

ICS 49.140

Aerospace series – Space engineering standards –
Policy and principles; German version EN 13292 : 1999

Série aérospatiale – Normes d'ingénierie spatiale –
Politique et principes; Version allemande EN 13292 : 1999

Die Europäische Norm EN 13292 : 1999 hat den Status einer Deutschen Norm.

Nationales Vorwort

Die *European Cooperation for Space Standardization (ECSS)*, eine Einrichtung zur Erstellung eines kohärenten, einheitlichen Normenwerkes zur Anwendung in allen europäischen Raumfahrtprojekten, hat am 1996-11-13 vom *Europäischen Komitee für Normung (CEN)* das Mandat (M/237) erhalten, für den CEN-Subsector T02 "Aerospace" Europäische Normen (EN) auszuarbeiten.

Die vorliegende Norm EN 13292 : 1999 wurde von dem Technischen Komitee CEN/CS T02 unter Mitwirkung des Arbeitsausschusses 5.1.1 "Raumfahrt" der Normenstelle Luftfahrt erarbeitet.

Entsprechend Beschluß 57/9 des Technischen Ausschusses des Beirats der Normenstelle Luftfahrt sind die europäischen Luft- und Raumfahrt-Normungsergebnisse zweisprachig, in Deutsch und Englisch, in das Deutsche Normenwerk zu überführen. Aus diesem Grund wurde der Deutschen Fassung dieser EN-Norm die Englische Fassung hinzugefügt.

Fortsetzung 45 Seiten EN

Normenstelle Luftfahrt (NL) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.

930 01.01

– Leerseite –

ICS 49.140

Deutsche Fassung
(einschließlich Englische Fassung)

Luft- und Raumfahrt
Raumfahrttechnik Normen
Grundsätze und Verfahrensweise

Aerospace series
Space engineering standards
Policy and principles

Série aéronautique
Normes d'ingénierie spatiale
Politique et principes

Diese Europäische Norm wurde von CEN am 26. November 1998 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen 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 CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

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

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, der Tschechischen Republik und dem Vereinigten Königreich.

CEN

EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
European Committee for Standardization
Comité Européen de Normalisation

Zentralsekretariat: rue de Stassart 36, B-1050 Brüssel

Inhaltsverzeichnis		Seite
Vorwort		3
Einleitung		4
1 Anwendungsbereich		4
2 Normative Verweisungen		5
3 Definitionen und Abkürzungen		5
3.1 Definitionen		5
3.2 Abkürzungen		6
4 Raumfahrtprojektengineering		6
5 Engineeringbereich		7
5.1 Einführung in den Engineeringbereich		7
5.2 Systemengineeringprozeß		16
5.3 Engineeringdisziplinen		20
5.4 Gliederungsebenen		21
5.5 Entwicklung		26
6 Überblick über den Systemengineeringprozeß		28
6.1 Systemengineering-Ablaufsteuerung		28
6.2 Anforderungstechnik		29
6.3 Analyse		30
6.4 Design- und Konfigurationstechnik		31
6.5 Verifikation		32
7 Sonstige Tätigkeiten innerhalb des Engineeringbereiches		34
7.1 Produktionstechnik		35
7.2 Betriebstechnik		36
7.2.1 Betriebsvorbereitung		37
7.2.2 Betriebsschulung		37
7.2.3 Betriebsvalidierung		37
7.2.4 Betriebsdurchführung		38
7.2.5 Entsorgung		39
7.2.6 Tätigkeiten nach Betriebsende		39
8 Überblick über die Raumfahrttechnik-Normen		39
9 Geltungsbereich der Raumfahrttechnik-Normen		40
9.1 Klassifizierung von Raumfahrtprodukten		41
9.2 Raumfahrtprojekt-Kritizitätsklassen		41
10 Anwendung der Raumfahrttechnik-Normen zur Festlegung von Projektanforderungen		44

Contents		Page
Foreword		3
Introduction		4
1 Scope		4
2 Normative references		5
3 Definitions and abbreviations		5
3.1 Definitions		5
3.2 Abbreviations		6
4 Space project engineering		6
5 The engineering domain		7
5.1 Introduction to the engineering domain		7
5.2 The system engineering process		16
5.3 Engineering disciplines		20
5.4 Levels of decomposition		21
5.5 Development		26
6 Overview of the system engineering process		28
6.1 System engineering integration and control		28
6.2 Requirements engineering		29
6.3 Analysis		30
6.4 Design and configuration engineering		31
6.5 Verification engineering		32
7 Other activities within the engineering domain		34
7.1 Production engineering		35
7.2 Operations engineering		36
7.2.1 Operations preparation		37
7.2.2 Operations training		37
7.2.3 Operations validation		37
7.2.4 Operations execution		38
7.2.5 Disposal		39
7.2.6 Post-operations		39
8 Overview of space engineering standards		39
9 Domain of application of space engineering standards		40
9.1 Space product classification		41
9.2 Space project criticality classes		41
10 Use of space engineering standards to define project requirements		44

	Seite
Bilder	
Bild 1 – Darstellung des Umfangs eines typischen Raumfahrtssystems	10
Bild 2 – Darstellung des Engineeringsbereichs	12
Bild 3 – Beispiel für die zeitliche Änderung der Intensität möglicher Tätigkeiten im Engineeringbereich bezogen auf formale Projektphasen	14
Bild 4 – Vereinfachte Darstellung des System-engineeringprozesses	18
Bild 5 – Gliederungsebenen	24
Tabellen	
Tabelle 1: Typen von Raumfahrtprodukten	42

Figures	
Figure 1 – Illustration of the scope of a typical space system	11
Figure 2 – Representation of the engineering domain	13
Figure 3 – Example variation with time of the intensity of possible activities within the engineering domain related to formal project phases	15
Figure 4 – Simplified representation of the system engineering process	19
Figure 5 – Levels of decomposition	25
Tables	
Table 1 – Space product types	43

Vorwort

Diese Europäische Norm wurde vom CEN/CS erarbeitet.

