1. Roh-Entwurf!

Michael Schmiechen, Berlin

Betr.: Vorschlag für eine Neu-Ausgabe von DIN 1313: Grössen
hier: **Roh-Entwurf für die Diskussion** im FBR des DIN NA 152-01
und in anderen interessierten Gruppen.

Anfang März 2011

DIN
XXXXX-01

Begriffe, Grössen

Teil 1: Grund-Modelle

Ersatz für Ausgabe DIN 1313: 1998-12

ICS 01.040.01; 01.060; 01.075

Deskriptoren: Objekt-Bereiche: Quantitative Wissenschaften, Technik
Fachsprachen, formale Sprachen, axiomatische Systeme
Begriffe, Größen, Namen, Zeichen, Dimensionen, Einheiten

Quantities, Grandeurs

Inhalt

[Prolog] 2
Vorwort 3
1 Anwendungsbereiche 5
2 Verweise auf relevante Normen 5
2.1 Allgemeine Normen 5
2.2 ISO 80000 6
2.3 Spezielle Normen 7
3 Einführung 7
3.1 Problem 7
3.2 Modell 9
3.3 Ziel 9
3.4 Tafeln 10
4 Theorien-Modell 10
4.1 Diskussions-Ebenen 10
4.2 Abstrakte Modelle 12
4.3 Begriffs-Modell 14
5 Mathematische Modelle 15
5.1 Grössen-Modell 15
5.2 Werte-Bereiche 17
5.3 Mathematische Modelle 19
6 Grössen-Gleichungen 20
6.1 Objektivitäts-Postulate 20
6.2 Basis-Grössen, Dimensionen 20
6.3 Einheiten 22
6.4 Kalibrieren 24
7 Ähnliche Modelle 25
7.1 Dimensionslose Grössen 25
7.2 Normieren von Grössen 26
7.3 Normierte Modelle 26
8 Zeichen und Namen 27
8.1 Rationelle Konstruktion 27
8.2 z. B. Flüsse, Produktionen 28
9 Bilanz-Modelle 29
9.1 Zustands-Grössen 29
9.2 Beispiele 30
9.3 Mengen-Bilanzen 31
9.4 Intensitäten 33
10 Beispiele 34
10.1 Stoff-Mengen 34
10.2 Bewegungs-Mengen 35
10.3 Energie-Mengen 36
10.4 Thermodynamik 37
11 System-Modelle 39
11.1 Verhaltens-Modelle 39
11.2 Zustands-Modelle 40
11.3 Struktur-Schema 42
Anhänge 44
Begriffs-Verzeichnis 45
[Epilog] 47

Fortsetzung Seiten 2 bis 59

Normenausschuß Technische Grundlagen (NATG) - Einheiten und Formelgrößen
im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

1. Roh-Entwurf!

[Prolog]

NOTIZ P.1: Alle Bemerkungen des Autors, die nicht (oder noch nicht) Teile des Entwurfs einer Neu-Ausgabe sind, wurden in eckige Klammern gesetzt. Dazu gehören insbesondere dieser Prolog und der Epilog zu dem vorgeschlagenen Projekt.

Wie mit dem Titel '1. Roh-Entwurf' ausdrücklich festgestellt wird, handelt es sich bei diesem Exposé *nicht* um eine fertige, von Fehlern freie, abgeschlossene Arbeit. Es fehlen noch viele Erörterungen, noch viele Verweise und insbesondere auch noch weitere prägnante, aber hinreichend realistische Beispiele. Der pragmatische Entwurf ist jedoch soweit ausgeführt, dass nicht nur die Intension des Projektes zu erkennen ist, sondern dass er als Grundlage für die Weiterarbeit im NA 152 dienen kann.

NOTIZ P.2: Die bisherigen Beispiele und Erläuterungen basieren auf den Erfahrungen des Autors in der klassischen Mechanik und Thermodynamik: Sie müssen zu gegebener Zeit durch weitere Beispiele aus ganz anderen Objekt-Bereichen ergänzt werden, soweit die nicht Gegenstände separater Teil-Normen sind oder werden müssen. Beispiele für solche separaten Teil-Normen sind die elementare Mechanik, die lokale Mechanik, alias Kontinuums-Mechanik, die globale Mechanik, alias analytische Mechanik, die Thermodynamik, die Wärme-Übertragung, die Reaktions-Kinetik; etc.

Das zentrale Problem dieser Neu-Ausgabe der Norm ist das ***Verstehen von Zusammenhängen*** der verschiedenen Ebenen des Diskurses und auf den verschiedenen Ebenen des Diskurses. **Es geht also vorrangig um die *Intension von Begriffen, nicht um die verschiedenen Formalismen ihrer Anwendungen*.** Im Gegensatz zu anders lautenden Behauptungen kann das *Verständnis, richtiger das Verstehen der Benutzer nicht ohne Weiteres* vorausgesetzt werden (DIN, 1976/157), **das Verstehen muss erst geweckt und vermittelt werden**.

