (mod) angegeben, gelten die entsprechenden EN/HD.

<u>Publikation</u>	<u>Jahr</u>	<u>Titel</u>	<u>EN/HD</u>	<u>Jahr</u>
IEC 60848	1988	Preparation of function charts for control systems	-	-
IEC 60902	1987	Industrial-process measurement and control Terms and definitions	-	-

Leerseite

INTERNATIONALE ELEKTROTECHNISCHE KOMMISSION

IEC-Norm

Deutsche Übersetzung

**Publikation 61512-1
Erste Ausgabe
1997**

**Chargenorientierte Fahrweise
Teil 1: Modelle und Terminologie**

Leerseite

Inhalt

Vorwort	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	7
4 Chargenprozesse und Anlagen	11
4.1 Prozesse, Chargen und Chargenprozesse	11
4.1.1 Kontinuierliche Prozesse	11
4.1.2 Prozesse mit Stückfertigung	11
4.1.3 Chargenprozesse	12
4.2 Physisches Modell	13
4.2.1 Unternehmens-Ebene	15
4.2.2 Werks-Ebene	15
4.2.3 Anlagenkomplex-Ebene	15
4.2.4 Anlagen-Ebene	15
4.2.5 Teilanlagen-Ebene	15
4.2.6 Ebene der Technischen Einrichtung	16
4.2.7 Einzelsteuer-Ebene	16
4.3 Klassifizierung von Anlagen	16
4.3.1 Klassifizierung nach der Anzahl der Produkte	16
4.3.2 Klassifizierung nach der physischen Struktur	17
5 Konzepte der chargenorientierten Fahrweise	18
5.1 Struktur der chargenorientierten Fahrweise	19
5.1.1 Basisautomatisierung	19
5.1.2 Prozedursteuerung	19
5.1.3 Koordinierungssteuerung	21
5.2 Einrichtungsobjekte	22
5.2.1 Beziehungen zwischen Modell der Prozedursteuerung/ physischem Modell / Prozeßmodell	22
5.2.2 Einrichtungssteuerung in Einrichtungsobjekten	22
5.2.3 Strukturieren der Einrichtungsobjekte	26
5.3 Rezepte	27
5.3.1 Rezepttypen	27
5.3.2 Bestandteile des Rezeptes	30
5.3.3 Beziehung zwischen Steuerrezeptprozedur und Einrichtungssteuerung	35
5.3.4 Transportierbarkeit von Rezepten	43
5.4 Produktionspläne und Dispositionspläne	43
5.5 Produktionsinformationen	44
5.5.1 Chargenspezifische Informationen	44
5.5.2 Übergreifende (nicht chargenspezifische) Chargeninformationen	45
5.5.3 Chargenhistorie	45
5.5.4 Chargenprotokolle	45
5.6 Belegung und Konfliktauflösung	46
5.6.1 Belegung	46
5.6.2 Konfliktauflösung	47
5.7 Betriebsarten und Betriebszustände	47
5.7.1 Betriebsarten	47
5.7.2 Betriebszustände	48
5.8 Ausnahmebehandlung	51
6 Aktivitäten und Funktionen der chargenorientierten Fahrweise	53
6.1 Steuerungsaktivitäten	53
6.1.1 Steuerungsaktivitäten-Modell	53

6.1.2	Handhabung der Information	54
6.1.3	Verfahrens- und leittechnische Ingenieurleistungen	56
6.2	Rezeptverwaltung	57
6.2.1	Verwalten von Verfahrensrezepten	57
6.2.2	Festlegen der Verfahrensrezept-Prozedurelemente	59
6.2.3	Verwalten von Werksrezepten	59
6.2.4	Verwalten von Grundrezepten	59
6.2.5	Festlegen der Grundrezept-Prozedurelemente	60
6.3	Produktionsplanung und Disposition	60
6.4	Produktionsinformationsverwaltung	61
6.4.1	Entgegennehmen und Speichern von Chargenhistorien-Information	62
6.4.2	Bearbeitung historischer Daten	64
6.4.3	Erzeugen von Chargen-Protokollen	65
6.5	Prozeßlenkung	66
6.5.1	Verwalten von Chargen	67
6.5.2	Verwalten von Anlagen-Betriebsmitteln	68
6.5.3	Sammeln von Chargen- und Anlagen-Information	69
6.6	Teilanlagenüberwachung	70
6.6.1	Belegen und Ausführen von Prozedurelementen	70
6.6.2	Verwalten der Teilanlagen-Betriebsmitteln	72
6.6.3	Sammeln von Chargen- und Teilanlagen-Information	72
6.7	Prozeßsteuerung	72
6.7.1	Ausführen von Technischen Funktionen	73
6.7.2	Ausführen von Funktionen der Basisautomatisierung	74
6.7.3	Sammeln von Daten	74
6.8	Schutz von Personen und Umwelt	74
Anhang A (normativ) Modellierungsgrundlagen		76
Anhang B (informativ) Bibliographie		83

INTERNATIONALE ELEKTROTECHNISCHE KOMMISSION

Chargenorientierte Fahrweise Teil 1: Modelle und Terminologie

Vorwort

- 1) Die IEC (Internationale Elektrotechnische Kommission) ist eine weltweite Normungsorganisation, die alle Nationalen Elektrotechnischen Komitees (Nationale Komitees der IEC) umfaßt. Die IEC hat das Ziel, die internationale Zusammenarbeit in allen Fragen der Normung auf dem Gebiet der Elektrotechnik und Elektronik zu fördern. Zu diesem Zweck und neben anderen Aktivitäten veröffentlicht die IEC internationale Normen. Mit der Vorbereitung sind die Technischen Komitees beauftragt. Jedes Nationale Komitee der IEC, das an dem behandelten Thema interessiert ist, darf an dieser Vorbereitungsarbeit teilnehmen. Internationale Organisationen, Regierungs- und Nichtregierungsstellen, die mit der IEC in Verbindung stehen, nehmen ebenfalls an diesen Vorbereitungsarbeiten teil. Die IEC arbeitet eng mit der Internationalen Organisation für Normung (ISO) nach den in der Vereinbarung zwischen beiden Organisationen festgelegten Bedingungen zusammen.
- 2) Die offiziellen Beschlüsse oder Vereinbarungen der IEC über technische Fragen, die in Technischen Komitees von Vertretern aller an dem behandelten Thema besonders interessierten Nationalen Komitees erarbeitet werden, bringen das höchstmögliche Maß internationaler Übereinstimmung für das behandelte Sachgebiet zum Ausdruck.
- 3) Sie stellen Empfehlungen zur internationalen Anwendung dar, die als Normen, Fachberichte oder Leitlinien veröffentlicht werden und als solche von den Nationalen Komitees angenommen sind.
- 4) Um die internationale Vereinheitlichung zu fördern, verpflichten sich die Nationalen Komitees der IEC, Internationale Normen der IEC so durchschaubar wie möglich in ihren nationalen und regionalen Normen anzuwenden. Jede Abweichung zwischen der IEC-Norm und der entsprechenden nationalen oder regionalen Norm muß in dieser deutlich gekennzeichnet werden.
- 5) Die IEC hat kein Verfahren für die Kennzeichnung der Konformität festgelegt und übernimmt keine Verantwortung, wenn ein Gegenstand als konform mit einer ihrer Normen erklärt wird.
- 6) Es besteht die Möglichkeit, daß Bestandteile dieser Internationalen Norm Gegenstand von Patentrechten sind. Die IEC hat nicht die Verantwortung, das Vorhandensein solcher Patentrechte festzustellen und auf deren Existenz hinzuweisen.

Diese Internationale Norm IEC 61512-1 wurde vom dem Unterkomitee 65A "Systemaspekte" des Technischen Komitees 65 der IEC "Industrielle Leittechnik" für ausgearbeitet.

Die IEC 61512 besteht aus den folgenden Teilen, mit dem Titel der Reihe "Chargenorientierte Fahrweise":

Teil 1: Modelle und Terminologie

Teil 2: Datenstrukturen und Leitfaden für Sprachen

Der Text dieser Norm basiert auf folgendem Schriftstück:

FDIS	Abstimmungsbericht
65A/217/FDIS	65A/238/RVD

Die vollständigen Informationen über das Abstimmergebnis zu dieser Internationalen Norm enthält der obengenannte Abstimmungsbericht.

Anhang A bildet einen wesentlichen Teil dieser Norm

Anhang B ist nur zur Information.

Einleitung

Die Modelle und die Terminologie, die in diesem Teil von IEC 61512 beschrieben sind:

- betonen die gute Praxis für den Entwurf und den Betrieb von chargenproduzierenden Anlagen,
- können genutzt werden, um die Leitung von chargenproduzierenden Anlagen zu verbessern und
- können unabhängig vom Automatisierungsgrad angewendet werden.

Insbesondere liefert diese Norm eine Standardterminologie und einen logisch zusammenhängenden Satz von Begriffen und Modellen für chargenproduzierende Anlagen und die chargenorientierte Fahrweise, die die Kommunikation zwischen allen beteiligten Parteien verbessern wird; und dies wird

- die Zeitspanne für den Anwender zum Erreichen der vollen Produktion für neue Produkte reduzieren,
- es den Herstellern ermöglichen, geeignete Werkzeuge für die Realisierung von chargenorientierten Fahrweisen anzubieten,
- die Anwender in die Lage versetzen, ihre Anforderungen besser zu identifizieren,
- die Rezeptentwicklung weit genug vereinfachen, daß sie ohne Hilfe eines Automatisierungsingenieurs geleistet werden kann,
- die Kosten der Automatisierung von Chargenprozessen reduzieren; und
- den Ingenieuraufwand im Rahmen des Lebenszyklus reduzieren.

Es ist nicht die Absicht dieser Norm:

- festzulegen, daß es nur eine Art gibt, eine chargenorientierte Fahrweise zu realisieren oder anzuwenden,
- Anwender dazu zu zwingen, ihren derzeitigen Weg im Umgang mit Chargenprozessen aufzugeben oder
- die Entwicklung im Rahmen der chargenorientierten Fahrweise einzuschränken.

Die in dieser Norm beschriebenen Modelle werden in dieser Form als vollständig angesehen. Dennoch können Ebenen verschmolzen oder erweitert werden, wie es unten beschrieben ist. Die Ebenen der Teilanlage und der Einzelsteuereinheit dürfen nicht aus dem physischen Modell ausgelassen werden. Das Grundrezept und das Steuerrezept dürfen nicht aus dem Rezeptmodell ausgelassen werden. Diese Norm umfaßt keine bestimmten Regeln für die Verschmelzung von Funktionsebenen und für das Erweitern der Modelle.

- Verschmelzen: Elemente in den Modellen können ausgelassen werden, wenn das Modell logisch zusammenhängend bleibt und die Funktionen des ausgelassenen Elements berücksichtigt werden.
- Erweitern: Elemente können in den Modellen hinzugefügt werden. Wenn sie zwischen zusammenhängenden Elementen eingefügt werden, sollte die Unversehrtheit der ursprünglichen Beziehung gewahrt bleiben.

Chargenorientierte Fahrweise

Teil 1: Modelle und Terminologie

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 61512 über chargenorientierte Fahrweise definiert Referenzmodelle für die chargenorientierte Fahrweise, wie sie in der Prozeßindustrie angewandt werden, und eine Terminologie, die das Verständnis der Zusammenhänge zwischen diesen Modellen und Begriffen unterstützt. Diese Norm ist eventuell nicht für alle Anwendungen der chargenorientierten Fahrweise geeignet.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Normen enthalten Festlegungen, die durch Verweisung in diesem Text Bestandteil dieses Teils der IEC 61512 sind. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung waren die angegebenen Ausgaben gültig. Alle Normen unterliegen der Überarbeitung, und Vertragspartner, deren Vereinbarungen auf diesem Teil der EN 61512 beruhen, werden gebeten, die jeweils neueste Ausgabe der im folgenden genannten Normen anzuwenden. Mitglieder von IEC und ISO führen Verzeichnisse der gültigen Internationalen Normen.

IEC 848: 1988, Preparation of Function Charts for Control Systems.

ANMERKUNG: Die in der IEC 848 definierten Strukturen können hilfreich sein bei der Festlegung von Prozedursteuerungen und insbesondere bei der Festlegung einer Funktion.

IEC 902: 1987, Industrial-Process Measurement and Control - Terms and Definitions

3 Begriffe

Für die Zwecke dieses Teils von IEC 61512 gelten die folgenden Begriffe.

3.1 Belegung (en: allocation): Eine Art der Koordinierungssteuerung, die ein Betriebsmittel einer Charge oder einer Teilanlage zuordnet.

ANMERKUNG: Das Betriebsmittel kann vollständig oder in Teilen belegt werden.

3.2 Konfliktauflösung (en: arbitration): Eine Art der Koordinierungssteuerung, die bestimmt, wie ein Betriebsmittel belegt werden soll, wenn eine größere Anzahl von Anforderungen an dieses Betriebsmittel vorliegt, als zur gleichen Zeit befriedigt werden können.

3.3 Anlagenkomplex (en: area): Ein Teil eines Werks mit Chargenproduktion, der durch physische, geographische oder logische Abgrenzung innerhalb des Werkes bestimmt ist.

ANMERKUNG: Ein Anlagenkomplex kann Anlagen, Teilanlagen, Technische Einrichtungen und Einzelsteuereinheiten enthalten.

3.4 Basisautomatisierung (en: basic control): Steuerung, die zur Herstellung und zur Aufrechterhaltung eines bestimmten Zustandes einer Einrichtung oder eines Prozeßzustands dient.

ANMERKUNG: Basisautomatisierung kann Regelungen, Verriegelungen, Überwachungen, Ausnahmefallbehandlung und diskrete oder sequentielle Steuerungen enthalten.

3.5 Charge (en: batch):

1.) Das Material, das bei der einmaligen Durchführung eines Chargenprozesses hergestellt wird oder hergestellt wurde.

2.) Ein gedankliches Objekt, das den Produktionsvorgang für ein Material zu einem beliebigen Zeitpunkt innerhalb des Prozesses repräsentiert.

ANMERKUNG: Charge bedeutet somit sowohl das durch den Prozeß und während des Prozesses hergestellte Material als auch die Einheit, die den Herstellungsvorgang dieses Materials repräsentiert. Charge wird als Zusammenfassung der Worte "Produktion einer Charge" verwendet.

3.6 Chargenorientierte Fahrweise (en: batch control): Steuerungsaktivitäten und -funktionen, die es ermöglichen, endliche Mengen von Einsatzstoffen zu verarbeiten, indem diese unter Nutzung einer oder mehrerer Einrichtungen innerhalb eines endlichen Zeitraums einer geordneten Folge von Verarbeitungsaktivitäten unterzogen werden.

3.7 Chargenprozeß (en: batch process): Ein Prozeß, der zur Herstellung von endlichen Stoffmengen führt, indem Mengen von Einsatzstoffen unter Nutzung einer oder mehrerer Einrichtungen innerhalb eines endlichen Zeitraums einer geordneten Folge von Verarbeitungsaktivitäten unterzogen werden.

3.8 Chargenplan (en: batch schedule): Eine Liste von Chargen, die auf einer bestimmten Anlage produziert werden soll.

ANMERKUNG: Der Chargenplan enthält typischerweise Informationen wie ein herzustellendes Produkt, wie eine gewünschte Produktionsmenge, wann und in welcher Reihenfolge die Chargen produziert werden und welche Einrichtungen verwendet werden sollen.

3.9 Gemeinsames Betriebsmittel (en: common resource): Ein Betriebsmittel, das mehr als einem Nachfrager dienen kann.

ANMERKUNG: Gemeinsame Betriebsmittel werden entweder als exklusiv nutzbare oder als parallel nutzbare Betriebsmittel identifiziert (3.22 und 3.54).

3.10 Einzelsteuereinheit (en: control module): Die unterste Ebene der Gruppierung von Einrichtungen im physischen Modells, die Basisautomatisierung realisieren kann.

ANMERKUNG: Dieser Begriff ist anwendbar sowohl für die physische Einrichtung als auch für das Einrichtungsobjekt.

3.11 Steuerrezept (en: control recipe): Eine Art eines Rezepts, welches mit seiner Abarbeitung die Herstellung einer einzelnen Charge eines bestimmten Produktes bestimmt.

3.12 Koordinierungssteuerung (en: coordination control): Eine Art der Steuerung, die die Ausführung von Prozedursteuerungen und die Nutzung der Einrichtungsobjekte leitet, auslöst und/oder ändert.

3.13 Unternehmen (en: enterprise): Eine Organisation, die den Betrieb eines oder mehrerer Werke koordiniert.

3.14 Einrichtungssteuerung (en: equipment control): Die einrichtungsspezifische Funktionalität, die die tatsächliche Steuerfähigkeit für ein Einrichtungsobjekt herstellt einschließlich Prozedursteuerung, Basisautomatisierung und Koordinierungssteuerung, und die nicht Teil des Rezepts ist.

3.15 Einrichtungsobjekt (en: equipment entity): Eine Zusammenfassung von verfahrenstechnischen und leittechnischen Einrichtungen und Einrichtungssteuerungen, die mit dem Zweck gruppiert wurde, eine bestimmte Steuerungsfunktion oder einen Satz von Steuerungsfunktionen auszuführen.

3.16 Technische Einrichtung (en: equipment module): Eine funktionale Zusammenfassung von Einrichtungen, die eine endliche Anzahl von bestimmten kleineren Verarbeitungsaktivitäten ausführen kann.

ANMERKUNG 1: Eine Technische Einrichtung ist gewöhnlich um eine Einrichtung herum angeordnet (ein Wägetank, ein Erhitzer, ein Rührkessel usw.). Dieser Begriff gilt sowohl für die physische Einrichtung als auch für das Einrichtungsobjekt.

ANMERKUNG 2: Beispiele für kleinere Verarbeitungsaktivitäten sind Dosieren und Wägen.

3.17 Technische Operation (en: equipment operation): Eine Operation, die Bestandteil der Einrichtungssteuerung ist.

3.18 Technische Funktion (en: equipment phase): Eine Funktion, die Bestandteil der Einrichtungssteuerung ist.

3.19 Anlagenprozedur (en: equipment procedure): Eine Prozedur, die Bestandteil der Einrichtungssteuerung ist.

3.20 Teilanlagenprozedur (en: equipment unit procedure): Eine Teilprozedur, die Bestandteil der Einrichtungssteuerung ist.

3.21 Ausnahmebehandlung (en: exception handling): Diejenigen Funktionen, die das Auftreten von Ausnahmezuständen der Anlagen oder der Prozesse und andere Ereignisse behandeln, die außerhalb des normalen oder gewünschten Verhaltens der chargenorientierten Fahrweise auftreten.

3.22 Exklusiv nutzbares Betriebsmittel (en: exclusive-use resource): Ein gemeinsames Betriebsmittel, das jeweils immer nur von einem Nutzer zu einer bestimmten Zeit genutzt werden kann.

3.23 Stoff- und Produktionsparameter (en: formula): Eine Kategorie von Rezeptinformationen, die Prozeßeinsatz, Prozeßparameter und Prozeßausstoß beinhaltet.

3.24 Verfahrensrezept (en: general recipe): Rezepttyp, der einrichtungs- und standortunabhängige Verarbeitungsanforderungen beschreibt.

3.25 Rezeptkopf (en: header): Information über den Zweck, die Quelle und die Version des Rezepts wie z.B. Rezept- und Produktidentifikation, Urheber und Ausgabedatum.

3.26 ID: Eine eindeutige Kennung für Chargen, Partien, Bediener, Techniker und Rohstoffe.

3.27 Produktionsstrang (en: line, train): Siehe Definition 3.59.

3.28 Partie (en: lot): Eine eindeutige Menge von Material mit einem Satz gemeinsamer Eigenschaften.

ANMERKUNG: Einige Beispiele für gemeinsame Eigenschaften sind Materialherkunft, das zur Herstellung verwendete Grundrezept und bestimmte Stoffeigenschaften.

3.29 Grundrezept (en: master recipe): Ein Rezepttyp, der den Fähigkeiten der Einrichtungen Rechnung trägt und der anlagenspezifische Information enthalten kann.

3.30 Betriebsart (en: mode): Die Art und Weise, wie die Übergänge der sequentiellen Funktionen in einem Prozedurelement erfolgen oder die Möglichkeit für die Beeinflussung des Betriebszustands von Einrichtungsobjekten durch Handbetrieb oder andere Arten der Steuerung.

3.31 Operation (en: operation): Ein Prozedurelement, das eine unabhängige Verarbeitungsaktivität bestimmt, bestehend aus den erforderlichen Algorithmen für die Auslösung, die Organisation und die Steuerung von Funktionen.

3.32 Weg (Strom) (en: path, stream): Die Reihenfolge der Einrichtungen innerhalb einer Anlage, die zur Herstellung einer bestimmten Charge genutzt wird oder genutzt werden soll.

3.33 Schutz von Personen und Umwelt (en: personnel and environmental protection): Die Steuerungsaktivität,

- die Ereignisse verhindert, die bewirken würden, daß der Prozeß so reagiert, daß die Sicherheit von Personen und/oder die Umwelt gefährdet werden und/oder
- die zusätzliche Funktionen aktiviert wie zum Beispiel das Anfahren von Ersatzeinrichtungen, um zu verhindern, daß sich ein abnormaler Zustand zu einem noch unerwünschteren Zustand weiterentwickelt, der die Sicherheit von Personen oder die Umwelt gefährden würde.

3.34 Funktion (en: phase): Die unterste Stufe eines Prozedurelements im Modell der Prozedursteuerung.

3.35 Prozedursteuerung (en: procedural control): Steuerung, die einrichtungsorientierte Aktionen in einer geordneten Weise führt, um damit eine prozeßorientierte Aufgabe auszuführen.

3.36 Prozedurelement (en: procedural element): Ein Baustein für Prozedursteuerungen, der durch das Modell der Prozedursteuerung definiert wird.

3.37 Prozedur (en: procedure): Die Strategie, nach der ein Prozeß durchgeführt wird.

ANMERKUNG: Im allgemeinen bezieht sich der Begriff auf die Strategie, nach der eine Charge in einer Anlage hergestellt wird. Er kann sich auch auf einen Prozeß beziehen, der nicht zur Herstellung eines Produkts dient, wie z.B. ein Reinigungsvorgang.

3.38 Prozeß (en: process): Eine Folge von chemischen, physikalischen oder biologischen Aktivitäten für die Umwandlung, den Transport oder die Speicherung von Stoff oder Energie.

3.39 Prozeßschritt (en: process action): Kleinere Verarbeitungsaktivitäten, die kombiniert werden, um eine Prozeßoperation zu bilden.

ANMERKUNG: Prozeßschritte sind die niedrigsten Stufen einer Verarbeitungsaktivität innerhalb des Prozeßmodells.

3.40 Anlage (en: process cell): Eine logische Gruppierung von Einrichtungen, die die zur Herstellung einer oder mehrerer Chargen benötigten Einrichtungen beinhaltet. Sie bestimmt das Spektrum logischer Steuerungsmöglichkeiten einer Gruppe von Prozeßeinrichtungen innerhalb eines Anlagenkomplexes.

ANMERKUNG: Dieser Begriff bezieht sich sowohl auf die physischen Einrichtungen als auch auf die Einrichtungsobjekte.

3.41 Prozeßsteuerung (en: process control): Die Steuerungsaktivität, die die Steuerungsfunktionen für Prozedursteuerungen, Regelungen und diskrete Steuerungen und für die Erfassung und Anzeige von Daten beinhaltet.

3.42 Prozeßeinsatz (en: process input) Die Bezeichnung und Menge eines Rohstoffs oder eines anderen Betriebsmittels, das benötigt wird, um ein Produkt herzustellen.

3.43 Prozeßlenkung (en: process management): Die Steuerungsaktivität, die die Steuerungsfunktionen für die Verwaltung der Chargenproduktion innerhalb einer Anlage beinhaltet.

3.44 Prozeßoperation (en: process operation): Eine größere Verarbeitungsaktivität, die gewöhnlich eine chemische oder physikalische Umwandlung des verarbeiteten Stoffs bewirkt und die unabhängig von der verwendeten Einrichtungs-Zielkonfiguration festgelegt ist.

3.45 Prozeßausstoß (en: process output): Die Bezeichnung und Menge von Stoff oder Energie, die als Ergebnis der Ausführung eines Rezeptes erwartet wird.

3.46 Prozeßparameter (en: process parameter): Informationen die benötigt werden, um einen Stoff herzustellen, die aber nicht in die Kategorien des Prozeßeinsatzes und des Prozeßausstoßes fallen.

ANMERKUNG: Beispiele für Informationen in Prozeßparametern sind Temperatur, Druck und Zeit.

3.47 Prozeßabschnitt (en: process stage): Ein Teil eines Prozesses, der gewöhnlich unabhängig von anderen Prozeßabschnitten abläuft und der gewöhnlich eine geplante Folge von chemischen und physikalischen Umwandlungen des verarbeiteten Stoffs ergibt.

3.48 Rezept (en: recipe): Die erforderliche Menge von Informationen, die eindeutig die Produktionsanfordernisse für ein bestimmtes Produkt bestimmt.

ANMERKUNG: Es gibt vier Arten von Rezepten, die in dieser Norm definiert werden: Verfahrensrezept, Werksrezept, Grundrezept und Steuerrezept.

3.49 Rezeptverwaltung (en: recipe management): Die Steuerungsaktivität, die die Steuerungsfunktionen zur Erstellung, Speicherung und die Pflege von Verfahrens-, Werks- und Grundrezepten beinhaltet.

3.50 Rezeptoperation (en: recipe operation): Eine Operation, die Teil einer Rezeptprozedur in einem Grund- oder Steuerrezept ist.

3.51 Rezeptfunktion (en: recipe phase): Eine Funktion, die Teil einer Rezeptprozedur in einem Grund- oder Steuerrezept ist.

3.52 Rezeptprozedur (en: recipe procedure): Der Teil eines Rezepts, der die Strategie für die Herstellung einer Charge beschreibt.

3.53 Teilrezeptprozedur (en: recipe unit procedure): Eine Teilprozedur, die Teil einer Rezeptprozedur in einem Grund- oder Steuerrezept ist.

3.54 Parallel nutzbares Betriebsmittel (en: shared-use resource): Ein gemeinsames Betriebsmittel, das gleichzeitig von mehr als einem Nutzer genutzt werden kann.

3.55 Werk (en: site): Ein Teil eines chargenorientiert produzierenden Unternehmens, der durch eine bauliche, geographische oder logische Abgrenzung innerhalb des Unternehmens bestimmt ist.

ANMERKUNG: Ein Werk kann Anlagenkomplexe, Anlagen, Teilanlagen, Technische Einrichtungen und Einzelsteuereinheiten beinhalten.

3.56 Werksrezept (en: site recipe): Ein Rezepttyp, der werksspezifisch ist.

ANMERKUNG: Werksrezepte können aus Verfahrensrezepten unter Berücksichtigung regionaler Randbedingungen wie Sprache oder verfügbare Rohstoffe abgeleitet werden.

3.57 Betriebszustand (en: state): Der Zustand eines Einrichtungsobjekts oder eines Prozedurelements in einem bestimmten Zeitpunkt.

ANMERKUNG: Die Anzahl möglicher Betriebszustände und deren Bezeichnungen unterscheiden sich bei den unterschiedlichen Einrichtungen und Prozedurelementen.

3.58 Strom (Weg) (en: stream, path): Siehe Definition 3.32.

3.59 Strang (Straße) (en: train, line): Eine Gruppierung einer oder mehrerer Teilanlagen und zugehöriger untergeordneter Gruppen von Einrichtungen, die für die Nutzung zur Herstellung einer Charge geeignet ist.

3.60 Teilanlage (en: unit): Eine Gruppierung von zusammengehörenden Einzelsteuereinheiten und/oder Technischen Einrichtungen und anderen Einrichtungen, in denen eine oder mehrere größere Verarbeitungsaktivitäten ausgeführt werden können.

ANMERKUNG 1: Es wird vorausgesetzt, daß auf Teilanlagen immer nur jeweils eine Charge zur gleichen Zeit verarbeitet wird. Teilanlagen arbeiten verhältnismäßig unabhängig voneinander.

ANMERKUNG 2: Dieser Begriff bezieht sich sowohl auf die physischen Einrichtungen als auch auf die Einrichtungsobjekte.

ANMERKUNG 3: Beispiele für größere Verarbeitungsaktivitäten sind Reaktion, Kristallisation und Lösen.

3.61 Teilprozedur (en: unit procedure): Eine Strategie für die Ausführung eines zusammenhängenden Prozesses innerhalb einer Teilanlage. Sie besteht aus aufeinanderfolgenden Operationen und den erforderlichen Algorithmen für die Auslösung, Organisation und Steuerung dieser Operationen.

3.62 Teilrezept (en: unit recipe): Ein Teil eines (Steuer-)Rezepts, der eindeutig die aufeinanderfolgenden Produktionserfordernisse für eine Teilanlage festlegt.

ANMERKUNG: Das Teilrezept beinhaltet die Teilprozedur und die zugehörigen Stoff- und Produktionsparameter, Rezeptkopf, Anforderungen an die Einrichtungen, sowie andere Informationen.

3.63 Teilanlagenüberwachung (en: unit supervision): Die Steuerungsaktivität, die die benötigten Steuerungsfunktionen zur Überwachung der Teilanlage und der Betriebsmittel der Teilanlage beinhaltet.

4 Chargenprozesse und Anlagen

Dieser Abschnitt gibt einen Überblick über die Chargenverarbeitung und den chargenorientierten Produktionsbetrieb. Die in diesem Abschnitt definierten Modelle und Begriffe bilden die Grundlage für das Verständnis der Anwendung der chargenorientierten Fahrweise in chargenorientierten Produktionsbetrieben, wie sie in den Abschnitten 5 und 6 beschrieben ist. Insbesondere behandelt dieser Abschnitt Chargenprozesse, ein physisches Modell und eine Anlagenklassifikation.

4.1 Prozesse, Chargen und Chargenprozesse

Ein Prozeß ist eine Folge von chemischen, physikalischen oder biologischen Aktivitäten für die Umwandlung, den Transport oder die Speicherung von Stoff oder Energie. Industrielle Herstellungsprozesse können allgemein klassifiziert werden als kontinuierliche Prozesse, Prozesse mit Stückfertigung oder Chargenprozesse. Die Einordnung eines Prozesses hängt davon ab, ob der Prozeßausstoß in einem kontinuierlichen Strom (kontinuierlich), in endlichen Anzahlen einzelner Stücke (Stückfertigung) oder in endlichen Mengen von Stoff (Chargenprozess) erfolgt. Obwohl Gesichtspunkte dieser Norm auf Prozesse mit Stückfertigung oder kontinuierliche Prozesse anwendbar sein mögen, geht diese Norm nicht gezielt auf diese Prozeßtypen ein.

4.1.1 Kontinuierliche Prozesse

In einem kontinuierlichen Prozeß werden die Stoffe in einem stetigen Strom durch die Verarbeitungseinrichtung geführt. Sobald sich ein stationärer Betriebszustand eingestellt hat, hängt die Natur des Herstellungsprozesses nicht mehr von der zeitlichen Dauer des Betriebs ab. Anfahrvorgänge, Übergangsvorgänge und Abschaltvorgänge leisten zu der gewünschten Verarbeitung gewöhnlich keinen Beitrag.

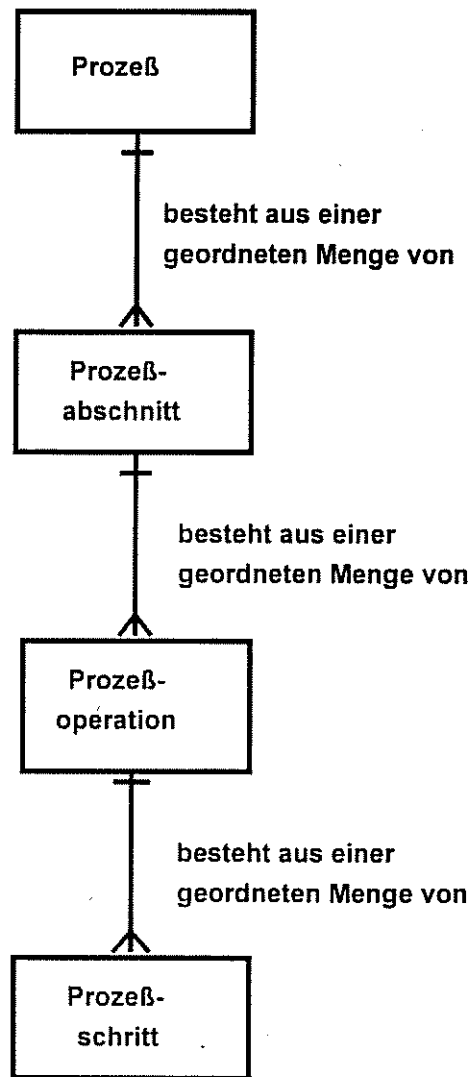
4.1.2 Prozesse mit Stückfertigung

In einem Prozeß mit Stückfertigung werden Produkte gewöhnlich nach Produktionslosen eingeteilt, die auf gemeinsamen Rohstoffen, Produktionserfordernissen und Produktionshistorien beruhen. In einem Prozeß mit Stückfertigung bewegt sich eine bestimmte Menge von Produkt als Einheit (Gruppe von Teilen) von Arbeitsplatz zu Arbeitsplatz und jedes Teil behält dabei seine eindeutige Identität.

4.1.3 Chargenprozesse

Die Chargenprozesse, die in dieser Norm betrachtet werden, führen zur Herstellung von endlichen Mengen an Stoff (Chargen), indem Mengen von Einsatzstoffen unter Nutzung eines oder mehrerer Einrichtungen einer festgelegten Folge von Verarbeitungsaktivitäten unterzogen werden. Das in einem Chargenprozeß hergestellte Produkt wird Charge genannt. Chargenprozesse sind diskontinuierliche Prozesse. Chargenprozesse sind weder diskret, noch kontinuierlich; dennoch weisen sie Merkmale beider Typen auf.

Ein Chargenprozeß kann in hierarchischer Art untergliedert werden, wie es in Bild 1 gezeigt wird. Als Beispielprozeß wird in den folgenden Unterabschnitten die Herstellung von Polyvinylchlorid durch Polymerisation von Vinylchlorid-Monomeren betrachtet.



ANMERKUNG: Siehe Anhang A für eine Erklärung des Formates und der allgemeinen Verbindungen, die bei der Erstellung der Bilder in dieser Norm benutzt wurden.

Bild 1: Prozeßmodell (Entity-Relationship-Diagramm)

4.1.3.1 Prozeßabschnitte

Der Prozeß besteht aus einem oder mehreren Prozeßabschnitten, die als geordnete Gruppe organisiert sind und die seriell oder parallel ablaufen können oder beides gleichzeitig. Ein Prozeßabschnitt ist Teil eines Prozesses, der gewöhnlich unabhängig von anderen Prozeßabschnitten abläuft. Er bewirkt gewöhnlich eine geplante Folge von chemischen oder physikalischen Umwandlungen der verarbeiteten Stoffe. Typische Prozeßabschnitte im Polyvinylchlorid-Prozeß könnten folgende sein:

- Polymerisation: Polymerisation von Vinylchlorid-Monomer zu Polyvinylchlorid.
- Rückgewinnung: Rückgewinnung von rückständigem Vinylchlorid-Monomer.
- Trocknung: Trocknung von Polyvinylchlorid-Pulver.

4.1.3.2 Prozeßoperationen

Jeder Prozeßabschnitt besteht aus einer geordneten Gruppe von einer oder mehreren Prozeßoperationen. Prozeßoperationen beschreiben größere Verarbeitungsaktivitäten. Eine Prozeßoperation bewirkt gewöhnlich eine chemische oder physikalische Umwandlung der verarbeiteten Stoffe. Typische Prozeßoperationen für den Prozeßabschnitt zur Polymerisation von Vinylchlorid-Monomeren zu Polyvinylchlorid könnten sein:

- Reaktor vorbereiten: Reaktor evakuieren, um Sauerstoff abzusaugen;
- Füllen: Vorlegen von destilliertem Wasser und Reagenzien;
- Reagieren: Vorlegen von Vinylchlorid-Monomer und Katalysator, Erhitzen auf 55 °C bis 60 °C, und diese Temperatur halten, bis der Reaktordruck abnimmt.

4.1.3.3 Prozeßschritte

Jede Prozeßoperation kann unterteilt werden in eine geordnete Gruppe von einem oder mehreren Prozeßschritten, welche die für die Prozeßoperation benötigte Verarbeitung ausführen. Prozeßschritte beschreiben kleinere Verarbeitungsvorgänge, die miteinander zu einer Prozeßoperation kombiniert sind. Typische Prozeßschritte für die Prozeßoperation "Reagieren" könnten sein:

- Zugeben: Die geforderte Menge Katalysator in den Reaktor vorlegen;
- Zugeben: Die geforderte Menge Vinylchlorid-Monomer in den Reaktor vorlegen;
- Heizen: Den Reaktor auf 55 °C bis 60 °C aufheizen;
- Temperatur halten: Die Reaktortemperatur auf 55 °C bis 60 °C halten, bis der Reaktordruck abfällt.