Diese Europäische Norm muß den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis September 1999, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis September 1999 zurückgezogen werden.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, die Tschechische Republik und das Vereinigte Königreich.

Diese Norm gehört zu der Reihe von Raumfahrt-Normen, die sich auf das Management, die Technik (Engineering) und die Produktsicherung in Raumfahrtprojekten und -anwendungen beziehen.

Diese Norm formuliert Anforderungen als Festlegungen dessen, was erreicht und weniger wie die erforderliche Arbeit organisiert und durchgeführt werden soll. Dadurch können bestehende Organisationsstrukturen und -methoden beibehalten werden, wo sie effektiv sind, und sich weiterentwickeln, soweit erforderlich, ohne die Normen neu abfassen zu müssen.

Bei der Abfassung dieser Norm wurde die vorliegende ISO 9000-Normenreihe berücksichtigt.

Diese Norm wurde von der ECSS-Normungsarbeitsgruppe "Engineering" ausgearbeitet, vom Technischen ECSS-Ausschuß überprüft und vom ECSS-Lenkungsgremium verabschiedet. ECSS ist eine Kooperation der

Foreword

This European Standard has been prepared by CEN/CS.

This European Standard shall be given the status of a national standard, either by publication of an identical text or by endorsement, at the latest by September 1999, and conflicting national standards shall be withdrawn at the latest by September 1999.

According to the CEN/CENELEC Internal Regulations, the national standards organization of the following countries are bound to implement this European Standard: Austria, Belgium, Czech Republic, Denmark, Finland, France, Germany, Greece, Iceland, Ireland, Italy, Luxembourg, Netherlands, Norway, Portugal, Spain, Sweden, Switzerland and the United Kingdom.

This standard is one of the series of space standards intended to be applied together for the management, engineering and product assurance in space projects and applications.

Requirements in this standard are defined in terms of what must be accomplished, rather than in terms of how to organize and perform the necessary work. This allows existing organizational structures and methods to be applied where they are effective, and for the structures and methods to evolve as necessary without rewriting the standards.

The formulation of this standard takes into account the existing ISO 9000 family of documents.

This standard has been prepared by the ECSS Engineering Standards Working Group, reviewed by the ECSS Technical Panel and approved by the ECSS Steering Board. ECSS is a cooperative effort of the

Europäischen Raumfahrtagentur ESA, nationaler Raumfahrtagenturen und europäischer Industrievereinigungen mit dem Ziel der Ausarbeitung und Pflege von einheitlichen Normen.

Einleitung

Die Herstellung komplexer Produkte erfordert das Zusammenwirken unterschiedlicher Organisationen mit der gemeinsamen Zielsetzung: Bereitstellung eines Produktes, das die Erfordernisse des Kunden (technische Leistung) unter bestimmten Kosten- und Zeitvorgaben erfüllt.

Zum Erreichen dieses Ziels sind normalerweise entsprechende technische Tätigkeiten, personelle Kapazitäten und finanzielle Mittel strukturiert zu organisieren und zu koordinieren, um das Endprodukt bzw. System zu erhalten. Diese Struktur stellt zusammen mit den zugehörigen Prozessen ein Projekt dar. Es bedingt eine Zielvorgabe (System), einen Zeitrahmen und Maßnahmen, die mit begrenzten Mitteln durchzuführen sind.

Das Projektmanagement umfaßt die Definition, Umsetzung und Ausführung solcher Maßnahmen einschließlich der Verifizierung, daß die erzielten Ergebnisse den Erwartungen entsprechen.

Das Projektmanagement erfordert eingehende Überlegungen darüber, was verwirklicht werden soll, wobei alle für die künftige Ausgestaltung nötigen Schritte zu planen und die zur Ausführung dieser Schritte erforderlichen Mittel zu beschaffen sind. Am wichtigsten ist jedoch, es fordert die Auseinandersetzung mit den Realitäten, Problemen, Verzögerungen, Veränderungen, Hindernissen und manchmal auch Möglichkeiten, die sich im Verlauf eines Projektes ergeben.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm informativen Charakters enthält die grundlegenden Regeln und Grundprinzipien für alle Engineeringtätigkeiten im Rahmen der Durchführung eines Raumfahrtprojektes. Sie befaßt sich mit der auf den Kundenerfordernissen basierenden Aufstellung der Missionsziele, Anforderungen und Spezifikationen für Raumfahrtsysteme sowie mit Design, Definition, Produktion, Verifikation, Betrieb und letztlich Entsorgung der Systeme selbst. Sie legt den Umfang und die Schnittstellen dieser Tätigkeiten zu den Bereichen Management und Produktsicherung fest und erläutert die unterschiedlichen Anwendungsmöglichkeiten je nach Typ des Raumfahrtsystems. Sie geht auch auf die Engineering-Normen der nachgeordneten Ebenen innerhalb des Raumfahrt-Normenwerkes ein und schlägt vor, wie sie (nach eventuell erforderlicher "Anpassung") zur leichteren Abwicklung des Raumfahrtprojektes herangezogen werden können.