NOTIZ P.3: Dieser Roh-Entwurf ist auch im Geiste des Buches von John Allen Paulos über 'Die verborgene mathematische Logik des Alltäglichen' entstanden (2004/92):

> "Dieses Buch beschäftigt sich nicht mit der Geschichte großer Lehrsätze, sondern damit, *einige Risse zwischen der formalen Mathematik und ihren Anwendungen zu überbrücken oder zumindest zu klären*. Auch hierbei sind die einkleidenden Geschichten und impliziten Übereinkünfte wichtig. Freilich *ist für Anwendungen solch ein informeller Diskurs sogar noch entscheidender. Die Anwendung* von Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik beispielsweise *erfordert viel eher, dass man die Situation begreift, nicht-formale Argumente ersinnt und umfassende Erzählungen entwickelt, als dass man nur Zahlen in Formeln einsetzt.* Außerdem hilft ein breiteres Verständnis von mathematischen (insbesondere statistischen) Anwendungen dabei, die vermeintliche Kluft zwischen Geschichten und Mathematik (insbesondere der Statistik) zu schließen." *Kursiv: MS.*

Die vielen Notizen sind daher wesentliche Bestandteile der Norm und gehören zu grossen Teilen eigentlich sogar in deren Text.

Notiz P.3: Die *Notizen* werden durch die Nummern der Abschnitte und in den Abschnitten fortlaufend bezeichnet. Zusätzlich wurden Zeilen-Nummern eingeführt.

[Ende des Prologs]

Vorwort

Diese Norm *wird* [*wurde*] vom Arbeits-Ausschuß 'Einheiten und Formelgrößen' (AEF) des Normenausschusses Technische Grundlagen (NATG) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V. erarbeitet.

Der *Objekt-Bereich* (universe of discourse) dieser Norm sind sogenannte *Grössen*, das sind *Begriffe*, die *bestimmte*, besten Falls *genormte Operationen* repräsentieren, durch die den verschiedenen *Aspekten* von *Objekten* eines *Objekt-Bereichs Werte* aus *Werte-Bereichen* zugeordnet werden.

PROBLEM

Bisher fehlen in den Normen *angemessene kohärente Sprachen* oder *Modelle*, in deren *Kontexten* die verwendeten *Namen* einen eindeutigen *Sinn* erhalten. Das betrifft insbesondere auch die *mathematischen Modelle* der *quantitativen Wissenschaften*.

NOTIZ V.1: Betreffend die explizite, kohärente Rekonstruktion der Fach-Sprachen auf den verschiedenen Ebenen hat Peter Janich u. a. festgestellt (1981/114):

> "Ein Beispiel für Gegenstände eines solchen reflektierten Selbstverständnisses ist etwa die Rolle der Sprache für die Physik, ein Thema, zu dem es durchdachte theoretische Ansätze gibt, während Physiker in aller Regel wie eh und je ihre komplizierte[n] Fachsprache[n] (definitionstheoretisch) so unreflektiert erlernen wie Kinder das Gehen."

NOTIZ V.2: Wegen der begrenzten Zahl von Namen und Zeichen ist der Kontext-sensitive Gebrauch von Namen (names, terms) und Zeichen (symbols) notwendig und in Objekt orientierten Sprachen (object oriented languages) ohne Probleme möglich und üblich. In der Forschung, Lehre und Praxis ist dieser Gebrauch jedoch die Quelle vieler Missverständnisse und falscher Vorstellungen.

NOTIZ V.3: Ein probates Mittel solche Missverständnisse auszuschließen, ist die Verwendung *'künstlicher' Fach-Sprachen*. "Das Fremdwort hat … den Vorteil, daß man sich dabei zunächst gar nichts – und daher auch nichts Falsches – denken kann." (Ernst Schmidt, 1953/30). Da sich Fachsprachen aber im täglichen, praktischen Gebrauch nicht durchsetzen lassen, sind unmiss-v*erständliche Normen* zwingend notwendig, die bereits in der Schule eingeübt werden müssen, wie die zehn Gebote.

Während die auf *kohärenten Einheiten-Systemen* basierenden, sog. *Grössen-Gleichungen* und das *internationale Einheiten-System* SI (ISO 1000: 1992) sich allgemein langsam durchgesetzt haben, werden die begrifflichen Grundlagen von *Modellen*, *Grössen* und *Grössen-Gleichungen* immer noch diskutiert.

Inzwischen wird das Internationale Größen-System ISQ (*International System of Quantities*) seit 2008 im internationalen Standard ISO/IEC 80000 *Quantities and units* (*Größen und Einheiten*) in 14 Teilen veröffentlicht. Darin haben die Größen, so wie es sinnvoll ist, vor den *Einheiten* den Vorrang. Der erste Teil dieses Normen-Systems, ISO 80000-1: *Quantities and units, General*, ersetzt die Normen ISO 31-0: 1992 und ISO 1000: 1992, die eng verwandt sind mit der Norm DIN 1313: 1998-12.

Das Ziel dieses Systems von Normen ist die *Harmonisierung früherer Normen*, ohne jedoch das hier genannte Problem fehlender kohärenter (Fach-)Sprachen

1. Roh-Entwurf!

und seine Lösung durch die *Regel basierte und getriebene Konstruktion* solcher Sprachen etc zu berühren.

MODELL

Diesem ersten Teil einer Neu-Ausgabe der Norm DIN 1313 liegt das explizite Modell *formaler Sprachen, abstrakter Modelle* oder *abstrakter Theorien* in der einfachsten Form zu Grunde. Alle Grund-Modelle werden als *Instanzen* dieses *Meta-Modells* konstruiert, so dass sie von vornherein ein *harmonisches Ganzes* bilden und auch nur so akzeptabel (Russell, 1912) und praktikabel sind.

ZIEL / PLAN

In diesem ersten Teil der aktualisierten Ausgabe der Norm wird eine kohärente *Hierarchie* von *Grund-Modellen* entsprechend dem *Stand der Technik* in Theorie und Praxis entwickelt. Das zentrale Thema ist dabei die *Intension der Begriffe*, deren *kohärente Definition* und *operationale Interpretation* in den *Kontexten von Fach-Sprachen und formalen Sprachen*.