4.2 Physisches Modell

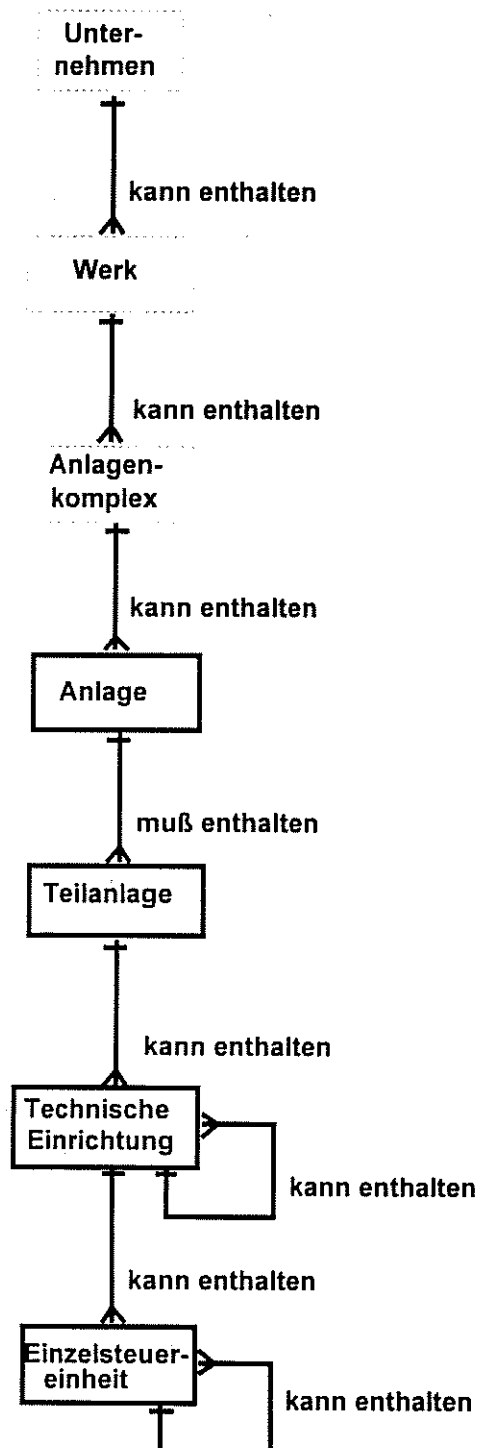
Die folgenden Unterabschnitte behandeln ein physisches Modell, das verwendet werden kann, um die physischen Güter eines Unternehmens in den Begriffen von Unternehmen, Werken, Anlagenkomplexen, Anlagen, Teilanlagen, Technischen Einrichtungen und Einzelsteuereinheiten zu beschreiben.

Die physischen Güter eines Unternehmens, das chargenorientiert produziert, sind gewöhnlich in einer hierarchischen Weise organisiert, wie in Bild 2 gezeigt wird. Gruppierungen auf unterer Ebene werden zusammengefaßt, um eine höhere hierarchische Ebene zu bilden. In manchen Fällen kann eine Gruppierung innerhalb einer Ebene in einer anderen Gruppierung der gleichen Ebene eingegliedert werden.

Das Modell hat sieben Ebenen, von oben beginnend mit einem Unternehmen, einem Werk und einem Anlagenkomplex. Diese drei Ebenen werden an vielen Stellen im Zusammenhang mit unternehmerischen Betrachtungen definiert und werden in diesem Dokument nicht näher modelliert. Die drei höheren Ebenen sind Teil des Modells, um die Beziehung zwischen den Einrichtungen der unteren Ebenen zu dem produzierenden Unternehmen angemessen zu identifizieren.

Die unteren vier Ebenen dieses Modells beziehen sich auf bestimmte Typen von Einrichtungen. Ein Typ von Einrichtungen in Bild 2 ist eine Gruppe von verfahrenstechnischen und leittechnischen Einrichtungen, die zu einem bestimmten Zweck zusammengefaßt wurden. Die unteren Ebenen in dem Modell sind spezifisch für technisch definierte und abgegrenzte Gruppierungen von Einrichtungen. Die vier unteren Ebenen von Einrichtungen (Anlagen, Teilanlagen, Technische Einrichtungen und Einzelsteuereinheiten) werden durch

Ingenieuraktivitäten definiert (siehe 5.2.3 und 6.1.3). Im Rahmen dieser Ingenieuraktivitäten werden die Einrichtungen auf unterer Ebene gruppiert, um eine neue Gruppierung von Einrichtungen auf höherer Ebene zu bilden. Dies wird getan, um den Betrieb dieser Einrichtungen zu vereinfachen, indem man sie als einzelne größere Einrichtung behandelt. Einmal erzeugt, kann die Einrichtung nicht aufgespalten werden, es sei denn durch eine erneute Ingenieurleistung auf dieser Ebene.



ANMERKUNG: Die Blöcke für die oberen drei Ebenen werden in gestrichelten Linien gezeigt, um anzudeuten, daß die Kriterien, die angewandt werden, um die Grenzen dieser drei Ebenen zu bestimmen, oft jenseits des Rahmens der chargenorientierten Fahrweise und dieser Norm liegen. Deshalb werden die Kriterien zur Festlegung der Grenzen dieser drei Ebenen in dieser Norm nicht behandelt.

Bild 2: Physisches Modell

4.2.1 Unternehmens-Ebene

Ein Unternehmen ist eine Zusammenfassung eines oder mehrerer Werke. Es kann Werke, Anlagenkomplexe, Anlagen, Teilanlagen, Technische Einrichtungen und Einzelsteuereinheiten enthalten.

Das Unternehmen ist verantwortlich für die Festlegung, welche Produkte hergestellt werden sollen, in welchen Werken sie hergestellt werden sollen und, im allgemeinen, wie sie hergestellt werden sollen.

Es gibt zahlreiche andere Faktoren als die chargenorientierte Fahrweise, die die Abgrenzung eines Unternehmens beeinflussen. Deshalb werden die Kriterien für die Festlegung der Abgrenzung eines Unternehmens in dieser Norm nicht abgedeckt.

4.2.2 Werks-Ebene

Ein Werk ist eine bauliche, geographische oder logische Anordnung, die durch das Unternehmen bestimmt wird. Es kann Anlagenkomplexe, Anlagen, Teilanlagen, Technische Einrichtungen und Einzelsteuereinheiten enthalten.

Die Abgrenzung eines Werks beruht gewöhnlich auf organisatorischen und unternehmerischen Kriterien im Gegensatz zu technischen Kriterien. Es gibt zahlreiche andere Faktoren als die chargenorientierte Produktion, die diese Abgrenzung beeinflussen. Deshalb werden die Kriterien für die Festlegung der Abgrenzung eines Werkes in dieser Norm nicht abgedeckt.

4.2.3 Anlagenkomplex-Ebene

Ein Anlagenkomplex ist eine bauliche, geographische oder logische Anordnung, die durch das Werk bestimmt wird. Er kann Anlagen, Teilanlagen, Technische Einrichtungen und Einzelsteuereinheiten enthalten.

Die Abgrenzung eines Anlagenkomplexes beruht gewöhnlich auf organisatorischen und unternehmerischen Kriterien im Gegensatz zu technischen Kriterien. Es gibt zahlreiche andere Faktoren als die chargenorientierte Produktion, die diese Abgrenzung beeinflussen. Deshalb werden die Kriterien für die Festlegung der Abgrenzung eines Anlagenkomplexes in dieser Norm nicht abgedeckt.

4.2.4 Anlagen-Ebene

Eine Anlage enthält alle Teilanlagen, Technische Einrichtungen und Einzelsteuereinheiten, die zur Herstellung einer oder mehrerer Chargen benötigt werden.

Die Aktivitäten zur Prozeßsteuerung werden durch Einsatz einer Vielfalt von Methoden und Techniken einer Reihe von Steuerungsanforderungen gerecht. Physische Steuerungsmaßnahmen können durch prozeßspezifische Umstände oder im Sinne der Einhaltung administrativer Auflagen begründet sein.

Eine häufig vorgefundene Untermenge der Anlage ist der Strang. Ein Strang ist aus allen Teilanlagen und anderen Einrichtungen zusammengesetzt, die von einer bestimmten Charge genutzt werden können. Eine Charge muß nicht immer alle Einrichtungen innerhalb des Strangs nutzen. Darüber hinaus können mehr als eine Charge und mehr als ein Produkt den Strang gleichzeitig nutzen. Die Reihenfolge der Einrichtungen, die eine Charge nutzt oder nutzen soll, wird Weg genannt. Obgleich eine Anlage mehr als einen Strang aufweisen kann, kann kein Strang Einrichtungen außerhalb der Grenzen der Anlage beinhalten.

Eine Anlage ist eine logische Zusammenfassung von Einrichtungen, die alle für die Herstellung einer oder mehrerer Chargen benötigten Einrichtungen umfaßt. Sie bestimmt das Spektrum logischer Steuerungsmöglichkeiten für eine Gruppe von Einrichtungen innerhalb eines Anlagenkomplexes. Das Vorhandensein der Anlage gestattet die Disposition auf Anlagenebene und ermöglicht den Entwurf anlagenweiter Steuerungsstrategien. Diese anlagenweiten Steuerstrategien könnten insbesondere in Notfallsituationen nützlich sein.

4.2.5 Teilanlagen-Ebene

Eine Teilanlage setzt sich aus Technischen Einrichtungen und Einzelsteuereinheiten zusammen. Die Teile, aus denen die Teilanlage zusammengesetzt ist, können Bestandteil der Teilanlage sein oder können zeitweise herangezogen werden, um bestimmte Aufgaben auszuführen.

Eine Teilanlage kann eine oder mehrere größere Verarbeitungsaktivitäten ausführen wie zum Beispiel Reaktion, Kristallisation oder Herstellen einer Lösung. Sie kombiniert alle erforderlichen verfahrenstechnischen und leittechnischen Einrichtungen, die benötigt werden, um diese Aktivitäten als unabhängige Einrichtungsgruppe auszuführen. Sie ist gewöhnlich um eine größere Verarbeitungseinrichtung herum angeordnet, wie zum Beispiel einen Rührkessel oder einen Reaktor. Physisch enthält es die Dienste aller logisch zugehörigen Einrichtungen, die nötig sind, um die größere(n) Verarbeitungsaktivität(en) vollständig auszuführen oder es kann diese Dienste belegen. Teilanlagen arbeiten weitgehend unabhängig voneinander.

Eine Teilanlage enthält oder verarbeitet häufig eine vollständige Charge zu einem gewissen Zeitpunkt der Chargenverarbeitung. Allerdings kann sie unter bestimmten Umständen auch nur einen Teil einer Charge enthalten oder verarbeiten. Diese Norm setzt voraus, daß die Teilanlage nicht mehr als eine Charge zur gleichen Zeit verarbeitet.

4.2.6 Ebene der Technischen Einrichtung

Physisch kann die Technische Einrichtung aus Einzelsteuereinheiten und untergeordneten Technischen Einrichtungen bestehen. Eine Technische Einrichtung kann Teil einer Teilanlage oder eine eigenständige Einrichtungsgruppe innerhalb einer Anlage sein. Wenn sie als eigenständige Einrichtung ausgelegt wurde, kann sie ein exklusiv nutzbares Betriebsmittel oder ein parallel nutzbares Betriebsmittel sein.

Eine Technische Einrichtung kann eine endliche Anzahl bestimmter kleinerer Verarbeitungsaktivitäten ausführen, wie z.B. Dosieren oder Wägen. Sie schließt alle notwendigen verfahrenstechnischen und leittechnischen Einrichtungen ein, die zur Ausführung dieser Aktivitäten benötigt werden. Sie ist gewöhnlich um ein Teil einer Verarbeitungseinrichtung herum angeordnet, wie etwa ein Filter. In funktionaler Hinsicht ist der Rahmen der Technischen Einrichtung durch die endlichen Aufgaben bestimmt, für deren Ausführung sie ausgelegt ist.

4.2.7 Einzelsteuer-Ebene

Eine Einzelsteuereinheit ist typischerweise eine Zusammenfassung von Meßeinrichtungen, Stellgliedern, anderen Einzelsteuereinheiten sowie der zugehörigen Verarbeitungseinrichtung, die vom Standpunkt der Leittechnik als eine einzelne Einheit betrieben wird. Eine Einzelsteuereinheit kann auch aus anderen Einzelsteuereinheiten zusammengesetzt sein. Zum Beispiel könnte eine Dosier-Einzelsteuereinheit als Kombination von mehreren automatischen Schaltventil-Einzelsteuereinheiten definiert sein.

Einige Beispiele für Einzelsteuereinheiten sind:

- eine Regeleinrichtung bestehend aus einem Transmitter, einem Regler und einem Stellventil, die über den Sollwert gesteuert wird oder
- eine zustandsgesteuerte Einrichtung, die aus einem Magnetventil mit Endschaltern besteht, die über den Sollwert gesteuert wird oder
- eine Dosiereinrichtung, die mehrere automatische Schaltventile enthält und die die Ventile so koordiniert, daß abhängig von dem Sollwert, der an die Einzelsteuereinheit gegeben wird, der Strom zu einem oder zu mehreren Zielen gelenkt wird.

4.3 Klassifizierung von Anlagen

Die folgenden Unterabschnitte behandeln die Klassifizierung der Anlagen im Hinblick auf die Anzahl der in der Anlage hergestellten unterschiedlichen Produkte und auf die physische Struktur der für die Produktion genutzten Einrichtungen.

4.3.1 Klassifizierung nach der Anzahl der Produkte

Eine Anlage kann aufbauend auf der Anzahl der Produkte, für deren Herstellung die Anlage geplant wurde, als Einproduktanlage oder als Mehrproduktanlage klassifiziert werden.

Eine *Einproduktanlage* stellt in jeder Charge das gleiche Produkt her. Variationen in den Prozeduren oder in den Parametern sind möglich. Zum Beispiel können Variationen mit dem Zweck auftreten, Unterschiede in den Einrichtungen zu kompensieren, Ersatz-Einsatzstoffe zu kompensieren, Änderungen in den Umgebungsbedingungen zu kompensieren oder um den Prozeß zu optimieren.

Eine *Mehrproduktanlage* stellt unter Anwendung unterschiedlicher Herstellungs- oder Steuerverfahren verschiedene Produkte her. Es gibt hierbei zwei Möglichkeiten.

- Alle Produkte werden mit der gleichen Prozedur unter Anwendung unterschiedlicher Stoff- und Produktionsparameter (variierte Stoffe und/oder Parameter) hergestellt.
- Die Produkte werden unter Anwendung unterschiedlicher Prozeduren hergestellt.

4.3.2 Klassifizierung nach der physischen Struktur

Die grundlegenden Typen physischer Strukturen, die hier behandelt werden, sind die *Einwege-Struktur*, die *Mehrwege-Struktur* und die *Netzwerk-Struktur*.

Die *Einwege-Struktur* ist eine Gruppe von Teilanlagen, durch welche eine Charge sequentiell hindurchläuft (siehe Bild 3). Eine *Einwege-Struktur* könnte eine einzelne Teilanlage sein, wie zum Beispiel ein Reaktor, oder mehrere Teilanlagen in Folge. Gewöhnlich werden mehrere Einsatzstoffe verwendet, mehrere Produkte können erzeugt werden. Mehrere Chargen können zur gleichen Zeit in Verarbeitung sein.

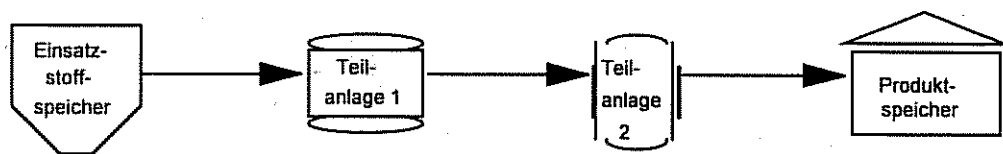


Bild 3: Einwege-Struktur

Eine *Mehrwege-Struktur* ist in Bild 4 gezeigt. Sie besteht aus mehreren parallel angeordneten Einwege-Strukturen ohne gegenseitigen Produktaustausch. Die Teilanlagen können ihre Rohstoffquellen und die Produktspeicher teilen. Mehrere Chargen können zur gleichen Zeit in Arbeit sein. Obgleich Teilanlagen innerhalb einer Mehrwege-Struktur physisch ähnlich sein können, kann es sein, daß man Wege und Teilanlagen innerhalb einer Mehrwege-Struktur hat, die von grundlegend unterschiedlicher physischer Ausführung sind.

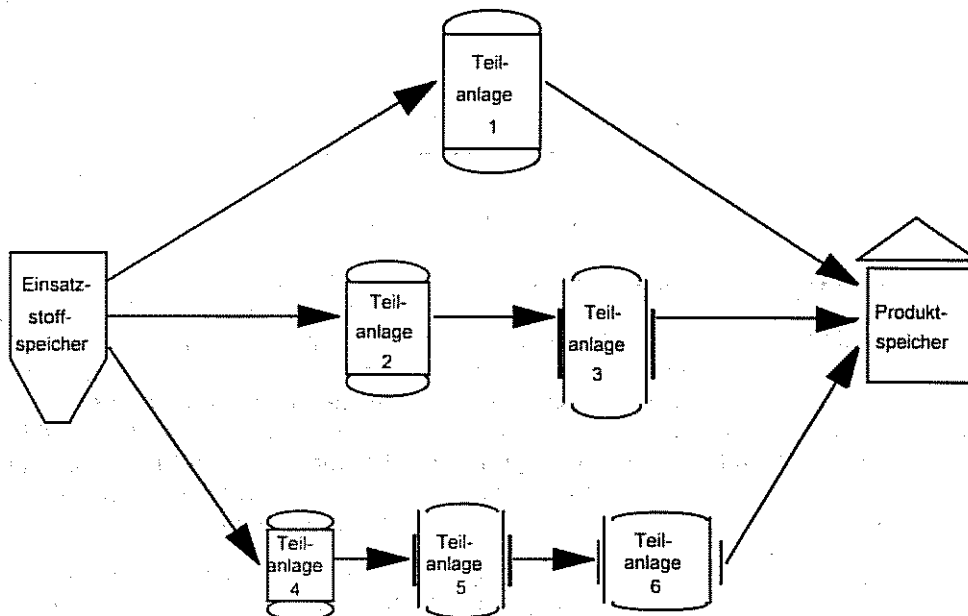


Bild 4: Mehrwege-Struktur

Eine *Netzwerk-Struktur* ist in Bild 5 dargestellt. Die Wege können sowohl festgelegt als auch veränderlich sein. Wenn die Wege festgelegt sind, werden die gleichen Teilanlagen in der gleichen Folge genutzt. Wenn der Weg veränderlich ist, kann die Folge bei Beginn der Charge festgelegt werden oder sie kann bestimmt werden, während die Charge hergestellt wird. Der Weg könnte auch völlig flexibel sein. Eine Charge könnte zum Beispiel auf einer beliebigen Teilanlage beginnen und mehrere Wege durch die Anlage nehmen. Die Teilanlagen selbst können innerhalb der Anlage beweglich sein. In diesem Fall kann die Überprüfung der Prozeßverbindungen ein wichtiger Teil der Prozeduren sein. Man beachte, daß mehrere Chargen zur gleichen Zeit in Herstellung sein können. Die Teilanlagen können Rohstoffquellen und Produktspeicher teilen.

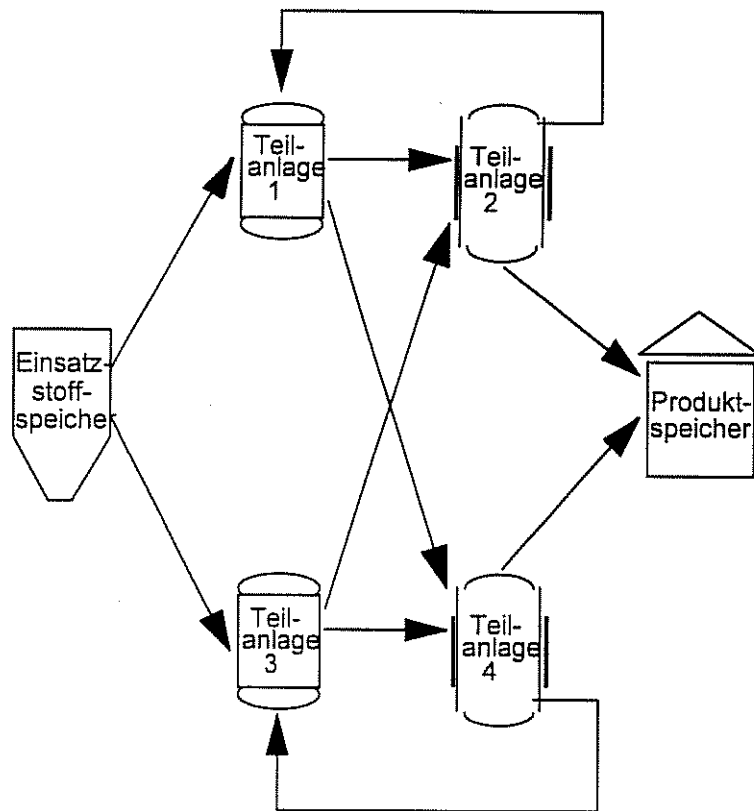


Bild 5: Netzwerk-Struktur

5 Konzepte der chargenorientierten Fahrweise

Dieser Abschnitt behandelt die Begriffe der chargenorientierten Fahrweise, die benötigt werden, um die Anforderungen der Chargenverarbeitung/Chargenproduktion anzusprechen, die in dem vorausgegangenen Abschnitt vorgestellt werden und um eine logisch zusammenhängende Vorgehensweise zum Betrieb einer chargenorientierten Produktionseinrichtung zu definieren. Eine Struktur für die chargenorientierten Fahrweise wird erörtert, die drei Arten der Steuerung einführt, die für die chargenorientierte Produktion benötigt werden. Wenn diese Arten der Steuerung auf Einrichtungen angewandt werden, stellen die resultierenden Einrichtungsobjekte Prozeßfunktionalität und Steuerungsfähigkeit zur Verfügung.

Der Begriff der Rezepte wird behandelt; dies beinhaltet die in dieser Norm beschriebenen vier Rezepttypen und die Bestandteile dieser Rezepte (in den Begriffen der Informationsklassen, die zur Beschreibung der Rezepte benutzt werden). Es wird ein Zusammenhang hergestellt zwischen der Prozedur in einem Rezept und der Steuerung, die mit bestimmten Einrichtungsobjekten verbunden sind (Einrichtungssteuerung). Die Begriffe der Verschmelzung von Funktionsebenen in der Rezeptprozedur und der Einrichtungssteuerung werden behandelt. Für die vier Rezepttypen werden Kriterien für die Transportierbarkeit von Rezepten eingeführt.

Produktionspläne und Dispositionspläne, Referenzinformation, Produktionsinformation, Belegung und Konfliktauflösung, Betriebsarten und Betriebszustände sowie Ausnahmebehandlung sind andere Begriffe der chargenorientierten Fahrweise, die in diesem Abschnitt behandelt werden.

Der Zweck der Modelle und der Terminologie, die in diesem Abschnitt eingeführt werden, ist es, das nötige Verständnis über die chargenorientierten Fahrweise zu schaffen, damit die Steuerungsfunktionen, die benötigt werden, um die verschiedenen Steuerungsanforderungen der chargenorientierten Produktion anzusprechen, in Abschnitt 6 behandelt werden können.

5.1 Struktur der chargenorientierten Fahrweise

Abschnitt 4 führt ein physisches Modell ein, das Begriffe für die Einrichtungshierarchie, wie sie gewöhnlich in einem chargenorientiert produzierenden Umfeld gefunden wird, definiert. Die folgenden Unterabschnitte beschreiben die drei Arten der Steuerung (Basisautomatisierung, Prozedursteuerungen und Koordinierungssteuerungen), die gewöhnlich in der chargenorientierten Produktion benötigt werden.

5.1.1 Basisautomatisierung

Die Basisautomatisierung umfaßt die Steuerung, die dazu bestimmt ist, einen bestimmten Betriebszustand der Einrichtungen und des Prozesses herzustellen und aufrechtzuerhalten. Die Basisautomatisierung

- beinhaltet Regelungen, Verriegelungen, Überwachungen, Ausnahmebehandlung und wiederholbare diskrete Steuerungen oder Prozedursteuerungen.
- kann auf Prozeßbedingungen reagieren, die die Steuerungsausgänge beeinflussen oder Korrekturmaßnahmen auslösen könnten.
- kann durch Anweisungen des Bedieners oder durch Prozedursteuerungen oder durch Koordinierungssteuerungen aktiviert, deaktiviert oder geändert werden.

Die Basisautomatisierung in einem chargenorientierten Umfeld unterscheidet sich im Prinzip nicht von der Führung kontinuierlicher Prozesse. Allerdings können im chargenorientierten Umfeld höhere Anforderungen an die Fähigkeit der unterlagerten Steuerung gestellt werden, Anweisungen zu erhalten und ihr Verhalten basierend auf diesen Anweisungen zu ändern.

5.1.2 Prozedursteuerung

Die Prozedursteuerung bestimmt, daß einrichtungsorientierte Aktionen in einer geordneten Folge stattfinden, damit eine prozeßorientierte Aufgabe ausgeführt wird.

Prozedursteuerungen sind charakteristisch für chargenorientierte Prozesse. Sie sind die Art von Steuerung, die Einrichtungen in die Lage versetzt, einen Chargenprozeß auszuführen.

Die Prozedursteuerung setzt sich aus Prozedurelementen zusammen, die in einer hierarchischen Weise kombiniert werden, um die Aufgabe eines vollständigen Prozesses auszuführen, wie sie durch das Prozeßmodell definiert ist. Die Hierarchie der erkannten und benannten Prozedurelemente ist in Bild 6 dargestellt und besteht aus Prozeduren, Teilprozeduren, Operationen und Funktionen.

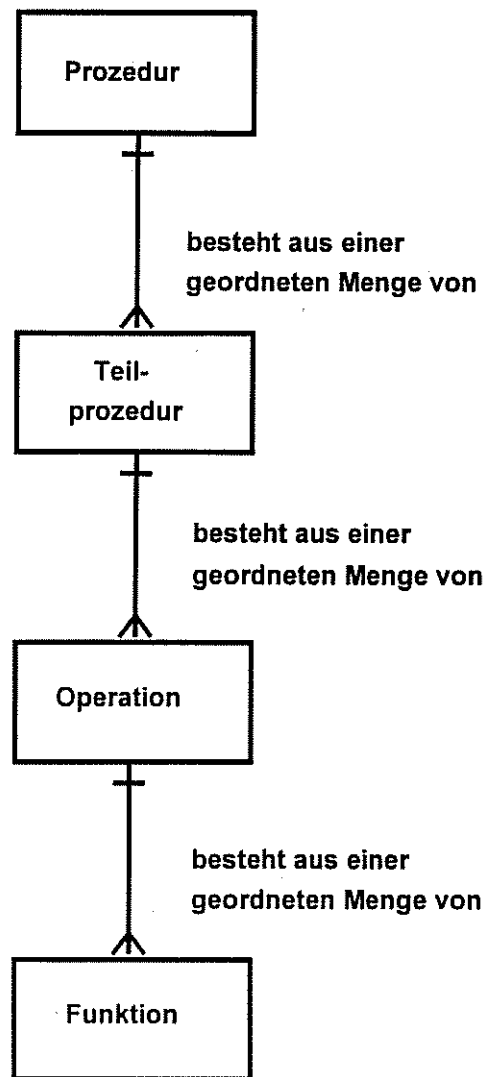


Bild 6: Modell der Prozedursteuerung

5.1.2.1 Prozedur

Die Prozedur ist die höchste Stufe in der Hierarchie und legt die Strategie für die Ausführung einer umfassenden Verarbeitungsaktion, wie zum Beispiel der Herstellung einer Charge fest. Sie wird durch eine geordnete Menge von Teilprozeduren bestimmt. Ein Beispiel für eine Prozedur ist "Produziere PVC".

5.1.2.2 Teilprozedur

Ein Teilprozedur besteht aus einer geordneten Menge von Operationen, die bewirken, daß eine zusammenhängende Produktionssequenz in einer Teilanlage stattfindet. Es wird angenommen, daß zu jeder Zeit immer nur eine Operation in einer Teilanlage aktiv ist. Eine Operation wird in einer einzelnen Teilanlage vollständig ausgeführt. Gleichwohl können mehrere Teilprozeduren einer Prozedur konkurrierend ablaufen, jede in einer anderen Teilanlage. Beispiele für Teilprozeduren sind:

- Polymerisiere Vinylchlorid-Monomer.
- Gewinne Vinylchlorid-Rest zurück.
- Trockne PVC.

5.1.2.3 Operation

Eine Operation ist eine geordnete Menge von Funktionen, die eine größere Verarbeitungssequenz festlegt, und die bewirkt, daß die verarbeiteten Stoffe von einem Zustand in einen anderen überführt werden, womit gewöhnlich eine chemische oder physikalische Umwandlung verbunden ist. Häufig ist es erwünscht, die Grenzen einer Operation auf Punkte in der Prozedur zu legen, wo die normale Verarbeitung sicher ausgesetzt werden kann.

Beispiele für Operationen sind:

- Vorbereitung: Reaktor evakuieren und Reaktorwände mit Antifouling beschichten.
- Füllen: Destilliertes Wasser und Lösemittel hinzugeben.
- Reaktion: Vinylchlorid-Monomer und Katalysator zugeben, heizen und Absinken des Reaktordrucks abwarten.

5.1.2.4 Funktion

Das kleinste Element einer Prozedursteuerung, das eine prozeßorientierte Aufgabe ausführen kann, ist eine Funktion. Eine Funktion kann in kleinere Teile unterteilt werden. Die Schritte und Übergänge, wie sie in IEC 60848 beschrieben sind, dokumentieren eine Methode, um Unterteilungen einer Funktion zu definieren.

Ein Schritt kann eine oder mehrere Anweisungen ausgeben oder eine oder mehrere Maßnahmen bewirken, zum Beispiel

- Ein- und Ausschalten von Regelungen und zustandsorientierten Arten der Basisautomatisierung und Vorgeben ihrer Sollwerte und ihrer anfänglicher Ausgangswerte;
- Setzen, Löschen und Ändern von Alarmgrenzen und anderen Grenzwerten;
- Setzen und Ändern von Reglerkonstanten, Betriebsarten von Regelungen und Typen von Algorithmen;
- Lesen von Prozeßvariablen, wie z.B. Gasdichte, Gastemperatur und Volumendurchfluß von einem Durchflußmesser und Errechnen des Massendurchfluß durch den Durchflußmesser;
- Durchführen der Überprüfung der Bedienberechtigung.

Die Ausführung einer Funktion kann resultieren in

- Befehlen an die Basisautomatisierung,
- Befehlen an andere Funktionen (entweder in dem gleichen oder einem anderen Einrichtungsobjekt); und/oder
- der Erfassung von Daten.

Das Ziel einer Funktion ist es, eine prozeßorientierte Aktion zu bewirken oder zu definieren, wogegen die Logik oder die Folge von Schritten, die die Funktion ausmachen, einrichtungsspezifisch ist. Folgende Beispiele für Funktionen gibt es:

- Vinylchlorid-Monomer zugeben.
- Katalysator zugeben.
- Heizen.

5.1.3 Koordinierungssteuerung

Die Koordinierungssteuerung leitet, löst aus und/oder ändert die Ausführung von Prozedursteuerungen und die Nutzung der Einrichtungsobjekte. Sie ist in ihrer Natur zeitveränderlich wie die Prozedursteuerung, sie ist aber nicht nach einer bestimmten prozeßorientierten Aufgabe strukturiert.

Beispiele für Koordinierungssteuerungen sind Algorithmen für

- die Überwachung der Verfügbarkeit oder Kapazität von Einrichtungen;
- die Belegung von Einrichtungen durch Chargen;
- die Konfliktauflösung von Belegungsanforderungen;

- die Koordinierung gemeinsamer Einrichtungs-Betriebsmittel;
- die Auswahl der auszuführenden Prozedurelemente;
- die Weitergabe von Betriebsarten.

Die Steuerungsfunktionen, die benötigt werden, um Koordinierungssteuerungen zu implementieren, werden in Abschnitt 6.1 näher behandelt.

5.2 Einrichtungsobjekte

Die folgenden Unterabschnitte behandeln Einrichtungsobjekte, die aus der Kombination von Einrichtungssteuerung und physischer Einrichtung gebildet werden. Diese Kombination führt zu vier Einrichtungsobjekten: Anlagen, Teilanlagen, Technische Einrichtungen und Einzelsteuereinheiten. Leitlinien für die Gliederung dieser Einrichtungsobjekte werden ebenfalls erörtert.

Wenn die Begriffe Anlage, Teilanlage, Technische Einrichtung und Einzelsteuereinheit verwendet werden, beziehen sie sich im allgemeinen auf die Einrichtungen und deren zugehörige Einrichtungssteuerung. Unabhängig davon, ob die Steuerungsfähigkeit in einem Einrichtungsobjekt manuell oder durch Automatisierung bewirkt wird, ergibt sich die Fähigkeit der Einrichtung, eine Charge herzustellen, nur durch die Ausübung der Einrichtungssteuerung.

Die Vorstellung, daß die Einrichtungssteuerung Teil des Einrichtungsobjekts ist, ist keine Aussage über die physische Realisierung der Einrichtungssteuerung, sondern eine logische Betrachtungsweise. Gleichwohl ist es wesentlich, die Einrichtungssteuerung eines bestimmten Einrichtungsobjekts zu identifizieren.

Diese Wechselwirkung zwischen Einrichtungssteuerung und physischer Einrichtung wird absichtlich ohne jeden Bezug zu einer Sprache oder Implementierung beschrieben. Es wird ein Rahmen beschrieben, innerhalb dessen Einrichtungssteuerung, Einrichtung und Prozedursteuerung definiert und diskutiert werden können.

5.2.1 Beziehungen zwischen Modell der Prozedursteuerung/ physischem Modell / Prozeßmodell

Der allgemeine Zusammenhang zwischen dem Modell der Prozedursteuerung, dem physischen Modell und dem Prozeßmodell ist in Bild 7 dargestellt. Die Abbildung der Prozedursteuerung auf die bestimmte Einrichtung liefert Verarbeitungsfunktionalität, wie sie im Prozeßmodell beschrieben wird.

Das Konzept der Einrichtungsfähigkeiten und die Nutzung dieser Fähigkeiten zur Verrichtung von Verarbeitungsaufgaben ist ein wesentlicher Punkt dieser Norm. Die Fähigkeit der Einrichtungsobjekte zur Prozedursteuerung ist der Mechanismus, der das ermöglicht. Die Prozedursteuerung kann insgesamt als Teil des Einrichtungsobjekts definiert sein, oder sie kann auf Prozedurinformation beruhen, die dem Einrichtungsobjekt vom Rezept übergeben wird.

5.2.2 Einrichtungssteuerung in Einrichtungsobjekten

Die möglichen Steuerungsfunktionalitäten in den verschiedenen Einrichtungsobjekten sind wichtige Merkmale und eine Hauptgrundlage für die Klassifizierung von Einrichtungsobjekten. In den folgenden Absätzen wird die Einrichtungssteuerung für die einzelnen Einrichtungsobjekte diskutiert.

5.2.2.1 Anlage

Die Anlage ist in der Lage, alle Verarbeitungsaktivitäten für eine oder mehrere Chargen zu leiten. Sie erhält Rezepte, bestehend aus Prozedur, Parametern und andere Informationen und einen Dispositionsplan, der die Anforderungen für die Durchführung für jede Charge enthält. Sie kann auch einer Vorbereitung und Überwachung von Einrichtungen oder Betriebsmitteln bedürfen, die im Moment nicht an der Chargenverarbeitung beteiligt sind, wie z.B. welche Teilanlagen verfügbar sind, welche Teilanlagen und Rohrleitungen sich in CIP-Reinigung befinden und wie die gegenwärtigen Lagerbestände an Rohstoffen sind.

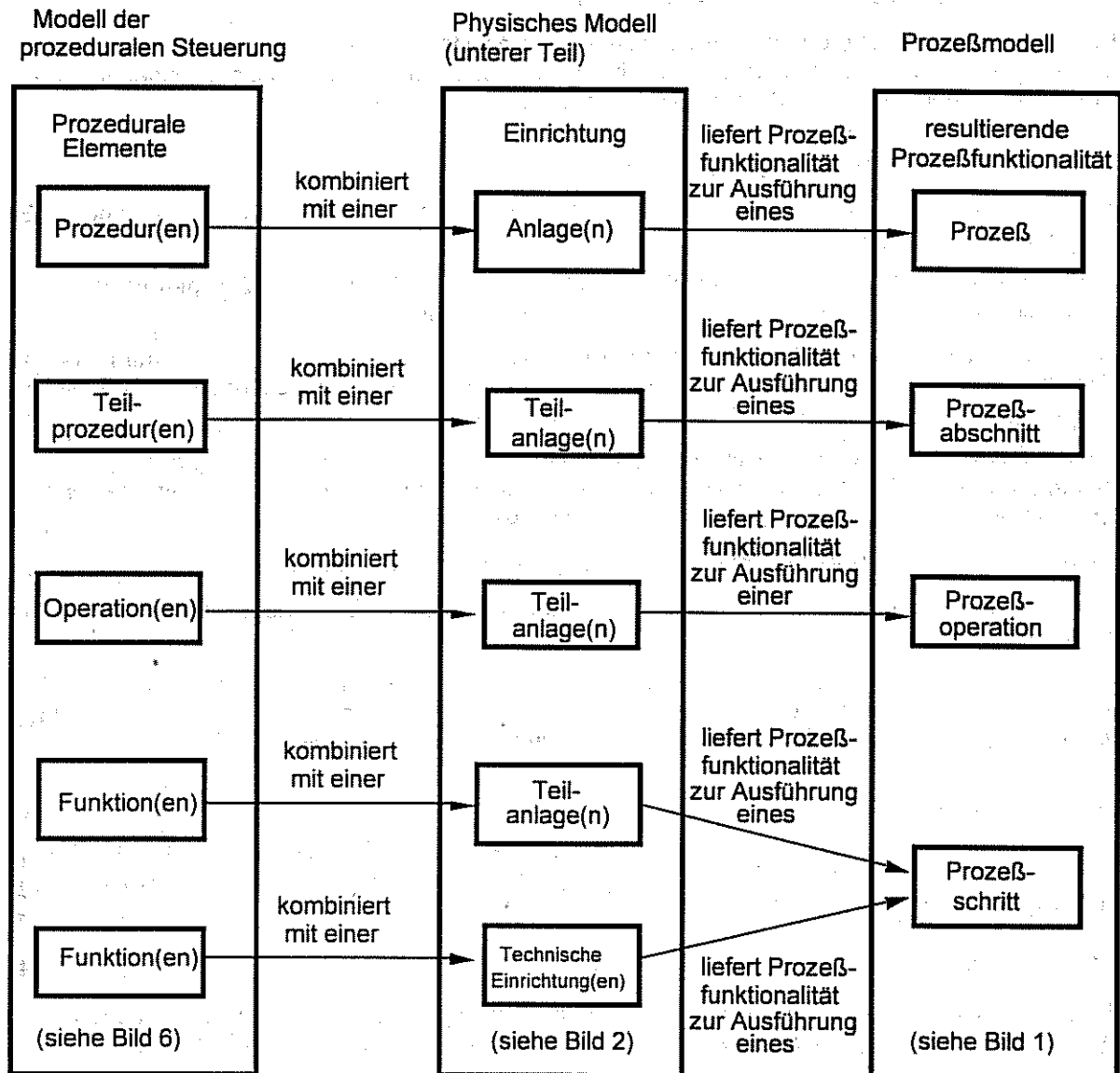


Bild 7: Abbildung von Prozedursteuerung auf Einrichtungen zur Erreichung von Verarbeitungsfunktionalität

Die Komplexität der Steuerung innerhalb der Anlage wird von den in der Anlage verfügbaren Einrichtungen abhängen, den Verbindungsmöglichkeiten zwischen diesen Einrichtungen, den Bewegungsfreiheitsgraden von Chargen durch diese Einrichtungen und der Konfliktauflösung für die Nutzung dieser Einrichtungen, so daß die Einrichtung möglichst effizient genutzt wird.