European Space Agency, National Space Agencies and European industry associations for the purpose of developing and maintaining common standards.

Introduction

The production of complex products requires the co-operation of several organisations which share a common goal to provide a product which satisfies the consumer's needs (technical performance) under cost, schedule constraints.

To reach this goal, corresponding technical activities, human and financial resources, shall be organized and co-ordinated in a structured manner in order to obtain the end product also known as system. This structure, together with related processes, constitutes a project. It implies a target (system), a time frame, and actions to be performed under resources constraints.

Projekt management consists of the definition, implementation and execution of such actions including the verification that corresponding obtained results match with the expected ones.

Project management requires thinking carefully about what shall be accomplished, laying out all the steps needed to build that future, and obtaining the resources required to carry out those steps. But most important, it requires dealing with reality, problems, delays, changes, obstacles and, sometimes, opportunities that arise as a project takes place.

1 Scope

This standard, which is informative in nature, contains the basic rules and overall principles to be applied to all engineering activities during performance of a space project. It addresses the establishment, based on customer needs, of mission objectives, requirements, and specifications for space systems, and the design, definition, production, verification, operation, and eventual disposal of the systems themselves. It defines the scope and interfaces of these activities relative to the domains of management and product assurance, and explains how they may apply in different ways depending on the type of space system concerned. It also introduces the lower level engineering standards within the space standards system, and proposes how they may be used (after "tailoring" if required) to facilitate space project operations.

Diese Norm soll den Kunden bei der Formulierung ihrer Erfordernisse und den Lieferanten bei der diesbezüglichen Umsetzung und Verwirklichung der Arbeit eine Hilfe sein.

2 Normative Verweisungen

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 nur zu dieser Europäischen Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation.

EN 13290-1
Raumfahrtprojektmanagement – Allgemeine Anforderungen – Teil 1: Grundsätze und Verfahrensweise

ECSS-M-10A
Raumfahrtprojektmanagement – Projektstrukturen

ECSS-M-30A
Raumfahrtprojektmanagement – Projektphasen und -planung

ECSS-M-70A
Raumfahrtprojektmanagement – Integrierte Logistikunterstützung

ECSS-P-001A, Rev 1
ECSS – Glossar

EN 13291-1
Raumfahrtproduktsicherung – Allgemeine Anforderungen – Teil 1: Grundsätze und Verfahrensweise

ECSS-Q-20A
Raumfahrtproduktsicherung – Qualitätssicherung

ECSS-Q-30A
Raumfahrtproduktsicherung – Zuverlässigkeit

ECSS-Q-40A
Raumfahrtproduktsicherung – Sicherheit

ISO 9001 : 1994
Quality systems – Model for quality assurance in design/development, production, installation and servicing

3 Definitionen und Abkürzungen

3.1 Definitionen

Für die Anwendung dieser Norm gelten die Definitionen nach ECSS-P-001.

This standard is intended to help customers in formulating their needs and suppliers in preparing their response and implementing the work.

2 Normative references

This European Standard incorporates, by dated or undated reference, provisions from other publications. These normative references are cited at the appropriate places in the text and the publications are listed hereafter. For dated references, subsequent amendments to or revisions of any of these publications apply to this European Standard only when incorporated in it by amendment or revision. For undated references, the latest edition of the publication referred to applies.

EN 13290-1
Space Project Management – General requirements – Part 1: Policy and Principles

ECSS-M-10A
Space Project Management – Project Breakdown Structures

ECSS-M-30A
Space Project Management – Project Phasing and Planning

ECSS-M-70A
Space Project Management – Integrated Logistic Support

ECSS-P-001A, Rev 1
ECSS – Glossary of Terms

EN 13291-1
Space Product Assurance – General requirements – Part 1: Policy and Principles

ECSS-Q-20A
Space Product Assurance – Quality Assurance

ECSS-Q-30A
Space Product Assurance – Dependability

ECSS-Q-40A
Space Product Assurance – Safety

ISO 9001 : 1994
Quality systems – Model for quality assurance in design/development, production, installation and servicing

3 Definitions and abbreviations

3.1 Definitions

For the purposes of this standard, the definitions given in ECSS-P-001 apply.

3.2 Abkürzungen

Die folgenden Abkürzungen werden in dieser Norm erläutert und benutzt:

Abkürzung	Bedeutung
-----------	-----------

DDF	Design Definition File (Designdefinitionsakte)
DJF	Design Justification File (Designbegründungsakte)
ECLS	Environmental Control and Life Support (Kontrolle der Umgebungsbedingungen und Lebenserhaltung)
ECSS	European Cooperation for Space Standardization

4 Raumfahrtprojektengineering

Zweck eines Raumfahrtprojektes ist es, dem Kunden ein System bereitzustellen (und dieses gegebenenfalls anschließend zu unterstützen und zu betreiben), von dem eines oder mehrere Elemente für den Einsatz im Weltraum bestimmt sind. Die von dem Systemlieferanten ausgeführten Tätigkeiten lassen sich zweckmäßig in fünf allgemeine Bereiche einteilen:

- Projektmanagement, zuständig für die Realisierung der Gesamtprojektziele, insbesondere für die Organisation des Projektes und seine zeitgerechte und kosteneffiziente Durchführung;
- Engineering, zuständig für die Systemdefinition, die Verifizierung der Erfüllung der technischen Forderungen des Kunden und die Einhaltung der vorgegebenen Projektauflagen;
- Produktion, zuständig für die Herstellung, Montage und Integration des Systems in Übereinstimmung mit der vom Engineering vorgegebenen Designdefinition;
- Betrieb, zuständig für Betrieb und Unterstützung des Systems, damit während der Einsatzphasen die Kundenziele erreicht werden (ANMERKUNG: Der Betrieb kann vom Kunden, vom Lieferanten oder von einer dritten Partei im Auftrag des Kunden oder einer Kombination daraus durchgeführt werden);
- Produktsicherung, zuständig für die Umsetzung der Qualitätssicherungserfordernisse des Projekts sowie für bestimmte weitere Spezialaufgaben (EN 13291-1).