An Beispielen wird gezeigt, welche Vorteile die über das ISQ hinausgehende *kohärente*, d. h. *Regel basierte* und *Regel getriebene Erzeugung* von *Modellen*, *Namen*, *Zeichen*, *Dimensionen* und *Einheiten* bietet. Dabei spielt das *Verstehen* der *Intensionen* aller Begriffe die zentrale Rolle, weil es die Grundlage für Entscheidungen ist.

[NOTIZ V.4: Das Anliegen ist ein Objekt-orientiertes effizientes, verständliches System kohärenter Normen zu entwickeln, basierend auf einem entsprechenden Wissens-Modell, wie ich es paradigmatisch für die klassische Mechanik in meinem opus magnum 'Newton's Principia and related principles revisited' entwickelt habe.

M. E. können wir uns den Luxus einfach nicht mehr leisten, in der Lehre und der Normung einfach so weiter zu machen wie bisher. Nur durch eine verständliche und befriedigende Rekonstruktion kommen wir aus dem undurchdringlichen Dickicht der Quer-Verweise heraus, nicht mit Hilfe eines 'Golems', der die Verweise (hoffentlich einmal) effizient verwaltet.]

Änderungen

Gegenüber der Ausgabe vom Dezember 1998 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

a) Objekt-Bereich und Titel erweitert
b) Theorien-Modelle eingeführt
c) Grund-Modelle entwickelt
d) mathematische Modelle definiert
e) Grössen-Modell entwickelt
f) alternative Konzepte erörtert
g) Terminologien angepasst
h) spezielle Grössen
in separate Teile verwiesen

Frühere Ausgaben

[Wie gehabt. Zu ergänzen: '1998-12'.]

1 Anwendungsbereiche

[Wie gehabt? Zu streichen: 'naturgesetzlicher Erscheinungen' und zu ergänzen!]

[NOTIZ 1.1: Die Norm ISO 80000-1 schliesst *ordinal quantities* und *nominal properties* von vornherein aus. Das geschieht in dieser Norm nicht schon am Anfang, sondern erst nach allgemeinen, einleitenden Kapiteln.

NOTIZ 1.2: Im Lichte dieses ersten Roh-Entwurfs einer Neu-Ausgabe der Norm DIN 1313 ist die Empfehlung, möglichst nur 'abzuhakende' Änderungen in dem gegebenen Format der vorherigen Ausgabe vorzunehmen, offensichtlich nicht sinnvoll durchführbar. Das liegt auch an der Tatsache, dass die Ausgabe DIN 1313: 1998-12 im Wesentlichen auf skalare Grössen beschränkt ist, einen einfachen, praktisch nicht besonders interessanten Sonderfall, der eventuell später in einer Teil-Norm separat behandelt werden muss.

NOTIZ 1.3: Weiterhin sollten *Ordinal-'Merkmale'* und *Nominal-'Merkmale'* nicht nur so kurz wie bisher in der Norm (11. *Merkmale*), sondern, ihrer Bedeutung angemessen, in separaten Teilen der Norm behandelt werden, soweit das nicht schon geschehen ist. [Verweise einfügen!] Dazu gehören unter vielen anderen z. B. auch zufällige und unscharfe Grössen (random and fuzzy quantities) und stochastische Prozesse.]

2 Verweise auf relevante Normen

[NOTIZ 2. 1: Der übliche Titel *Verweisungen* ist doppeldeutig und ist deshalb, wie alle solche *Substantivierungen*, grundsätzlich zu vermeiden, wenn immer das möglich ist. **Wir *verweisen (auf etwas)* und das 'Ergebnis' unseres *Verweisens* sind *Verweise (auf etwas).***

NOTIZ 2. 2: Was *normative* Verweise sind, weiss ich nicht. Ich *vermute*, daß *Verweise auf relevante Normen* gemeint sind. Dann sollte das m. E. auch gesagt werden. Normen, in denen vermutet werden muss, was gemeint sein könnte, sind m. E. keine Normen.

NOTIZ 2. 3: Wenn die Verweise nur signalisieren sollen, dass alle Normen von einander abhängen, bestenfalls aufeinander aufbauen, dann sollte das auch gesagt werden und die Verweise sollten wegbleiben.]

2.1 Allgemeine Normen

[Die *Verweise* müssen, wenn sie denn wirklich notwendig sind, vollständig aktualisiert und m. E. strukturiert und erläutert werden. Es fehlten in DIN 1313: 1998-12 V*erweise* auf Grund-legende Normen.]

DIN 2330 'Begriffe und Benennungen. Allgemeine Grundsätze'

DIN 2331 'Begriffssysteme und ihre Darstellung'

DIN 2332 'Benennen international übereinstimmender Begriffe'

DIN 2338 'Zeichen'

Die der Norm DIN 1313 entsprechende Norm ISO 31: *Quantities and units* war der internationale Standard der *Internationalen Organisation für Normung* (ISO) zu Größen und Einheiten des *internationalen Einheiten-Systems* (SI). Die SI-bezogenen Teile der ISO 31 sind auch in der ISO 1000 erfasst, die 1992 mit der

1. Roh-Entwurf!

aktuellen Fassung der ISO 31 konform erschienen ist. Sie ist neben der Norm DIN 1319 eine der grundlegenden *Normen des Messwesens*.