Die Einrichtungssteuerung in der Anlage kann in der gleichen Weise aufgeteilt sein, wie die physischen Einrichtungen aufgeteilt sind. Zum Beispiel, wenn die Anlage in Stränge eingeteilt ist, kann die Einrichtungssteuerung innerhalb der Anlage unter den verschiedenen Strängen aufgeteilt sein.

Technische Einrichtungen und Einzelsteuereinheiten können als getrennte Einheiten unter direkter Kontrolle der Anlage liegen.

5.2.2.1.1 Basisautomatisierung in Anlagen

Die Anlage kann eine Basisautomatisierung enthalten, die mehrere Teilanlagen abdeckt. Zum Beispiel kann es sein, daß eine Verriegelung, die eine Teilanlage abschaltet, zu den vorgeschalteten Teilanlagen, die diese Teilanlage speisen, weitergemeldet werden muß.

5.2.2.1.2 Prozedursteuerung in Anlagen

Die Durchführung einer Prozedur und die Auslösung der einzelnen Teilprozeduren liegt in der Verantwortlichkeit der Anlage. Die Durchführung kann, muß aber nicht, Bestandteil der Koordinierungssteuerung sein, die an der Bewegung der Chargen beteiligt ist, wie es in 5.2.2.1.3 beschrieben ist.

5.2.2.1.3 Koordinierungssteuerung in Anlagen

In der Anlage wird die Koordinierungssteuerung in größerem Umfang benötigt als in den niederen Ebenen der Einrichtungsobjekte, weil

- die Anlage mehrere Teilanlagen enthalten und zur gleichen Zeit mehrere Chargen verarbeiten kann. Dies macht die Koordinierung der Ausführung mehrerer Prozeduren erforderlich;
- die Steuerung der Bewegung von Chargen eine Auswahl aus einer Anzahl von alternativen Wegen beinhalten kann. Obgleich diese Auswahl über die Verbindung zwischen den Teilanlagen erfolgen kann, ist es möglich, daß die Anlage die Wegzuordnung festlegen muß;
- eine Konfliktauflösung auf Anlagenebene erforderlich sein kann, um die Nutzung der Betriebsmittel zu optimieren, wie zum Beispiel parallel nutzbare Betriebsmittel und Betriebsmittel, die eine gewisse Zeit im Voraus reserviert werden sollten, bevor sie tatsächlich benötigt werden.

Beispiele für Koordinierungssteuerungen in einer Anlage beinhalten Algorithmen, die

- die Vorbereitung und die Bewegung von Chargen, die innerhalb der Anlage verarbeitet werden, verwalten; und
- die Teilprozeduren, Parameter und andere Informationen in bestimmten Teilanlagen in der richtigen Reihenfolge auslösen und/oder verbinden, um zu bewirken, daß sie das Produkt verarbeiten, das durch die eindeutige Kombination von Dispositionsplänen und Rezepten beschrieben wird.

5.2.2.2 Teilanlage

Teilanlagen koordinieren die Funktionen der Einheiten auf den unteren Ebenen, wie z.B. Technische Einrichtungen und Einzelsteuereinheiten. Der Hauptzweck der Einrichtungssteuerung in einer Teilanlage ist es, die Verarbeitung der Charge, die gerade mit der Teilanlage verbunden ist, zu steuern.

5.2.2.2.1 Basisautomatisierung in Teilanlagen

Die Basisautomatisierung in einer Teilanlage erfolgt im allgemeinen durch Regelungen und diskrete Steuerungen in den Technischen Einrichtungen und Einzelsteuereinheiten innerhalb der Teilanlage.

5.2.2.2.2 Prozedursteuerungen in Teilanlagen

Teilanlagen können Technische Funktionen, Technische Operationen und Teilanlagenprozeduren enthalten und ausführen oder sie können Rezeptoperationen und Teilrezeptprozeduren ausführen, die an sie übergeben werden.

5.2.2.2.3 Koordinierungssteuerung in Teilanlagen

Die Einrichtungssteuerung in einer Teilanlage wird eine grundlegend höhere Stufe der Koordinierungssteuerung enthalten, als alle Einrichtungsobjekte der darunterliegenden Ebenen. Dies kann zum Beispiel Algorithmen beinhalten, welche die Teilanlage und belegte Betriebsmittel verwalten, über Anforderungen für Dienste von anderen Teilanlagen oder von Seiten der Anlage entscheiden, die Dienste von Betriebsmitteln von außerhalb der Teilanlage belegen und mit anderen Einrichtungsobjekten außerhalb der Grenzen der Teilanlage kommunizieren.

5.2.2.3 Technische Einrichtung

Der Hauptzweck der Einrichtungssteuerung in einer Technischen Einrichtung ist es, die Funktionen anderer Technischer Einrichtungen und von unterlagerten Einzelsteuereinheiten zu koordinieren. Eine Technische Einrichtung kann durch eine Anlage, eine Teilanlage, einen Bediener oder, in manchen Fällen, durch eine andere Technische Einrichtung gesteuert werden.

5.2.2.3.1 Basisautomatisierung in Technischen Einrichtungen

Die Basisautomatisierung in einer Technischen Einrichtung wird im allgemeinen durch Regelungen und diskrete Steuerungen in Einzelsteuereinheiten innerhalb der Technischen Einrichtungen durchgeführt.

5.2.2.3.2 Prozedursteuerung in Technischen Einrichtungen

Technische Einrichtungen können Technische Funktionen ausführen, aber sie besitzen nicht die Fähigkeit, Prozedurelemente der höheren Stufen auszuführen.

5.2.2.3.3 Koordinierungssteuerung in Technischen Einrichtungen

Die Koordinierungssteuerung in einer Technischen Einrichtung beinhaltet die Koordinierung ihrer Komponenten und kann Algorithmen enthalten, die Betriebsarten weitergeben und die Belegungskonflikte von Seiten der Teilanlagen auflösen.

5.2.2.4 Einzelsteuereinheit

Die Einrichtungssteuerung, die üblicherweise auf dieser Ebene gefunden wird, beeinflusst direkt Stellglieder und andere Einzelsteuereinheiten. Eine Einzelsteuereinheit kann anderen Einzelsteuereinheiten und Stellgliedern Anweisungen erteilen, wenn diese als Teil der Einzelsteuereinheit konfiguriert worden sind. Die Steuerung des Prozesses wird durch die einrichtungsspezifische Handhabung von Stellgliedern bewirkt.

Beispiele für Einrichtungssteuerung in Einzelsteuereinheiten sind

- das Öffnen oder Schließen eines Ventils, mit Alarm bei fehlender Rückmeldung;
- das Regeln der Position eines Stellventils anhand eines gemessenen Sensorsignals und eines PID-Regelalgorithmus;
- das Setzen und Halten des Zustands von mehreren Ventilen in einer Rohstoffzuführung.

5.2.2.4.1 Basisautomatisierung in Einzelsteuereinheiten

Einzelsteuereinheiten enthalten eine Basisautomatisierung. Obwohl diese Automatisierung üblicherweise entweder regelnd oder zustandsorientiert ist, ist sie in manchen Fällen beides. Sie kann auch Bedingungslogik enthalten. Zum Beispiel Öffnen des Ventils, wenn die Temperatur innerhalb der Grenzwerte liegt und das Ablassventil geöffnet ist.

Regelungen dienen dazu, eine oder mehrere Prozeßvariablen auf oder nahe einem gewünschten Wert zu halten. Komplexe Regelungsstrategien wie zum Beispiel Mehrgrößenregelungen, modellgestützte Regelungen und Techniken der künstlichen Intelligenz können ebenfalls in die Kategorie der Regelungen fallen.

Die zustandsorientierte Steuerung bezieht sich auf das Setzen des Betriebszustands eines Teils der Einrichtung im Gegensatz zu dem Zustand einer oder mehrerer Prozeßvariablen. Ein zustandsorientiertes Anlagenteil hat eine endliche Anzahl von Betriebszuständen. Es definiert eine produktunabhängige Verarbeitungssequenz.

Einzelsteuereinheiten können Ausnahmebehandlungen enthalten.

5.2.2.4.2 Prozedursteuerung in Einzelsteuereinheiten

Einzelsteuereinheiten führen keine Prozedursteuerungen aus.

5.2.2.4.3 Koordinierungssteuerung in Einzelsteuereinheiten

Die Koordinierungssteuerung in einer Einzelsteuereinheit kann zum Beispiel Algorithmen enthalten, die Betriebsarten weitergeben und die Belegungskonflikte von Seiten der Teilanlagen auflösen.

5.2.3 Strukturieren der Einrichtungsobjekte

Die folgenden Teilabschnitte erörtern die allgemeinen Grundsätze der Aufteilung der Anlage in Einrichtungsobjekte, die vorgegebene Verarbeitungsaktivitäten oder einrichtungsorientierte Aktionen ausführen können. Die vollständige Erklärung der Aufteilung eines Prozesses geht über den Rahmen dieser Norm hinaus.

Es ist wichtig festzustellen, daß der physische Entwurf der Anlage die Verwirklichung der chargenorientierten Fahrweise stark beeinflussen kann. Kleinere Unterschiede in dem physischen System können die Organisation der Einrichtungsobjekte und der Prozedurelemente dramatisch beeinflussen.

Alle steuerungsbezogenen Abschnitte dieser Norm setzen voraus, daß die in Frage stehende Anlage (sowohl die physische Einrichtung als auch die zugehörigen Steuerungsaktivitäten) in wohldefinierte Einrichtungsobjekte wie zum Beispiel Teilanlagen, Technische Einrichtungen und Einzelsteuereinheiten unterteilt worden ist. Die wirksame Unterteilung der Anlage in wohldefinierte Einrichtungsobjekte ist eine komplexe Aktivität, die in hohem Maß von den individuellen Anforderungen des spezifischen Umfelds des Chargenprozesses abhängt. Die inkonsistente oder ungeeignete Einrichtungsunterteilung kann die Wirksamkeit des modularen Ansatzes zu Rezepten, wie er in dieser Norm vorgeschlagen wird, in Frage stellen.

Die Unterteilung der Anlage setzt ein klares Verständnis des Zwecks der Einrichtungen in der Anlage voraus. Ein solches Verständnis ermöglicht die Identifikation von Einrichtungsobjekten, die zusammenwirken, um gemeinsam einer identifizierbaren Verarbeitungsaufgabe zu dienen.

5.2.3.1 Strukturierung von Anlagen

Die Unterteilung einer Anlage folgt gewöhnlich den nachfolgend aufgezählten Grundsätzen:

- Die Funktion, zu der irgendein Einrichtungsobjekt in der Stoffverarbeitung dient, sollte klar und eindeutig sein.
- Die von dem Einrichtungsobjekt ausgeführte Funktion sollte schlüssig in bezug auf die Verarbeitungsaufgabe sein und sollte für diese Aufgabe unabhängig davon nutzbar sein, welches Produkt zu einer bestimmten Zeit produziert wird.
- Untergeordnete Einrichtungsobjekte sollten in der Lage sein, ihre Aufgabe(n) unabhängig und asynchron auszuführen und es dem Einrichtungsobjekt auf der höchsten Ebene ermöglichen, die Aktivitäten der untergeordneten Einheiten zu leiten.
- Wechselwirkungen zwischen Einrichtungsobjekten sollten minimiert werden. Während eine geplante periodische Interaktion notwendig ist, sollte jedes Einrichtungsobjekt seine Funktionen ausführen und dabei die Funktion der anderen Einrichtungsobjekte so wenig wie möglich beeinflussen.
- Einrichtungsobjekte sollten klar abgegrenzt sein.
- Eine schlüssige Grundlage für die Definition der Einrichtungsobjekte ist wichtig. Ein Bediener, der nacheinander mit ähnlichen Einrichtungsobjekten zusammenwirkt, sollte in der Lage sein, dies auf natürliche Weise und ohne Verwirrung zu tun.
- Die notwendige Wechselwirkung zwischen Einrichtungsobjekten wird, soweit wie möglich, durch Einrichtungsobjekte auf der gleichen Ebene oder auf der nächsthöheren Ebene koordiniert.

5.2.3.2 Strukturierung von Teilanlagen

Die Definition einer Teilanlage erfordert Kenntnis der größeren Verarbeitungsaktivitäten genauso wie der Fähigkeiten der Einrichtungen. Die folgenden Leitlinien gelten:

- Eine oder mehrere größere Verarbeitungsaktivitäten, wie zum Beispiel eine Reaktion oder Kristallisation, können in einer Teilanlage stattfinden.
- Teilanlagen sollten so definiert sein, daß sie relativ unabhängig voneinander operieren.
- Es wird angenommen, daß eine Teilanlage jeweils nur eine Charge zur gleichen Zeit verarbeitet.

5.2.3.3 Strukturierung der Technischen Einrichtungen

Die Definition einer Technischen Einrichtung erfordert Kenntnis der spezifischen kleineren Verarbeitungsaktivitäten und der Fähigkeiten der Einrichtungen. Technische Einrichtungen können eine endliche Anzahl von kleineren Verarbeitungsaktivitäten ausführen, wie zum Beispiel Dosieren und Wägen, und sind typischerweise um eine Gruppe von Einrichtungen angeordnet. Gruppen von Einzelsteuereinheiten können als Technische Einrichtungen oder als Einzelsteuereinheiten definiert werden. Wenn die Gruppe eine oder mehrere Technische Funktionen ausführt, dann ist sie eine Technische Einrichtung.

5.3 Rezepte

Die folgenden Unterabschnitte behandeln die vier Typen von Rezepten, die in dieser Norm behandelt werden, die fünf Kategorien von Information, die ein Rezept enthält, und wie sich diese Information bei den verschiedenen Rezepttypen verändert, sowie die Beziehung der Steuerrezeptprozedur zur Anlagenprozedur. Einige Leitlinien für die Rezepttransportierbarkeit werden ebenfalls dargestellt.

5.3.1 Rezepttypen

Die folgenden Unterabschnitte behandeln vier Typen von Rezepten, die typischerweise in einem Unternehmen auftreten. Ein Rezept ist eine Gesamtheit, die die Minimalmenge von Informationen enthält, die eindeutig die Herstellungsanforderungen für ein bestimmtes Produkt beschreibt. Rezepte bieten eine Methode, Produkte und die Art, wie diese Produkte hergestellt werden, zu beschreiben. In Abhängigkeit von den spezifischen Anforderungen des Unternehmens können andere Rezepttypen existieren. Diese Norm allerdings behandelt nur Verfahrensrezept, Werksrezept, Grundrezept und Steuerrezept (siehe Bild 8).

Grundlegend für die praktische Anwendung von Rezepten ist die Tatsache, dass verschiedene Teile eines Unternehmens Informationen mit unterschiedlichem Detaillierungsgrad über ein Produkt benötigen können, weil unterschiedliche Empfänger dieser Information diese für unterschiedliche Zwecke benutzen. Daher ist in einem Unternehmen mehr als ein Rezepttyp erforderlich.

Es ist darauf hinzuweisen, daß es von Fall zu Fall und von Unternehmen zu Unternehmen verschieden sein wird, ob ein bestimmter Rezepttyp tatsächlich existiert, wer ihn erzeugt und wo er erzeugt wird. Ein Unternehmen kann zum Beispiel entscheiden, einen oder mehrere Rezepttypen nicht zu implementieren.

Ein Produkt kann in vielen verschiedenen Anordnungen von Einrichtungen und in vielen verschiedenen Werken hergestellt werden. Rezepte, die für ein Werk oder eine Kombination von Einrichtungen geeignet sind, können ungeeignet für ein anderes Werk oder eine andere Kombination von Einrichtungen sein. Dies kann zu mehreren Rezepten für ein einzelnes Produkt führen. Es ist eine hinreichende Struktur in der Definition von Rezepten erforderlich, um die Verfolgung der Entstehungsgeschichte jedes Rezeptes zu erlauben.

Das Rezept enthält weder Dispositionsplanung noch Einstellungssteuerung. Das Rezept enthält prozeßbezogene Information für ein bestimmtes Produkt. Dies gestattet es, daß in Apparaten zur Chargenproduktion viele verschiedene Produkte hergestellt werden, ohne daß die Einstellungssteuerung für jedes Produkt neu definiert werden muß.

Es bestehen wesentliche Unterschiede zwischen Verfahrens- / Werksrezept und zwischen Grund- / Steuerrezept. Verfahrens- und Werksrezept beschreiben die Vorgehensweise, also wie im Prinzip produziert wird. Grund- und Steuerrezept beschreiben die Aufgabe, also wie mit den tatsächlichen Betriebsmitteln zu produzieren ist.

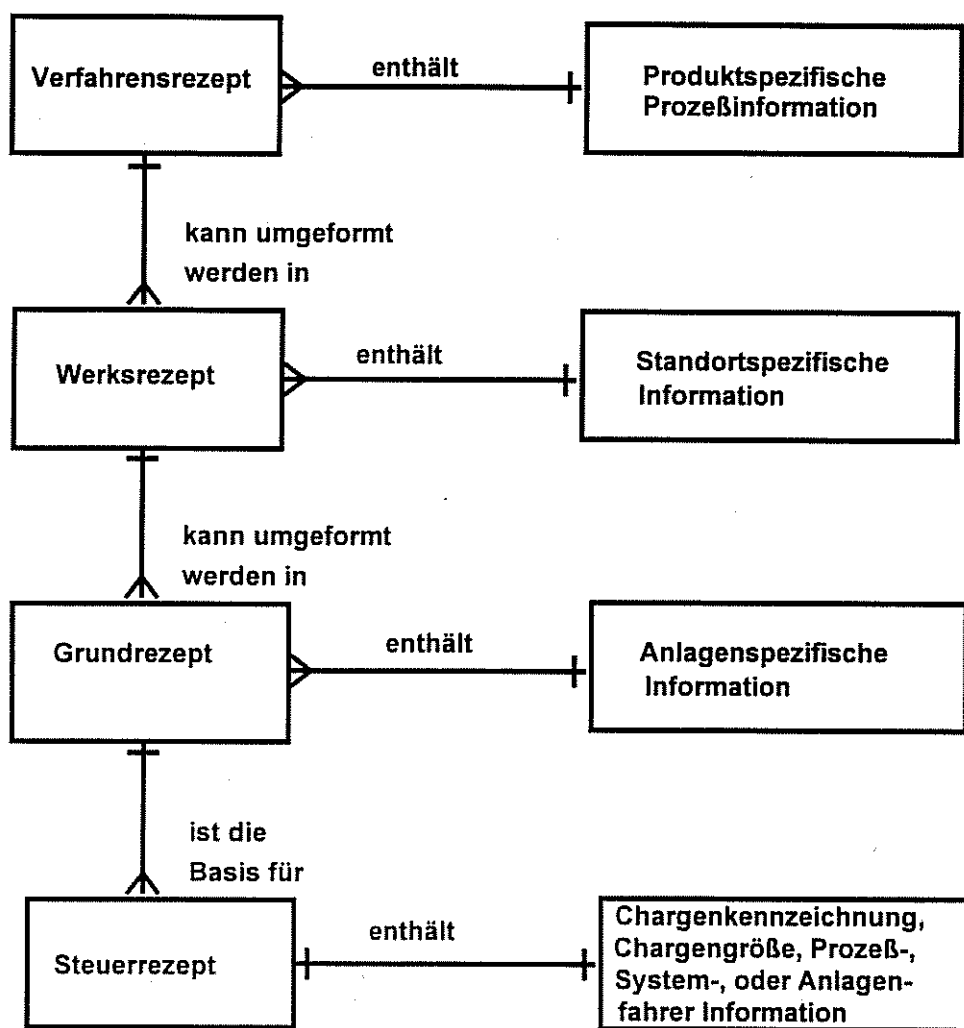


Bild 8: Rezepttypen

5.3.1.1 Verfahrensrezept

Das Verfahrensrezept ist ein Rezept auf Unternehmensebene, das als Grundlage für Rezepte auf niedrigeren Ebenen dient. Das Verfahrensrezept wird ohne spezifische Kenntnis der Anlagenausstattung erstellt, die zur Herstellung des Produktes benutzt werden wird. Es bestimmt die Rohstoffe, ihre relativen Mengen und die erforderliche Verarbeitung, allerdings ohne Bezug zu einem bestimmten Werk oder der in diesem Werk verfügbaren Ausrüstung. Es wird erstellt von Personen mit Kenntnissen der Chemie und den Verarbeitungsanforderungen, die für das betreffende Produkt typisch sind, und gibt deren Interessen und Überlegungen wider.

Während das Verfahrensrezept nicht spezifisch bezüglich der Ausrüstung oder einem bestimmten Werk ist, ist die Technologie zur Herstellung eines Produktes typischerweise so weit über die Laborphase hinaus entwickelt, daß Anforderungen an die Einrichtung in genügendem Detaillierungsgrad beschrieben werden können, um die in einem bestimmten Werk oder in einer bestimmten Menge von Einrichtungen zur Chargenproduktion erforderlichen Einrichtungstypen zu definieren. Das Verfahrensrezept bietet einen Weg, um Verarbeitungsanforderungen an mehrere Produktionsstandorte zu übermitteln.

Mengenangaben können als feste oder normalisierte Werte angegeben werden; Anforderungen an die Einrichtung werden in der Form der für die Einrichtungen erforderlichen Eigenschaften angegeben, wie zum Beispiel Forderungen an die Druckfestigkeit oder den Werkstoff.

Das Verfahrensrezept kann für die unternehmensweite Planung und für Investitionsentscheidungen benutzt werden. Es kann ein Teil von Produktionsvorgaben sein, oder von solchen referenziert werden, und kann als solches für die Produktionsplanung und zur Information von Kunden und Behörden verwendet werden.

5.3.1.2 Werksrezept

Das Werksrezept ist spezifisch für ein bestimmtes Werk. Es ist eine Kombination von werkspezifischer Information und dem Verfahrensrezept. Es wird gewöhnlich aus einem Verfahrensrezept abgeleitet, um die Bedingungen einer bestimmten Produktionsstätte zu erfüllen und bietet einen für werksbezogene, langfristige Produktionsplanung erforderlichen Detaillierungsgrad. Es kann allerdings auch direkt ohne das Vorliegen eines Verfahrensrezeptes erstellt werden. Dinge, wie zum Beispiel die Sprache, in der es geschrieben ist oder lokale Unterschiede in Bezug auf die Rohstoffe werden als werksbezogene Varianten behandelt. Es ist noch nicht spezifisch für eine bestimmte Kombination von Anlagenausstattungen. Typischerweise ist das Werksrezept das Ergebnis einer lokalen, werksbezogenen Stelle für die Prozeßentwicklung.

Es kann mehrere Werksrezepte abgeleitet vom gleichen Verfahrensrezept geben, von denen jedes einen Teil des Verfahrensrezeptes abdeckt, der in einem bestimmten Werk implementiert werden kann.

5.3.1.3 Grundrezept

Das Grundrezept ist die Rezeptstufe, die auf eine Anlage oder eine Gruppe von Einrichtungen einer Anlage ausgerichtet ist. Ein Grundrezept kann vom Verfahrensrezept oder vom Werksrezept abgeleitet werden. Es kann auch als eigenständige Einheit erstellt werden, wenn der Rezeptersteller Zugang zu der Information hat, die im allgemeinen im Verfahrensrezept oder im Werksrezept zur Verfügung gestellt werden.

Einige Charakteristika des Grundrezeptes sind:

- Es kann mehrere von einem Werksrezept abgeleitete Grundrezepte geben, von denen jedes einen Teil des Werksrezeptes abdeckt, der in einer Produktionsanlage ausgeführt werden kann.
- Das Grundrezept muß in hinreichendem Maße an die Eigenschaften der Einrichtungen dieser Produktionsanlage angepaßt sein, um eine korrekte Produktion der Charge sicherzustellen. Dies wird durch die Kombination der Funktionalität der spezifischen Menge von Einrichtungen der Produktionsanlage mit der Information aus dem Grundrezept erreicht.
- In einem Grundrezept können die Stoff- und Produktionsparameter als normalisierte, berechnete oder feste Werte angegeben werden.
- Das Grundrezept kann produktspezifische Informationen, wie sie zur detaillierten Produktionsplanung erforderlich sind, enthalten wie zum Beispiel Informationen über Prozeßeinsätze oder Anforderungen an die Einrichtung.
- Das Grundrezept ist eine unverzichtbare Rezeptstufe, da ohne es keine Steuerrezepte erzeugt und daher keine Chargen produziert werden können.
- Unabhängig davon, ob die Ausrüstungen zur Chargenproduktion manuell oder vollautomatische betrieben werden, existiert das Grundrezept, entweder als ein abgrenzbarer Satz schriftlicher Anweisungen oder als eine elektronische Gesamtheit.

5.3.1.4 Steuerrezept

Das Steuerrezept entsteht als eine Kopie einer bestimmten Version des Grundrezeptes und wird anschließend wie erforderlich verändert durch Informationen für Dispositionsplanung und Ausführung, um spezifisch für eine einzelne Charge zu sein. Es enthält produktspezifische Prozeßinformationen, wie sie zur Produktion einer bestimmten Charge erforderlich sind. Es bietet den Detaillierungsgrad, wie er zum Start und zur Überwachung der Einrichtungsprozedurobjekte einer Anlage erforderlich ist. Es kann verändert worden sein, um die tatsächlichen Rohstoff-Qualitäten und die tatsächlich eingesetzte Ausrüstung zu berücksichtigen. Die Auswahl von Teilanlagen und entsprechende Skalierung kann jederzeit durchgeführt werden, bevor diese Information benötigt wird.

Da Änderungen des Steuerrezeptes basierend auf Produktionsplanungs-, Einrichtungs- und Anlagenfahrerinformationen über eine bestimmte Zeit hinweg gemacht werden können, kann ein Steuerrezept während der Chargenproduktion mehrfachen Veränderungen unterworfen werden. Einige Beispiele hierfür sind:

- Definition der im Steuerrezept tatsächlich eingesetzten Ausrüstung beim Chargenstart oder zu dem Zeitpunkt, wenn es bekannt wird,
- Hinzufügung oder Änderung von Parametern auf der Basis von "wie-dosiert" Qualitäten von Rohstoffen oder von Analysen während der Produktion der Charge,

- Ausdruck von Mengenangaben in den Stoff- und Produktionsparametern als algebraische Formeln, die während der Produktion der Charge ausgewertet werden,
- Veränderung der Prozedur aufgrund eines unerwarteten Ereignisses.

Die Auswahl von Teilanlagen und die Festlegung einer geeigneten Chargengröße können jederzeit vor der Verwendung der Information durchgeführt werden.

5.3.2 Bestandteile des Rezeptes

Rezepte beinhalten die folgenden Kategorien von Rezeptinformation: Rezeptkopf, Stoff- und Produktionsparameter, Anforderungen an die Einrichtung, Prozedur und sonstige Information. Die folgenden Unterabschnitte enthalten Details bezüglich dieser Kategorien. Jede wesentliche Änderung von einem Rezepttyp zu einem anderen ist vermerkt.

5.3.2.1 Rezeptkopf

Die organisatorische Information im Rezept wird als Rezeptkopf bezeichnet. Typische Informationen im Rezeptkopf kann die Rezept- und Produktidentifikation, die Versionsnummer, den Rezeptersteller, das Ausgabedatum, Freigaben, Status und andere organisatorische Angaben enthalten. Zum Beispiel kann ein Werksrezept den Namen und die Version des Verfahrensrezeptes enthalten, aus dem es erstellt wurde.

5.3.2.2 Stoff- und Produktionsdaten

Die Stoff- und Produktionsdaten sind eine Kategorie von Rezeptinformation, die Prozeßeinsätze, Prozeßparameter und Prozeßausstöße umfaßt.

Ein Prozeßeinsatz besteht aus Bezeichnung und Menge eines Rohstoffs oder eines anderen Betriebsmittels, das zur Herstellung des Produktes erforderlich ist. Zusätzlich zu den Rohstoffen, die durch den Chargenprozeß zur Herstellung des jeweiligen Produktes verbraucht werden, können diese Daten auch Energie und andere Betriebsmittel wie zum Beispiel menschliche Arbeitsleistung umfassen. Prozeßeinsätze enthalten sowohl die Bezeichnung des Betriebsmittels als auch die notwendige Menge um eine bestimmte Menge des Endproduktes zu erzeugen. Mengen können als absolute Werte angegeben werden oder als Gleichungen auf der Basis anderer Stoff- und Produktionsdaten oder der Chargengröße. Prozeßeinsätze können in derselben grundsätzlichen Form zulässige Ersatzeinsätze angeben.

Ein Prozeßparameter enthält detaillierte Informationen wie zum Beispiel Temperatur, Druck und Zeit, die wesentlich für das jeweilige Produkt ist, aber nicht zu Prozeßeinsätzen oder Prozeßausstößen gehört. Prozeßparameter können als Sollwerte, Vergleichswerte oder in logischen Bedingungen verwendet werden.

Ein Prozeßausstoß besteht aus Bezeichnung und Menge eines Stoffs und/oder Energie, die als Ergebnis einer Ausführung des Rezeptes erwartet wird. Diese Daten können die Auswirkungen auf die Umwelt detailliert beschreiben und können auch andere Informationen enthalten wie zum Beispiel Angaben zu den Ausgaben in Bezug auf Menge, Kennzeichnung und Ertrag.

Die Typen der Stoff- und Produktionsdaten werden unterschieden, um Informationen für verschiedene Teile eines Unternehmens zur Verfügung zu stellen und müssen unabhängig von den sie umgebenden Verarbeitungsdetails verfügbar sein. So kann zum Beispiel die Liste der Prozeßeinsätze als eine verdichtete Liste von Einsatzstoffen für das Rezept oder als eine Menge individueller Einsatzstoffe für jedes betreffende Prozedurelement im Rezept dargestellt werden.

5.3.2.3 Anforderungen an die Einrichtung

Anforderungen an die Einrichtung schränken die Auswahl der Einrichtungen ein, die schließlich eingesetzt werden, um einen bestimmten Teil der Prozedur durchzuführen.

Im Verfahrens- und im Werksrezept werden die Anforderungen an die Einrichtung typischerweise in allgemeiner Weise wie zum Beispiel zulässigen Werkstoffen und erforderlichen Verarbeitungscharakteristika angegeben. Es sind die Hinweise und die Beschränkungen durch die Anforderungen an die Einrichtung, die es ermöglichen, das Verfahrens- oder Werksrezept zur Erstellung eines auf die angemessene Ausrüstung zugeschnittenen Grundrezeptes zu benutzen. Auf der Grundrezeptebene können die Anforderungen an die Einrichtung in jeder Form angegeben werden, die die zulässigen Einrichtungen in Produktionsanlagen festlegt. Auf der Steuerrezeptebene werden die Anforderungen an die Einrichtung zunächst so angegeben wie im Grundrezept. Das Steuerrezept kann benutzt werden, um bestimmte Belegungen von Einrichtungen einer Produktionsanlage, wie zum Beispiel Reaktor R-501, zu enthalten, wenn dies bekannt wird.

5.3.2.4 Rezeptprozedur

Die Rezeptprozedur beschreibt die Strategie, um das Prozeßziel zu erreichen. Verfahrensrezeptprozeduren und Werksrezeptprozeduren sind unter Benutzung der im Prozeßmodell beschriebenen Ebenen strukturiert, da diese Ebenen es gestatten, den Prozeß in einrichtungsunabhängiger Art zu beschreiben. Grundrezeptprozeduren und Steuerrezeptprozeduren werden unter Benutzung der Prozedurelemente des Prozedurmodells beschrieben, da diese Prozedurelemente einrichtungsbezogen sind.

Der Rezeptersteller ist beschränkt auf die Verwendung der Prozedurelemente, die zur Verwendung in der Prozedur konfiguriert und zur Verfügung gestellt wurden bzw. werden. Er oder sie kann jede Kombination dieser Prozedurelemente zur Definition der Prozedur verwenden. Die Festlegung, welche dieser Prozedurelemente Teil der Prozedur sein können, ist eine anwendungsbezogene Entwurfsentscheidung, die auf vielen Faktoren einschließlich der Leistungsfähigkeit der Leittechnik und den dem Rezeptersteller angemessenen Freiheitsgraden beruht.

5.3.2.4.1 Verfahrensrezeptprozedur

Die Prozedurinformation im Verfahrensrezept wird in einer dreistufigen Gliederung dargestellt: Prozeßabschnitte, Prozeßoperationen und Prozeßschritte (siehe Bild 9). Die Funktionalität dieser Ebenen entspricht der Funktionalität der analogen Ebenen im Prozeßmodell (siehe 4.1.3).

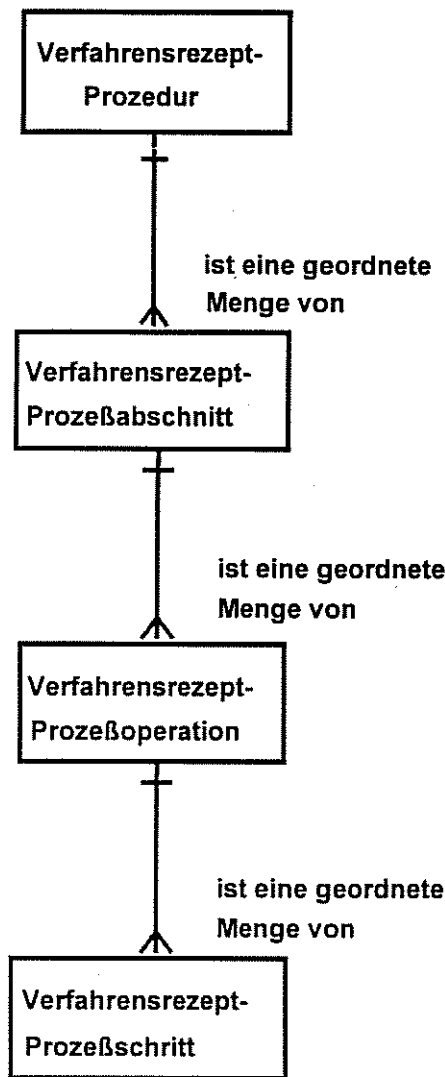


Bild 9: Verfahrensrezeptprozedur

Prozeßabschnitt, Prozeßoperation und Prozeßschritt sind nicht durch die Grenzen einer Teilanlage in einer realen Anlage begrenzt. Sie beschreiben Verarbeitungsaktivitäten, die nach der Entscheidung anderer in einer oder vielen verschiedenen Teilanlagen ausgeführt werden, wenn Verfahrens- und Werksrezept umgeformt werden, um in einer oder mehreren realen Anlagen ausgeführt zu werden.

5.3.2.4.2 Werksrezeptprozedur

Die Prozedurinformation im Werksrezept besteht aus Prozeßabschnitten, Prozeßoperationen und Prozeßschritten, die sich direkt auf die im Verfahrensrezept definierten beziehen. Im allgemeinen besteht eine 1:1 Beziehung zwischen den Prozeßabschnitten im Verfahrensrezept und den Prozeßabschnitten im Werksrezept, zwischen den Prozeßoperationen im Verfahrensrezept und den Prozeßoperationen im Werksrezept sowie zwischen den Prozeßschritten im Verfahrensrezept und den Prozeßschritten im Werksrezept. Wie bei der übrigen Information im Werksrezept können Prozeßabschnitte, Prozeßoperationen und Prozeßschritte modifiziert werden, um das Rezept werkspezifisch zu machen.

5.3.2.4.3 Grundrezeptprozedur

Der Prozedurteil des Grundrezeptes kann Teilrezeptprozeduren, Rezeptoperationen und Rezeptfunktionen enthalten (siehe Bild 10).

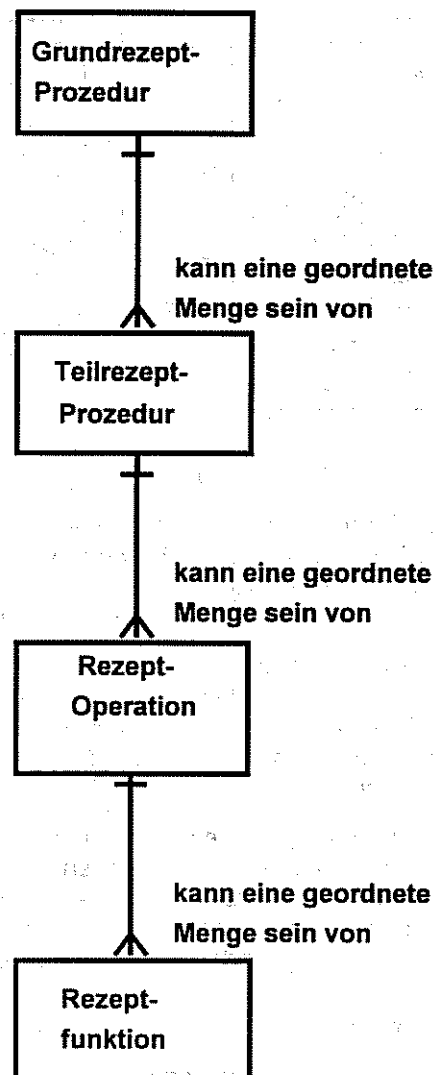


Bild 10: Grundrezeptprozedur

Die Erstellung der Prozedur in einem Grundrezept aus der Prozedur in einem Werksrezept kann sehr kompliziert sein. Es ist wesentlich, daß das Grundrezept hinsichtlich der Anforderungen an die Einrichtung hinreichend detaillierte Informationen enthält, um die Bestimmung und Belegung von Betriebsmitteln zur Erstellung und zum Start eines Steuerrezeptes zu ermöglichen.