Die Grenzen zwischen diesen Tätigkeiten können nicht immer klar gezogen werden, zum Beispiel:

3.2 Abbreviations

The following abbreviations are defined and used within this standard:

Abbreviation	Meaning
--------------	---------

DDF	Design Definition File
DJF	Design Justification File
ECLS	Environmental Control and Life Support
ECSS	European Cooperation for Space Standardization
RE	Requirements Engineering

4 Space project engineering

The purpose of a space project is to deliver to a customer (and subsequently support or operate if required) a system which includes one or more elements intended for operation in outer space. The activities carried out by the system supplier are conveniently and conventionally categorized into five domains:

- project management, responsible for achievement of the totality of the project objectives, and specifically for organisation of the project, and its timely and cost-effective execution;
- engineering, responsible for definition of the system, verification that the customer's technical requirements are achieved, and compliance with the applicable project constraints;
- production, responsible for manufacture, assembly and integration of the system, in accordance with the design defined by engineering;
- operations, responsible for exercising and supporting the system in order to achieve the customer's objectives during the operational phases (Note: operations may be carried out by the customer, by the supplier or a third party on the customer's behalf, or by a combination of these);
- product assurance, responsible for the implementation of the quality assurance element of the project and also for certain other specialist activities (EN 13291-1).

The boundaries between these activities are not always clearly defined. For example:

- Die Bereiche Engineering, Produktion, Betrieb und Produktsicherung enthalten jeweils auch Managementteile, welche mit dem eigentlichen Projektmanagementbereich korrekt zu verbinden sind;
- Produktion und Betrieb beinhalten vorbereitende und unterstützende Engineeringtätigkeiten, die auch als Bestandteil des Bereichs Engineering angesehen werden können;
- Produktsicherung beinhaltet Tätigkeiten in bezug auf Funktionsfähigkeit, Verfügbarkeit, Instandhaltbarkeit und Sicherheit, die einen wesentlichen Teil des Designprozesses im Engineeringbereich darstellen.

Dennoch stellt die Einteilung in diese fünf Hauptbereiche eine sinnvolle Unterteilung der Raumfahrtprojektstätigkeiten auf oberer Ebene dar, mit der eine komplexe Tätigkeit in weniger komplexe Elemente unterteilt werden kann, die gesondert und parallel behandelt werden können. Diese Einteilung wurde als Gliederung der ersten Ebene der Normenarchitektur übernommen, jedoch wurden keine Normen vorgesehen, die die Gesamtheit der Bereiche Produktion und Betrieb behandeln; die Anforderungen an die betreffenden Aspekte dieser beiden Bereiche sind aber in den Projektmanagement-, Engineering- und Produktsicherungs-Normen angesprochen.

Das vorliegende Dokument, das innerhalb des Raumfahrt-Normenwerkes für die Reihe Technik (Engineering) die Norm auf oberster Ebene darstellt, dient zur Einführung und Festlegung des Engineering-Aufgabenbereichs im Rahmen eines Raumfahrtprojekts sowie zur Beschreibung der entsprechenden Haupttätigkeiten. Ferner dient es zur Einführung in die Normen der nachgeordneten Ebenen der Raumfahrttechnik (Engineering)-Reihe, in denen die Anforderungen für diese Engineeringtätigkeiten festgelegt sind, sowie als Leitfaden für die projektspezifische Anwendung der Engineering-Normen.

Bemerkt sei, daß diese Norm für alle Elemente eines Raumfahrtsystems gilt, d. h. für das Raumsegment, das Startservicsegment und das Bodensegment (siehe Bild 1).

5 Engineeringbereich

5.1 Einführung in den Engineeringbereich

Der Projektengineeringprozeß dient der zufriedenstellenden Umsetzung des Anwenderbedarfs durch die Schaffung und Bereitstellung eines Produkts für die geplante Mission; er vollzieht sich in einem Bereich, der in Bild 2 schematisch dargestellt ist. Dieser Bereich kann durch drei orthogonale Achsen dargestellt werden:

- Die Achse "Systemengineeringprozeß", die innerhalb des Engineeringbereichs die Ablaufsteuerungsfunktion beinhaltet, die den Engineeringprozeß an-

- the engineering, production, operations and product assurance domains each include an element of management which overlaps with the project management domain proper;
- production and operations include preparatory and supportive engineering activities, which may also be considered as part of the engineering domain;
- product assurance includes reliability, availability, maintainability and safety activities, which form an essential part of the design process in the engineering domain.

Nevertheless, categorization into these five principal domains provides a useful first-level partition of space-project activities, enabling a complex activity to be split into less complex elements which can be addressed separately and in parallel. This categorization is adopted as the first-level breakdown of the space standards architecture, except that no standards are defined which address the totality of the production and operations domains; requirements for relevant aspects of production and operations are, however, addressed within the project management, engineering, and product assurance standards.

This document, which is the top-level standard in the engineering branch of the space standards system, serves to introduce and define the engineering domain within a space project, and to describe the principal activities within it. It also serves as an introduction to the lower level standards in the space engineering branch, which define the requirements for these engineering activities, and also provides guidance in the use of the engineering standard in project applications.