2.2 ISO 80000

[Notwendig ist jetzt ein ausführlicher *Hinweis*, oder sogar *Verweis* (?), auf die Normen ISO/IEC 80000-xx etwa in der Art des folgenden (fast) wörtlichen Zitats aus Wikipedia.]

Seit 2008 werden diese Normen durch die Normen ISO 80000 ersetzt, weil eine Harmonisierung der verschiedenen (Teil-)Normen notwendig wurde. **Das Ziel des vorliegenden Entwurfs von DIN XXXXX-1 ist weiter gesteckt als das von ISO 80000-*1: Quantities and units: General*.**

> NOTIZ 2.2.1: Zu beachten ist die Betonung des Meßwesens, die hier als unnötige, sogar für das Verstehen der wesentlichen Zusammenhänge hinderliche Beschränkung aufgefaßt wird. Allgemeiner geht es um die operationale Interpretationen, denn die meisten Grössen lassen sich gar nicht 'direkt' messen.

Das Internationale Grössen-System ISQ (International System of Quantities), ist definiert über folgende sieben Basisgrößen:

> Länge, Masse, Zeit, Stromstärke, Temperatur, Stoffmenge, Lichtstärke.
>
> NOTIZ 2.2.2: Die Namen Strom-Stärke und Licht-Stärke sind nicht haltbar. Korrekt sind *elektrischer Strom* und *Licht-Intensität*.

Sie wurden gewählt, weil ihre Einheiten die Basis-Einheiten des Internationalen Einheiten-Systems (SI) sind. (Der Standard ISO 80000 gibt zwar an, das SI basiere auf dem ISQ; dies ist aber unrichtig. Man könnte vielleicht sagen, SI und ISQ korrespondieren miteinander [Wikipedia])

Das ISQ wird seit 2008 im internationalen Standard *Quantities and units* (*Größen und Einheiten*) mit der Nummer 80000 – von der ISO (als ISO 80000) und der IEC (als IEC 80000-6, -13, -14) – in 14 Teilen veröffentlicht. Diese vorläufig als ISO/IEC 80000 bezeichnete Normensammlung wird die derzeitigen beiden Normen ISO 31 und IEC 60027 ablösen und in einer gemeinsamen, harmonisierten Form wiedergeben. Das für die Ausarbeitung der Normen zuständige Technische Komitee (*Technical Committee*) ist bei der ISO das TC 12 (*Quantities, units, symbols, conversion factors*) und bei der IEC das TC 25 (*Quantities and units, and their letter symbols*).

Tafel 2.3: ISO/IEC 80000: Gliederung

	Subject	**ISO References**	**DIN References** [Korrespondenzen einfügen!]
1	General	ISO 31-0, IEC 60027-1 and IEC 60027-3	
2	Mathematical signs and symbols to be used in the natural sciences and technology	ISO 31-11, IEC 60027-1	
3	Space and time	ISO 31-1 and ISO 31-2	
4	Mechanics	ISO 31-3	

5	Thermodynamics	ISO 31-4	
6	Electromagnetism	ISO 31-5, IEC 60027-1	
7	Light	ISO 31-6	
8	Acoustics	ISO 31-7	
9	Physical chemistry and molecular physics	ISO 31-8	
10	Atomic and nuclear physics	ISO 31-9 and ISO 31-10	
11	Characteristic numbers	ISO 31-12	
12	Solid state physics	ISO 31-13	
13	Information science and technology	subclauses 3.8 and 3.9 of IEC 60027-2:2005 and IEC 60027-3	
14	Telebiometrics related to human physiology	IEC 60027-7	

NOTIZ 2.2.3: Der erste Teil von ISO 80000-1 enthält nur eine *Normative reference* auf ISO/IEC Guide 99: 2007, '*International vocabulary of metrology*' (!). 'Dafür' enthält sie aber drei *Annexes (normative)*, also *Anhänge* oder *Anlagen* (?) im Sinne von *Verweisen*, z. T. früher nur *(infomative)*, im Sinne von *Hinweisen*, die m. E. wiederholen, was in anderen Normen zu finden ist, das aber vielleicht auch weiterentwickeln (?).

2.3 Spezielle Normen

[Hierher gehören detaillierte Verweise auf Normen, deren Inhalt aber nicht wiederholt werden muss, es sei denn es sind Korrekturen, Ergänzungen und/oder Neu-Ausgaben notwendig.]

3 Einführung

3.1 Problem

Ganz konkret fehlten der bisherigen Ausgabe der Norm DIN 1313: 1998-12: '*Grössen*' wie auch der Grund-legenden Norm DIN 2330: 1993-3: *'Begriffe und Benennungen. Allgemeine Grundsätze'*, Vereinbarungen eines *expliziten Modells* von *Theorien oder Modellen*, von *Begriffs-* und *Aussagen-Kalkülen*, also von *Fach- oder Epi-Sprachen* und *theoretischen Sprachen*, in denen *sachgerecht und effizient* über die hier zu normenden *Objekt-Bereich* gesprochen werden kann. Gleiches gilt für die Normen ISO/IEC 80000-1, die ausdrücklich nur Naturwissenschaften und Technik zu Gegenständen hat.

NOTIZ 3.1.1: Die Norm ISO/IEC 80000-1, Einleitung zu dem ganzen System von Normen, beginnt mit zehn Seiten *Terms and Definitions*, bevor überhaupt von einer Sprache die Rede ist! Dazu gehört auch der Annex 1: *Terms in names for physical quantities*.