Es kann eine 1:1-, 1:n- oder eine n:1-Beziehung zwischen den Prozeßschritten im Verfahrens- oder im Werksrezept und den Funktionen im Grundrezept, zwischen den Prozeßoperationen im Verfahrens- oder im Werksrezept und den Operationen im Grundrezept und zwischen den Prozeßabschnitten im Verfahrens- oder im Werksrezept und den Teilrezeptprozeduren im Grundrezept geben (siehe Bild 11). Die tatsächliche Beziehung kann von den eingesetzten Einrichtungen abhängen.

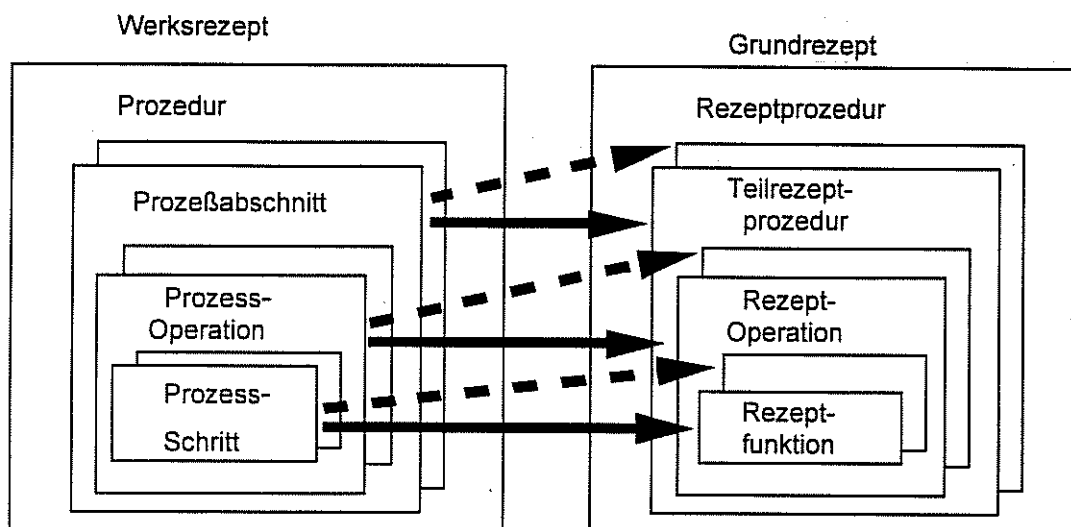


Bild 11: Beziehungen zwischen den Prozedurelementen im Werks- und im Grundrezept

Trotz einer allgemeinen Ähnlichkeit zwischen der Verarbeitungsabsicht von Prozeßschritten und den durch Rezeptfunktionen definierten Verarbeitungsfunktionen besteht nicht notwendigerweise eine eins-zu-eins-Beziehung zwischen den beiden. Ein einzelner Prozeßschritt kann mehreren Rezeptfunktionen entsprechen, und mehrere Prozeßschritte können einer einzigen Rezeptfunktion entsprechen.

Eine ähnliche Beziehung gibt es zwischen Prozeßoperationen und Operationen. Allerdings gibt es auch wesentliche Unterschiede. Operationen werden vollständig in einer einzelnen Teilanlage der Zielausrüstung ausgeführt, während Prozeßoperationen nicht auf Teilanlagen irgendeiner bestimmten Einrichtung beschränkt sind. Eine einzelne Prozeßoperation kann eine oder mehrere Operationen zur Ausführung des beschriebenen Verarbeitungszweckes erfordern.

Eine ähnliche Beziehung wie zwischen Prozeßoperationen und Operationen besteht zwischen Prozeßabschnitten und Teilprozeduren. Auch Teilprozeduren werden vollständig in einer einzelnen Teilanlage der Zielausrüstung ausgeführt, während Prozeßabschnitte nicht durch Einrichtungsgrenzen irgendeiner bestimmten Einrichtung beschränkt werden. Ein einzelner Prozeßabschnitt kann einen oder mehrere Teilprozeduren zur Ausführung des beschriebenen Verarbeitungszweckes erfordern.

5.3.2.4.4 Steuerrezeptprozedur

Die Steuerrezeptprozedur besteht aus Teilrezeptprozeduren, Rezept-Operationen und Rezept-Funktionen, die sich direkt auf die im Grundrezept definierten beziehen. Es besteht eine 1:1 Beziehung zwischen Teilrezeptprozeduren im Grundrezept und Teilrezeptprozeduren im Steuerrezept, zwischen Rezept-Operationen im Grundrezept und Rezept-Operationen im Steuerrezept und zwischen Rezept-Funktionen im Grundrezept und Rezept-Funktionen im Steuerrezept. Wie im Grundrezept ist die Steuerrezeptprozedur nach Teilprozeduren aufgeteilt, um die Produktionsanlage Teilanlage für Teilanlage mit den Verarbeitungsanforderungen des Rezeptes zu versorgen.

5.3.2.5 Sonstige Information

Sonstige Information ist eine Kategorie von Rezeptinformation, die unterstützende Information zur Chargenverarbeitung enthalten kann, die nicht in anderen Teilen des Rezeptes enthalten ist. Beispiele sind: Information in Zusammenhang mit der Erfüllung behördlicher Auflagen, stoffbezogene oder prozeßbezogene Sicherheitsinformation, Verfahrensfließbilder, und Information zur Verpackung und Beschriftung.

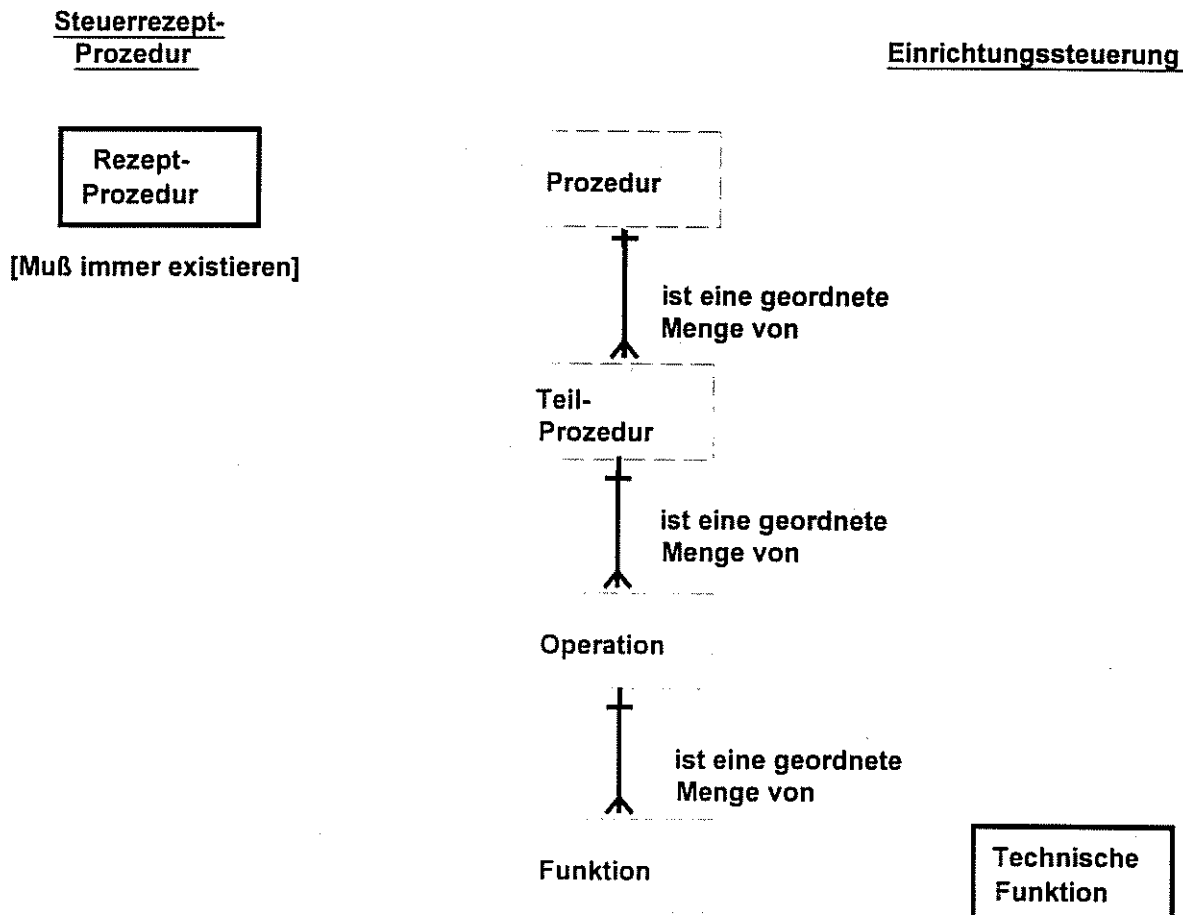
5.3.3 Beziehung zwischen Steuerrezeptprozedur und Einrichtungssteuerung

Das Steuerrezept selbst enthält nicht genügend Information, um die Anlage zu betreiben. Daher wird es mit der Einrichtungssteuerung, die tatsächlich die Einrichtungen zum Betrieb und zur Produktion von Chargen veranlaßt, verknüpft. Die Einrichtungssteuerung wird nicht als Teil des Rezeptes angesehen. Die folgenden Unterabschnitte behandeln die Unterteilung zwischen der Steuerrezeptprozedur und der Einrichtungssteuerung, die Prozedurelementen, die im Steuerrezept und in der Einrichtungssteuerung verwendet werden, und den Mechanismus, der verwendet wird, um die Steuerrezeptprozedur mit der Einrichtungssteuerung zu verknüpfen.

5.3.3.1 Abgrenzung von Steuerrezeptprozedur und Einrichtungssteuerung

Bild 12 zeigt die Abgrenzung zwischen der Steuerrezeptprozedur und der Einrichtungssteuerung. Es ist wesentlich, daß die Steuerrezeptprozedur mindestens ein Prozedurelement, die Rezeptprozedur, enthält. Es ist wesentlich, daß die Einrichtungssteuerung mindestens ein Prozedurelement enthält, das die zum Betrieb der physischen Einrichtungen notwendige Verknüpfung herstellt. Für das in Bild 12 beschriebene Beispiel wird die Steuerfunktion als dieses Element angenommen.

Um Steuerrezepte auszuführen, werden Rezept-Prozedurelemente (durch Verweis) mit Einrichtungs-Prozedurelementen in einer Einrichtungssteuerung verknüpft. In den Fällen, in denen die Steuerrezeptprozedur nicht alle Ebenen der Prozedurelemente enthält (Teilrezeptprozedur, Rezeptoperation oder Rezeptfunktion), geschieht die Verknüpfung zwischen dem Rezept-Prozedurelement der untersten Ebene und einem Einrichtungs-Prozedurelement der entsprechenden Ebene. Wenn also zum Beispiel Rezeptoperationen als die unterste Ebene in der Rezeptprozedur verwendet werden, werden sie mit Technischen Operationen verknüpft.



ANMERKUNG: Die mit gestrichelten Linien begrenzten Blöcke sind hervorgehoben, um darauf hinzuweisen, daß diese Prozedurelemente Teile der Prozedur im Steuerrezept oder der Einrichtungssteuerung sein können.

Bild 12: Abgrenzung von Steuerrezeptprozedur und Einrichtungssteuerung

Wenn Teilanlagenprozeduren, Operationen und Funktionen nicht als Teil der Steuerrezeptprozedur benutzt werden, kann ihre (vollständige oder teilweise) Verwendung dennoch hilfreich sein, um eine modulare Struktur der Einrichtungssteuerung zu erreichen.

5.3.3.2 Prozedurelemente von Steuerrezeptprozedur und Einrichtungssteuerung

Die folgenden Merkmale gehören typischerweise zu den Prozedurelementen von Rezepten:

- Eine Beschreibung der erforderlichen Funktionalität,
- Information über Stoff- und Produktionsdaten sowie weitere für das Prozedurelement spezifische Parameter sowie
- für das Prozedurelement spezifische Anforderungen an die Einrichtung.

In Fällen, in denen ein Rezept-Prozedurelement auf ein einrichtungsbezogenes Prozedurelement verweist, ist es wesentlich, daß es eine Identifikation hat, die die korrekte Verknüpfung gestattet. In anderen Fällen

beinhaltet ein Rezept-Prozedurelement (oberhalb der Ebene der Funktionen) andere Rezept-Prozedurelemente oder verweist auf sie und eine Festlegung der Ausführungsreihenfolge dieser Prozedurelemente.

Die zu verknüpfenden einrichtungsbezogenen Prozedurelemente haben typischerweise die folgenden Merkmale:

- eine Identifikation, die von rezeptbezogenen Prozedurelementen oder von einrichtungsbezogenen Prozedurelementen einer höheren Stufe zum Verweis benutzt werden kann.
- eine Beschreibung der zur Verfügung gestellten Funktionalität,
- Variable, die die Stoff- und Produktionsdaten sowie die weitere Parameterinformation aus dem Rezept aufnehmen können,
- Ausführungslogik.

Zur Definition der Prozedur kann der Rezeptersteller mit den Prozedurelementen einer höheren Stufe arbeiten und dennoch die Prozedurelemente niedrigerer Stufen als Teil der Prozedur erhalten. Dies kann auftreten, wenn die Prozedurelemente der höheren Stufe unter Verwendung von einem oder mehreren Prozedurelementen niedrigerer Stufen vorkonfiguriert sind. Wenn der Rezeptersteller die Prozedurelemente der höheren Stufe aufruft, werden die Prozedurelemente der niedrigeren Stufen mitgeführt und werden Teil der Prozedur, obwohl sie für den Rezeptersteller unsichtbar sein können.

Wenn ein Prozedurelement mehr als einmal in einem Rezept auftritt, kann die Notwendigkeit bestehen, jedes Auftreten des Prozedurelementes für den Anlagenfahrer und die Chargenhistorie eindeutig zu kennzeichnen.

5.3.3.3 Verknüpfung von Steuerrezeptprozedur und Einrichtungssteuerung

Es ist eine Methode zur Verknüpfung der Prozedurelemente im Steuerrezept mit den Prozedurelementen in der Einrichtungssteuerung erforderlich. Die Beispiele unten demonstrieren diese Verknüpfung zwischen der Steuerrezeptprozedur und der Einrichtungssteuerung bei Benutzung aller Prozedurelemente des Prozedurmodells in der Anwendung.

Diese Verknüpfung wird durchgeführt durch Verbindung der Prozedurelemente des Rezeptes mit den Prozedurelementen der Einrichtungssteuerung. Auf diese Weise wird der Aufruf einer bestimmten Prozeßfunktion von der Einrichtungssteuerung getrennt. Dies ermöglicht es auch, daß das gleiche Prozedurelement eines Rezeptes verschiedene einrichtungsbezogene Prozedurelemente benutzt, abhängig davon, welche Einrichtung das Rezept anspricht.

Eine Technische Funktion kann nicht nur durch die Ausführung eines Steuerrezeptes aktiviert werden. Es kann durch die Anforderung von einer anderen Teilanlage oder die Anforderungen durch den Anlagenfahrer aktiviert werden. Die unabhängige Ausführung einer Funktion kann zur Behandlung von Ausnahmebedingungen, während des Anfahrens oder der Wartung und bei der Vorbereitung einer Teilanlage für die Produktion hilfreich sein.

Wenn Teilanlagenprozeduren, Operationen und Funktionen Teil der Steuerrezeptprozedur sind, wird die Verknüpfung (durch Verweis) zwischen Steuerrezeptprozedur und Einrichtungssteuerung auf der Funktionsebene durchgeführt (siehe Bild 13). Die Darstellung bezieht sich auf ein Steuerrezept.

Steuerrezept-
Prozedur

Einrichtungssteuerung

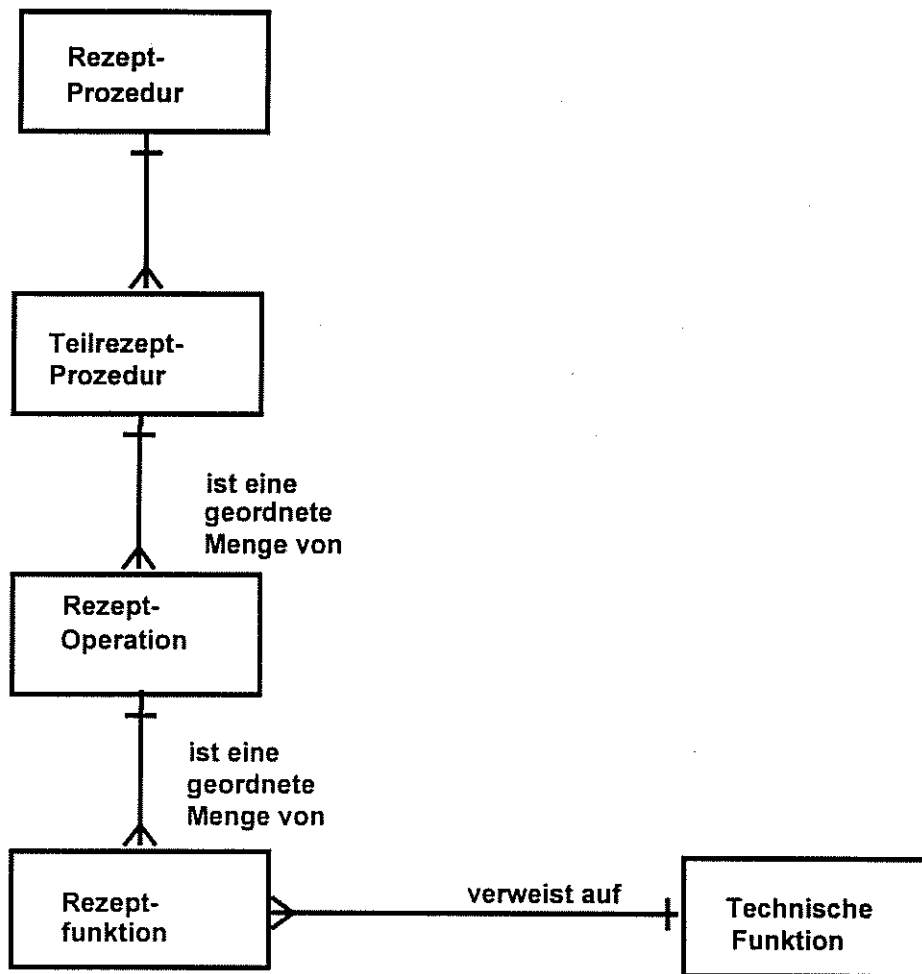


Bild 13: Beispiel für eine Steuerrezeptprozedur mit Teilprozeduren, Operationen und Funktionen

Falls es keine Funktionen, aber Operationen als Teil des Steuerrezeptes gibt, wird die Verknüpfung auf der Ebene der Operationen durchgeführt (siehe Bild 14). Das Beispiel bezieht sich auf ein Steuerrezept.

Steuerrezept-
Prozedur

Einrichtungssteuerung

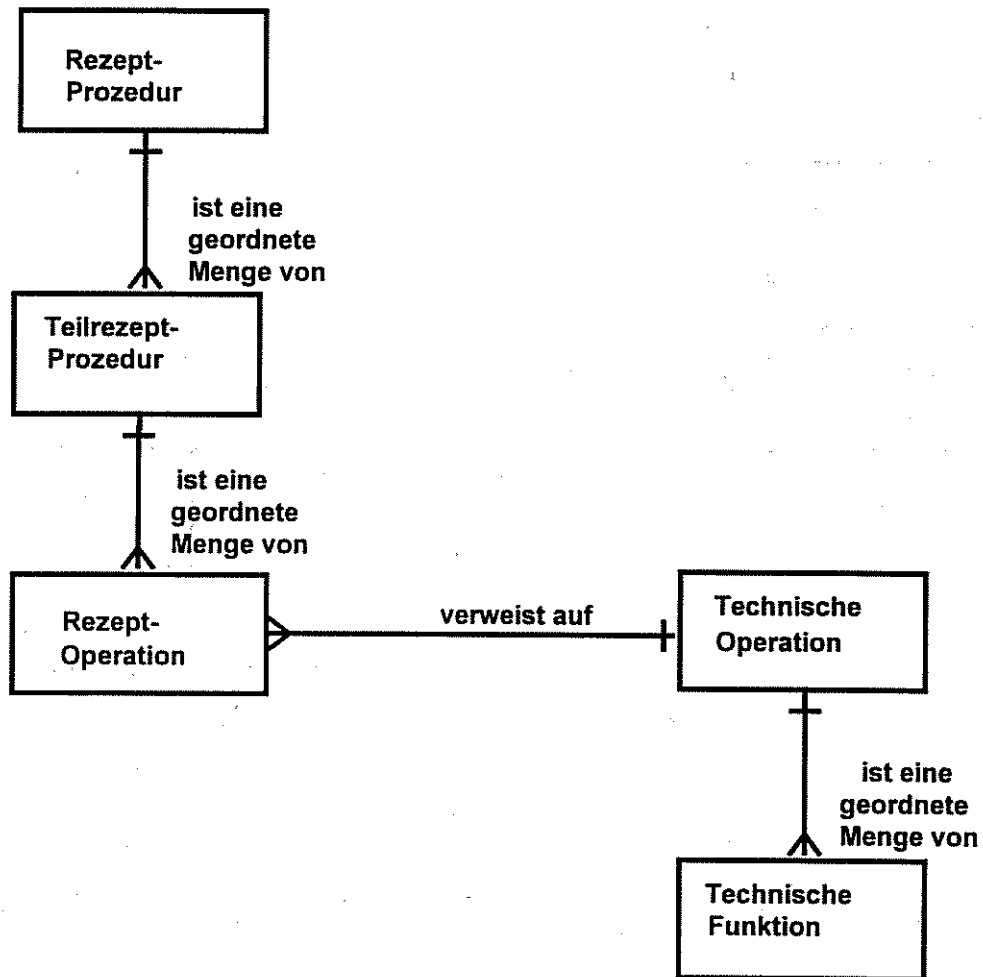


Bild 14: Beispiel für die Steuerrezeptprozedur mit Teilprozeduren und Operationen

Falls es weder Funktionen noch Operationen, aber Teilanlagenprozeduren als Teil des Steuerrezeptes gibt, wird die Verknüpfung auf der Ebene der Teilanlagenprozeduren durchgeführt (siehe Bild 15). Das Beispiel bezieht sich auf ein Steuerrezept.

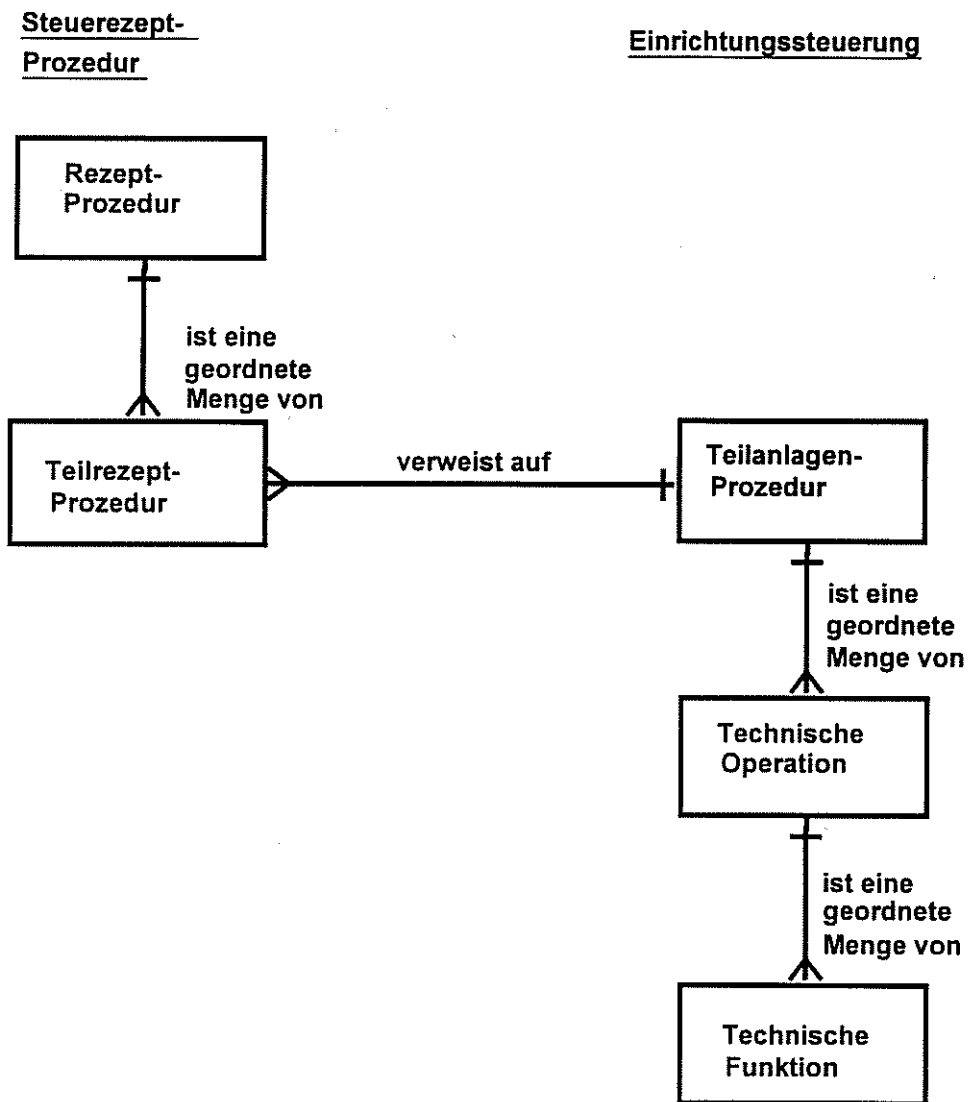


Bild 15: Steuerrezeptprozedur mit Teilprozeduren

Wenn nur die Prozedur als Teil des Steuerrezeptes existiert, wird die Verknüpfung auf der Ebene der Prozedur durchgeführt (siehe Bild 16). Das Beispiel bezieht sich auf ein Steuerrezept.

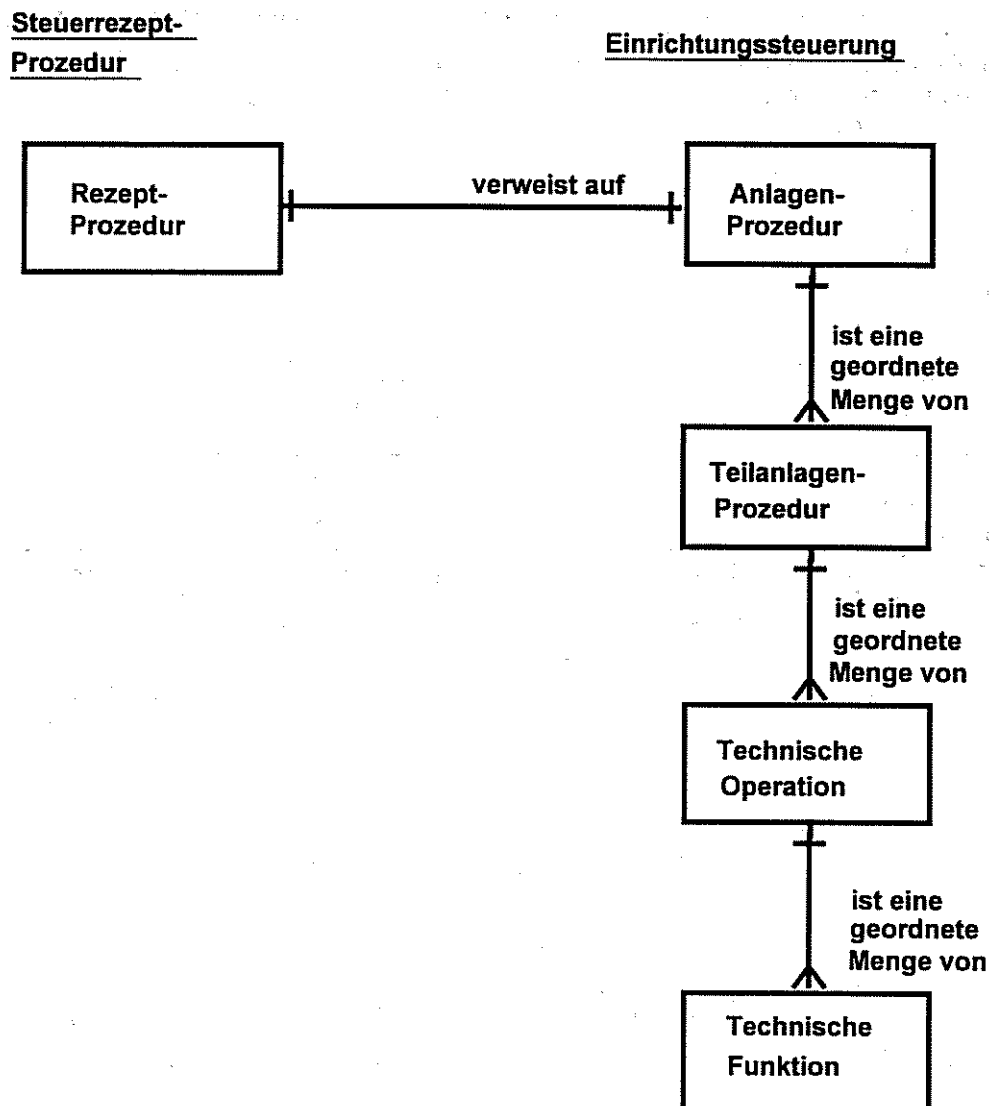


Bild 16: Beispiel für die Steuerrezeptprozedur mit nur der Prozedur

5.3.3.4 Verschmelzung von Funktionsebenen bei Steuerrezeptprozeduren und Einrichtungssteuerungen

In den bisherigen Beispielen wurde davon ausgegangen, daß alle Ebenen des Prozedurmodells benutzt werden. Wie bei anderen Modellen dieser Norm können Ebenen im Prozedurmodell verschmolzen werden. In einer spezifischen Anwendung können Ebenen des Prozedurmodells entfallen. Einige Beispiele werden unten behandelt.

Wenn sich eine Prozedur auf eine einzelne Teilanlage bezieht, kann die Prozedur den Platz der Teilanlagenprozedur einnehmen und Ebenen der Rezeptprozedur sind verschmolzen (siehe Bild 17 a).

Zur Definition einer Rezeptprozedur, die sich auf eine einzelne Teilanlage bezieht, können ausschließlich Rezeptfunktionen verwendet werden. In diesem Fall besteht die Rezeptprozedur aus den zur Erfüllung der Funktion der Prozedur erforderlichen Funktionen und der zur Organisation und dem richtigen Ablauf der Funktionen erforderlichen Strategie. Ebenen des Prozedurmodells sind verschmolzen, um die Verwendung von Teilanlagenprozeduren und Operationen als explizit aufgeführte Unterteilungen zu vermeiden (siehe Bild 17 b).

Die gleiche Verschmelzung von Funktionsebenen kann bei einer Einrichtungssteuerung vorkommen, wie in der Bild 17 c dargestellt, wo die Rezeptprozedur zum Prozedurnamen zusammengesmolzen wurde und keine Teilanlagenprozeduren, Operationen oder Funktionen in der Rezeptprozedur verwendet werden, und keine Teilanlagenprozeduren oder Operationen in der Anlagenprozedur verwendet werden. Auf diese Weise wird die Anlagenprozedur nun aus einer geordneten Menge von Technischen Funktionen aufgebaut.

Die Funktionenebene kann entfallen, wenn eine bestimmte Anwendung besser mit Operationen, die nicht weiter untergliedert sind, beschrieben wird. In diesem Fall ist die Operation direkt mit der Basisautomatisierung verknüpft (siehe Bild 17 d).

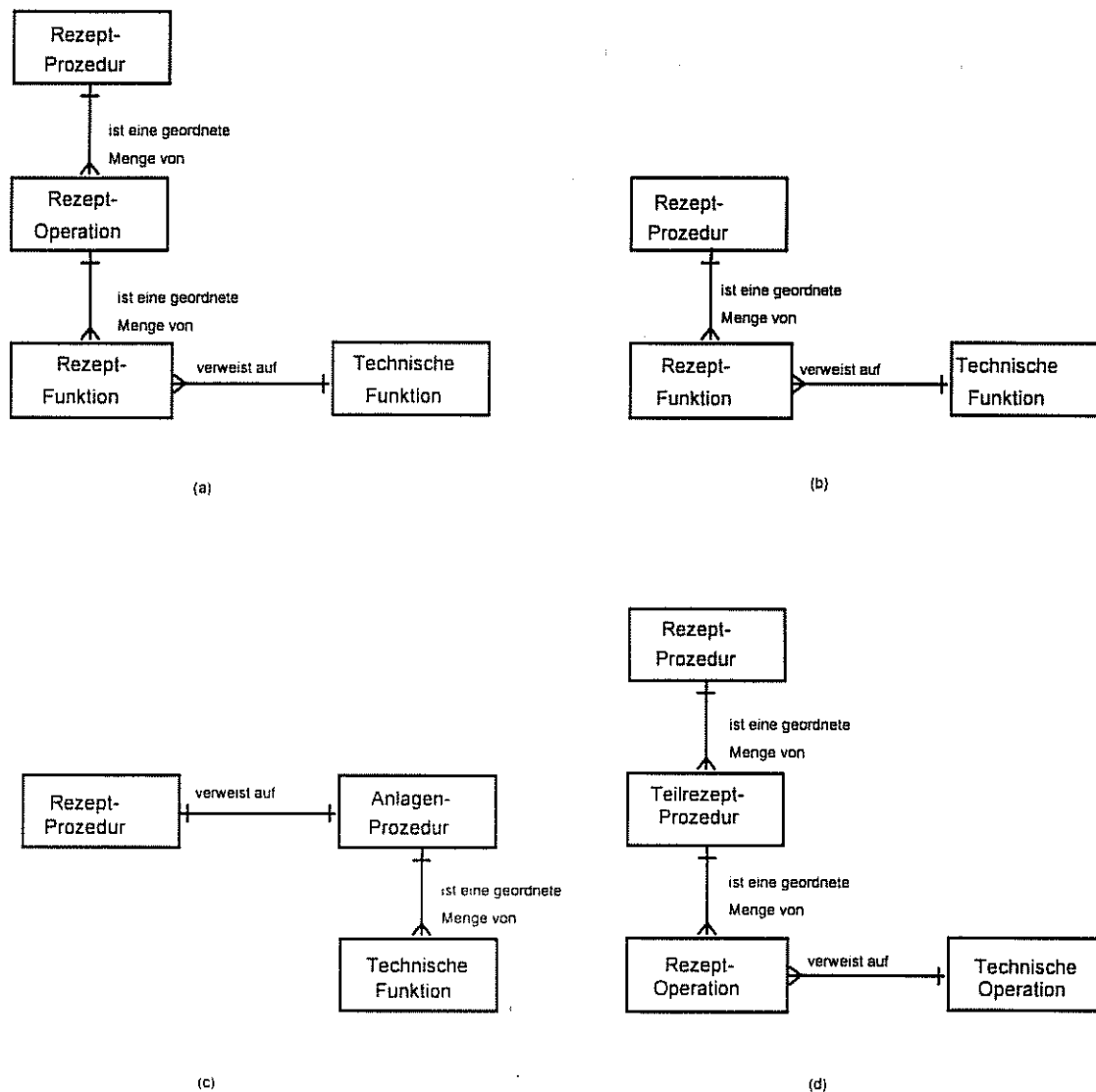


Bild 17: Beispiele für die Verschmelzung von Funktionsebenen der Steuerrezeptprozedur und der Einrichtungssteuerung

Bei der Verschmelzung von Funktionsebenen sind die folgenden Gesichtspunkte zu berücksichtigen:

Wenn eine Ebene der Prozedurelemente weggelassen wird, muß die nächsthöhere Ebene deren Funktionen übernehmen und muß die Ordnungslogik enthalten, die die nächstniedrigere Ebene steuert, sowie alle weitere Information, die in der weggelassenen Ebene stehen würde, einschließlich Anforderungen an die Einrichtung und sonstige Informationen.

Die niedrigste Ebene der Einrichtungssteuerung muß die Funktionalität zur Aktivierung von Einrichtungen durch die Basisautomatisierung haben.

5.3.4 Transportierbarkeit von Rezepten

Die Übertragbarkeit von Rezepten stellt sicher, daß Rezeptinformationen von einer Anwendung zur Automatisierung von Chargenprozessen auf eine andere übertragen werden kann. Es ist wesentlich, daß die Rezeptinformation von jeder Anwendung verstanden wird.

Das Verfahrensrezept ist von seinem Entstehungsort zu jedem Werk transportierbar. Das Werksrezept ist übertragbar, aber nicht im gleichen Umfang wie das Verfahrensrezept. Es ist zur Verwendung innerhalb eines bestimmten Werkes bestimmt, und ist innerhalb dieses Werkes transportierbar.

Das Grundrezept ist auf eine andere Produktionsanlage transportierbar, wobei die Tatsache zu berücksichtigen ist, daß das Grundrezept für eine bestimmte Menge von Einrichtungen einer Produktionsanlage zugeschnitten ist. Wenn das Grundrezept auf eine andere Produktionsanlage transportiert wird, kann eine gewisse verfahrenstechnische Analyse erforderlich sein, um

- sicherzustellen, daß die neue Menge der Einrichtungen der Produktionsanlage ähnlich aufgebaut ist, so daß das Grundrezept unverändert bleiben kann oder um
- die notwendigen Änderungen durchzuführen, so daß das modifizierte Grundrezept auf der Zielmenge von Einrichtungen der Produktionsanlage ablaufen wird.