It is emphasized that this standard is applicable to all the elements of a space system, including the space segment, the launch service segment, and the ground segment (see Figure 1).

5 The engineering domain

5.1 Introduction to the engineering domain

The project engineering process aims at a satisfactory response to a user's needs by the creation and delivery of a product for the intended mission; it occurs within a domain which can be represented as illustrated in Figure 2. Three orthogonal axes can be identified within this domain:

- the "system engineering process" axis, which includes the function within the domain which guides and powers the engineering process (called "inte-

treibt und leitet, sowie diejenigen Prozesse, die iterativ im Projektverlauf durchgeführt werden, um ein Produkt zu entwerfen und zu verifizieren, das den Kundenforderungen entspricht. Die Funktionen des Systemengineeringprozesses sind in nachstehendem Unterabschnitt 5.2 aufgeführt und in Abschnitt 6 eingehender beschrieben.

- Die Achse "Engineeringdisziplinen", die die Engineeringdisziplinen darstellt (Systemtechnik, Elektrotechnik/Elektronik, Mechanik, Softwaretechnik, Kommunikationstechnik, Steuerungs- und Regelungstechnik und Betrieb), die ihr jeweiliges Fachwissen zum Engineeringprozeß beisteuern. Die Engineeringdisziplinen werden in Unterabschnitt 5.3 behandelt.
- Die Achse "Gliederungsebenen", die die jeweilige Ebene (Einzelteil, Baugruppe, Gerät, Produktgruppe, Subsystem, System) angibt, in welcher der Engineeringprozeß stattfindet. Diese Gliederungsebenen werden in Unterabschnitt 5.4 behandelt.

Jede Zelle innerhalb des in Bild 2 gezeigten Engineeringbereichs stellt eine potentielle Projektengineeringtätigkeit dar; sie kann anhand von drei Merkmalen charakterisiert werden, und zwar:

- Art der Systemengineeringtätigkeit;
- betroffene Engineeringdisziplin;
- Gliederungsebene.

Die in Bild 2 markierte Zelle steht beispielsweise für die mechanische Analyse auf Geräteebene.

Die Tätigkeiten auf der Systemengineeringprozeß-Achse dürfen nicht mit den (in ECSS-M-30) festgelegten Phasen des Projektlebenszyklus verwechselt werden, selbst wenn vergleichbare Benennungen gewählt wurden. Sie sind eher als Tätigkeiten innerhalb eines Prozesses anzusehen, die gegebenenfalls mehrmals während des Projektverlaufs zu wiederholen sind, um in jedem Stadium ein zufriedenstellendes Ergebnis zu erzielen. Die Art und Weise, wie diese Tätigkeiten geordnet werden, ihre relative Bedeutung sowie der mit jeder Tätigkeit verbundene Aufwand richten sich nach der Art des Projektes, seiner Komplexität und dem zur Verwirklichung geforderten Ausmaß an technologischer Entwicklung und Innovation; in der Regel sollte jedoch jede Tätigkeit gleichzeitig in jeder Projektphase ihrer relativen Bedeutung entsprechend angepaßt betrachtet und ausgeübt werden, so daß die nachfolgenden Auswirkungen jeder Entscheidung voll erfaßt und erkannt werden.

Beispiele:

- Eine Durchführbarkeitsstudie sollte sowohl den Betrieb als auch Anforderungen und Architekturentwurf erfassen.

gration and control"), and those processes which are exercised iteratively through the project in order to design and verify a product which meets the customers requirements. The functions within the system engineering process are introduced in subclause 5.2 below, and described in more detail in clause 6.

- the "engineering disciplines" axis which includes those engineering disciplines (systems, electrical, mechanical, software, communications, control and operations engineering) which contribute their expertise to the engineering process. The engineering disciplines are addressed in subclause 5.3.
- the "levels of decomposition" axis, which indicates the level (part, assembly, equipment, subsystem, system) at which the engineering process is being exercised. Levels of decomposition are addressed in subclause 5.4.

Each cell within the domain in Figure 2 represents a potential project engineering activity; it can be identified by means of three labels, which indicate:

- the type of system engineering activity;
- the engineering discipline concerned;
- the level of decomposition.