1. Roh-Entwurf!

NOTIZ 3.1.2: Bei den *Objekt-Bereichen* kann es sich um *ideale 'Sachen' oder 'Systeme'* handeln, wie in der vorliegenden Norm, oder um *reale 'Sachen' oder 'Systeme'*, wie z. B. um physikalische, chemische technische, biologische, wirtschaftliche und soziale Systeme. *Objekt-Bereiche* sind also nicht nur die in der ISO 80000 Gliederung von 3 bis 10 12 bis 14 genannten, sondern unter vielen anderen z. B. auch Geo-Dynamik, Astro-Physik, Biologie, Neuro-Physiologie, Psychologie und Soziologie.

NOTIZ 3.1.3: Der Name *Objekt-Bereich* wurde gewählt, weil er *etwas weniger* missverständlich ist und deshalb *etwas weniger* in die Irre führt, als der Name *Gegenstands-Bereich*. Beide sind der *Umgangs-Sprache* und der ihr seit der 'Stein-Zeit' *inhärenten* 'solid body logic' verhaftet, wie übrigens auch der modische Name *epistemic object*. Der Name (*micro-*)*universe of discourse* trifft die *Intension*, das was gemeint ist, immer noch am besten.

Diese Sprachen können ihre Zwecke aber nur erfüllen, wenn sie für 'jeden' Praktiker und Theoretiker einfach zu verstehen, zu merken und zu anzuwenden sind, so wie die zehn Gebote. In dem vorliegenden Fall ist das nicht 'so' leicht möglich, weil die zu normenden, mit der urzeitlichen Praxis entwickelten fundamentalen Begriffe tief in der menschlichen Sprache und im menschlichen Denken verwurzelt sind.

Weil sie so tief im Denken und Sprache verwurzelt sind, werden die Grund legenden Begriffe irrtümlich für selbstverständlich und die damit verbundenen Vorstellungen für richtig gehalten. Im Rahmen der Umgangs- oder Mutter-Sprache und der tradierten philosophischen Systeme lassen sich die Begriffe in der praktisch notwendigen knappen Präzision deshalb nicht klären.

Das Problem der Begriffs-Klärung und seine pragmatische Lösung hat Newton in dem Scholium zu seinen 'Definitionen' unvergleichlich präzise und klar am Beispiel der Begriffe von Zeit und Raum beschrieben. Dass Newtons völlig klare Unterscheidung von *abstrakten Begriffen* und ihren *operationalen Interpretationen* im Sinne des *dualen Theorien-Modells* bis heute nicht verstanden wird, ist völlig unglaublich, aber leider wahr.

> "Hitherto I have laid down the definitions of such words as are less known, and explained the sense in which I would have them to be understood in the following discourse. I do not define time, space, place and motion, as being well known to all. Only I must observe, that the common people conceive those quantities under no other notions but from the relation they bear to sensible objects. And thence arise certain prejudices, for the removing of which it will be convenient to distinguish them into absolute and relative, true and apparent, mathematical and common."

NOTIZ 3.1.4: Das duale Theorien-Modell unterscheidet zwischen *abstrakten Modellen*, axiomatischen Systemen, und ihren *operationalen Interpretationen*, zwischen *abstrakten Theorien* und *Interpretations-Theorien*, die ihrerseits in der abstrakten Sprachen formuliert sind. *Messungen ohne Theorien* gibt es nicht, wie schon Goethe wußte: 'alles Factische ist schon Theorie'.

NOTIZ 3.1.5: Im DIN-Taschenbuch 202, 'Formelzeichen, Formelsatz, Mathematische Zeichen und Begriffe' sucht man die Stichworte *formale Sprachen* und *axiomatische Systeme* leider noch vergebens. Die finden sich aber (sicher) in den Normen zur Informatik, jedoch [vermutlich] ohne den Bezug auf die hier interessierenden Anwendungen. [Prüfen und Verweise auf relevante DIN-Normen einfügen!]

3.2 Modell

Komplizierte *Sach-Verhalte*, wie die hier zu normenden, können nur *geklärt* und *verstanden* werden, wenn sie *eingebettet* werden in *Meta-Theorien*, *abstrakte Modelle* und entsprechende *Meta-Fach- Sprachen* und *formale Meta-Sprachen*, deren *axiomatische Form* seit Euklids *Elementen der Geometrie* bekannt ist.

Darstellungen *more geometrico* wurden seither, also seit über zweitausend Jahren, als ideal angesehen, als der Endzustand jeder Theorie eines Objekt-Bereichs. Das prominenteste Beispiel für die Anwendung der axiomatischen Methode, Newtons *Principia*, wurde aber erst 1687 veröffentlicht. Sowohl die Darstellungen der *Elemente* als auch der *Principia* genügen aber nach Hilbert nicht mehr den heutigen Standards.

Die wichtige Erkenntnis, von der hier Gebrauch gemacht wird, ist, dass die axiomatische Methode mit großem Nutzen auf jedes Teil-Problem auf jeder Ebene beim Lösen von Problemen angewendet werden kann.

NOTIZ 3.2.1: Die folgende Darstellung macht deutlich, dass es sich bei der erörterten Problemen nicht um philosophische, logische und mathematische Spitzfindigkeiten handelt, sondern um die Klärung von Begriffen, die unmittelbar für effiziente Anwendungen in dieser Norm selbst und in der täglichen Forschung, Lehre und Praxis notwendig sind und warum die Revision der bisherigen Fassung der Norm DIN 1313: 1998-12 und der Norm DIN 2330: 1993-12 trotz der Norm ISO 80000-1: *Quantities and units, General*, dringend, zwingend notwendig wird [wurde].