Das Steuerrezept ist nicht transportierbar.

5.4 Produktionspläne und Dispositionspläne

Produktions- und Dispositionspläne geben die Produktionsanforderungen für das Unternehmen, das Werk, den Anlagenkomplex und die einzelne Anlage wieder. Da die zugehörigen Ebenen des "physischen Modells" unterschiedliche Zeitbereiche umfassen, werden in einem Unternehmen verschiedene Pläne und Darstellungsformen benötigt. Eine detaillierte Behandlung der verschiedenen Plan- und Dispositionsarten ist nicht Bestandteil dieser Norm. Lediglich der Chargenplan, der den Dispositionsbedarf auf Anlagen-Ebene befriedigt, wird beschrieben.

Der Chargenplan enthält üblicherweise detailliertere Informationen als der Produktions- und Dispositionsplan, die auf höherer Unternehmensebene anzutreffen sind. Er enthält z.B. Angaben über die herzustellenden Produkte, die zu produzierenden Mengen und wann die Produkte für eine spezielle Anlage benötigt werden. Der Chargenplan benennt weiter die herzustellenden Chargen, deren Reihenfolge und die zu verwendenden Einrichtungen. Er enthält auch Angaben zu personellen Anforderungen, zu Rohstoffalternativen und zum Verpackungsbedarf.

Der Zeitrahmen des Chargenplans hängt von der Geschwindigkeit der Prozeßvorgänge ab und kann Minuten, Stunden, Schichten oder Tage umfassen. Der Chargenplan basiert auf den spezifischen Betriebsmitteln und den Bedürfnissen einer Anlage. Mögliche Alternativen des Produktionsweges und der benötigten Einrichtungen werden an dieser Stelle festgelegt. Um seine volle Bedeutung zu erhalten, sollte der Chargenplan immer dann aktualisiert werden, wenn signifikante Abweichungen in der vorgesehenen Zeit, in den Betriebsmittelgegebenheiten oder anderen Faktoren, auf denen der Plan basierte, auftreten. Beispielsweise sollten der Plan eventuell angepaßt werden, wenn eine Aktivität nicht nahe am geplanten Zeitpunkt abgeschlossen ist. Von primärer Bedeutung ist der Einfluß der Aktivität auf andere Dispositionen der Anlage oder kooperierender Anlagen, unabhängig ob die Aktivität verzögert oder frühzeitig zum Abschluß kam.

Nachfolgend ist der typische Informationsinhalt eines Chargenplans aufgelistet :

- Produkt-Name;
- Grundrezept-Name;
- Menge des Produktes (in Maßeinheiten);
- Einrichtungen und Stoffe, deren Benutzung erlaubt ist, wie z.B. Produktionsweg und Rohstoff;
- Vorgesehene Betriebsart;
- Reihenfolge und Priorität der Aktivierung;
- Partie-Nummer (falls vorab zugeordnet);
- Chargen-Nummer (falls vorab zugeordnet);

- Vorgesehene Start- und Ende-Zeit;
- Verplanung der hergestellten Charge;
- Spezielle Kundenanforderungen

Der Schlüssel zu effizienter Chargenproduktion ist ein ganzheitliches Vorgehen, das die verschiedenen Pläne und Dispositionen mit der verfügbaren Chargendatensammlung koppelt. Die Chargendatensammlung ist die Quelle zeitgerechter Rückmeldungen, die Feinkorrekturen in den Plänen und Dispositionen erlauben. Während der eigentlichen Chargenproduktion wird die Information in Realzeit benötigt, so daß die Disposition in kurzer Zeitspanne angepaßt werden kann. Diese aktualisierte Information gibt dem Anwender zusätzliche Einblicke über den Zustand der Partie und/oder der Charge im disponierten Plan.

5.5 Produktionsinformationen

Die folgenden Unterabschnitte behandeln Informationen, die während eines Produktionsablaufs erzeugt werden. Informationen müssen gesammelt und unterschiedlichen Nutzern in einem Unternehmen zugänglich gemacht werden. Die Art der benötigten Information unterscheidet sich dabei je nach Funktionsbereich im Unternehmen. Auf der Unternehmensebene selbst sind beispielsweise lediglich Übersichtsinformationen notwendig. Beispiele hierfür sind die Produktionsmenge eines bestimmten Produktes, das in einem speziellen Werk oder in allen Werken hergestellt wurde; oder wieviel Produktvorrat im Lager verfügbar ist.

Die Verfahrensentwicklung benötigt detaillierte Verarbeitungsinformationen der einzelnen Chargen, um Statistiken und Vergleiche zu erstellen. Auf der Anlagen-Ebene, wo die eigentlichen Chargen produziert werden, besteht ein Bedarf an detaillierteren Informationen zur Überwachung der täglichen Produktion, zur Anpassung der Disposition oder zur Anpassung der Verarbeitung von Charge zu Charge.

Produktionsinformationen können chargenspezifisch oder allgemeingültig für mehrere oder alle hergestellten Chargen sein.

5.5.1 Chargenspezifische Informationen

Die chargenspezifische Information schließt ein :

- Eine Kopie des verwendeten Steuerrezeptes zur Herstellung der Charge. Die Rezeptdaten können aufgrund von Bedieneränderungen oder einrichtungsbedingten Anpassungen etc. von der Originalversion des Steuerrezeptes abweichen. Es ist wünschenswert, sowohl das Originalrezept als auch das aktuelle Rezept aufzuzeichnen.
- Rezeptdaten. Dies sind aktuelle Prozeßwerte wie Menge und Art eines zugegeben Stoffes, die den Parametervorgaben im Rezept zuzuordnen sind. Damit ist ein Vergleich mit den Vorgabedaten möglich.
- Daten entsprechend Rezeptvorgaben. Die Erfassung dieser Daten wurde im Rezept festgelegt. Ein Beispiel ist die Aufzeichnung von Kurven.
- Chargendaten-Übersicht. Dies sind Angaben wie Hilfsmittelverbräuche, Laufzeiten der Einrichtungen und charakteristische Temperaturen der Gesamtcharge.
- Bedienerkommentare.
- Kontinuierliche Prozeßdaten. Dies sind Daten, die unabhängig von bestimmten Ereignissen während des Chargenablaufs gesammelt werden. Sie geben den genauen Ablauf der Messung wieder.
- Ereignisdaten. Dies sind Daten von vorhersehbaren oder nicht vorhersehbaren Ereignissen. Hierzu gehört die Aufzeichnung über Start- und Ende-Zeiten von Prozedurelementen oder über unvorhersehbare Prozeß- oder Einrichtungszustände.
- Bedienerdaten. Dies schließt jeden Bedieneingriff ein, der auf den Ablauf der Charge Einfluß nehmen könnte (einschließlich Bediener-Identifikation).
- Analysendaten. Diese Daten beziehen sich auf off-line Messungen oder Analysen wie z.B. Meßwerte, Bedieneridentifikation, Laborantenidentifikation, Zeitpunkt des Ergebniseintrages und Zeitpunkt der Probennahme.

5.5.2 Übergreifende (nicht chargenspezifische) Chargeninformationen

Beispiele übergreifender (nicht chargenspezifischer) Chargeninformationen sind:

- Informationen zur Qualitätsüberwachung. Diese Informationen dienen der Anzeige der Rohstoffqualität und der Qualität der Verarbeitung.
- Informationen zu Hilfs- und Versorgungssystemen. Dies sind Prozeßinformationen zu Einrichtungen wie z.B. Heiz- und Kühlsystemen, die selbst keine Chargen herstellen, aber derartige chargenproduzierende Einrichtungen unterstützen.
- Einrichtungshistorie. Dies ist eine einrichtungsbezogene Produktionshistorie wie Einrichtungsnutzungsdauer, Kalibrierung und Wartungsdaten.
- Produktionsdokumentation. Dies schließt eine Dokumentation über Produktionsvolumen, Übersichten zu Materialverbräuchen und Bestandsstatistiken ein.
- Stoffinformationen. Dies sind typischerweise Informationen zur Qualität, zur Verpackungsart und zur Kennzeichnung von eingesetzten und ausgestoßenen Stoffen.

5.5.3 Chargenhistorie

Alle aufgezeichneten Informationen, die einer Charge zugeordnet sind, werden als Chargenhistorie bezeichnet. Im Normalfall enthält die Chargenhistorie die chargenspezifischen Informationen. Übergreifende, (nicht chargenspezifische) Chargeninformationen können in die Chargenhistorie mit aufgenommen werden. Da derartige Angaben typischerweise für alle oder mehrere, in einer Anlage hergestellten Chargen gültig sind, können sie durch Referenzhinweise in die individuelle Chargenhistorie eingeschlossen werden.

In vielen behördlich überwachten Industriezweigen ist die Aufzeichnung der Chargenhistorie genauso wichtig wie das Produkt selbst. Ohne zuverlässige und genaue Verwaltung der Chargenaufzeichnungen kann die Produktqualität und ihre Nachvollziehbarkeit nicht gewährleistet werden. Zusätzlich liefert eine vollständige Chargenaufzeichnung unschätzbare Informationen zur Prozeßanalyse und permanenten Produktionsverbesserung.

Es ist wesentlich, daß die Chargenhistorie derart abgelegt wird, daß eine Zuordnung der Daten zu der entsprechenden Charge (oder den Chargen) und der stattgefundenen Verarbeitung möglich ist. Dies bedeutet, daß neben der speziellen Chargenkennung die anfallenden Daten soweit zutreffend mit der tatsächlichen Ausführung von Prozedurelementen in Beziehung gebracht werden sollten. Die Struktur der ausgeführten Prozedur kann von den Vorgaben im Rezept abweichen. Gründe hierfür können Bedienereingriffe, Behandlung von Ausnahmesituationen oder auch vorgesehene Alternativen im Ablauf, zum Beispiel infolge von Limitierungen der Betriebsmittel, sein.

5.5.4 Chargenprotokolle

Die Datenauswahl, die sich auf eine oder mehrere Chargen bezieht, wird Chargenprotokoll genannt. Die Auswahl und Anordnung der Protokolldaten kann je nach vorgesehenem Nutzer unterschiedlich ausfallen. Typische Nutzer von Chargenprotokollen und typische Informationsinhalte sind:

- Produktionslenkung: Diese Chargenprotokolle liefern typischerweise ökonomische Schlüsselinformationen über das Verarbeitungsergebnis und die Betriebsmittelnutzung mehrerer Chargen.
- Produktentwicklung: Diese Chargenprotokolle enthalten typischerweise detaillierte Prozeßinformationen einer einzelnen Charge oder stellen vergleichbare Daten von Chargengruppen gegenüber.
- Produktion: Diese Chargenprotokolle schließen typischerweise die bis zum aktuellen Produktionszeitpunkt gesammelten Daten ein.
- Qualitätslenkung: Diese Chargenprotokolle enthalten typischerweise Informationen zum Nachweis der Chargenqualität, die bei Qualitätsstatistiken nützlich sind.
- Behörden: Diese Chargenprotokolle werden typischerweise erstellt, um die Übereinstimmung der Produktion mit Behördenauflagen zu belegen.
- Kunden: Diese Chargenprotokolle dienen im Normalfall zur Dokumentation der Produktqualität und der Prozeßkonsistenz.

5.6 Belegung und Konfliktauflösung

Die folgenden Unterabschnitte behandeln Mechanismen für die Belegung von Betriebsmitteln durch eine Charge oder Teilanlage und für die Konfliktauflösung bei der Nutzung gemeinsamer Betriebsmittel, wenn mehr als eine Anforderung an gemeinsame Betriebsmittel zur gleichen Zeit vorliegt.

Betriebsmittel wie beispielsweise Einrichtungen werden einer Charge oder Teilanlage zugeordnet entsprechend der Notwendigkeit, eine gegebene Verarbeitung zu beenden oder fortzuführen. *Belegung* ist eine Art der Koordinierungssteuerung, die derartige Zuordnungen ausführt. Ist mehr als eine Belegungsalternative möglich, übernimmt eine Selektionslogik wie z.B. "Belege nach kürzester Benutzungszeit" die Auswahl der Betriebsmittel. Liegt mehr als eine Anfrage für ein einzelnes Betriebsmittel vor, wird die *Konfliktauflösung* benötigt um festzulegen, welche Anfrage den Zuschlag erhält. Eine Logik entsprechend der Reihenfolge der Anfrage könnte als Basis der Belegung dienen.

In den folgenden Unterabschnitten wird die Belegung und Konfliktauflösung in Bezug auf die Einrichtungen einer Anlage behandelt. Diese Konzepte gelten in gleicher Weise für andere Betriebsmittel wie beispielsweise das Bedienpersonal.

5.6.1 Belegung

Die Charakteristik der Chargenproduktion bedingt, daß mehrere Aktivitäten relativ eigenständig nebeneinander ablaufen und nur an bestimmten Stellen synchronisiert werden müssen. Viele Faktoren, sowohl vorhersehbare als unvorhersehbare, können den Zeitbedarf der jeweils eigenständigen Aktivität beeinflussen, bevor sich ein neuer Synchronisationsbedarf ergibt. Aus diesem Grunde, und wegen der jeden Produktionsprozeß prägenden Eigendynamik, ist eine Vorbestimmung der tatsächlich verfügbaren Einrichtungen zum Zeitpunkt des Bedarfs und über eine relevante Zeitspanne hinweg sehr schwierig. Obwohl eine Dispositionsplanung zur umfassenden Optimierung des Produktionsablaufs aus Sicht der Anlagenauslastung vorliegen mag, ist es oft wünschenswert, die Nutzung alternativer Einrichtungen für den Fall zuzulassen, daß die für eine Charge vorgesehenen Teilanlagen bei Bedarf nicht verfügbar sind. In diesem Fall ist die Zuweisung von Teilanlagen zur Charge - die Wegezuordnung oder der Weg der Charge - eine Entscheidung, die jedesmal getroffen werden muß, wenn es mehr als einen Weg für die Charge durch die verfügbaren Einrichtungen gibt.

Wenn mehr als eine Teilanlage sich die Dienste eines einzelnen Betriebsmittels zuordnen oder sie anfordern kann, wird dieses Betriebsmittel als gemeinsames Betriebsmittel bezeichnet. Gemeinsame Betriebsmittel treten häufig bei komplexen Chargenprozessen auf. Sie werden im Allgemeinen entweder als Technische Einrichtungen oder als Einzelsteuereinheit realisiert. Es ist entweder eine exklusive oder eine parallele Nutzung gemeinsamer Betriebsmittel möglich.

Wurde das Betriebsmittel zur exklusiven Nutzung festgelegt, kann es nur von einer Teilanlage zur gleichen Zeit genutzt werden. Ein Beispiel für ein exklusiv nutzbares Betriebsmittel könnte ein gemeinsamer Wiegebehälter in einer Chargenanlage sein. Er kann nur von einem Reaktor zur gleichen Zeit genutzt werden. Es ist wesentlich, daß der Dispositionsplan oder andere Belegungsmechanismen derart exklusiv nutzbare Betriebsmittel berücksichtigen. Wartet ein Reaktor auf die Zuweisung des Wiegebehälters, während ein anderer Reaktor diesen benutzt, ist der wartende Reaktor im Leerlauf und nicht produktiv. Damit ergibt sich ein negativer Effekt auf die Anlagenauslastung.

Wurde ein gemeinsames Betriebsmittel zur parallelen Nutzung freigegeben, können mehrere Teilanlagen gleichzeitig auch darauf zugreifen. Ein parallel nutzbares gemeinsames Betriebsmittel in einer Chargenanlage könnte ein Wärmeerzeuger sein, der mehrere Teilanlagen zur gleichen Zeit bedient. Es ist denkbar, daß die Möglichkeiten eines gemeinsamen Betriebsmittels begrenzt sind, so daß die Anfragen die verfügbare Kapazität des Betriebsmittels übersteigen. In diesem Fall kommen einige der Überlegungen, die bei der Belegung exklusiv nutzbarer Betriebsmittel gelten, auch bei parallel nutzbaren Betriebsmitteln zur Anwendung. Es sollte auch beachtet werden, daß eine Teilanlage ein benutztes Betriebsmittel nicht ausschaltet oder deaktiviert, während andere Teilanlagen dieses noch benutzen.

5.6.2 Konfliktauflösung

Liegt mehr als eine Anfrage für ein Betriebsmittel vor, so ist eine Konfliktauflösung für eine korrekte Zuordnung wesentlich. Die Konfliktauflösung entscheidet den Wettbewerb um ein Betriebsmittel auf der Basis festgelegter Algorithmen und führt zu eindeutiger Wegeauswahl oder Belegungsentscheidung. Der Algorithmus kann in unterschiedlicher Ausprägung auftreten. Denkbar ist eine festgelegte Disposition mit entsprechenden Reservierungen, eine Ausführung mit Chargenprioritäten oder eine Zuweisung in Verantwortung des Bedieners. Die Konfliktauflösung bringt zwei unterschiedliche Aspekte mit sich, die die Problemkomplexität beeinflussen: Reservierung und Präemption.

Reservierung erlaubt es, eine Anforderung für ein Betriebsmittel zu stellen mit einem zeitlichen Vorlauf zur tatsächlichen Belegung. Reservierung ermöglicht es, daß die Konfliktauflösung aufgrund des zukünftigen Bedarfs geschieht, anstatt daß die erste Belegungsanforderung an ein freies Betriebsmittel sich unabhängig von ihrer Priorität durchsetzt. Präemption findet statt, wenn eine höherprioritäre Charge die Benutzung eines Betriebsmittels, das einer niederprioritären Charge zugeordnet ist, abbrechen oder unterbrechen darf. Sie tritt meist in Zusammenhang mit der Belegung von exklusiv nutzbaren Betriebsmitteln auf; sie kann aber bei der Belegung jeglichen Betriebsmittels Anwendung finden.

5.7 Betriebsarten und Betriebszustände

Die folgenden Unterabschnitte behandeln die Betriebsarten und Betriebszustände von Einrichtungsobjekten und von Prozedurelementen. In den vorhergehenden Abschnitten wurden Modelle zur Beschreibung von Einrichtungsobjekten und Prozedurelementen erstellt. In diesen Modellen treten dynamische Übergänge der Prozedurelemente und der Einrichtungsobjekte innerhalb jeder hierarchischen Ebene auf. Der Zustand der Einrichtungsobjekte und der Prozedurelemente kann durch deren Betriebsarten und Betriebszustände beschrieben werden. Betriebsarten spezifizieren die Art der Übergänge; Betriebszustände spezifizieren den aktuellen Zustand. Andere Betriebsmittel, wie z.B. Rohstoffe, können ebenfalls Betriebszustände aufweisen.

5.7.1 Betriebsarten

Einrichtungsobjekte und Prozedurelemente können Betriebsarten aufweisen. Beispiele für Betriebsarten werden in dieser Norm in Bezug zur chargenorientierten Fahrweise beschrieben. Die Betriebsart eines Einrichtungsobjekts kann zu Prozedurelementen oder anderen, mit Funktionen der Basisautomatisierung belegten Einrichtungsobjekten in Bezug stehen, je nach der primären Bedeutung der Einheit.

In dieser Norm werden beispielhaft drei Betriebsarten (AUTOMATIK, SEMI-AUTOMATIK und MANUELL) für Prozedurelemente und zwei Betriebsarten (AUTOMATIK, MANUELL) für Einrichtungsobjekte verwendet. Einzelsteuereinheiten enthalten Funktionen der Basisautomatisierung und weisen die Betriebsarten AUTOMATIK und MANUELL auf. Dagegen enthält eine Teilanlage, in der Prozeduren gesteuert werden, auch eine Betriebsart SEMI-AUTOMATIK.

Diese Norm schließt weitere Betriebsarten nicht aus und verlangt nicht die strikte Verwendung der hier genannten Betriebsarten. Die Funktionalität der aufgeführten Betriebsarten dürfte bei den meisten Batch-Anwendungen jedoch hilfreich sein. Durch die Benennung und Aufführung der Betriebsarten in dieser Norm wird ein bestimmter Satz an Begriffen eingeführt, der bei Diskussionen zur chargenorientierten Fahrweise verwendet werden kann.

Eine Betriebsart legt fest, wie Einrichtungsobjekte und Prozedurelemente auf Befehle reagieren und wie diese wirksam werden. Bei Prozedurelementen bestimmt die Betriebsart, in welcher Form die Prozedur abläuft und wer diesen Ablauf beeinflussen kann. Bei Einrichtungsobjekten wie z.B. automatischen Ventilen mit Funktionen der Basisautomatisierung bestimmt die Betriebsart die Mechanismen der Ventilverstellung und wer bzw. was eine Veränderung seines Betriebszustandes bewirken kann. Dies könnte zum Beispiel ein anderes Anlagenteil oder ein Bediener sein.

Für Prozedurelemente legt die Betriebsart fest, in welcher Art die Übergänge stattfinden. In der Betriebsart AUTOMATIK erfolgt der Weiterlauf ohne Unterbrechung, wenn die Weiterschaltbedingungen erfüllt sind. In der Betriebsart SEMI-AUTOMATIK ist eine manuelle Bestätigung zum Weiterlauf notwendig, nachdem die Weiterschaltbedingungen erfüllt waren. Sprünge im Ablauf oder wiederholende Ausführung von einem oder mehreren Prozedurelementen ist üblicherweise erlaubt, ohne dafür deren Prozeduranordnungen zu verändern. In der Betriebsart MANUELL werden die Prozedurelemente und deren sequentielle Ausführung manuell, d.h. durch den Bediener bestimmt.

Für Einrichtungsobjekte mit Funktionen der Basisautomatisierung legt die Betriebsart fest, wie die Zustände verändert werden können. In der Betriebsart AUTOMATIK werden Einrichtungsobjekte durch die zugehörige Steuerung und in der Betriebsart MANUELL durch den Bediener bearbeitet.

Tabelle 1 zeigt das mögliche Verhalten und die entsprechenden Befehle der beispielhaften Betriebsarten.

Tabelle 1: Mögliche Realisierungen beispielhafter Betriebsarten

Betriebsart	Verhalten	Befehl
AUTOMATIK (Prozedur)	Die Weiterschaltungen innerhalb einer Prozedur werden ohne Unterbrechung ausgeführt, wenn die zugeordneten Bedingungen erfüllt sind.	Bediener können die Prozedur anhalten, aber nicht die Weiterschaltung selbst aktivieren.
AUTOMATIK (Basis- automatisierung)	Einrichtungsobjekte werden durch den zugehörigen Steueralgorithmus geführt.	Die Einrichtungen können nicht direkt durch den Bediener geführt werden.
SEMI-AUTOMATIK (nur bei Prozeduren)	Die Weiterschaltungen innerhalb einer Prozedur werden durch manuelle Befehle ausgelöst wenn die zugehörigen Bedingungen erfüllt sind.	Bediener können den Weiterlauf anhalten oder die Ausführung zu einer geeigneten Stelle umleiten. Weiterschaltungen können nicht aktiviert werden.
MANUELL (Prozedur)	Die sequentiellen Funktionen innerhalb einer Prozedur werden entsprechend einer Bedienvorgabe ausgeführt.	Bediener können den Weiterlauf anhalten oder Weiterschaltungen aktivieren.
MANUELL (Basis- automatisierung)	Einrichtungsobjekte werden nicht durch die zugehörigen Steueralgorithmen geführt.	Einrichtungsobjekte können direkt durch den Bediener geführt werden.

Die Betriebsart von Einrichtungsobjekten oder Prozedurelementen kann sich ändern. Falls die logischen Bedingungen zur Änderung erfüllt sind, kann diese Änderung durch die interne Logik des Bausteins oder durch externe Befehle, ausgelöst durch ein anderes Prozedurelement oder einen Bediener, initiiert werden. Eine Änderung der Betriebsart erfolgt nur dann, wenn die Bedingungen zur Anforderung der Änderung erfüllt sind.

Die Änderung der Betriebsart von Einrichtungsobjekten oder Prozedurelementen in einer Ebene kann entsprechende Anpassungen in anderen Hierarchieebenen auslösen. Beispielsweise kann das Einstellen der Betriebsart SEMI-AUTOMATIK an einer Teilprozedur alle Prozedurelemente der unterlagerten Ebenen dieser Teilanlage auch zur Betriebsart SEMI-AUTOMATIK zwingen. Ein anderes Beispiel ist die erzwungene Betriebsart MANUELL bei mehreren Einzelsteuereinheiten mit der Einstellung eines Minimalwertes für den Ausgang bei aktivierter Sicherheitsverriegelung. Die Übertragung kann in jede Richtung erfolgen; von der Einheit auf der höheren Ebene zur Einheit auf der unteren Ebene oder umgekehrt. Diese Norm legt keine Regeln für die Übertragung fest.

5.7.2 Betriebszustände

Einrichtungsobjekte und Prozedurelemente können Betriebszustände haben. Beispiele für Betriebszustände werden in dieser Norm in Bezug zur chargenorientierten Fahrweise beschrieben. Der Betriebszustand gibt den aktuellen Zustand von Einrichtungsobjekten und Prozedurelementen vollständig wieder. Im Falle eines Ventils kann der Zustand "PROZENT AUF" sein, im Falle eines Prozedurelements kann es "LÄUFT" oder "HALTEND" sein.

Diese Norm verwendet beispielhaft einen konsistenten Satz an Prozedurzuständen und Befehlen. Die Anzahl möglicher Zustände und Befehle sowie deren Namen sind bei Einrichtungsobjekten und Prozedurelementen unterschiedlich.

Beispiele für Betriebszustände bei Prozedurelementen sind LÄUFT, HALTEND, UNTERBROCHEN, GESTOPPT, ABGEBROCHEN und BEENDET. Beispiele für Betriebszustände bei Einrichtungsobjekten können sein EIN, AUS, ZU, AUF, FEHLER, IN BEWEGUNG, ABGESCHALTET, 35 % OFFEN und VERFÜGBAR. Beispiele zu Befehlen bei Prozedurelementen sind START, HALT, PAUSE, STOP und ABRUCH.

Diese Norm ist nicht auf die aufgeführten Zustände festgelegt oder schließt andere Zustände aus. Die Funktionalität der aufgeführten Betriebszustände und Befehle dürfte bei den meisten Batch-Anwendungen jedoch hilfreich sein. Durch die Benennung und Aufführung der Betriebszustände und Befehle in dieser Norm wird ein bestimmter Satz an Begriffen eingeführt, der bei Diskussionen zur chargenorientierten Fahrweise verwendet werden kann.

Die Betriebszustände von Einrichtungsobjekten oder Prozedurelementen können sich ändern. Falls die logischen Bedingungen zur Änderung erfüllt sind, kann diese Änderung durch die interne Logik des Bausteins oder durch externe Befehle, ausgelöst durch ein anderes Prozedurelement oder einen Bediener, initiiert werden.

Die Änderung des Betriebszustandes von Einrichtungsobjekten oder Prozedurelementen in einer Ebene kann entsprechende Anpassungen in anderen Hierarchieebenen auslösen. Wird beispielsweise der Ablauf einer Teilprozedur in den Zustand "HALTEND" versetzt, können dadurch alle Prozedurelemente der Teilanlage in "HALTEND" übergehen. Ein anderes Beispiel ist der Übergang aller Prozedurelemente einer Teilanlage zum Zustand "ABBRECHEND" als Folge der Aktivierung einer Sicherheitsverriegelung. Die Übertragung kann in jede Richtung erfolgen; von der Einheit auf der höheren Ebene zur Einheit auf der unteren Ebene oder umgekehrt. Diese Norm legt keine Regeln für die Übertragung fest.

Nachfolgend ist eine beispielhafte Zusammenstellung von charakteristischen Betriebszuständen und Befehlen für Prozeduren aufgeführt, um eine mögliche Festlegung aufzuzeigen. Die Aufstellung der Betriebszustände und Befehle ist in der Zustands-Übergangsmatrix (siehe 19?? Tabelle prEN 61512-12) zusammengefaßt. Ein Beispiel für ein Zustands-Übergangsdiagramm ist aus der Matrix in Tabelle 19?? für die ersten drei Matrixzeilen hergeleitet worden (LEERLAUF, LÄUFT, BEENDET) (siehe Bild 18).

5.7.2.1 Prozedur-Betriebszustände

Für das Beispiel in Tabelle 2 und Bild 18 ergibt sich die nachfolgende Liste gültiger Betriebszustände bei Prozeduren:

- **LEERLAUF** : Das Prozedurelement wartet auf einen START-Befehl, der einen Übergang zum Zustand LÄUFT auslöst.
- **LAUFT** : Normale Operation
- **BEENDET** : Durchlauf der normalen Operation bis zum Ende. Das Prozedurelement erwartet nun den Befehl RESET, der einen Übergang zum Zustand LEERLAUF auslöst.
- **UNTERBRECHEND** : Das Prozedurelement erhielt einen PAUSE-Befehl. Dies bewirkt, daß das Prozedurelement an der nächsten festgelegten, sicheren oder stabilen Stelle in seiner normalen LÄUFT-Logik anhält. Der Zustand geht anschließend automatisch zu UNTERBROCHEN über.
- **UNTERBROCHEN** : Wenn das Prozedurelement an der festgelegten Stelle unterbrochen wurde, ändert sich der Betriebszustand zu UNTERBROCHEN. Dieser Zustand gilt üblicherweise für kurzzeitige Unterbrechungen. Ein Befehl FORTFAHREN veranlaßt den Übergang zum LÄUFT-Zustand, ab dem die normale Bearbeitung hinter der festgelegten Stelle der Unterbrechung wieder aufgenommen wird.
- **ANHALTEND** : Das Prozedurelement erhielt einen HALT-Befehl und führt seine ANHALTEND-Logik aus, um das Prozedurelement zu einem festgelegten Zustand zu bringen. Wenn keine Prozedur erforderlich ist, geht das Prozedurelement sofort in den ANGEHALTEN-Zustand über.
- **ANGEHALTEN** : Das Prozedurelement hat seine ANHALTEND-Logik beendet und befindet sich in einem festgelegten oder bekannten Zustand. Dieser Zustand wird üblicherweise für eine langzeitige Unterbrechung verwendet. Zur Fortführung wartet das Prozedurelement auf einen weiteren Befehl.
- **RESTARTEND** : Das Prozedurelement erhielt im Zustand ANGEHALTEN einen Befehl zum RESTART. Es durchläuft eine Restart-Logik, um zum Zustand LÄUFT zurückzukehren. Wenn keine Prozedur erforderlich ist, geht das Prozedurelement sofort in den LÄUFT-Zustand über.
- **STOPPEND** : Das Prozedurelement erhielt einen STOP-Befehl und führt die Logik STOPPEND aus, die ein kontrolliertes Stoppen erleichtert. Wenn keine Prozedur erforderlich ist, geht das Prozedurelement sofort in den GESTOPPT-Zustand über.
- **GESTOPPT** : Das Prozedurelement hat die Logik für STOPPEND beendet. Es wartet auf den Befehl RESET, um zum Zustand LEERLAUF zu wechseln.

- **ABBRECHEND** : Das Prozedurelement erhielt den Befehl ABBRUCH, nach der ein schnelleres, nicht notwendigerweise geregeltes abnormales Stoppen eingeleitet wird. Wenn keine Prozedur erforderlich ist, geht das Prozedurelement sofort in den ABGEBROCHEN-Zustand über.

ABGEBROCHEN : Das Prozedurelement hat die Logik ABBRECHEND beendet. Es wartet auf den a Befehl RESET, um zum Zustand LEERLAUF zu wechseln.

5.7.2.2 Befehle

Für das Beispiel in Tabelle 2 und Bild 18 ergibt sich folgende Liste gültiger Befehle:

- **START** : Dieser Befehl veranlaßt das Prozedurelement zur Ausführung der normalen Logik LÄUFT. Dieser Befehl ist nur dann gültig, wenn das Prozedurelement im Zustand LEERLAUF ist.
- **STOP** : Dieser Befehl veranlaßt das Prozedurelement zur Ausführung der Logik STOPPEND. Der Befehl ist gültig, wenn sich das Prozedurelement im Zustand LÄUFT, UNTERBRECHEND, UNTERBROCHEN, ANHALTEND, ANGEHALTEN oder RESTARTEND befindet.
- **HALT** : Dieser Befehl veranlaßt das Prozedurelement zur Ausführung der Logik ANHALTEND. Der Befehl ist gültig, wenn sich das Prozedurelement im Zustand LÄUFT, UNTERBRECHEND, UNTERBROCHEN oder RESTARTEND befindet.
- **RESTART** : Dieser Befehl veranlaßt das Prozedurelement zur Ausführung der RESTARTEND-Logik, die eine sichere Rückkehr zum Zustand LÄUFT ermöglicht. Der Befehl ist nur gültig, wenn sich das Prozedurelement im Zustand ANGEHALTEN befindet.
- **ABBRUCH** : Dieser Befehl veranlaßt das Prozedurelement zur Ausführung der Logik ABBRECHEND. Der Befehl ist in jedem Zustand erlaubt außer in LEERLAUF, BEENDET, ABBRECHEND und ABGEBROCHEN.
- **RESET** : Dieser Befehl veranlaßt einen Übergang zum Zustand LEERLAUF. Er ist gültig aus dem Zustand BEENDET, ABGEBROCHEN und GESTOPPT.
- **PAUSE** : Dieser Befehl veranlaßt das Prozedurelement an der nächsten vorab festgelegten Unterbrechungsstelle innerhalb ihrer Prozedurlogik anzuhalten und auf einen Befehl FORTFAHREN zum Weiterlauf zu warten. Der Befehl ist nur im Zustand LÄUFT erlaubt.
- **FORTFAHREN** : Dieser Befehl veranlaßt das Prozedurelement, das als Ergebnis eines Befehls PAUSE an einer vorab festgelegten Übergangsstelle UNTERBROCHEN wurden, mit der Ausführung fortzufahren. Der Befehl ist nur gültig, wenn das Prozedurelement im Zustand UNTERBROCHEN ist.

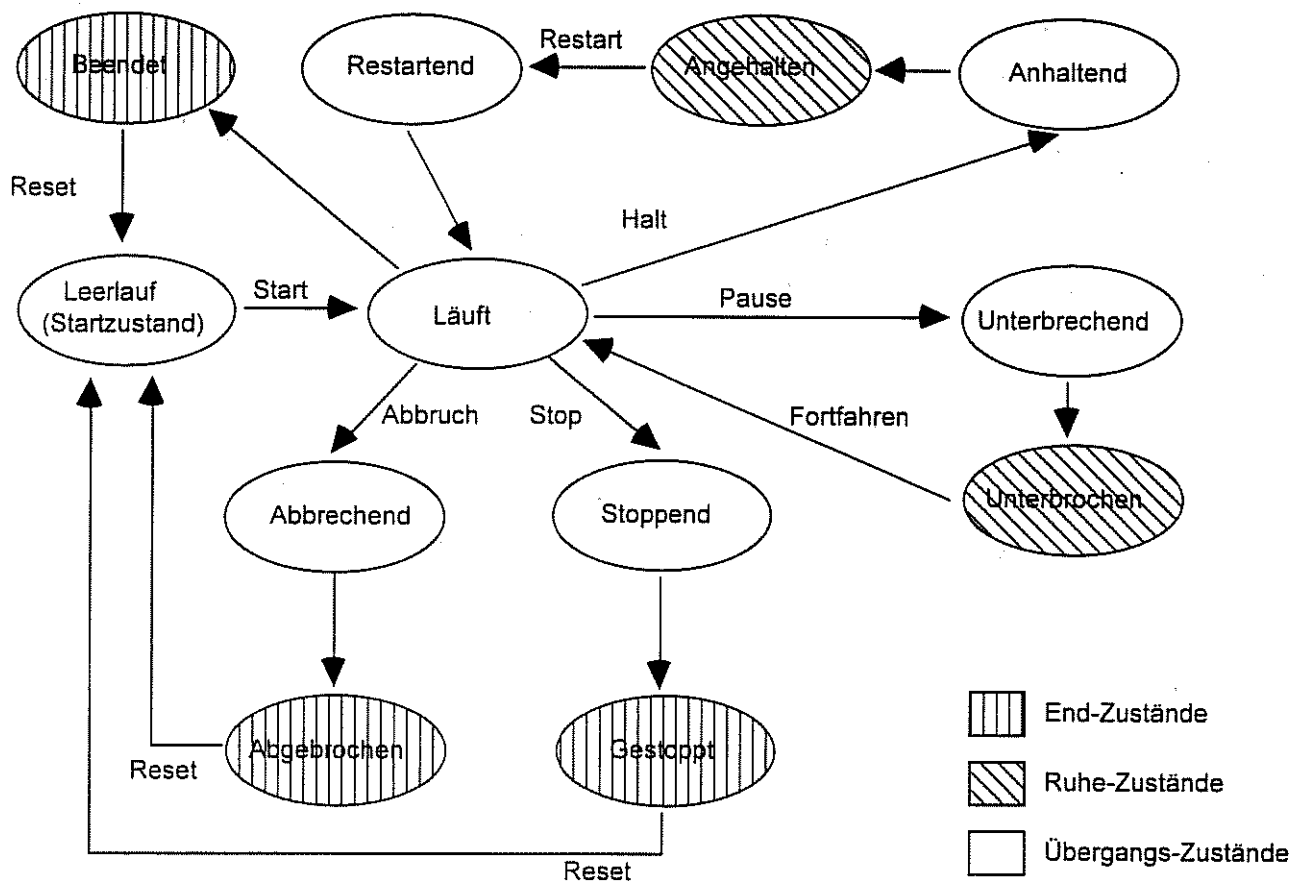
Tabelle 2: Zustands-Übergangsmatrix für beispielhafte Zustände von Prozedurelementen

Befehl		START	STOP	HALT	RESTART	ABBRUCH	RESET	PAUSE	FORT-FAHREN
Start-Zustand	Ohne Befehl/End-Zustand	Zustands-Übergangsmatrix							
LEERLAUF		LÄUFT							
LÄUFT	BEENDET		STOPPEND	ANHALTEND		ABBRECHEND		UNTER-BRECHEND	
BEENDET							LEERLAUF		
UNTER-BRECHEND	UNTER-BROCHEN		STOPPEND	ANHALTEND		ABBRECHEND			
UNTER-BROCHEN			STOPPEND	ANHALTEND		ABBRECHEND			LÄUFT
ANHALTEND	ANGEHALTEN		STOPPEND			ABBRECHEND			
ANGEHALTEN			STOPPEND		RESTARTEND	ABBRECHEND			
RESTARTEND	LÄUFT		STOPPEND	ANHALTEND		ABBRECHEND			
STOPPEND	GESTOPPT					ABBRECHEND			
GESTOPPT						ABBRECHEND	LEERLAUF		
AB-BRECHEND	AB-GEBROCHEN								
AB-GEBROCHEN							LEERLAUF		

ANMERKUNG: Die Zustände in Tabelle 2, die mit einem "-END" enden, stellen Übergangszustände dar. Endet deren Logik wie vorgeplant, so erfolgt der Übergang zu den Zuständen, die unter Ohne Befehl/End-Zustand (in der Zustands-Übergangsmatrix, Tabelle 2) aufgeführt sind. Kommt der Betriebszustand LÄUFT beispielsweise zum erwarteten Abschluß, geht der Zustand automatisch zu BEENDET über. Die Ausführung der jeweiligen Übergangszustände (Endung "-END") wird durch die gegebene Betriebsart bestimmt.