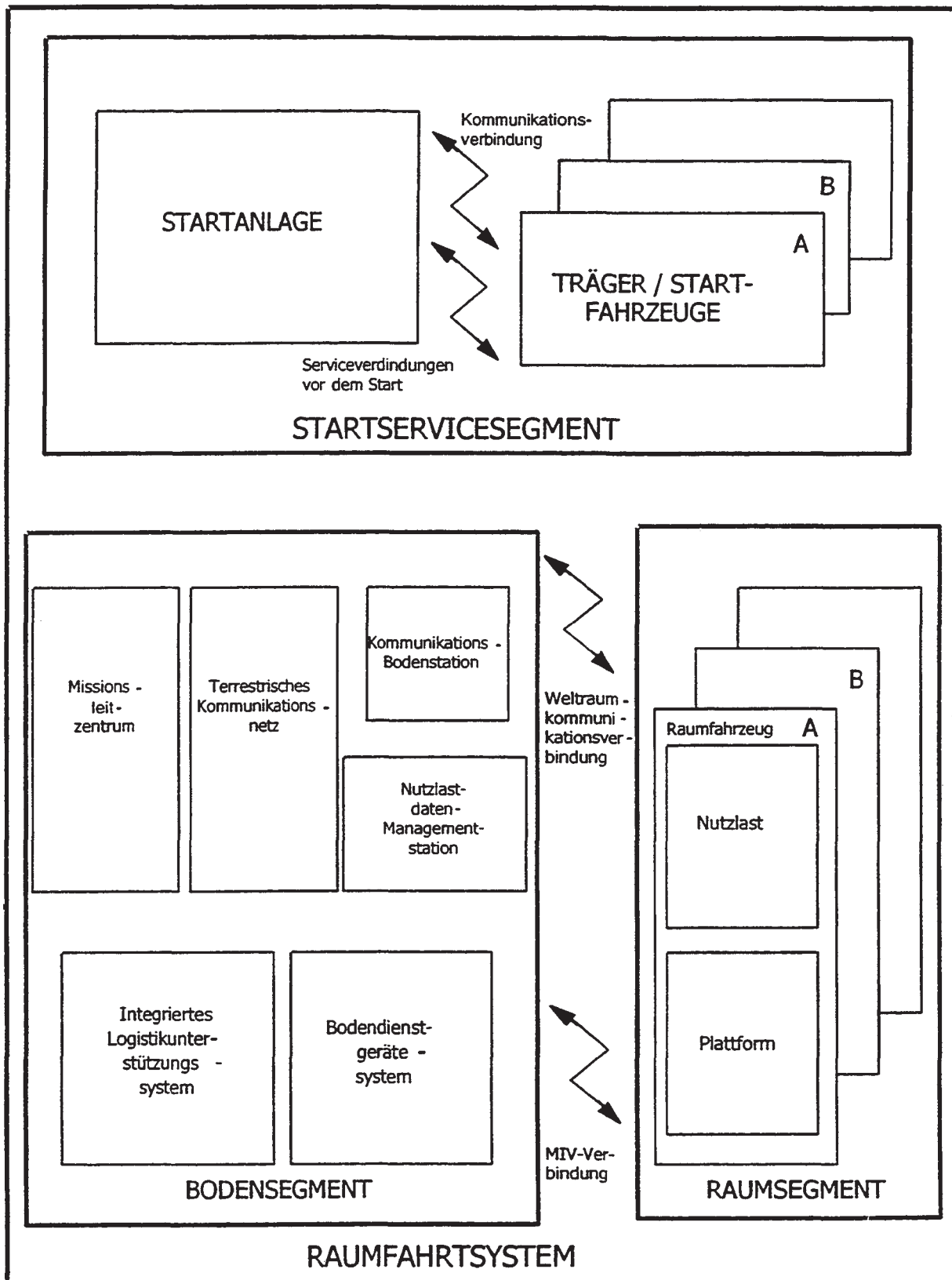
For example, the cell marked in Figure 2 indicates mechanical analysis at equipment level.

The activities on the system engineering process axis should not be confused with the phases in the project life cycle, (defined in ECSS-M-30), even though similar nomenclature may be adopted. Rather, they should be thought of as activities in a process which may need to be iterated several times during the course of a project, in order to achieve a satisfactory outcome at each stage. The way in which these activities are arranged, their relative importance and the amount of effort devoted to each activity will vary according to the type of project, its complexity and the extent of the technological advance and innovation required to implement it; generally, however, each activity should be considered and exercised concurrently during each project phase, with its relative importance adjusted appropriately, so that the downstream implications of each decision are fully assessed and recognized.

As examples:

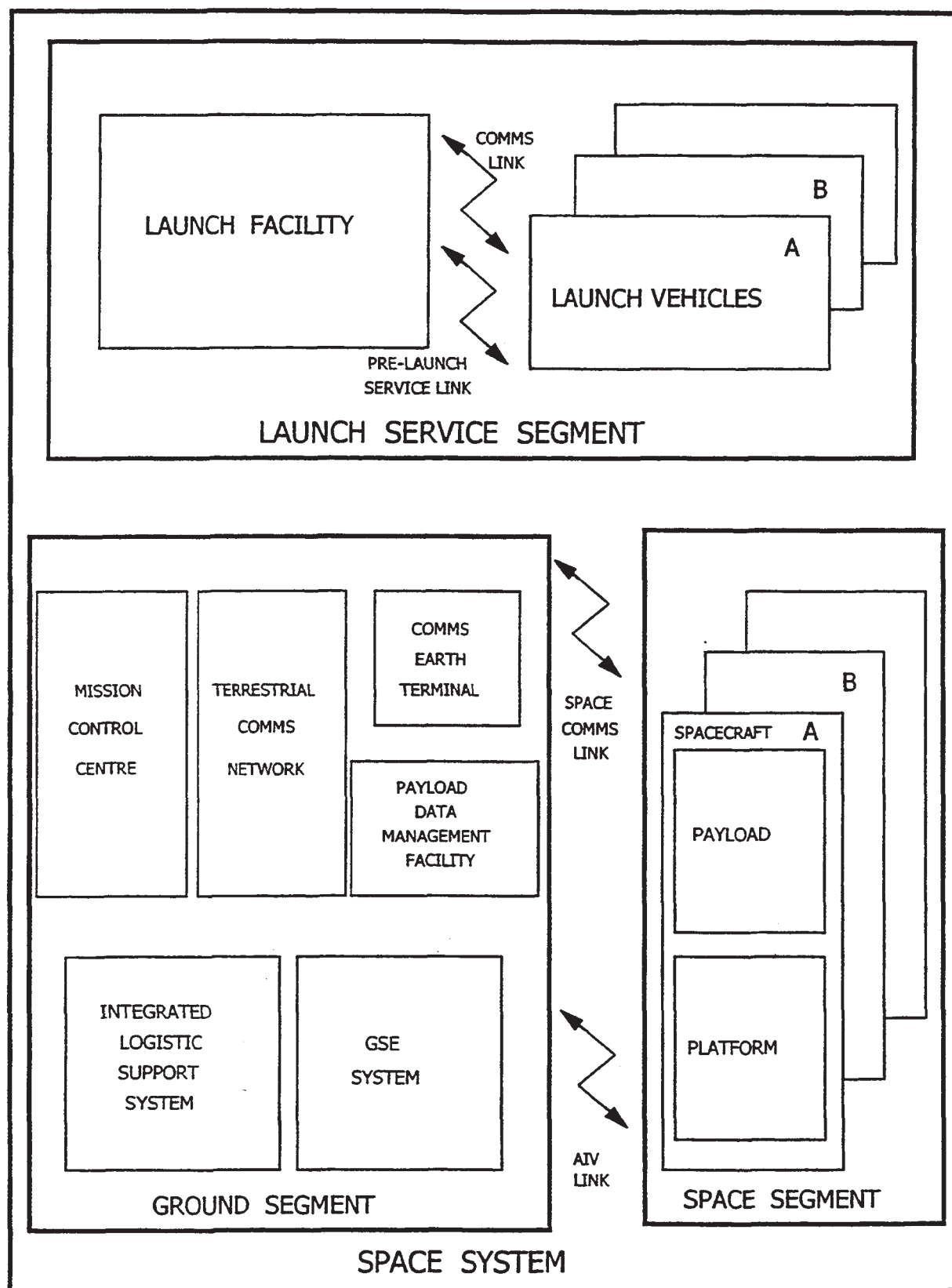
- a feasibility study should address operations as well as requirements and architectural design;