NOTIZ 3.2.2: Bei diesem Entwurf wurde ganz bewußt (noch) *nicht* ausdrücklich auf die Grund legende Norm DIN 2330: 1993-3: *Begriffe und Benennungen. Allgemeine Grundsätze* etc Bezug genommen, weil es ausdrücklich um *das Verstehen* der *Intensionen von Begriffen* geht und weil bereits eine Neu-Ausgabe der Norm DIN 2330 vorbereitet wird.

3.3 Ziel

Die Vereinbarung eines *Theorien-Modells, eines Modells theoretischer Sprachen* steht nach dem Gesagten in dieser Fassung der Norm an erster Stelle. Alle Modelle werden danach als *Instanzen*, als *Beispiele* dieses *Meta-Modells* entwickelt. **Das Ziel ist *nicht die Harmonisierung* bestehender Normen, sondern deren rigorose *Bereinigung* und *Vereinfachung* entsprechen dem *Stand der Theorie und Technik*.**

NOTIZ 3.3.1: Normen sollen keine Lehrbücher sein, sondern Richtlinien für Forschung, Lehre und Praxis. [Die vier Teile der Norm DIN 1319: *Grundlagen der Messtechnik* mit ihren zusammen genau 100 Seiten sind *trotzdem* ein Lehrbuch, das 'hundertste' zu dem Thema!]. Sie müssen aber hinreichend vollständig gefaßt sein, so dass die Benutzer nicht erraten müssen, was die Norm-Ausschüsse sich dabei gedacht haben könnten und/oder was die Mitglieder der Norm-Ausschüsse noch nicht wußten, und so, dass die Benutzer nicht die Arbeit machen müssen, die (sich) die Norm-Ausschüsse hätten machen sollen.

NOTIZ 3.3.2: Normen sollen auf breitem *Konsens* beruhen, damit sie akzeptabel sind. *Konsens* ist aber nicht zu verwechseln mit *faulen Kompromissen* auf und *Mehrheits-Voten* für gewohnte, aber 'seit acht Jahrzehnten' (Smolin, 2007) überholte Vorstellungen und Verfahren. Normen müssen vielmehr *wenigstens* dem Stand der Technik entsprechen, um *auch in der öffentlichen*

1. Roh-Entwurf!

Wahrnehmung '*Innovationen beschleunigen*' zu können, so das Motto der Ausstellung des DIN zur Verleihung der Urkunde 'Ausgewählter Ort' im Wettbewerb 'Land der Ideen' des Jahres 2010.

3.4 Tafeln

Das Ziel kann nur erreicht werden durch intuitiv erfaßbare Darstellungen der Zusammenhänge. Das geschieht in dieser Norm durch *Schemata* oder *Tafeln* in dem bequemen *Tabellen-Format*.

Tafel 2.3: ISO/IEC 80000: Gliederung.....6
Tafel 4.1: Ebenen der Diskussion 11
Tafel 4.2: Axiomatische Systeme 12
Tafel 4.3: Begriffs-Modell 14
Tafel 5.1: Grössen-Modell.....16
Tafel 5.2: Werte-Bereiche 17
Tafel 5.3: Mathematische Modelle 19
Tafel 6.2: Basis-Grössen, Dimensionen.20
Tafel 8.1: Objekt-orientierte Notation 28
Tafel 8.2: Änderungs-Rate 28
Tafel 9.1: Zustands-Grössen.....29
Tafel 9.2: Zustands-Grössen: Namen 30
Tafel 9.3: Bilanz-Modelle: Extensitäten..32
Tafel 10.1: Stoff-Mengen.....34
Tafel 10.2: Elementare Mechanik 35
Tafel 10.3: Energie-Bilanzen.....36
Tafel 10.4: Bilanzen innerer Energien....37
Tafel 11.1: Verhaltens-Modelle 39
Tafel 11.2: Zustands-Modelle.....40
Tafel 11.3: Struktur, Parameter.....42

Die *Tafeln* machen die diskutierten *Begriffs-Systeme* und die *Bedeutung* der benutzten Namen intuitiv verständlich, 'they *explain* the sense, in which names are to be understood in the following standard'.

NOTIZ 3.4.1: **Nur diese oder ähnliche Darstellungen *expliziter Modelle, auf die mit Fingern, Stöcken oder Laser-Strahlen gezeigt werden kann*, machen erfolgreiche Kommunikation und Kooperation möglich**, wie inzwischen auch die Anthropologen 'entdeckt' haben (Tomasello, 2009). [Wie überall in der Technik war das ganz bewusst und ausdrücklich auch in der Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau tägliche Praxis.]

NOTIZ 3.4.2: Die meisten Tafeln in dieser Norm sind ihrer Natur nach keine Tabellen von Formel-Zeichen, wie sie in z. B. in den DIN-Taschenbüchern 202 und 22 zu finden sind. Tabellen von Formelzeichen für Begriffe fehlen die für das Verstehen der Begriffe wesentlichen *Begriffs- und Aussagen-Kalküle*, wie sie in dieser Ausgabe der Norm entwickelt werden und deren Nutzen für die *Erzeugung kohärenter Systeme von Begriffen, Namen, Zeichen, Dimensionen und Einheiten* an hinreichend realistischen Beispielen gezeigt werden wird.

NOTIZ 3.4.3: Die *Tafeln* werden durch Nummern und Titel bezeichnet bzw. benannt. *Notizen*, die sich auf Tafeln beziehen werden durch die Nummern der Tafeln und der Zeilen bezeichnet, z. B. T.4.3.C.2.