5.8 Ausnahmebehandlung

Ein Ereignis, das sich nicht entsprechend dem üblichen oder gewünschten Ablauf einer chargenorientierten Fahrweise verhält, wird üblicherweise als Ausnahme bezeichnet. Die Behandlung dieser Ausnahme kann auf allen Ebenen des Modells der Steuerungsaktivitäten erfolgen und Teil der Prozedursteuerungen, der Basisautomatisierung und der Koordinierungssteuerungen sein.



ANMERKUNG: Dieses Zustands-Übergangsdiagramm ist aus den ersten drei Anfangszuständen der Zustands-Übergangs-Matrix in Tabelle 2 hergeleitet worden (LEERLAUF, LÄUFT, BEENDET).

Bild 38: Zustands - Übergangsdiagramm für beispielhafte Zustände von Prozedurelementen

Die Ausnahmebehandlung ist eine wesentliche Funktion in der Chargenproduktion. Sie ist integrierter Bestandteil aller Steuerungsfunktionen und stellt typischerweise einen sehr großen Anteil bei den Steuerungsfestlegungen dar.

Beispiele für Ereignisse, die eine Ausnahmebehandlung notwendig erscheinen lassen, sind:

- Nicht-Verfügbarkeit von Rohstoffen, Hilfsmitteln oder Apparaten bei deren Anforderung;
- Produkt- oder Prozeßprobleme;
- Fehlverhalten von Leiteinrichtungen;
- Gefahrensituationen wie Feuer oder Chemikalienaustritte.

Aus Sicht der Automation ist die Ausnahmebehandlung nicht anders als das übliche Vorgehen bei Automationsstrategien: ein Ereignis wird festgestellt, bewertet und eine entsprechende Reaktion erzeugt.

Die Bearbeitung von Ausnahmen kann zur Änderung von Betriebsarten und Betriebszuständen bei Prozedurelementen oder Einrichtungsobjekten führen. Zum Beispiel kann die Reaktion auf den Ausnahmefall eines hohen Reaktordruckes die Überführung des Prozesses zum Zustand GESTOPPT sein. Eine ähnliche Aktion könnte durch den Bediener ausgelöst werden, nachdem er einen unzulässigen Zustand erkannt hat.

6 Aktivitäten und Funktionen der chargenorientierten Fahrweise

In diesem Abschnitt werden Steuerungsfunktionen diskutiert, die in Bezug stehen zu den in den vorigen zwei Abschnitten beschriebenen Aufgaben der Chargenverarbeitung, -herstellung und -steuerung. Die Steuerungsfunktionen, die in diesem Abschnitt definiert werden, verfeinern die in Abschnitt 5.1 definierten Steuerungsaufgaben für die in Abschnitt 5.2 diskutierten Einrichtungsobjekte, welche die unteren vier Ebenen des physischen Modells aus Abschnitt 4.2. bilden. Es werden ebenfalls Steuerungsfunktionen beschrieben, die die Führungsanforderungen der höheren Ebenen des physischen Modells erfüllen. Der Einfachheit halber werden diese Steuerungsfunktionen in Steuerungsaktivitäten gruppiert und in diesem Zusammenhang diskutiert. Die Steuerungsaktivitäten, die in diesem Abschnitt diskutiert werden, sind Rezeptverwaltung, Produktionsplanung und Disposition, Produktionsinformationsverwaltung, Prozeßlenkung, Teilanlagenüberwachung, Prozeßsteuerung und Schutz von Personen und Umwelt. Die Absicht dieses Abschnitts ist es, die einzelnen Funktionalitäten, die in Bezug zur chargenorientierten Fahrweise stehen, klar zu identifizieren. Dies soll die Festlegung der Anforderungen an eine chargenorientierten Fahrweise für eine Anwendung erleichtern.

6.1 Steuerungsaktivitäten

Um eine Chargenproduktion erfolgreich durchzuführen, ist die Realisierung vieler Steuerungsfunktionen erforderlich. Diese Steuerungsfunktionen legen fest, wie die Einrichtungen in einem Werk mit Chargenproduktion gesteuert werden. Sie werden gebraucht, um die im Vorhergehenden beschriebenen Einrichtungsobjekte zu unterstützen. Sie werden in sieben Steuerungsaktivitäten zusammengefaßt, wie im Steuerungsaktivitäten-Modell in Bild 19 dargestellt.

6.1.1 Steuerungsaktivitäten-Modell

Das Steuerungsaktivitäten-Modell in Bild 19 liefert eine Übersicht über die Aufgaben der chargenorientierten Fahrweise und zeigt die wesentlichen Beziehungen zwischen den verschiedenen Steuerungsaktivitäten. Es soll nicht alle Beziehungen zeigen. Diese Beziehungen werden durch den Informationsfluß zwischen den Steuerungsaktivitäten erreicht. Die Absicht dieses Bildes ist lediglich zu zeigen, wo eine solche Beziehung besteht und nicht diese Beziehung festzulegen. Die Definition dieser Beziehungen wird weiter unten in diesem Abschnitt gegeben bei der Diskussion der Steuerungsfunktionen, die in den jeweiligen Steuerungsaktivitäten gruppiert sind. Einige der Beziehungen in Bild 19 werden in dieser Norm nicht weiter diskutiert.

Die gezeigten Steuerungsaktivitäten beziehen sich auf die wirklich vorhandenen Bedürfnisse in Zusammenhang mit einer Chargenproduktion. Die Erfordernis, eine Steuerungsfunktion zu haben, die Verfahrensrezepte, Werksrezepte und Grundrezepte verwalten kann, impliziert die Notwendigkeit für die Steuerungsaktivität "Rezeptverwaltung". Bei der Chargen-Produktion wird die Produktion im Rahmen eines Zeitregimes geplant und anschließend ausgeführt. Die Steuerungsfunktionen, die zur Planung der Chargenproduktion benötigt werden, sind in der Steuerungsaktivität "Produktionsplanung und Disposition" enthalten. Verschiedene Typen von Produktionsinformationen sind erforderlich. Insbesondere ist in vielen Fällen die Sammlung und Speicherung der Chargenhistorie nötig. Die Steuerungsaktivität "Produktionsinformations-Verwaltung" des Modells deckt diese Steuerungsfunktionen ab.

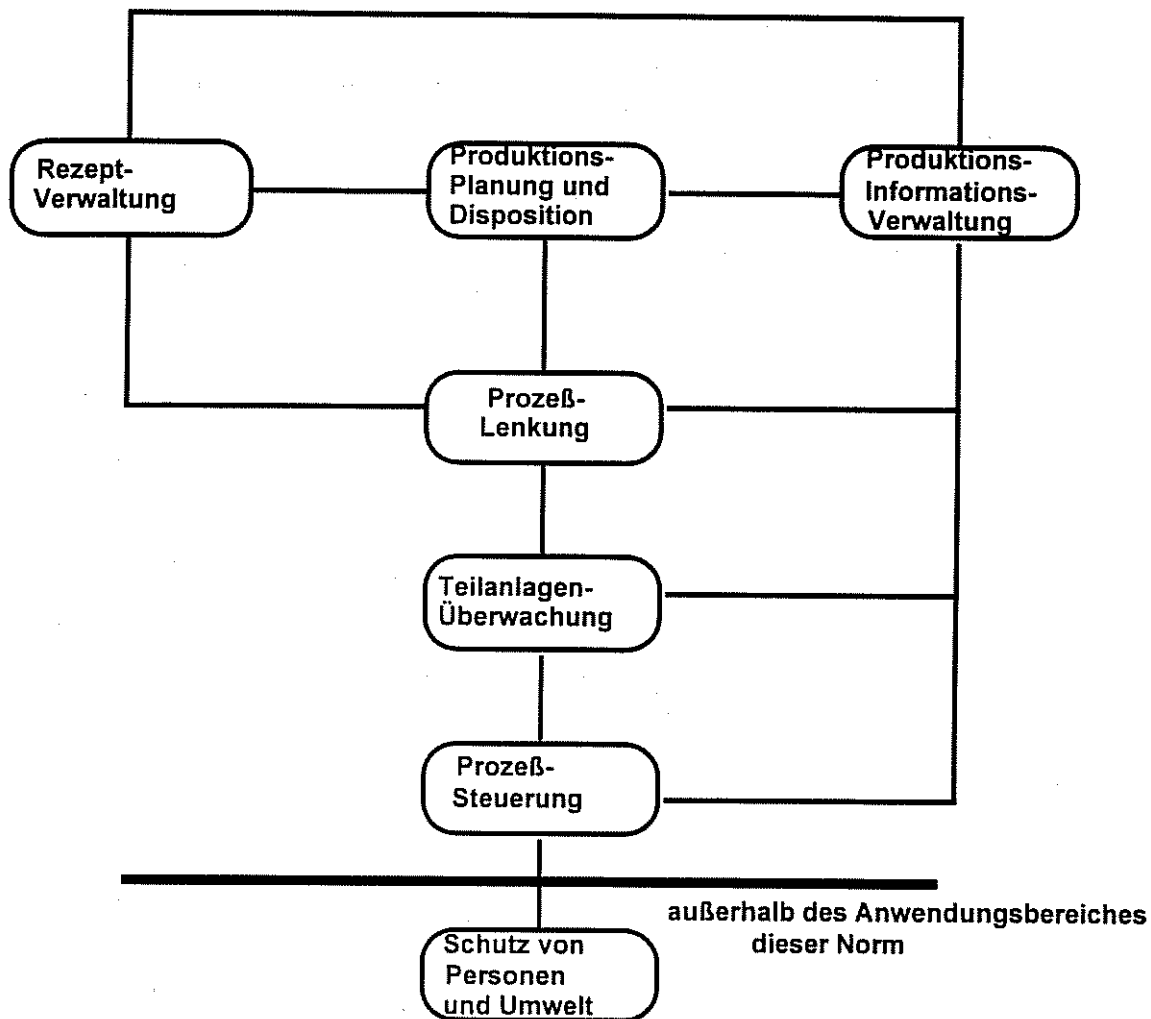


Bild 19: Steuerungsaktivitäten-Modell

Steuerrezepte werden erzeugt, Chargen werden gestartet und überwacht, die Aktivitäten der Teilanlagen werden koordiniert, und Protokolle und Ausdrucke werden erzeugt. Diese Steuerungsfunktionen gehören im Modell zu der Steuerungsaktivität "Prozeßlenkung". Viele Steuerungsfunktionen werden auf der Ebene der Steuerungsaktivität "Teilanlagenüberwachung" benötigt. Zum Beispiel ist es wesentlich, Betriebsmittel zu belegen, die Ausführung von Prozedurelementen zu überwachen und die Aktivitäten der Prozeßsteuerungs-Ebene zu koordinieren. In der Steuerungsaktivität "Prozeßsteuerung" werden Steuerungsfunktionen diskutiert, die direkt mit Einrichtungsaktionen zu tun haben wie z. B. die Notwendigkeit, Steuerungsfunktionen zu realisieren mit Hilfe von kontinuierlich und/oder diskret arbeitenden Einzelsteuereinheiten.

Schließlich ist die Sicherheit des Personals und der umliegenden Ansiedlungen ein vorrangiges Anliegen, zusammen mit dem Umweltschutz. Die Steuerungsaktivität "Schutz von Personen und Umwelt" deckt diese Steuerungsfunktionen ab.

6.1.2 Handhabung der Information

Eine Dimension des Steuerungsaktivitäten-Modells ist seine Beschreibung des Informationsflusses durch die Ebenen. Daher gibt es eine Anzahl von Informationsverarbeitungs-Funktionen, die auf alle Kategorien von Daten angewendet werden können, die von dem Steuerungsaktivitäten-Modell behandelt werden. Diese sind anwendbar unabhängig von der Kombination von manuellen und Computer-Systemen, die in einem Werk installiert sind. Zusätzliche Aspekte der Informationsverarbeitung, die spezifisch für eine bestimmte Steuerungsaktivität sind, werden in den entsprechenden Unterabschnitten beschrieben.

6.1.2.1 Referenz-Information

In einem chargenorientiert produzierenden Unternehmen können Aktivitäten anfallen, die außerhalb des Anwendungsbereichs dieser Norm fallen. Dazu gehören beispielsweise:

- Material-Verwaltung;
- Verfahrens- und Produkt-Entwicklung;
- Service-Unterstützung der Kunden;
- Berichtswesen für Aufsichtsbehörden und Prozeß-Validierung; und
- abteilungsübergreifende Koordinierung, z.B. zwischen Produktion und Allgemeinen Diensten.

Um Schnittstellen zu diesen Informationsquellen zu bieten, müssen die hier diskutierten Steuerungsaktivitäten Informationen auf eine Art speichern, die diesen externen Aktivitäten eine brauchbare und zugängliche Datenquelle bietet. Entsprechend sollte jede Steuerungsaktivität die Möglichkeit haben, auf relevante Referenz-Informationen zuzugreifen, soweit sie sie zur Erfüllung ihrer Funktion benötigen.

Beispiele für Referenz-Informationen sind:

- Vertriebs- oder Marketing-Daten, einschließlich Kunden-Bestellungen oder andere Belege für Produkt-Nachfrage;
- Daten über Rohstoff-Lieferanten;
- Endprodukt-Spezifikationen;
- Daten bzgl. Kosten;
- Daten bzgl. Forschung und Entwicklung;
- Standardwerte für den Rohstoffverbrauch und die Ausbeute der hergestellten Produkte;
- Information bzgl. Raten der verschiedenen Anlagen;
- Beschreibungen der Fähigkeiten der Einrichtungen;
- Arbeitsanweisungen zur Wartung der Einrichtungen und bzgl. Prozeßsicherheit;
- Information über die Mitarbeiter;
- Qualitätssicherungs-Information wie z.B. die Arbeitsanweisung zur Durchführung bestimmter Laboranalysen; und
- Anforderungen der Aufsichtsbehörden.

Referenz-Information kann unternehmensweit, standortweit, anlagenkomplexweit oder anlagenweit gelten.

6.1.2.2 Datensicherheit

Innerhalb der Steuerungsumgebung dient Information dazu, die Steuerungsfunktionen zu beeinflussen, zwischen Ebenen und Objekten zu kommunizieren und Kommunikation mit Steuerungsfunktionen außerhalb des Steuerungsaktivitäten-Modells zu ermöglichen. Der Zugang zu dieser Information muß kontrolliert sein, um sicherzustellen, daß nur autorisierte und/oder berechnigte Quellen diese Informationen beeinflussen können.

6.1.2.3 Verfügbarkeit

Informationen der Steuerungsaktivitäten sollten in einer Weise gespeichert und abgerufen werden, die die notwendigen Sicherheitsmaßnahmen bietet, um den Zugriff auf kritische Daten sicherzustellen. Die Zeit, um den Zugriff auf Daten im Falle eines Datenverlusts wieder herzustellen, sollte gründlich bedacht werden. Diese Überlegungen werden je nach Ebene des Steuerungsaktivitäten-Modells, nach Typen der Information und nach der benötigten Detaillierung unterschiedlich anzustellen sein.

6.1.2.4 Archivierung

Das Auslagern von Informationen aus der Steuerungsaktivität in ein Langzeitarchiv ist oft erwünscht, um die Speichereffektivität und Wiedergewinnbarkeit zu verbessern. Es sollte möglich sein, die archivierten Daten in

einer weiterverwendbaren Form wiederzugewinnen. Wenn z.B. ein Grundrezept nicht mehr zum aktiven Bestand gehört, wäre es nützlich, alle Informationen über dieses Grundrezept (sowohl strukturell als auch historisch) aus dem Archiv wiedergewinnen zu können.

6.1.2.5 Änderungsverwaltung

Information, die die Steuerung bestimmt - einschließlich der Konfigurierung der Einrichtungssteuerungen und Rezepte - kann einer formellen Änderungsverwaltung unterworfen sein. Es können Mittel zur Verfügung gestellt werden für:

- Anforderungen nach und Autorisierung von Änderungen;
- Versionsführung und Dokumentation;
- Validierung von Änderungen; und
- Audit-Verfolgung.

Die Änderungsverwaltung kann auch Restriktionen und Prüfungen umfassen, die notwendig sind, um die Integrität der Konfigurierungsdaten sicherzustellen. Zum Beispiel kann es notwendig sein, einen Rezeptersteller daran zu hindern, ein Prozedurelement zu verändern, das gerade von einem aktiven Rezept genutzt wird.

6.1.2.6 Verfolgung von Verweisen

Eine historische Verfolgung von Informationsverweisen - zum Beispiel, welche Festlegungen werden von welchen anderen benutzt oder welche dienen als Basis für andere - kann für die Analyse der Produktionseffektivität und zum Nachweis der Einhaltung von Produktionsrichtlinien wichtig sein. Sie kann auch dazu dienen, schriftliche Kommentare zu den Änderungen abzulegen, als Hilfe bei späteren Interpretationen.

6.1.3 Verfahrens- und leittechnische Ingenieurleistungen

Damit die in Zusammenhang mit einer Chargenproduktion benötigten Verarbeitungsfunktionen korrekt ausgeführt werden, ist es wesentlich, daß die benötigte Einrichtungs-Struktur, die Prozess-Funktionalität und die Ausnahmebehandlung für diese Einrichtungen voll ausgeprägt sind. Dies setzt ein koordiniertes Vorgehen der verschiedenen Ingenieursdisziplinen voraus, und zwar von den anfänglichen Festlegungen an über die ganze Lebensdauer der Anlage. Dieser Unterabschnitt behandelt die verfahrens- und leittechnische Ingenieurleistungen, die für den Entwurf der Leitfunktionen gebraucht werden, welche zur Unterstützung der Rezepthierarchie benötigt werden, sowie für die Festlegung der Einrichtungs-Fähigkeiten und die Entwicklung der Funktionalität, die in der Prozeduren zur Produktion einer Charge benötigt wird.

Verfahrens- und leittechnische Ingenieurleistungen werden auf der Ebene der Verfahrensrezepte und Werksrezepte benötigt, um Prozeduren, Prozeßabschnitte, Prozeßoperationen und Prozeßschritte zu beschreiben, und auf der Ebene der Grundrezepte, um Grundrezeptprozeduren, Teilgrundrezeptprozeduren, Grundoperationen und Grundfunktionen zu beschreiben.

Die genaue Festlegung der geeigneten Prozedurelemente und der geeigneten Einrichtungsobjekte ist ein iterativer Vorgang. Das duale Vorgehen ist in Bild 20 gezeigt. Überlegungen aus dem einen Entscheidungsprozeß beeinflussen auch den anderen. Überlegungen zur Verarbeitung stellen das Hauptkriterium für die Festlegung (oder Auswahl) der Prozedurelemente dar, die die Funktionalität der entsprechenden Einrichtungsobjekte charakterisieren. Da die festgelegte Funktionalität von den benutzten Einrichtungsobjekten beeinflusst wird, stellen Überlegungen zu den Einrichtungen ein sekundäres Kriterium dar. Entsprechend stellen Überlegungen zu den Einrichtungen das Hauptkriterium für die Festlegung (oder Auswahl) der Einrichtungsobjekte dar und Überlegungen zur Verarbeitung das sekundäre Kriterium.

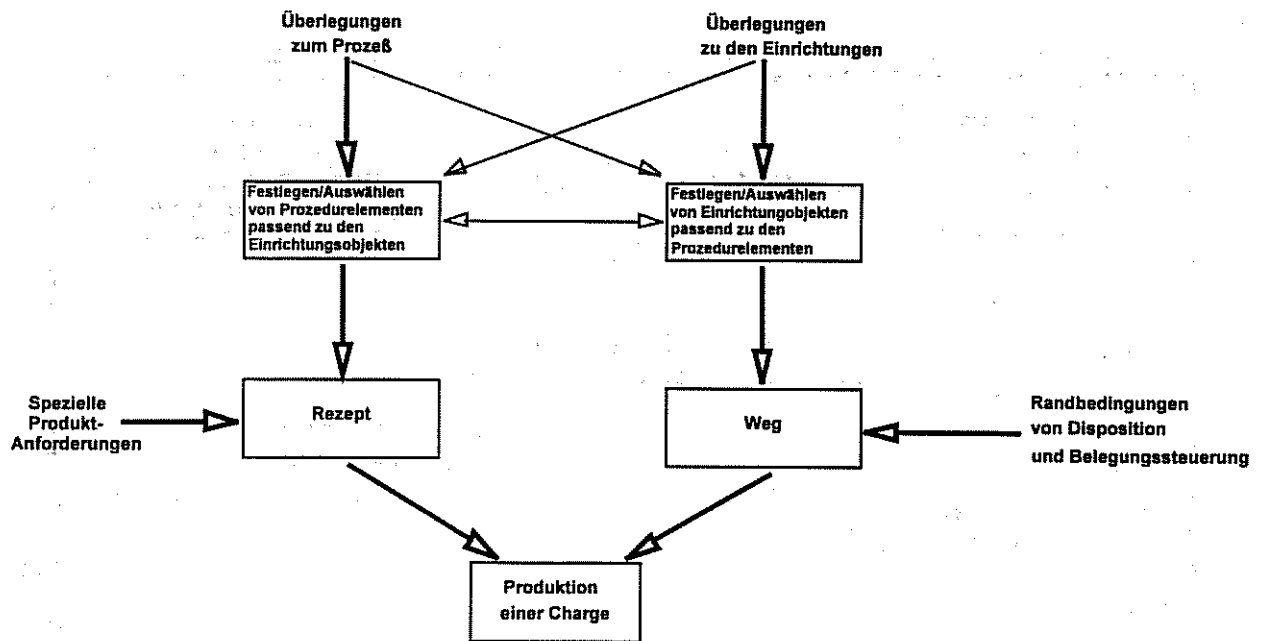


Bild 20: Gleichzeitige Festlegung/Auswahl von Prozedurelementen und Einrichtungsobjekten

Rezepte können unter Verwendung dieser Prozedurelemente und spezifischer Produkt-Information erstellt werden. Die Einrichtungsobjekte werden zu einem Pfad angeordnet, der von der Disposition unter Berücksichtigung der Randbedingungen der Konfliktauflösung bestimmt wird. Die Kombination der Resultate dieser Aktivitäten liefert die Rahmenbedingungen zur Produktion von Chargen.

Verfahrens- und leittechnische Ingenieurleistungen beinhalten auch die Entwicklung und Pflege der Technischen Funktionen, die den Grundfunktionen entsprechen, die zur Rezepterstellung verwendet werden. Soweit möglich, sollten Grundfunktionen und Technische Funktionen so festgelegt werden, daß jede vernünftige Funktionalität einer Teilanlage in diesen Funktionen ausgedrückt werden kann. Sie sollten grundsätzlich nicht auf einen Satz bekannter Rezepte zugeschnitten sein. Auf diese Weise können neue Rezepte zumeist durch die Verwendung bestehender Grundfunktionen erstellt werden, die sich auf bestehende Technische Funktionen beziehen. Die Entwicklung und Pflege der Grundfunktionen und Technischen Funktionen ist eine andauernde Aktivität, die andauernde Unterstützung der Betriebe bietet. Diese Aktivität ist das Resultat der Bemühung um andauernde Verbesserung und der periodischen Hinzufügung neuer Prozeß-Technologie.

6.2 Rezeptverwaltung

Die Rezeptverwaltung besteht aus Steuerungsfunktionen, die Verfahrensrezepte, Werksrezepte und Grundrezepte erstellen, speichern und halten. Das schließliche Ergebnis dieser Steuerungsaktivität ist ein Grundrezept; dieses wird der Prozeßlenkung zur Verfügung gestellt, die es zur Erzeugung eines Steuerrezeptes verwendet.

Die Rezeptverwaltung kann diskutiert werden unter den Aspekten des Verwaltens der drei Ebenen von Rezepten und des Festlegens der Prozedurelemente zur Benutzung in den Rezeptprozeduren (siehe Bild 21).

6.2.1 Verwalten von Verfahrensrezepten

Verwalten von Verfahrensrezepten ist die Steuerungsfunktion, mit der Verfahrensrezepte erstellt, gepflegt und gespeichert werden. Die spezifischen Verarbeitungsanforderungen, die von der Verfahrensentwicklung für das betreffende Produkt ermittelt wurden, dienen als Basis für das Verfahrensrezept.

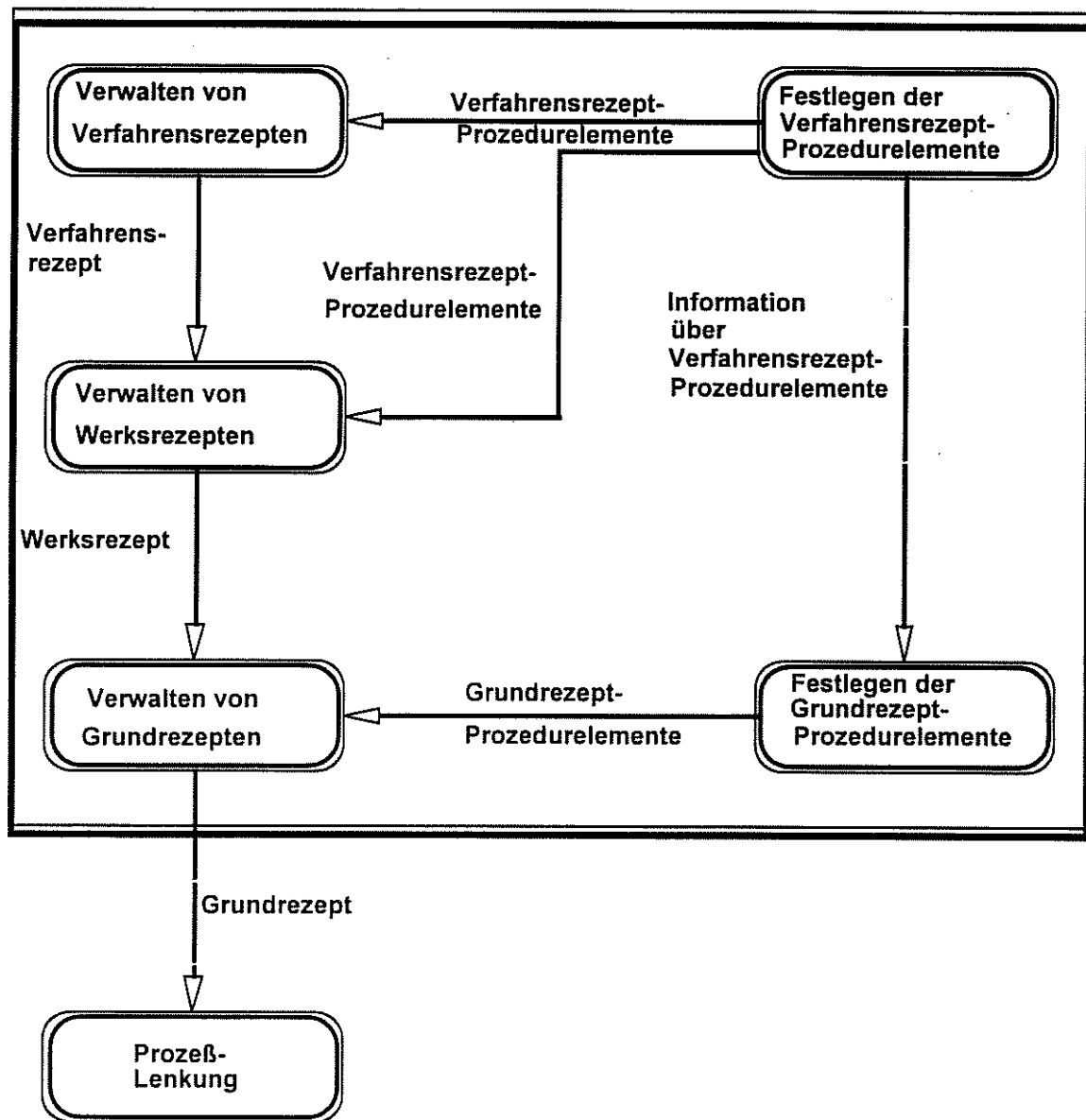


Bild 21: Rezeptverwaltung

In Zusammenhang mit der Festlegung des einzelnen Verfahrensrezepts können folgende Fähigkeiten erforderlich sein:

- Auswählen und Kombinieren von Prozedurelementen, um eine Verfahrensrezept-Prozedur zu erstellen,
- Einbringen von Information über Stoff- und Produktionsparameter,
- Festlegen der Einrichtungs-Anforderungen und anderer Informationen,
- Halten der Verfahrensrezepte,
- Verwalten von Änderungen an den Verfahrensrezepten.

6.2.2 Festlegen der Verfahrensrezept-Prozedurelemente

Die Steuerungsfunktion *Festlegen der Verfahrensrezept-Prozedurelemente* erstellt, hält und bietet Zugriff auf die Prozedurelemente, die als Bausteine der Prozeduren für Verfahrensrezepte und Werksrezepte benutzt werden.

Die Prozedurelemente, die von dieser Steuerungsfunktion festgelegt werden, können Prozeßschritte, Prozeßoperationen, Prozeßabschnitte, und/oder ganze Verfahrensrezept-Prozeduren sein. Nicht alle Ebenen der Prozedurelemente müssen festgelegt sein.

Diese Steuerungsfunktion legt Verfahrensrezept-Prozedurelemente fest auf der Basis der für die verschiedenen Produkte erforderlichen und von der Verfahrensentwicklung beschriebenen Verarbeitungsstrategien. Diese Strategien werden interpretiert und in Prozedurelemente übersetzt, welche die flexible und modulare Erstellung von Grundrezepten ermöglichen. Die Erstellung eines Verfahrensrezepts wird, je breiter das Spektrum von Produkten ist für die diese modularen Prozeßaktivitäts-Beschreibungen brauchbar sind. Und was noch wichtiger ist: modulare Prozeßschritte, Prozeßoperationen, Prozeßabschnitte und/oder komplette Prozeduren, die häufig wiederverwendet werden, erleichtern Rezepttransformationen auf den niedrigeren Ebenen sehr und machen Rezepte konsistenter.

Diese Information wird dann der Steuerungsfunktion *Festlegen der Grundrezept-Prozedurelemente* zur Verfügung gestellt. Auf diese Weise kann der Verfahrenszweck des Verfahrensrezepts auf der Grundrezept-Ebene bekannt gemacht werden.

In Zusammenhang mit der Festlegung der einzelnen Verfahrensrezept-Prozedurelemente können die folgenden Fähigkeiten erforderlich sein:

- Benennen der einzelnen Prozedurelemente,
- Festlegen der Parameter-Variablen,
- Beschreiben der beabsichtigten Verarbeitungsfunktionalität,
- Zusammensetzen der Prozedurelemente aus den unteren Ebenen und Festlegung der Ausführungsreihenfolge,
- Erstellen, Modifizieren und Archivieren der Verfahrensrezept-Prozedurelemente,
- Bereitstellen eines Vorrats von Prozedurelementen,
- Verwalten von Änderungen an Prozedurelementen.

6.2.3 Verwalten von Werksrezepten

Das Verwalten von Werksrezepten ist die Steuerungsfunktion, mit der Werksrezepte erstellt, gepflegt und gespeichert werden. Ein Werksrezept wird erstellt durch die Verbindung der Information des entsprechenden Verfahrensrezepts mit werksspezifischen Informationen. Falls zusätzliche oder alternative Prozedurelemente erforderlich sind, werden nur solche verwendet, die unter der Steuerungsfunktion *Festlegen der Verfahrensrezept-Prozedurelemente* festgelegt sind.

6.2.4 Verwalten von Grundrezepten

Verwalten von Grundrezepten ist die Steuerungsfunktion, mit der Grundrezepte erstellt, gepflegt und gespeichert werden. Grundrezepte werden auf der Basis der spezifischen Verarbeitungsanforderungen des betreffenden Produkts definiert. Diese spezifischen Verarbeitungsanforderungen können als Verfahrensrezept oder Werksrezept vorliegen.

Die Transformation des Werksrezepts in ein Grundrezept kann eine komplizierte Aufgabe sein. Es ist wesentlich, daß die Erstellung einer Prozedur auf der Basis von vordefinierten Prozedurelementen die Absicht der Prozedur des Werksrezepts erfüllt. Transformation (oder Erstellung) des Inhalts der Stoff- und Produktionsparameter folgt der gleichen allgemeinen Logik, die dazu verwendet wird, Prozeßschritte auf Grundfunktionen abzubilden. Die Chargengröße wird festgelegt, oder der Bereich erlaubter Chargengrößen für das Rezept wird ermittelt, falls Randbedingungen die Skalierbarkeit einengen. Stoff- und Produktionsparameter werden entsprechend angepaßt. Die Einrichtungs-Anforderungen werden in Anforderungen übersetzt, die an den tatsächlichen Ziel-Einrichtungen gespiegelt werden können.

In Zusammenhang mit der Festlegung des einzelnen Grundrezepts können die folgenden Fähigkeiten erforderlich sein:

- Auswählen und Kombinieren von Prozedurelementen, um eine Grundrezept-Prozedur zu erstellen,
- Einbringen von Information über Stoff- und Produktionsparameter,
- Festlegen der Einrichtungs-Anforderungen und anderer Informationen,
- Erstellen, Modifizieren und Archivieren von Grundrezepten und Halten der Rezeptköpfe,
- Halten eines Vorrats von Grundrezepten,
- Verwalten von Änderungen an den Grundrezepten.

6.2.5 Festlegen der Grundrezept-Prozedurelemente

Die Steuerungsfunktion *Festlegen der Grundrezept-Prozedurelemente* erstellt, hält und bietet Zugriff auf die Prozedurelemente zur Benutzung in Grundrezept-Prozeduren. Diese sind die Bausteine der Grundrezept-Prozeduren.

Falls die Grundrezept-Prozedurelemente aus Verfahrensrezepten und Werksrezepten erzeugt wurden, werden Prozeßabschnitte, Prozeßoperationen, und Prozeßschritte abgebildet werden auf Teilgrundrezeptprozeduren, Grundoperationen, und Grundfunktionen. Diese Steuerungsfunktion legt die Beziehung zwischen Prozeßschritten und Grundfunktionen, zwischen Prozeßoperationen und Grundoperationen, und zwischen Prozeßabschnitten und Teilgrundrezeptprozeduren fest. Außerdem legt sie Prozeduren, Teilprozeduren, Grundoperationen und Grundfunktionen fest, die eine möglichst umfangreiche konsistente Nutzung dieser Prozedurelemente innerhalb des Produktspektrums der Anlage ermöglichen.

Es ist wesentlich, daß die Grundrezept-Prozedurelemente, zumindest auf der Ebene der Grundfunktionen, imstande sind, bei der Ausführung des abgeleiteten Steuerrezepts Elemente der Einrichtungs-Prozedur anzusprechen. Eine enge Koordinierung mit den Ingenieurleistungen zur Erstellung der Prozedurelemente der Einrichtungen stellt sicher, daß die Rezept-Prozedurelemente die Steuerungsfähigkeiten der Zieleinrichtungen angemessen widerspiegeln. Eventuell erforderliche neue Funktionalität wird durch Erstellung neuer Prozedurelemente mit entsprechenden Änderungen der Steuerung und der Einrichtungen zur Verfügung gestellt (siehe 6.1.3).

Diese Steuerungsfunktion stellt also die Bausteine der Grundrezept-Prozedur zur Verfügung. Darüber hinaus kann sie ebenfalls Einschränkungen bzgl. der Erstellung der Grundrezepte festlegen, z.B. Regeln bzgl. der zulässigen Reihenfolge der Grundfunktionen und Einschränkungen des Zugriffs des Rezepterstellers auf Grundfunktionen. Viele Faktoren beeinflussen die Festlegung solcher Einschränkungen, z.B. Sicherheit, Komplexität der Aufgabe des Rezepterstellers, erforderliche Flexibilität und Validierung einzelner Prozedurelemente.

In Zusammenhang mit der Festlegung einzelner Prozedurelemente können folgende Fähigkeiten erforderlich sein:

- Benennen der einzelnen Prozedurelemente,
- Festlegen der Parameter-Variablen,
- Beschreiben der beabsichtigten Verarbeitungsfunktionalität,
- Zusammensetzen der Prozedurelemente aus den unteren Ebenen und Festlegung der Ausführungsreihenfolge,
- Erstellen, Modifizieren und Archivieren der Grundrezept-Prozedurelemente,
- Bereitstellen eines Vorrats von Prozedurelementen,
- Verwalten von Änderungen an Prozedurelementen.

6.3 Produktionsplanung und Disposition

Produktionsplanung und Disposition ist eine Steuerungsaktivität auf einer hohen Ebene, auf gleicher Ebene mit Rezeptverwaltung und Produktionsinformationsverwaltung. Sie ist der Entscheidungsprozeß, der mit der Erstellung eines Chargenplans verknüpft ist, welcher dann der Prozeßlenkung übergeben wird. Verschiedene

Steuerungsfunktionen müßten eigentlich für diese Steuerungsaktivität zusammengestellt werden; jedoch sind die meisten dieser Steuerungsfunktionen außerhalb des Anwendungsbereichs dieser Norm. In diesem Unterabschnitt wird nur eine dieser Steuerungsfunktionen betrachtet: *Erstellen von Chargenplänen*.