- Wichtig ist die Verifizierung, daß die Anforderungen realistisch in Abstimmung mit allen Beteiligten in einer Projektdefinitionsphase zugeordnet sind.
- Es ist unbedingt erforderlich, bei den Designengineeringtätigkeiten auch Produktion und Verifikation zu berücksichtigen, um sicherzustellen, daß das Produkt auch tatsächlich herstellbar und verifizierbar ist.
- Bei Einführung von Designänderungen während des Projektverlaufs muß der komplette Systemengineeringprozeß ausgeübt werden.
- it is important to verify that requirements have been realistically allocated in a way which satisfies all participants during a project definition phase;
- it is imperative that production and verification are addressed during design engineering activities, to ensure that the product is manufacturable and verifiable;
- it is necessary to exercise the complete system engineering process if modifications to the design are introduced during the project operations phase.



ANMERKUNG MIV = Montage, Integration, Verifikation

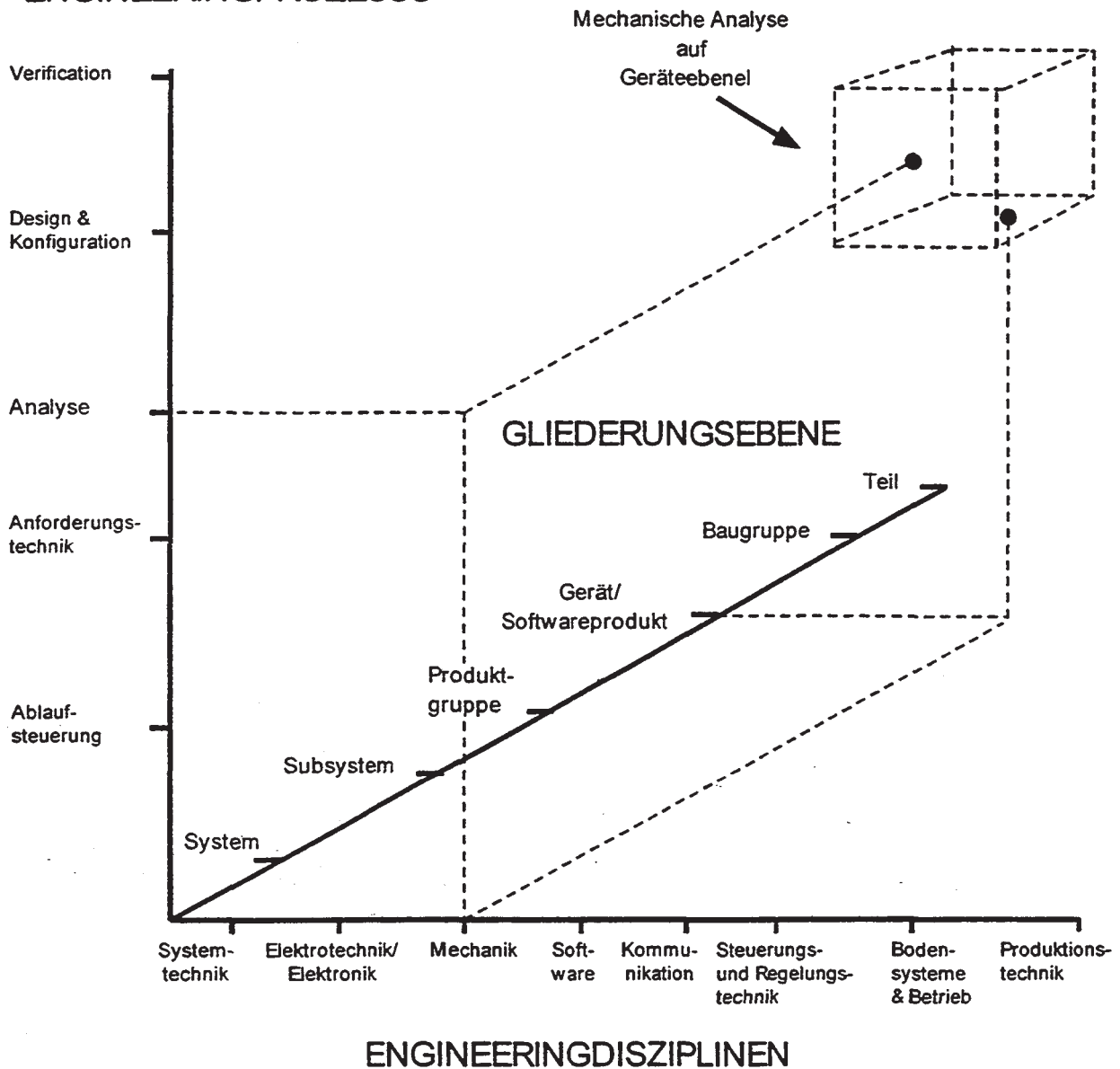
Bild 1: Darstellung des Umfangs eines typischen Raumfahrtssystems