4 Theorien-Modell

4.1 Diskussions-Ebenen

Objekt-Bereiche (*micro-universes of discourse*) in Natur, Technik, Gesellschaft, Philosophie etc werden *vorgestellt* oder *angeschaut*, im Denken *begriffen* und in *Fach-Sprachen repräsentiert*. Werden diese Sprachen *formalisiert*, so werden sie *formale Sprachen* genannt. *Formale Sprachen* sind *abstrakte Theorien*, die durch *Interpretations-Theorien* mit den *Objekt-Bereichen* verknüpft werden.

Das folgende Schema zeigt skizzenhaft die verschieden Ebenen der Diskussion.

Tafel 4.1: Ebenen der Diskussion

1	**Seiendes**		Sachen	Sachverhalte

2	**Anschauen**	Vorstellung	Objekte (objects)	Beziehungen (relations)
3	**Erkennen**	denken Gedanken	begreifen (to conceive) Begriffe (concepts)	urteilen (to propose) Urteile (propositions)
4	**Sprechen Sprachen**	Syntax	Wörter (words)	Sätze (sentences)
5		Semantik	benennen (to name] Namen (names)	aussagen (to state) Aussagen (statements)
6	**Modellieren**	formale Sprachen	bezeichnen (to denote) Zeichen (symbols) Variable, Konstanten	formulieren (formulate) 'Formeln' (formulae)

In den *Umgangs-Sprachen* und den *Fach- oder Epi-Sprachen*, häufig noch *Fach-Jargons*, werden **diese sehr verschiedenen, aber aufs Engste miteinander verknüpften Ebenen der Diskussion oft nicht sauber getrennt**. Die Folge sind viele, nicht nur sprachlich, sondern auch sachlich falsche Aussagen.

NOTIZ 4.1.1: Wer z. B. Begriffe 'mit Namen bezeichnet', 'der schlägt auch dem Fass die Krone ins Gesicht und lässt Gras über die Wunde wachsen' und darf sich nicht wundern, wenn er Opfer seines eigenen schlampigen Sprach-Gebrauchs wird.

NOTIZ 4.1.2: In der Fassung DIN 1313: 1998-12 wurde statt des Namens *Objekt* ohne [für mich] erkennbaren Grund und ohne verständliche Erläuterung der Name *Träger* eingeführt. Wie der häufig benutzte Name *Gegenstand* und der Name *Merkmal* statt *Aspekt* beruht er [m. E.] auf einer für die meisten heutigen Anwendungen viel zu einfachen *Ontologie*.

Viele traditionelle Namen und Zeichen wecken falsche, überholte Vorstellungen, die zu falschen Urteilen und Entscheidungen führen. Im Folgenden wird dieser unhaltbare Zustand, dessen Überwindung Ziel nicht nur dieser Norm ist, an wichtigen Beispielen deutlich gemacht.

NOTIZ 4.1.3: Dies ist kein Problem einzelner Individuen, sondern ein weitverbreitetes Problem, wie Helmholtz in einer seiner berühmten Reden über Goethe festgestellt hat (1896/II 354):

> "Dass übrigens der Gebrauch abstracter Begriffe im Munde unverständiger Leute, die den ursprünglichen Sinn nicht mehr kennen, zum abenteuerlichsten Unsinn auswachsen kann, ist ja nicht nur der theoretischen Physik eigenthümlich."

NOTIZ 4.1.4: In diesem Sinn und im Lichte des vorliegenden Roh-Entwurfs wird nach dem Sinn der Arbeit des AK 'Mathematische Struktur des Grössen-Kalküls' zu fragen sein.

1. Roh-Entwurf!

4.2 Abstrakte Modelle

Formale Sprachen sind auf der *Ebene der Logik axiomatische Systeme*, bestehend aus *Begriffs-Kalkülen*, auch *Konstitutions-Kalküle* genannt, und *Aussagen-Kalkülen*, durch die der *Inhalt* der Begriffe *implizit* (Hilbert) definiert werden.

Ein *Begriffs-Kalkül* besteht aus *expliziten Regeln für das Einführen* von *Grund-Begriffen*, den Grund-Begriffen, die nicht definiert werden, den *expliziten Regeln zum Definieren* neuer Begriffe sowie den *definierten Begriffen*. Entsprechend besteht ein *Aussagen-Kalkül* aus den *expliziten Regeln des Bildens* oder *Formens* von *Grund-Aussagen*, *Grund-Aussagen,* den *Axiomen*, die nicht deduziert werden, *expliziten Regeln zum Deduzieren* neuer *Aussagen* sowie den *deduzierten Aussagen*, den *Theoremen*.

Auf der Ebene der Sprache, in der Terminologie der *Grammatik* sind die *Begriffs-Kalküle* die *Wort-Lehren* formaler Sprachen und die *Aussagen-Kalküle* deren *Satz-Lehren*. Die Begriffs-Kalküle sind die Grundlage für die Erzeugung *kohärenter Begriffs-Systeme*, die Aussagen-Kalküle bilden die Grundlagen für die *Interpretation* der Begriffe, insbesondere die *operationale Interpretation von Grössen.*

NOTIZ 4.2.1: Das trifft auch auf den verschiedenen Ebenen der Anwendung zu. Bereits Goethe wusste, 'dass alles Faktische schon Theorie ist'. Die Theorien sind nicht nur die der *Objekt-Bereiche* selbst, sondern auch die aller notwendigen *Mess-Systeme*.