Die Steuerungsfunktion *Erstellen von Chargenplänen* nimmt Eingaben entgegen aus Quellen wie z.B. andere Arten von Plänen, Grundrezepte oder Betriebsmittel-Datenbanken, und erstellt mit Hilfe eines Dispositions-Algorithmus (automatisch oder manuell) einen Chargenplan (in Abschnitt 5.4 findet sich eine Liste typischer Informationen in einem Chargenplan).

Die folgenden Fähigkeiten sind typischerweise in dieser Steuerungsfunktion vorhanden:

- Erstellen eines Chargenplans anhand von Informationen aus geeigneten Quellen und eines Dispositions- Algorithmus,
- Erstellen eines revidierten Chargenplans auf Anforderung aufgrund von signifikanten Änderungen in Chargenfortschritts- und Anlagenstatus-Information, die von der Prozeßlenkung zur Verfügung gestellt wird,
- Ermöglichen manueller Eingriffe in der Disposition,
- Prüfen der Verfügbarkeit der Betriebsmittel als Eingangsdaten für die Disposition,
- Zur-Verfügung-Stellen einer Prozedur oder Methode zum Skalieren der Chargengröße zusammen mit einem Mittel, um die Produktion von Chargen zu organisieren,
- Prüfen der Ausführbarkeit des Chargenplans auf den Ziel-Einrichtungen.

6.4 Produktionsinformationsverwaltung

Produktionsinformationsverwaltung ist eine Steuerungsaktivität auf einer hohen Ebene, auf gleicher Ebene mit Rezeptverwaltung und Produktionsplanung und Disposition. Sie ist die Steuerungsaktivität, die mit der Sammlung, Speicherung, Verarbeitung und Berichtserstellung von Produktionsinformation befaßt ist.

Die nicht-chargenbezogene Verwendung von Produktionsinformation wird in diesem Teilabschnitt nicht behandelt, in tatsächlichen Applikationen kann die Verwaltung von chargenbezogener und nicht-chargenbezogener Information jedoch sehr wohl integriert sein. Sowohl chargenbezogene als auch nicht-chargenbezogene Information kann als Eingangsdaten für Steuerungsfunktionen auf höherer Ebene verwendet werden, z.B. die Erzeugung von Produktions-Protokollen für das Management. Diese Aktivitäten werden in dieser Norm nicht modelliert.

Eigentlich müßten verschiedene Steuerungsfunktionen für diese Steuerungsaktivität zusammengestellt werden; jedoch sind die meisten dieser Steuerungsfunktionen außerhalb des Anwendungsbereichs dieser Norm. Im folgenden Teilabschnitt wird nur eine dieser Steuerungsfunktionen betrachtet: *Verwalten der Chargenhistorie*.

Eine Chargenhistorie ist eine Sammlung von Daten mit Bezug zu einer Charge. Sie kann in einer oder mehreren Files oder Tabellen pro Charge organisiert sein, oder sie kann als Teil einer Datenbank vorhanden sein und über Schlüsselfelder zugänglich sein, usw.

Eine Chargenhistorie besteht aus Einträgen. Ein Eintrag ist eine Information über die Charge, die einen Wert oder einen Satz von Werten beinhaltet, der ein einziges Ereignis beschreibt und in der Chargenhistorie in einer einzigen Aktion aufgezeichnet wurde.

Verwalten der Chargenhistorie ist die Steuerungsfunktion, die typischerweise die folgenden Fähigkeiten beinhaltet:

- Entgegennahme und Speicherung von Informationen über Chargen von anderen Teilen der Gesamtapplikation zur chargenorientierten Fahrweise,
- Handhabung der historischen Daten,
- Erzeugen von Chargenprotokollen.

Die Steuerungsfunktion *Verwalten der Chargenhistorie* wird unabhängig von den verwendeten Einrichtungen oder vom Zeitpunkt der Chargenausführung ausgeführt. Zum Beispiel werden Laborwerte oft erst nach der Fertigstellung einer Charge hinzugefügt.

6.4.1 Entgegennehmen und Speichern von Chargenhistorien-Information

Der Eintrag von Daten in die Chargenhistorie von außerhalb wird von Prozeßlenkung, Teilanlagenüberwachung und Prozeßsteuerung angestoßen.

6.4.1.1 Allgemeine Richtlinien für Sammlung und Speicherung

Alle Daten für die Chargenhistorie sollten in einer Weise gesammelt und gespeichert werden, die folgendes einschließt oder einfachen Zugriff gibt auf:

- Chargenbezeichnung
- Zeitstempel mit absoluter Zeit (Echtzeit)
- Identifizierung von Prozedurelementen, zu denen die Daten in Beziehung stehen
- Zeitstempel relativ zu Start oder Ende der Charge oder der Ausführung eines Prozedurelements
- eine Identifizierung des Eintrags unabhängig von der Einrichtung
- benutzte Einrichtung.

Ausreichende Speicherkapazität für die erforderliche Anzahl von Chargenhistorien wird benötigt. Diese sollte ausreichen zum Speichern der Chargenhistorien aller laufenden Chargen und für beendete Chargen, bis geeignete Maßnahmen ergriffen wurden (Protokolle gedruckt, Auslagerung auf Langzeitspeicher oder welche Maßnahmen auch immer vorgeschrieben sind).

Wenn die Anforderungen an die Speicherdauer die Speicherkapazität von *Verwalten der Chargenhistorie* übersteigen, wird die Fähigkeit zum Export der Chargenhistorien auf Langzeitspeicher oder externe Systeme benötigt. Die Möglichkeit zum Wiedereinspielen dieser Chargenhistorien zur weiteren Auswertung von Daten ist wesentlich.

Protokolle oder Anzeigen über das Chargenarchiv (Anzahl der Chargen im Archiv, Umfang der Daten, Zustand (beendet, gedruckt, im Langzeitspeicher archiviert, etc.)).

6.4.1.2 Verlässlichkeit von Einträgen in die Chargenhistorie

Die Anforderungen an Verlässlichkeit werden von Applikation zu Applikation und zwischen den verschiedenen Arten von Einträgen variieren. Für jede Art von Eintrag sollte der angemessene Grad von Verlässlichkeit gewählt werden, der den Erfordernissen der jeweiligen Applikation genügt. Im folgenden wird eine Reihe von Aspekten bzgl. Verlässlichkeit beschrieben.

- a) Zugangskontrolle: Kontrolle des Zugangs zum Datenerfassungssystem, einschließlich der Konfigurationsdaten und der gesammelten Ist-Daten.
- b) Audit-Verfolgung: Identifizierung aller Veränderungen, die an jeder einzelnen Information vorgenommen wurden - einschließlich Identifizierung der betreffenden Person oder der betreffenden Leitfunktion, des Zeitpunktes und - in manchen Fällen - einer Erklärung.
- c) Verlässlichkeit der Aufzeichnung: Festlegung der erforderlichen Verlässlichkeit der Aufzeichnung. Drei Ebenen können unterschieden werden:
 - 1) keine spezifische Aktion im Störfall. Beispiele sind Daten für Optimierung, Statistik der Einrichtungs-Verlässlichkeit usw.
 - 2) Begrenzte Lücken zulässig, wenn die Störung in der Chargenhistorie vermerkt wird (Aufzeichnung fehlt von ... bis ...).
 - 3) Keine verlorenen Daten. Es ist wesentlich, daß Ersatz-Vorgehensweisen verfügbar sind um fehlende Daten zu ersetzen (elektronische oder händische Vorgehensweise, Möglichkeit der Rekonstruktion usw.).

Die genaue Aufzeichnung der letztgenannten Art von Information kann von gleicher Bedeutung wie die erzielte Produktqualität sein, entweder aus finanziellen Gründen (Abrechnung) oder aus Gründen der Produktsicherheit/-haftung. Daher ist es wesentlich, daß die entgegennehmende Funktion sowohl Rückmeldungen über ihren allgemeinen Zustand als auch eine spezifische Bestätigung für jeden Eintrag an die aufzeichnende Steuerungsaktivität geben kann, um sie in die Lage zu versetzen,

Zwischenpufferung, Redundanzumschaltung oder Reintegrations-Aktivitäten durchzuführen oder, falls erforderlich und zulässig, den Prozeß anzuhalten.

- d) Detaillierungsebene: Diese Ebene sollte wohldefiniert sein, entweder im Rezept, oder mit Bezug auf das Werk oder Teile des Werks. Es muß möglich sein, zu erkennen, ob ein Eintrag deswegen fehlt, weil das entsprechende Ereignis nicht auftrat oder deswegen, weil er unterhalb der gewählten Detaillierungsebene liegt.
- e) Aufzeichnung der tatsächlichen historischen Information: Einträge in der Chargenhistorie sollten so weit wie irgend möglich die tatsächlichen physikalischen/chemischen Ereignisse widerspiegeln, die die Charge beeinflussen - nicht nur, was laut Rezept erwartet wurde. Das bedeutet, daß der Charakter und die Menge von aufgezeichneten Daten aufgrund von Variationen während der Chargenproduktion variieren wird.
- f) Langzeit-Konsistenz: Der Umfang, in dem die Interpretation der Chargendaten von Information außerhalb der Chargenhistorie abhängt, z.B. Querverweislisten zwischen tatsächlichen Meßstellennamen einerseits und Namen von Einträgen in der Charge oder Variablennamen andererseits, sollte gut beschrieben sein. Solche Informationen sollten über lange Zeiträume stabil sein. Wenn dennoch Änderungen oder Modifikationen auftreten, sollten die Versionen, die zur Zeit der Verarbeitung gültig waren, zur Verwendung bei der Datenwiedergewinnung gespeichert werden.
- g) Geschwindigkeit bei der Sammlung: Die Geschwindigkeit bei der Sammlung sollte als kritischer Faktor angesehen werden. Um die Gründe für irgendwelche anomalen Vorkommnisse zu analysieren, ist es wichtig, daß das System in der Lage ist, Ereignisse und Aktionen zeitfolgerichtig aufzuzeichnen.

6.4.1.3 Chargen- und Material-Verfolgung

Die Sammlung der Chargenhistorien kann eine Chargen- und Material-Verfolgung unterstützen, wenn sie einen vollständigen Überblick über die Chargen hat, einschließlich der benutzten Einrichtungen und der Identifikation der Rohstoffe.

Die Chargenhistorie bietet Rückwärtsverfolgbarkeit, wenn die Chargenhistorie eines bestimmten Endprodukts zurückverfolgt werden kann zu allen betroffenen Prozessen, Einrichtungen und Einsatzstoffen (und auch wiederum zu den Prozessen, Einrichtungen und Einsatzstoffen dieser Einsatzstoffe). Vorwärtsverfolgbarkeit bedeutet, daß die Konsequenzen eines bestimmten Ereignisses oder die Benutzung eines bestimmten Rohstoffs zu allen betroffenen Endprodukten weiterverfolgt werden kann.

6.4.1.4 Aufzeichnung von Informationen aus der Prozeßlenkung

Die Aufzeichnung von Informationen aus der Prozeßlenkung sollte Informationen einschließen, die mit dem Starten und der Wegeauswahl der Charge verknüpft sind, und die einrichtungs-unabhängige Information bzgl. der Charge. Dies schließt ein:

- Grundrezept: Das Grundrezept, von welchem das Steuerrezept abgeleitet wurde - entweder als Kopie oder als Verweis. Im Falle des Verweises sollte das Grundrezept so lange unverändert erhalten bleiben, wie der Verweis genutzt werden kann.
- Ereignisse aus der Prozeßlenkung und Steuerrezept-Information: Information über jegliche Änderungen am Steuerrezept und über die Ausführung des Steuerrezepts. Dies schließt Informationen wie z.B. Einrichtungsbelegung und Startzeiten von Chargen und Teilprozeduren ein.
- Bediener-Kommentare: Klartext-Beschreibungen oder -Kommentare aufgrund von Beobachtungen des Chargenablaufs durch den Bediener. Diese Einträge sollten mit der Identifizierung des Bedieners aufgezeichnet werden können.

6.4.1.5 Aufzeichnung von Informationen aus der Teilanlagenüberwachung und Prozeßsteuerung

Diese Daten könnten sich auf eine einzelne Charge oder auf mehrere Chargen beziehen, z.B. Daten von gemeinsamen Betriebsmitteln, Nebenanlagen etc. Im zweiten Fall sollten die Daten für alle betroffenen Chargenhistorien verfügbar sein. Dies schließt ein:

- a) **Kontinuierliche Daten:** Kontinuierliche Daten sind definiert als Prozeßdaten, die unabhängig von bestimmten Ereignissen in der Charge gesammelt werden zum Zweck einer genauen Historie dieser Messung.
- b) **Vordefinierte Chargendaten:** Daten, für die festgelegt ist, daß sie während der Ausführung des Steuerrezepts aufgezeichnet werden. Die Festlegung dieser Daten kann aus dem Rezept stammen oder vorkonfiguriert sein. Dies könnte z.B. der gesamte Zufluß in einen Reaktor oder die Mischzeit sein.
- c) **Voraussehbare Ereignisse:** Ereignisse, deren Eintreten erwartet wird, wie z.B. Start- und Ende-Zeiten von Prozedurelementen.
- d) **Nicht-voraussehbare Ereignisse:** Nicht-voraussehbare Ereignis-Daten sind definiert als einzelner Eintrag auf der Basis einer nicht-voraussehbaren Bedingung aus dem Prozeß oder einer physikalischen Bedingung beim Chargenablauf. Diese schließt solche Punkte wie z.B. Prozeßalarme, Einrichtungsstörungen oder andere Unregelmäßigkeiten ein. Im Fall von Prozeßalarmen können die historischen Daten folgendes einschließen:
 - 1) Zeitpunkt des Kommens,
 - 2) Zeitpunkt der Quittierung,
 - 3) Zeitpunkt des Gehens der Alarmbedingung,
 - 4) Alarmgrenze,
 - 5) maximale Abweichung während des Anstehens des Alarms, und
 - 6) Kurven-Information während des Anstehens des Alarms.
- e) **Bedienereingriffe:** Jeder Bedienereingriff, der den Chargenablauf möglicherweise beeinflusst. Bediener-eingriffe werden typischerweise mit den folgenden Informationen aufgezeichnet:
 - 1) Art des Eingriffs
 - 2) Bediener-ID

6.4.1.6 Nachträgliche Einträge

Dies sind Daten, die nach der Ausführung des betreffenden Teils des Steuerrezepts oder nach der Produktion der Charge eingegeben werden. Es handelt sich typischerweise um Daten aus off-line-Messungen oder Analysen. *Verwalten der Chargenhistorie* schließt die Aufzeichnung solcher Einträge ein, einschließlich der Herstellung des Bezugs zu den betreffenden Chargen-Ereignissen (z.B. Probennahmen). Die folgenden Daten können mit nachträglichen Einträge verbunden sein:

- Meßwert(e)
- Bediener-ID
- Laboranten-ID
- Zeitpunkt des Eintrags
- Zeitpunkt der Probennahme.

6.4.2 Bearbeitung historischer Daten

Die folgenden Funktionen sind typisch:

- Handhabung der Daten: Verändern (falls zulässig) oder Ergänzen archivierter Chargendaten.
- Berechnungen: Durchführen von Berechnungen mit Chargendaten zum Erstellen neuer Chargendaten für eine Charge.
- Daten-Reduzierung: Daten-Reduzierung in der Chargenhistorie-Information, was besonders wichtig für Kurvendaten ist. Der Informationsverlust in Zusammenhang mit der Daten-Reduzierung sollte wohldefiniert sein und einen Bezug aufweisen zur Dynamik der Daten und zu den Informations-Anforderungen, die auf diesen Daten aufbauen.

- Information zur Chargen-Verfolgung: Herstellen oder Halten von Bezügen zwischen verschiedenen Chargenhistorien, abgeleitet aus den Bewegungen der Chargen - von der Nutzung einer Charge als Rohstoff für eine andere bis hin zur Aufteilung oder Zusammenführung von Chargenhistorien aufgrund der Aufteilung oder Zusammenführung von Chargen.

6.4.3 Erzeugen von Chargen-Protokollen

Im folgenden Unterabschnitt wird jeglicher Export von Daten - elektronisch oder auf Papier - als Protokoll bezeichnet.

Ein Chargen-Protokoll wird im allgemeinen aufgrund einer bestimmten Anforderung erzeugt. Es ist wesentlich, daß solch eine Anforderung möglich ist, ohne die Kenntnis von Einrichtungen und Zeitpunkt der Produktion. Dieses ist dann der Fall, wenn:

- Die Chargen-ID als Schlüssel zum Datenzugriff genutzt wird, nicht die Einrichtungen;
- Zeitangaben relativ zu bestimmten Chargen-Ereignissen erfolgen (Start der Charge, Start einer Steueroperation, etc.);
- Einträge mit allgemeinen, chargenbezogenen Begriffen und nicht mit einrichtungs-spezifischen Meßstellenbezeichnungen identifiziert werden.

6.4.3.1 Empfänger der Chargen-Protokolle

Chargenhistorie-Daten können auf Anforderung aus verschiedenen Gründen abgefragt werden:

- a) Produktionslenkung: Zusammenfassende Übersichtsdarstellungen der Produktion, Verbrauch von Rohstoffen und anderen Betriebsmitteln, Information zur Partie- und Chargen-Verfolgung
- b) Rezeptverwaltung: Information zur Rezeptoptimierung, Vergleich zwischen Rezeptdaten und tatsächlichen Ist-Werten, Analyse von Korrelationen zwischen verschiedenen Chargen, und Vergleich von Kurven.
- c) Prozeßlenkung: Historie der laufenden Chargen und Vergleich mit früheren Chargen zur Darstellung für den Bediener und zur Optimierung der Prozeßsteuerung.
- d) Externe Systeme:
 - 1) Qualitätssicherung: SPC (Statistical Process Control), Einhaltung von Produktspezifikationen, Dokumentation gemäß GMP (Good Manufacturing Practice).
 - 2) Wartung: Dokumentation von Alarmen und Einrichtungsnutzung.
 - 3) Finanzen: Rohstoff-Verbrauch, Ausbeuten, produzierte Mengen usw.
 - 4) Unterstützung der Kunden: Dokumentation des Produkts.
- e) Intern innerhalb von *Verwalten der Chargenhistorie*: Die Prozeßlenkung kann Funktionen beinhalten, um obenerwähnte Abfragen durchzuführen, und die Fähigkeit, sie auf Anforderung, zyklisch oder nach jeder Charge zu exportieren oder zu drucken.

6.4.3.2 Elemente der Chargen-Protokolle

Einige mögliche Elemente eines Chargen-Protokolls sind:

- a) Protokoll-Kopf: Dieser Kopf enthält Informationen über die Protokollart, die Charge oder Chargen, die im Protokoll gezeigt werden, beschreibenden Text, usw.
- b) Einzelne Elemente: Diese Datenelemente werden irgendwo auf dem Papier / Bildschirm dargestellt.
- c) Ereignislisten: Dies sind chronologische Listen von ereignis-bezogenen Einträgen mit ihren zugehörigen Daten. Dies könnte zum Beispiel eine Liste von Alarmen oder eine Liste von Bedieneingriffen sein.
- d) Zusammenstellen von Einträgen in Ereignislisten: Einträge verschiedener Meßstellen und verschiedener Arten können in derselben Liste zusammengestellt werden.

- e) Selektion von Listeneinträgen: Einträge können anhand verschiedener Kriterien selektiert werden, bevor sie in eine Liste kommen. Zum Beispiel können die Einträge nur hochpriorisierte Alarme umfassen.
- f) Kurven: Diese Anzeigen stellen einen oder mehrere Werte über derselben Zeitachse dar.
 - 1) Einzel-Chargen-Kurve: Dies sind Kurven, die Werte einer einzigen Charge oder Teilcharge darstellen. Sie können mehrere Werte mit individueller Zeitachse darstellen. Die Anzeige kann in relativer oder absoluter Zeit erfolgen.
 - 2) Multi-Chargen-Kurve: Diese sind Kurven, typischerweise mit einer relativen Zeitachse, die Werte mehrerer Chargen in einer Kurvenanzeige vergleichend darstellen. Einige Variablen können auf eine Standardmenge normalisiert sein.
 - 3) Ereignis-Markierung in Kurven: Ereignisse können in den Kurvendarstellungen markiert werden durch "Kreuzchen" ("ticks") auf den Kurven oder andere Anzeiger. Das Kreuzchen sollte sich auf einen bestimmten Ereignis-Eintrag beziehen.
- g) Zeit-Reihen: Diese sind Darstellungen einer Zeit-Reihe eines oder mehrerer Einträge in Tabellenform. Es sollte möglich sein, den zeitlichen Abstand, das Zeit-Totband, zwischen Einträgen verschiedener Meßstellen anzugeben, bei dem sie noch in der gleichen Zeile angezeigt werden.
- h) Interpolation: Es ist wesentlich, Interpolations-Regeln festzulegen, wenn Daten mit verschiedenem Eintrags-Zeitpunkt in einer Zeile angezeigt werden müssen oder wenn die Daten in Berechnungen benutzt werden.

6.5 Prozeßlenkung

Prozeßlenkung ist die Sammlung der Steuerungsfunktionen, die alle Chargen und Betriebsmittel in einer Anlage verwaltet. In dieser Steuerungsaktivität werden Steuerrezepte aus Grundrezepten erstellt, jede Charge wird als Objekt definiert, einzelne Chargen werden gestartet und überwacht, Betriebsmittel in der Anlage werden verwaltet, um Benutzungs-Konflikte aufzulösen, und Anlagen- und Chargendaten werden gesammelt. Prozeßlenkung hat Schnittstellen zu Teilanlagenüberwachung, Rezeptverwaltung, Produktionsplanung und Disposition und zu Produktionsinformation-Verwaltung (siehe Bild 22).

Auf der Anlagen-Ebene gibt es oft mehrere Chargen und mehrere Teilanlagen, und jede Teilanlage führt möglicherweise eine Teilprozedur einer anderen Charge aus. Die Abarbeitung der Prozedur für jede Charge und die Nutzung der einzelnen Einrichtungen wird koordiniert anhand von Informationen aus dem Steuerrezept, Dispositions-Informationen und anhand des Zustands der Einrichtungen und der anderen gemeinsamen Betriebsmittel.

Der Zuständigkeitsbereich der Prozeßlenkung ist die Anlage. Die erfolgreiche Ausführung eines Steuerrezepts erzeugt eine Charge, und die Prozeßlenkung ist fertig mit der Charge, wenn die Steuerrezeptprozedur beendet ist. Die erzeugte Charge ist nicht notwendigerweise ein Endprodukt. Es können mehrere Steuerrezept-Prozeduren in derselben Anlage oder in verschiedenen Anlagen und/oder Werken erforderlich sein, um das Endprodukt / die Endprodukte herzustellen. Sobald eine Charge die Anlage verläßt, ist sie nicht mehr in der Verantwortung der Prozeßlenkung dieser Anlage, was Identifizierung, Chargen-Verfolgung usw. angeht.

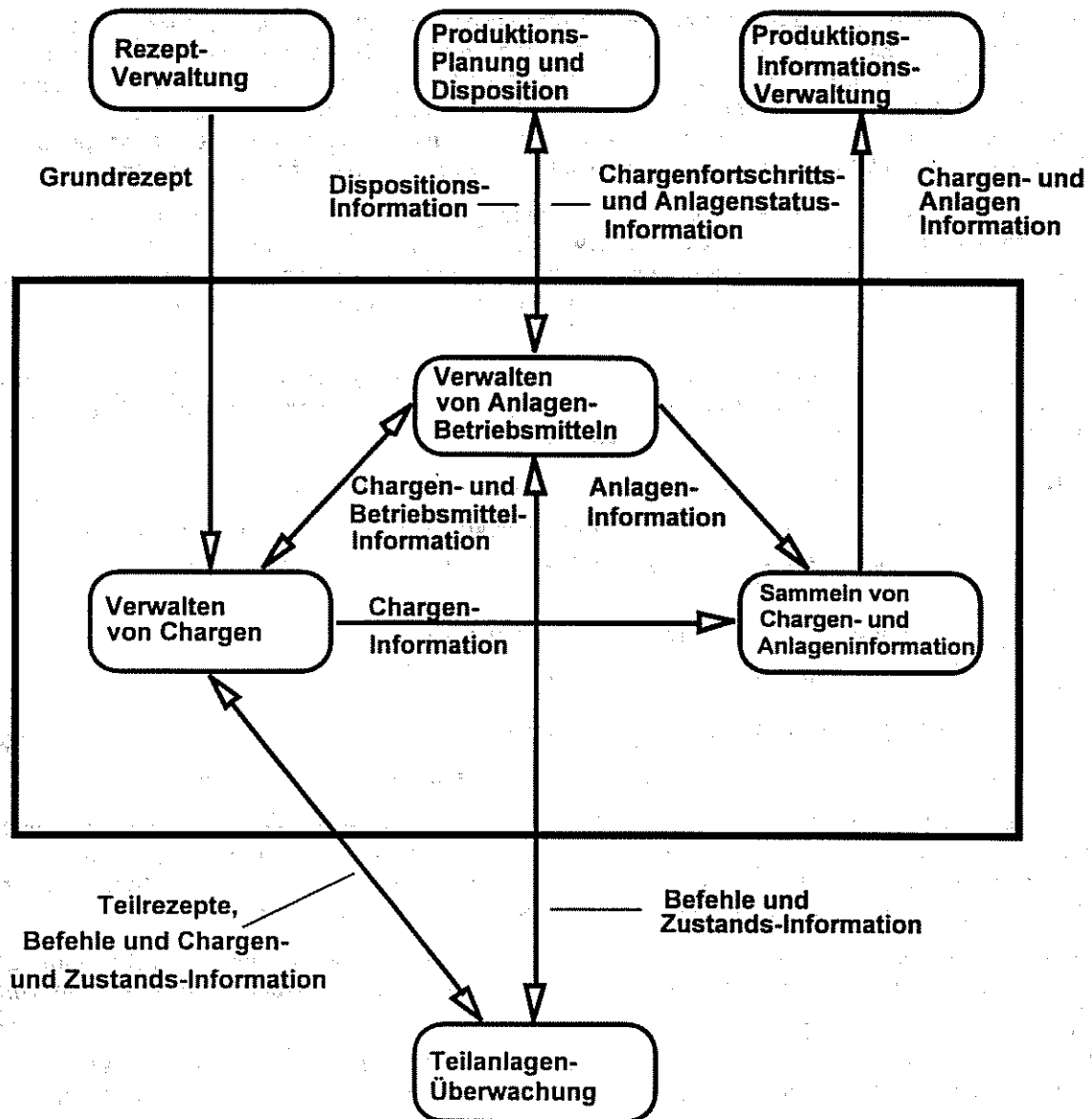


Bild 22: Prozeßlenkung

Prozeßlenkung kann anhand der folgenden drei Steuerungsfunktionen diskutiert werden (siehe Bild 22):

- Verwalten von Chargen;
- Verwalten von Anlagen-Betriebsmitteln;
- Sammeln von Chargen- und Anlagen-Information.

6.5.1 Verwalten von Chargen

Dies ist die Steuerungsfunktion, in der ein Steuerrezept aus der Kopie eines Grundrezepts erstellt wird, eine Charge anhand von Dispositions-Information und Bediener-Eingaben gestartet wird, und die Ausführung der Charge überwacht wird.

Die folgenden Fähigkeiten sind typischerweise in dieser Steuerungsfunktion vorhanden :

- a) Erstellen eines Steuerrezepts aus Grundrezept, Dispositions-Information und Bediener-Eingaben. Dies kann mit stark unterschiedlichen Vorhaltezeiten geschehen, z.B. in einigen Fällen erst zum Bedarfszeitpunkt und in anderen Fällen lange vor dem geplanten Ausführungszeitpunkt. Das Steuerrezept kann sofort als Ganzes erstellt werden oder es kann nach und nach erstellt werden in dem Maße, wie die Information benötigt wird.

- b) Jeder Charge und dem zugehörigen Steuerrezept ist eine eindeutige Chargenbezeichnung (Chargen-ID) zuzuordnen. Eine Charge kann auf viele verschiedene Arten identifiziert oder benannt werden, aber zumindest für eine Art der Identifizierung, hier als Chargen-ID bezeichnet, ist es wesentlich, daß zu jedem Zeitpunkt absolute Eindeutigkeit innerhalb der Anlage sichergestellt ist. Die Chargen-ID kann vom Bediener, in der Dispositions-Information oder von der Prozeßlenkung selbst festgelegt werden, aber die Eindeutigkeit wird typischerweise verifiziert, bevor sie einer Charge zugeordnet wird.
- c) Verifizieren des Steuerrezepts bei der Erstellung. Verifizieren heißt sicherstellen, daß das Steuerrezept vollständig und auf den ausgewählten Teilanlagen ausführbar ist. Dies schließt ein zu verifizieren, daß alle Prozedurelemente verfügbar sind, daß Stoff- und Produktionsparameter-Information gültig ist und daß erforderliche Betriebsmittel voraussichtlich verfügbar sind, sobald sie gebraucht werden.
- d) Skalieren des Steuerrezepts auf die geforderte Chargengröße anhand der Skalierungsregeln im Grundrezept und der Menge, die in der Dispositionsinformation vorgegeben wurde. Das Rezept kann den erlaubten Skalierungsbereich beinhalten.
- e) Halten aller laufenden Steuerrezepte in der Prozeßlenkung, bis die Chargen beendet sind.
- f) Zuordnen der Startbedingungen, wie sie in der Dispositions-Information festgelegt sind und/oder vom Bediener eingegeben werden. Einige Chargenstartbedingungen, die einzeln oder kombiniert verwendet werden können, schließen folgendes ein:
 - 1) Start der Charge, sobald eine Teilanlage verfügbar wird;
 - 2) Start der Charge aufgrund Bedienereingriff;
 - 3) Start der Charge, sobald bestimmte Teilanlagen verfügbar sind;
 - 4) Start der Charge anhand der von der Disposition festgelegten Priorität der Charge.
- g) Modifizieren von noch nicht ausgeführten Teilen des Steuerrezepts. Dies kann die Möglichkeit einschließen, die Prozedur zu modifizieren, z.B. durch Hinzufügen und Entfernen von Teilprozeduren, Steueroperationen und/oder Steuerfunktionen, oder durch Zurückspringen, um schon ausgeführte Teilprozeduren, Steueroperationen und/oder Steuerfunktionen zu wiederholen.
- h) Anfordern und Freigeben von Teilanlagen und anderen Einrichtungen, Ändern ihres Zustands, um ihre Benutzung zu kennzeichnen, und Aktualisieren der Steuerungsfunktion *Verwalten von Anlagen-Betriebsmitteln* bzgl. des Zustands der Charge.
- i) Überwachen und Steuern der laufenden Steuerrezepte einschließlich des aktuellen Chargen-Zustands, z.B. welche Teilprozeduren ausgeführt wurden, und welche Teilprozedur die nächste ist.
- j) Verarbeiten von Anforderungen an Prozeduren, Teilprozeduren, Steueroperationen und Steuerfunktionen bzgl. Änderungen von Betriebszustand und Betriebsart.
- k) Ermöglichung von teilanlagenübergreifenden Steuerrezepten in einer Anlage, einschließlich der Weitergabe der Teilrezepte an die Teilanlagenüberwachung zum richtigen Zeitpunkt.
- l) Ermöglichung des Suspendierens einer Charge, ihrer Entfernung aus den Verarbeitungseinrichtungen (Verpackung für zeitweilige Lagerung) und somit aus der Kontrolle der Prozeßlenkung, und ihrer späteren Rückholung zur Vervollständigung der Verarbeitung.
- m) Halten von Chargenzustands-Information. Das Steuerrezept sollte einschließlich aller Veränderungen während der Ausführung oder zumindest, wenn die Charge die Anlage verläßt, als Teil der Chargenhistorie aufgezeichnet werden.
- n) Weiterleiten der Chargen-Information an die Steuerungsfunktion *Sammeln von Chargen- und Anlagen-Information*.

6.5.2 Verwalten von Anlagen-Betriebsmitteln

Dies ist die Steuerungsfunktion, in der Anlagen-Betriebsmittel verwaltet werden durch Belegen und Reservieren von Teilanlagen und anderen Einrichtungen, durch Konfliktauflösung bei kollidierenden Einrichtungs-Anforderungen, und durch Zur-Vefügung-Stellen eines Mechanismus zur Kontrolle über nicht-belegte Einrichtungen. Die Anlagen-Betriebsmittel schließen auch die Materialien innerhalb der Anlage ein. Zur

Anlagen-Betriebsmittel-Verwaltung gehört zu wissen, welche Materialien in der Anlage sind, und ihren Verbleib und ihre Disposition zu kennen.

Eine Zuordnung von Betriebsmitteln auf der Anlagen- oder Teilanlagen-Ebene (Betriebsmittel-Belegung) ist erforderlich, damit die Prozeßlenkung in der Lage ist, die Einrichtungen oder Einrichtungs-Optionen aus dem Chargenplan zuzuordnen. Eine beschränkte Neu-Zuordnung von Einrichtungen und die Erzeugung einer neuen Betriebsmittel-Belegung auf der Ebene der Anlage oder Teilanlage kann für den Bediener ebenfalls erforderlich sein. Diese neue Betriebsmittel-Belegung kann wegen solcher Einflüsse wie z.B. Betriebsstörungen der Einrichtungen oder Verfügbarkeit von Rohstoffen notwendig sein. Die Produktionsplanung und Disposition kann eine Benachrichtigung über diese neue Betriebsmittel-Belegung benötigen, um die Konsequenzen zu bewerten.

Die folgenden Fähigkeiten sind typischerweise in dieser Steuerungsfunktion vorhanden:

- a) Entgegennehmen von Dispositions-Information von Produktionsplanung und Disposition und Weitergeben dieser Information an die Steuerungsfunktion *Verwalten von Chargen*.
- b) Belegen oder Reservieren von Einrichtungen auf Anforderung der Steuerungsfunktion *Verwalten von Chargen*. Innerhalb einer Anlage können Chargen von Teilanlage zu Teilanlage wandern. In jeder Teilanlage wird ein Teil des Steuerrezepts, entsprechend der Teilprozedur, ausgeführt. Die Entscheidung der Frage, welche Einrichtung welcher Charge zuzuordnen ist und wann Transfers stattfinden können, kann Leitfunktionen auf der Anlagen-Ebene erfordern. Einige Beispiele, wie diese Belegung ausgeführt werden kann, sind:
 - 1) jede einzelne Teilanlagen-Belegung gemäß eines Chargenplans festlegen, oder
 - 2) die Einrichtungs-Anforderungen des Steuerrezepts und die Verfügbarkeit und Fähigkeiten der Einrichtungen gemäß einer auf Anlagen-Ebene festgelegten Strategie zusammenbringen.
- c) Konfliktauflösung, soweit erforderlich, bei mehrfachen Anforderungen zur Reservierung oder Belegung derselben Einrichtung. Die Entscheidungs-Regeln können einfach oder komplex sein, je nach Applikation. Beispiele für Entscheidungs-Regeln schließen die folgenden ein:
 - 1) Reihenfolge der Anforderung (FIFO);
 - 2) zeitbezogene Anforderungen (z.B. beim Reservieren der Einrichtung);
 - 3) Priorität der Charge;
 - 4) Maximierung der Einrichtungs-Nutzung (z.B. Minimierung der Reinigungs-Anforderungen, Minimierung des Energie-Verbrauchs oder Maximierung des Durchsatzes);
 - 5) Bediener-Entscheidung.
- d) Verwalten von nicht-belegten Einrichtungen innerhalb der Anlage.
- e) Entgegennehmen von Zustands-Information von der Teilanlagenüberwachung und/oder von der Prozeßsteuerung mit Bezug auf nicht-belegte Einrichtungen innerhalb der Anlage.
- f) Weiterleiten von Informationen über alle Anlagen-Betriebsmittel an die Steuerungsfunktion *Sammeln von Chargen- und Anlagen-Information*
- g) Weiterleiten von Chargenfortschritts-Information an die Produktionsplanung und Disposition, z.B.:
 - 1) Chargen-ID;
 - 2) Änderungen des Betriebszustandes der Charge;
 - 3) Tatsächliche Mengen von Rohstoffen, Produkten und Nebenanlagen (utilities);
 - 4) Einrichtungs-Zuordnungen;
 - 5) Erwartete und tatsächliche Zeitpunkte für die Belegung und Freigabe von Anlagen-Betriebsmitteln.

6.5.3 Sammeln von Chargen- und Anlagen-Information

Dies ist die Steuerungsfunktion, in der sowohl chargen- als auch einrichtungs-orientierte Information über Prozeßlenkungs-Ereignisse aus den Steuerungsfunktionen *Verwalten von Chargen* und *Verwalten von*

Anlagen-Betriebsmitteln gesammelt wird. Diese Information wird dann der Produktionsinformations-Verwaltung zur Verfügung gestellt.

Beispiele für die Arten von gesammelten Informationen beinhalten:

- Änderungen von Betriebsart und Betriebszustand;
- Inkrementelle Kopien der Steuerrezepte in dem Maße, wie jeder Teil beendet wird;
- Zeitpunkte der Übertragung von Befehlen an Teilanlagenüberwachung und Prozeßsteuerung;
- Zeitpunkte der Übertragung von Teilrezepten an die Teilanlagenüberwachung;
- Verzögerungen aufgrund der Nichtverfügbarkeit von Einrichtungen;
- Zeitpunkte der Belegung, Reservierung und Freigabe jedes Anlagen-Betriebsmittels;
- Anforderungen und Ergebnis der Anforderungen nach Einrichtungs-Belegung oder -Reservierung, die eine Konfliktauflösung erforderten;
- Zustands-Änderungen in nicht-zugeordneten Einrichtungen;
- Bediener-Eingriffe.