NOTE GSE = Ground Support Equipment; AIV = Assembly, Integration, Verification

Figure 1: Illustration of the scope of a typical space system

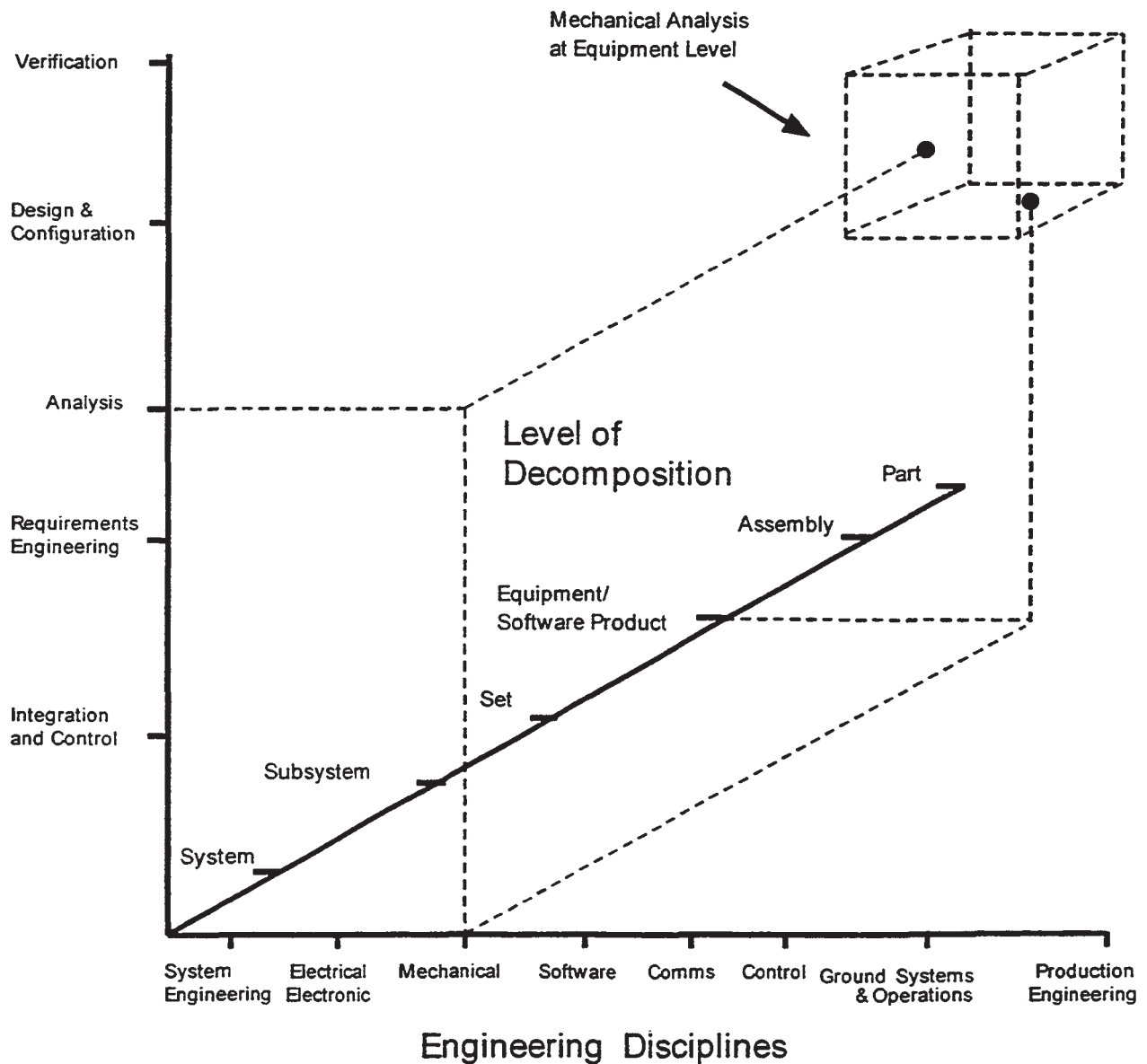
SYSTEM- ENGINEERINGPROZESSS



ANMERKUNG Die Reihenfolge der Angaben auf den Achsen ist nicht maßgebend.

Bild 2: Darstellung des Engineeringbereichs

System Engineering Process



NOTE The sequence of the items along the axes is not significant.

Figure 2: Representation of the engineering domain