6.6 Teilanlagenüberwachung

Teilanlagenüberwachung ist die Steuerungsaktivität, die das Rezept mit der Einrichtungs-Steuerung über die Prozeßsteuerung verbindet (siehe Bild 23). Diese Steuerungsaktivität hat Schnittstellen zu Prozeßlenkung, Prozeßsteuerung und Produktionsinformations-Verwaltung. In den folgenden Unterabschnitten werden drei Haupt-Steuerungsfunktionen innerhalb dieser Steuerungsaktivität diskutiert: Belegen und Ausführen von Prozedurelementen, Verwalten der Teilanlagen-Betriebsmittel, und Sammeln von Chargen- und Teilanlagen-Information.

6.6.1 Belegen und Ausführen von Prozedurelementen

Prozeßlenkung stellt das Teilrezept zur Verfügung, das in der Teilanlage ausgeführt werden wird, und ebenso andere Chargen-Informationen, die zur Herstellung der Charge erforderlich sind.

Teilanlagenüberwachung bestimmt anhand des Teilrezeptes die auszuführende Prozedurlogik, die zugehörigen Parameter, die zu nutzenden Einrichtungsobjekte und weitere zugehörige Information, z.B. der Name des Produkts, Einrichtungs-Einschränkungen und die Chargenbezeichnung.

Belegen und Ausführen von Prozedurelementen schließt die Ausführung von Teilprozeduren ein. Falls die Teilprozedur Bestandteil der Einrichtungs-Steuerung in der Teilanlage ist, stellt diese Steuerungsfunktion die Verbindung der Teilrezeptprozedur einschließlich der zugehörigen Parameter zur Teilanlagenprozedur her.

Belegen und Ausführen von Prozedurelementen schließt die Ausführung von Steueroperationen ein. Falls die Steueroperation Bestandteil der Einrichtungs-Steuerung in der Teilanlage ist, stellt diese Steuerungsfunktion die Verbindung der Rezeptoperation einschließlich der zugehörigen Parameter zur Technischen Operation her. Der Anstoß und die Parametrierung der Technischen Funktionen ist Teil der Ausführung einer Operation.

Belegen und Ausführen von Prozedurelementen schließt den Anstoß der Technischen Funktionen und/oder die Ausführung von Steuerfunktionen ein. Falls die Technische Funktion Bestandteil der Einrichtungs-Steuerung in der Teilanlage ist, stellt diese Steuerungsfunktion die Verbindung der Steuerfunktion einschließlich der zugehörigen Parameter zur Technischen Funktion her und führt die Technische Funktion aus. Falls die Technische Funktion Bestandteil der Einrichtungs-Steuerung in einer Technischen Einrichtung ist, parametriert diese Steuerungsfunktion die Technische Funktion stößt sie an.

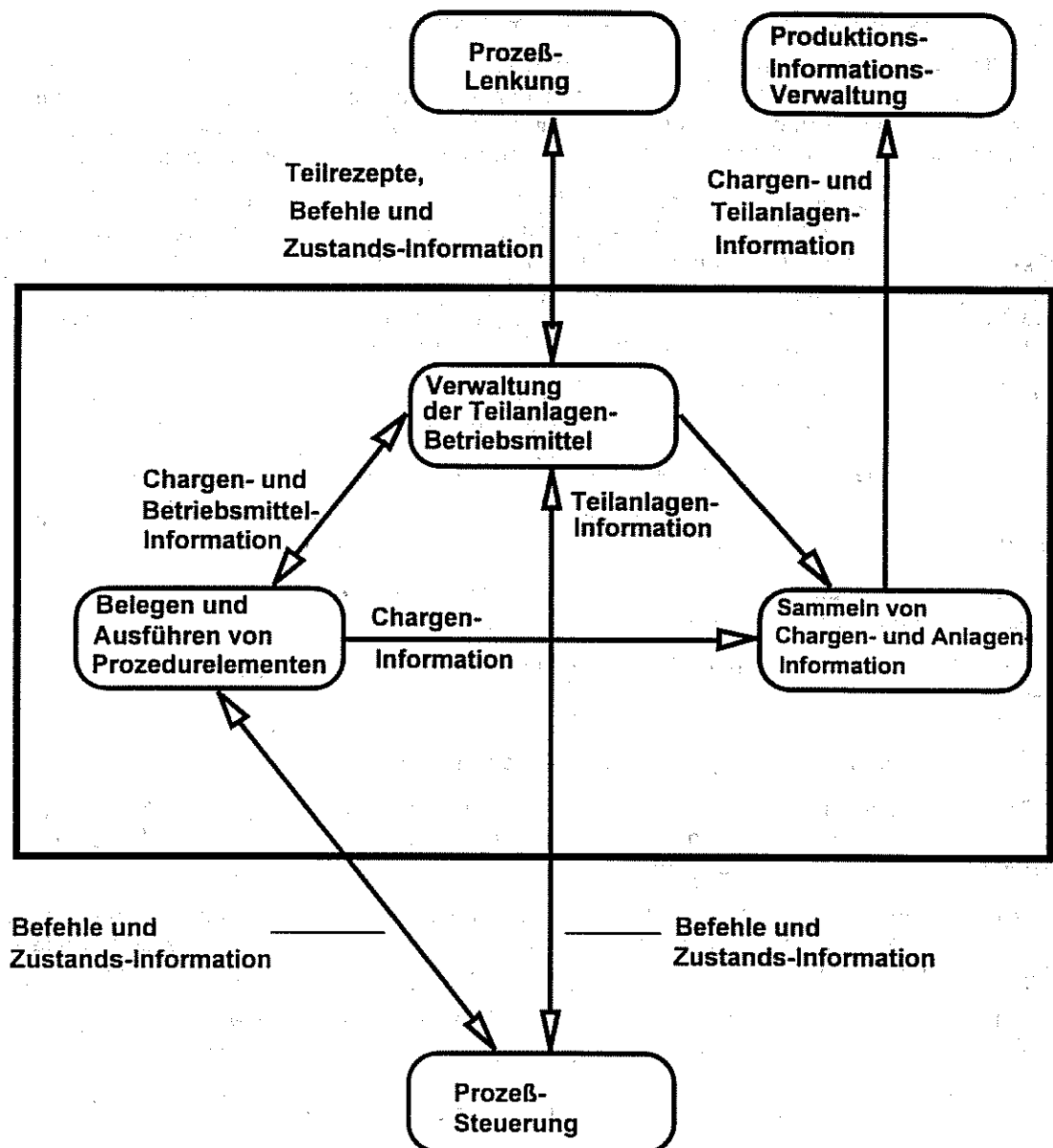


Bild 23: Teilanlagenüberwachung

Die folgenden Fähigkeiten sind typischerweise in dieser Steuerungsfunktion vorhanden:

- Bestimmen, welche Prozedurelemente auszuführen sind;
- Verifizieren, daß die Prozedurelemente existieren;
- Ausführen der Teilprozeduren und Operationen und Funktionen;
- Verbinden der Rezept-Prozedurelemente mit den Einrichtungen-Prozedurelementen;
- Anstoß von und Übergabe von Parametern an Technische Funktionen.

6.6.2 Verwalten der Teilanlagen-Betriebsmitteln

Diese Steuerungsfunktion schließt ein: die Verwaltung von Betriebsmitteln, die zur Teilanlage gehören, die Verwaltung von Betriebsmitteln, die möglicherweise belegt und noch nicht freigegeben wurden, Veranlassung von Anforderungen für Betriebsmittel, die zur Zeit nicht zur Teilanlage gehören, Anforderungen für Dienste anderer Teilanlagen, und Zur-Verfügung-Stellen von Diensten für andere Teilanlagen.

Während der Ausführung eines Rezepts kann es erforderlich sein, parallel oder exklusiv nutzbare Betriebsmittel zu belegen, die dann später wieder freigegeben werden. Teilanlagen können zwar keine anderen Teilanlagen belegen, aber sie können Dienste von anderen Teilanlagen anfordern oder Dienste für andere Teilanlagen zur Verfügung stellen, vorausgesetzt das Rezept hat zueinander passende Prozedurlogik für beide Teilanlagen festgelegt. Die Technischen Funktionen oder Operationen in den Teilanlagen können zur Durchführung einer koordinierten Funktion miteinander kommunizieren.

Eine Koordinierung von Teilanlage zu Teilanlage kann genutzt werden, um Funktionalitäten wie z.B. Materialtransfer zwischen Teilanlagen zu ermöglichen.

Die folgenden Fähigkeit sind typischerweise in dieser Steuerungsfunktion vorhanden:

- Ausgabe von Anforderungen an, Reaktion auf Rückmeldungen von und Informationsaustausch mit Funktionen zur Konfliktauflösung für die betroffenen Einrichtungen
- Sicherstellen der angemessenen Fortpflanzung von Betriebsarten und Betriebszuständen der Teilanlage und der Prozedurelemente
- Ermöglichung der Sammlung von Produktionsinformation, die für die Charge relevant ist, von externen Einrichtungen.

6.6.3 Sammeln von Chargen- und Teilanlagen-Information

Die Steuerungsfunktion *Sammeln von Chargen- und Teilanlagen-Information* macht Information sowohl über chargen- als auch über einrichtungs-orientierte Ereignisse in der Teilanlagenüberwachung für die Produktionsinformations-Verwaltung verfügbar.

Das Sammeln von Daten kann bedingt erfolgen. Das heißt, Daten werden unter Umständen nicht immer oder mit verschiedenen Abstraten gesammelt, in Abhängigkeit von Information aus einer anderen Steuerungsfunktion, z.B. von Parametern, die an eine Technische Funktion weitergegeben werden.

Beispiele der Arten von gesammelter Information schließen die folgenden ein:

- Änderungen von Betriebsart und Betriebszustand;
- Zeitpunkte von Befehlen an die Prozeßsteuerung;
- Zeitpunkte der Ausführung der Teilrezept-Prozedur-Ereignisse;
- Zeitpunkte und Reihenfolge der Belegung, Reservierung und Freigabe von Einrichtungsobjekten, die von der Teilanlage belegt wurden;
- Zustands-Änderungen der Teilanlagen-Einrichtungen;
- Werte, die während der Ausführung des Teilrezepts abgeleitet wurden.

6.7 Prozeßsteuerung

Diese Steuerungsaktivität beinhaltet Prozedursteuerungen und Basisautomatisierung einschließlich regelungstechnischer und steuerungstechnischer Leitfunktionen sowie das Erfassen und Anzeigen von Daten. Diese Steuerungsaktivität wird über mehrere Einrichtungsobjekte, einschließlich Teilanlagen, Technischen Einrichtungen und Einzelsteuereinheiten, verteilt sein. Sie hat Schnittstellen zu Produktionsinformations-Verwaltung, Teilanlagenüberwachung und Schutz von Personen und Umwelt.

Prozeßsteuerung kann in Form von drei Steuerungsfunktionen diskutiert werden: Ausführen von Technischen Funktionen, Ausführen von Funktionen der Basisautomatisierung und Sammeln von Daten (siehe Bild 24).

6.7.1 Ausführen von Technischen Funktionen

Dies ist die Steuerungsfunktion, in der Einrichtungsobjekte Befehle zum Durchführen von Prozedursteuerungen, wie sie durch eine Technische Funktion beschrieben werden, empfangen. Diese Steuerungsfunktion wird von der Steuerungsfunktion *Belegen und Ausführen von Prozedurelementen* in der Teilanlagenüberwachung (6.6.1) angestoßen. Per Definition wird die Technische Funktion als Teil eines Einrichtungsobjekts konfiguriert. Jedoch können zum Ausführen der Technischen Funktion Parameterwerte notwendig sein. Die Steuerungsfunktion *Ausführen von Technischen Funktionen* interpretiert den Startbefehl für die Technische Funktion und übergibt die notwendigen Parameter an die Technische Funktion. Technische Funktionen können vor oder während ihrer Ausführung Befehle und Parameter erhalten. Einrichtungsobjekte, die diese Steuerungsfunktion ausführen können, sind Technische Einrichtungen und Teilanlagen.

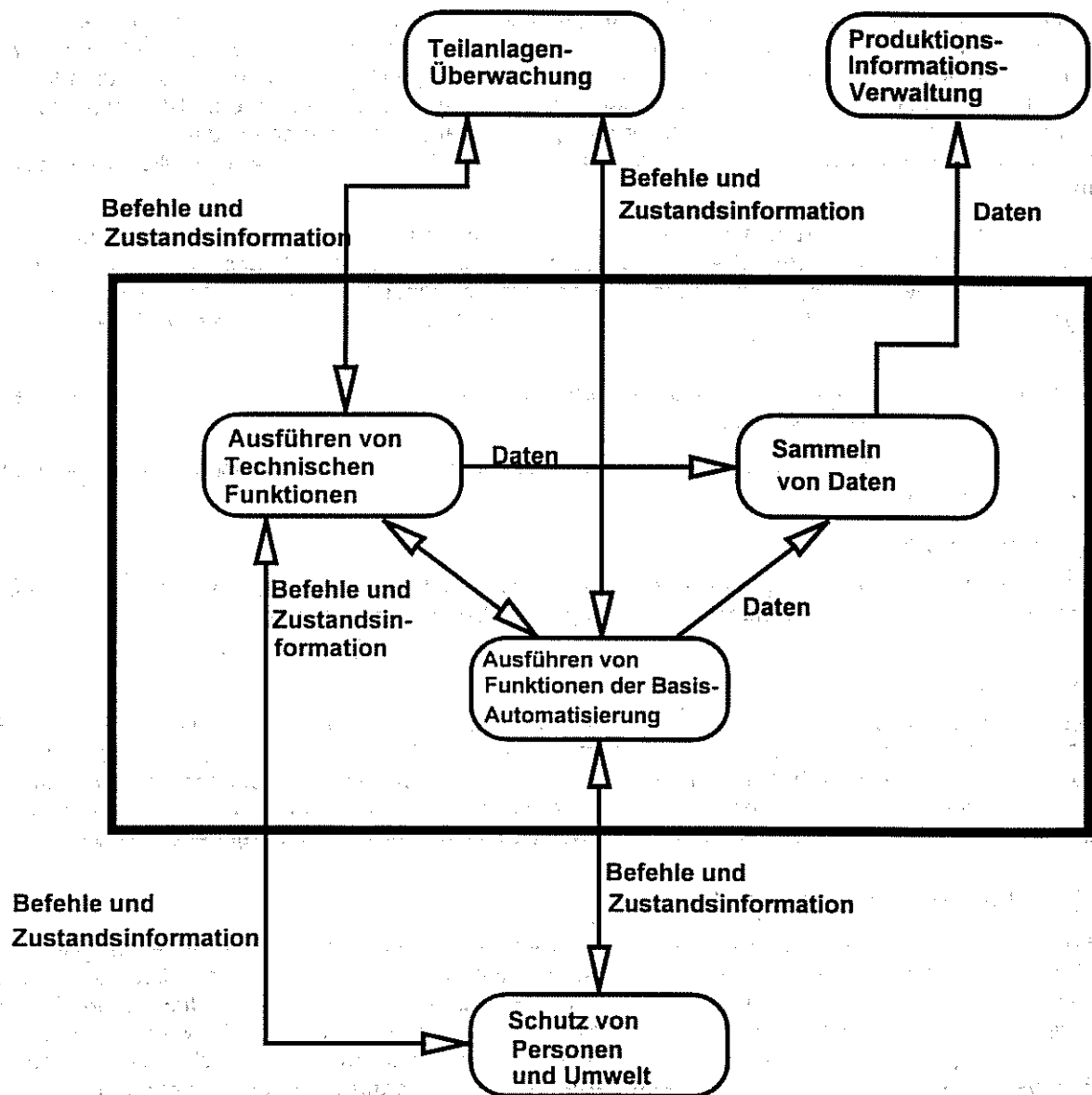


Bild 24: Prozeßsteuerung

Diese Steuerungsfunktion wirkt nicht direkt auf physische Einrichtungen. Sie beeinflusst den Prozeß nur durch die Basisautomatisierung in einer Einzelsteuereinheit.

Dieser Steuerungsfunktion schließt ebenfalls die Überwachung der Betriebsarten und Betriebszustände der Technischen Funktionen ein. Dies schließt ein:

- die Fortpflanzung von Betriebsarten und Betriebszuständen von / zu jedem Prozedurelement und/oder Einrichtungsobjekt,
- die Fortpflanzung von Betriebsarten und Betriebszuständen von der Teilanlage oder Technischen Einrichtung, welche die Technische Funktion ausführt, und
- manuelle Eingriffe in die Ausführung der Technischen Funktion.

6.7.2 Ausführen von Funktionen der Basisautomatisierung

Ausführen von Funktionen der Basisautomatisierung ist eine Steuerungsfunktion, die Änderungen an den Betriebszuständen von Einrichtungen und Prozeß verursacht, indem sie Befehle an Stellglieder und andere Einzelsteuereinheiten schickt. Befehle an die Basisautomatisierung können von der Ausführung einer Technischen Funktion oder von anderen Steuerungsfunktionen kommen, z.B. von einem manuellen Befehl von einem Bediener. Die Basisautomatisierung nutzt Informationen von Sensoren und anderen Steuerungsfunktionen, um ihre Funktion auszuführen. Die Ausführung dieser Steuerungsfunktion kann auch dazu führen, daß Prozeß-, Einrichtungs- und andere Zustandsinformation den höheren Steuerungsfunktionen zur Verfügung gestellt wird. Einige andere grundlegende Steuerungsfunktionen, die eingeschlossen sein können, sind Ausnahmebehandlung, Berechnungen und Behandlung von bediener-eingegebener Information, usw.

Jedoch enthält diese Steuerungsfunktion keine Prozedursteuerungen und wird immer als Teil des Einrichtungsobjekts konfiguriert. Diese Steuerungsfunktion schließt ebenso die Verbindung der erforderlichen Parameter mit der betreffenden Basisautomatisierungs-Funktion ein. Zur Durchführung dieser Steuerungsfunktion geeignete Einrichtungsobjekte sind Einzelsteuereinheiten, Technische Einrichtungen und Teilanlagen.

Diese Steuerungsfunktion schließt ebenso die Überwachung der Betriebsarten und Betriebszustände des Einrichtungsobjekts ein. Dies schließt ein:

- die Fortpflanzung der Betriebsarten und Betriebszustände von/zu allen Einrichtungsobjekten und/oder Prozedurelementen und
- manuelle Eingriffe.

Falls das Einrichtungsobjekt ein gemeinsames Betriebsmittel ist, kann diese Steuerungsfunktion auch bei der Konfliktauflösung bei kollidierenden Anforderungen und Befehlen beteiligt sein.

6.7.3 Sammeln von Daten

In der Steuerungsfunktion *Sammeln von Daten* werden Daten von Sensoren, abgeleitete Werte und Ereignisse, die im Bereich der Prozeßsteuerung auftreten, gesammelt und in der Chargenhistorie gespeichert. Das Sammeln von Daten kann bedingt erfolgen. Das heißt, Daten werden unter Umständen nicht immer oder mit verschiedenen Abstraten gesammelt, in Abhängigkeit von Information aus einer anderen Steuerungsfunktion, z.B. von Parametern, die an eine Technische Funktion weitergegeben werden.

6.8 Schutz von Personen und Umwelt

Die Steuerungsaktivität Schutz von Personen und Umwelt sorgt für Sicherheit für Menschen und Umwelt. Sie ist im Steuerungsaktivitäten-Modell in Bild 19 (siehe Abschnitt 6.1.1) unterhalb der Prozeßsteuerung gezeigt, weil keine andere Steuerungsaktivität zwischen dem Schutz von Personen und Umwelt und der Feld-Hardware, für die sie entworfen ist, eingreifen sollte. Schutz von Personen und Umwelt ist per Definition getrennt von höheren Steuerungsaktivitäten-Ebenen. Sie kann auf mehr als eine Ebene von Einrichtungsobjekten abgebildet werden, wenn dieser Grad von Organisation oder Verfeinerung erforderlich ist, um angemessene Sicherheit zu bieten.

Schutz von Personen und Umwelt wurde in das Steuerungsaktivitäten-Modell mit aufgenommen, um die Bedeutung dieser Art von Schutz-Systemen zu betonen und um die Stelle im Modell zu zeigen, die für die Einfügung eines getrennten Schutz-Systems dieser Art angemessen ist. Eine vollständige Diskussion von Schutz von Personen und Umwelt, die Klassifizierung dieser Arten von Systemen und die Unterscheidung von Verriegelungs-Ebenen innerhalb dieser Systeme ist ein eigenes Thema und jenseits des Anwendungsbereichs dieser Norm. Mehr Information über dieses Thema kann aus einigen der in Entwicklung befindlichen Normen und Richtlinien entnommen werden (siehe Referenzen [1], [2], [3], und [4] in Anhang B sowie die zukünftige IEC 61508-2: Functional safety - Safety related systems - Part 2: Requirements for electrical/ electronic/programmable electronic systems).

Anhang A (normativ) Modellierungsgrundlagen

Verschiedenartige Darstellungsformate wurden in diesem Dokument verwendet. Der Zweck von Anhang A ist lediglich, die Schaubilder zu erklären, die in diesem Dokument verwendet werden. Jedes dieser Formate wird anschließend erläutert.

Die Modellformate dieses Abschnitts stellen keine zwingend vorgeschriebene Methode zur Darstellung von Informationen und deren Beziehungen dar. Es ist nicht beabsichtigt, eine spezifische Beschreibungsmethode zu empfehlen oder aufzuzeigen oder mittels der Graphiken die im Text beschriebenen Bestandteile zu ersetzen.

- Alle Entity-Relationship- (E-R-) Diagramme entsprechen dem in den Bildern A.1 und A.2 beschriebenen Format. Die Darstellung von Beziehungen erfolgt nur in einer Richtung. Bild A.3 gibt hierzu ein Beispiel.
- Objekte werden in allen Graphiken als Rechtecke dargestellt.
- Aktivitäten oder Funktionen werden in allen Graphiken als gerundete Rechtecke dargestellt. Diese Graphiken weisen lediglich eine Detaillierungsebene einer Aktivität pro Diagramm auf. Linien zwischen Aktivitäten und zwischen Funktionen verweisen auf den Austausch von Informationen. Ein Beispiel hierzu ist Bild A.4.
- Betriebszustände sind in allen Graphiken als Ellipsen wiedergegeben. Linien zwischen Zuständen kennzeichnen Befehle, die die Änderung des Betriebszustandes bewirken. Bild A.5 ist ein Beispiel zu einem Zustands-Übergangsdiagramm.
- Einrichtungszeichnungen verwenden nach Möglichkeit die ISA-Symbolfestlegungen. Bild A.6 ist ein Beispiel.
- Verschachtelte Darstellungen werden nur dann verwendet, wenn die Beziehung zwischen zwei verschiedenen Rezepttypen aufgezeigt werden soll. Bild A.7 ist ein Beispiel.

Grundlegende Verbindungen:

Für jedes Auftreten von A
gibt es ein und nur ein
Auftreten von B.



Für jedes Auftreten von A
gibt es kein oder ein
Auftreten von B.



Für jedes Auftreten von A
gibt es ein oder mehrfaches
Auftreten von B.



Für jedes Auftreten von A
gibt es kein, ein oder
mehrfaches Auftreten von B.



Rekursive Verbindungen:

Jede der obigen Verbindungen
kann in rekursiver Form auftreten.
Dabei ist ein Auftreten eines Objekts
mit einem oder mehrfachem Auftreten
von Objekten des gleichen Typs
verbunden.

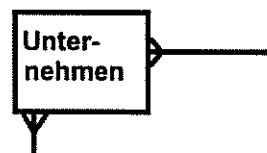


Bild A.1: Grundlegende und rekursive Verbindungen in E-R - Diagrammen

Gekennzeichnete Verbindungen:

Eine Kennzeichnung erfolgt in
der Nähe eines Objektes.

Dieser Fall bedeutet:
A besteht aus B.

Dieser Fall bedeutet:
A verweist auf B.

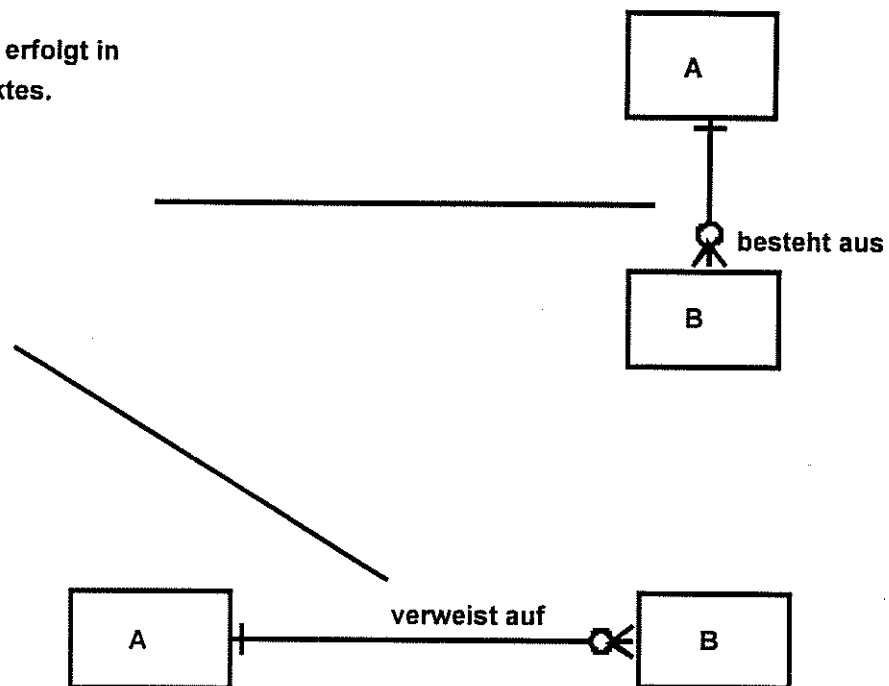


Bild A.2: Gekennzeichnete Verbindungen in E-R - Diagrammen

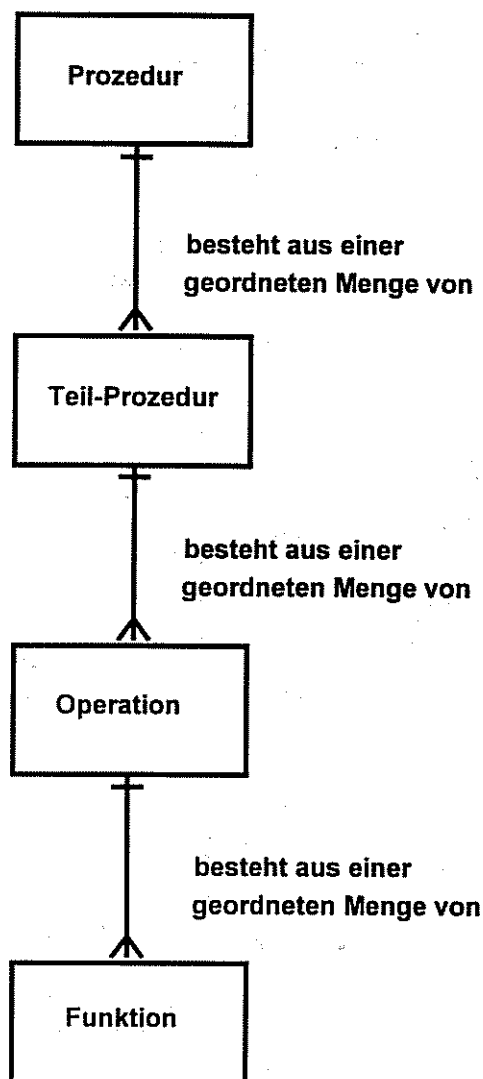


Bild A.3: Prozedurmodell (E-R - Diagramm)

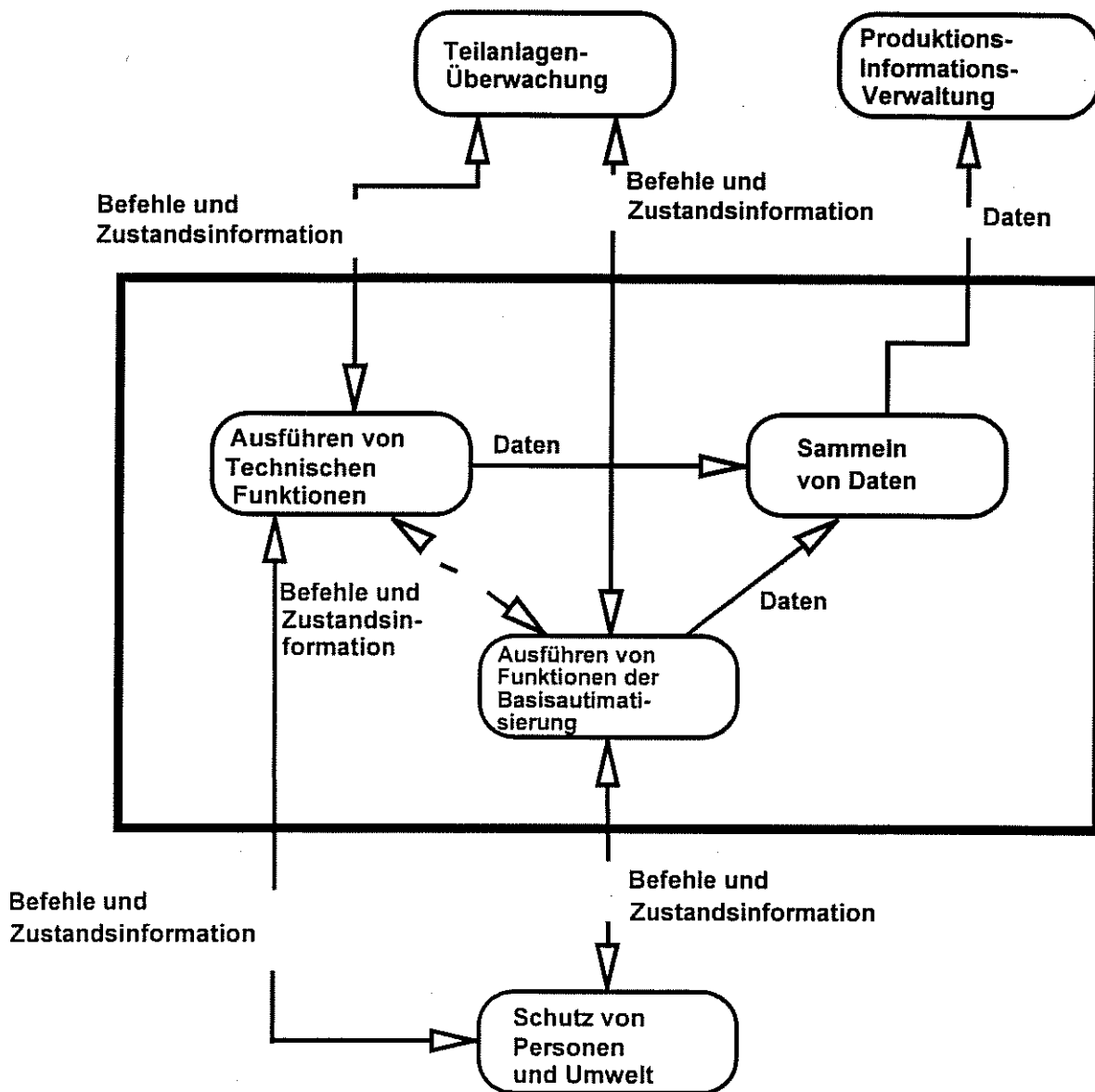


Bild A.4: Prozeßsteuerung (Steuerungsaktivität mit Aufteilung in Steuerungsfunktionen)

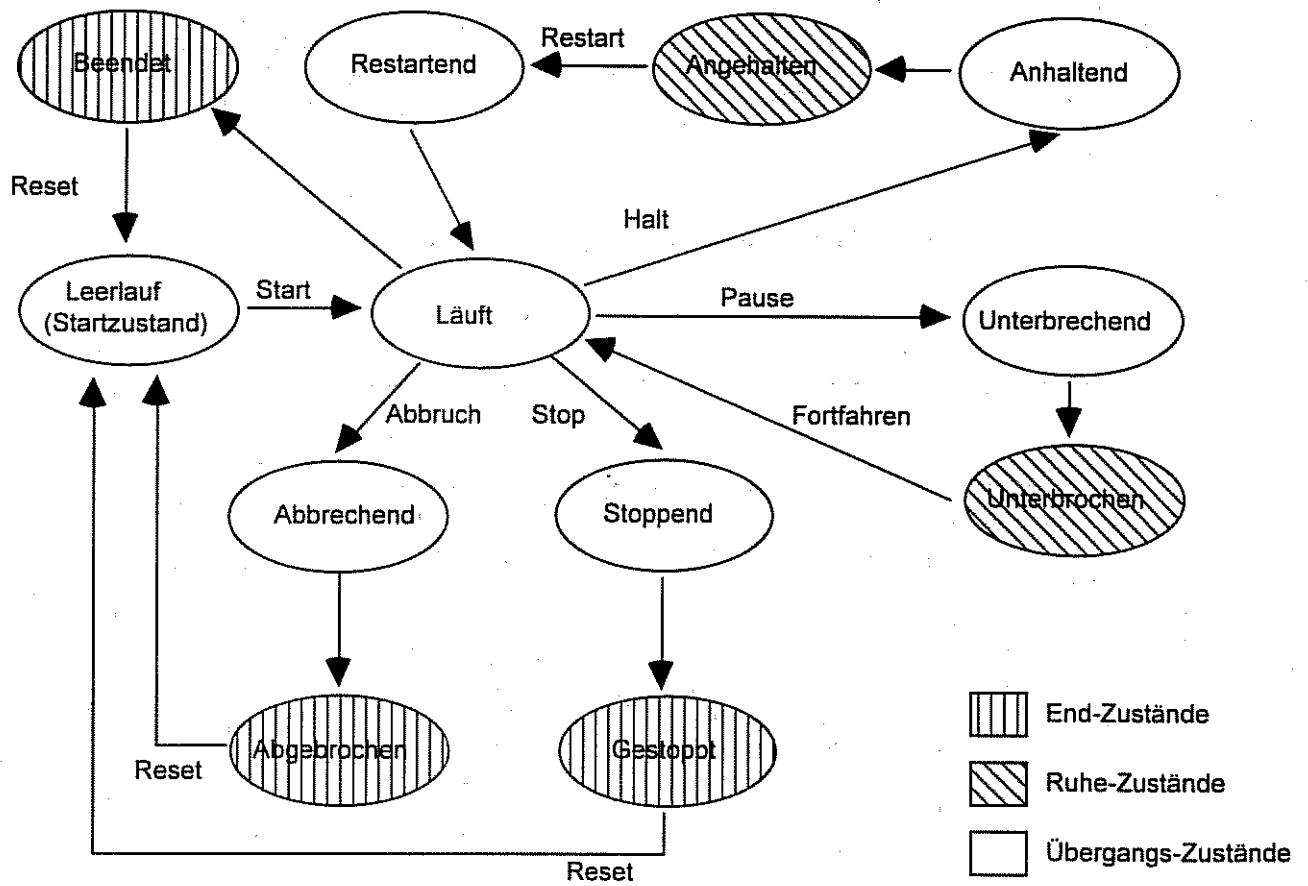


Bild A.5: Zustands-Übergangsdiagramm

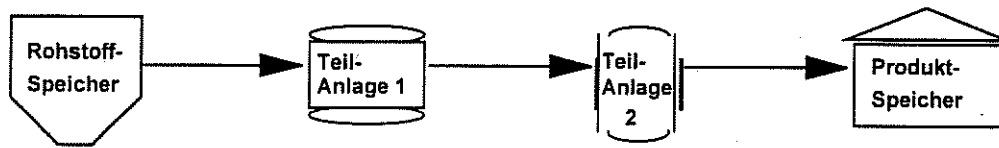


Bild A.6: Einstrang-Struktur (Physische Anordnung)

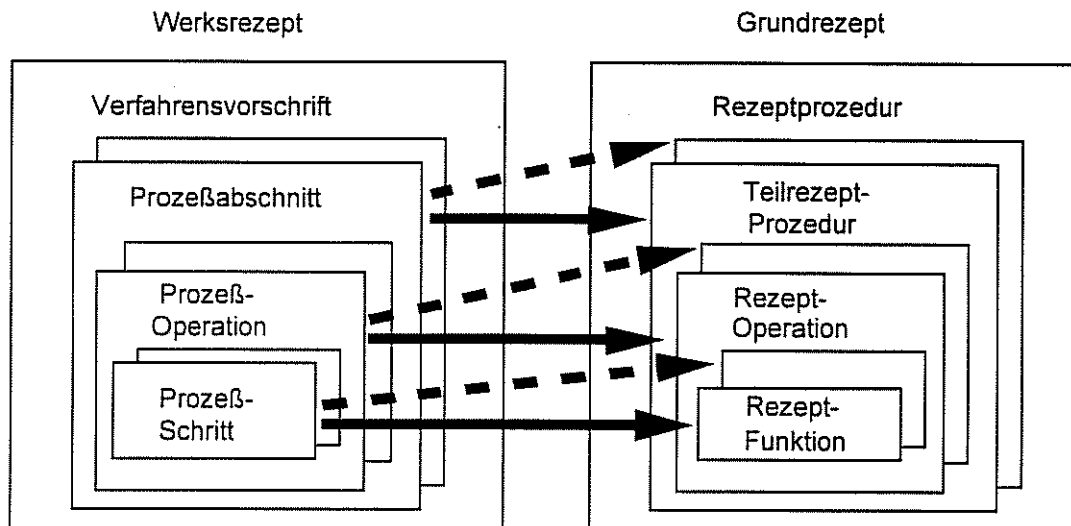


Bild A.7: Beziehungen zwischen den prozeduralen Elementen im Werks- und Grundrezept (Verschachteltes Modell)

Anhang B (informativ) Bibliographie

- [1] 65A/179/CDV: Functional safety - Safety-related systems - Part 1: General requirements (future IEC1508-1 in preparation)
- [2] 65A/179/CDV: Functional safety - Safety-related systems - Part 3: Software requirements (future IEC1508-3 in preparation)
- [3] ISA dS84.01: Applications of Safety Instrumented Systems for the Process Industries, Instrument Society of America.
- [4] *Guidelines for Safe Automation of Chemical Processes*, Center for Chemical Process Safety, American Institute of Chemical Engineers, New York 1993.

*