Tafel 4.2: Axiomatische Systeme

	… -Kalkül **… -'Lehre'**	**Begriffs-Kalkül** **Wort-'Lehre'**	**Aussagen-Kalkül** **Satz-'Lehre'**
1	**Regeln …**	Regeln des Einführens von Grund-Begriffen	Regeln des Formens von Grund-Aussagen
2	**Grund …**	Grund-Begriffe Grund-Wörter	Grund-Aussagen *Axiome* Grund-Sätze (well formed formulas)
3	**Regeln …**	Regeln des Definierens weiterer Begriffe	Regeln des Deduzierens weiterer Aussagen
4	**'abgeleitet' …**	definierte Begriffe definierte Wörter	deduzierte Aussagen *Theoreme* deduzierte Sätze

NOTIZ 4.2.2: In diesem Roh-Entwurf werden die Regeln des Einführens von Begriffen und Formens von Grund-Sätzen, sowie des Definierens von 'abgeleiteten' Begriffen und Deduzierens 'abgeleiteter' Aussagen (noch) nicht 'expliziert', sondern wo notwendig eher am Rande erwähnt und erläutert. Dabei geht es auch nicht um die Regeln der *Syntax*, sondern um die der *Semantik*. Der Grund ist, dass diese Meta-Regeln auf *fundamentalen Postulaten* basieren, z. B. dem der *Objektivität* von Modellen, die nicht Gegenstände dieser Norm sein können, und weil die Regeln sich prinzipiell nicht vollständig formalisieren lassen.

NOTIZ 4.2.3: Formal logisch können prinzipiell beliebige Begriffe als Grund-Begriffe gewählt werden. In der Physik und Technik ist das aber nicht sinnvoll. Dort gibt es *fundamentale Mechanismen* und entsprechende Begriffe. Wie später an den Beispielen der Flüsse gezeigt wird, führt die Miss-Achtung dieser Tatsache immer noch zu den gröbsten Miss-Verständnissen und intellektuellen Verrenkungen..

NOTIZ 4.2.4: Die Begriffe können sehr verschiedener Natur sein und entsprechend verschieden können die Logiken, die Regeln des Definierens und Deduzierens sein. 'Aussagen-Kalkül' ist also nicht in dem engen Sinne der klassischen Logik des Aristoteles zu verstehen, sondern ganz allgemein auch im Sinne aller möglichen Logik-Kalküle, wie des Prädikaten-Kalküls, des Klassen-Kalküls, des Relationen-Kalküls und von Sonder-Kalkülen, wie z.B. der Modal-Logik, der mehrwertigen Logik, der kombinatorischen Logik, der Wahrscheinlichkeits-Logik und der Logik unscharfer Begriffe (fuzzy logic).

Newtons Bemerkung kann daher verallgemeinert werden:

> 'I do not define *basic concepts and do not deduce basic propositions*, as being well known to all. Only I must observe, that the common people conceive those *concepts and propositions* under no other notions but from the relation they bear to sensible objects.' *Italics: MS.*

Aspekte von Begriffen sind ihre *Intension*, ihr *Inhalt*, und ihre *Extension*, ihr *Umfang*. Wesentliche Gegenstände dieser Norm sind die *Intensionen* von Begriffen auf allen Ebenen der Anwendung dieses Sprach-Modells.

NOTIZ 4.2.5: Der Einwand, dass vor der Konzeption von Modellen schon *unabhängig definierte Begriffe* 'da sein' müssen, beruht also auf einer unhaltbaren Vorstellung. Die *Begriffe* erhalten erst im Kontext von *Aussagen* ihren Sinn, sie sind immer schon *Theorie geladen* (*theory laden*).

Namen sind nur im Kontext von Sprachen sinnvoll und Begriffs-Kalküle sind nur im Kontext formaler Sprachen sinnvoll. Die Intensionen von Begriffen werden durch die Aussagen-Kalküle, durch Begriffs-Kontexte 'implzit', kohärent definiert und interpretiert.

NOTIZ 4.2.6: **Von den** in verschiedenen micro-universes of discourse praktizierten **Methoden, Begriffe zu bilden** (Jung, 1979/76-82), **wird hier also nur die wichtigste, die axiomatische Konstruktion verwendet**. Die anderen Methoden, u. a. logische Konstruktion, kontextuelle Definition, Analogiebildung, paradigmatische Methode, müssen gegebenen Falls bei Bedarf noch beschrieben werden oder in separaten Normen behandelt werden.

NOTIZ 4.2.7: In der Norm DIN 2330 'Begriffe und Benennungen' wird nur die von Aristoteles, ursprünglich für die Biologie, eingeführte Methode auf der Basis von Merkmalen erwähnt und ein völlig unzureichendes Modell des Denkens zu Grunde gelegt (3.5.1): "Das Denken vollzieht sich in Begriffen." **Diesem Entwurf für ein Neu-Ausgabe der Norm liegt dagegen das angemessenere Modell vom *Denken in Sprachen* zu Grunde.**

NOTIZ 4.2.8: Die Norm DIN 2330 ist leider sprachlich völlig verquast und unakzeptabel. Was sollen z. B. unter 3.5.3 die ersten beiden Absätze 'besagen'?

> "Bezeichnungen in natürlichen Sprachen sind im wesentlichen Benennungen. Insbesondere in Naturwissenschaften und Technik werden auch häu-

1. Roh-Entwurf!

fig Ideogramme (Sinnschreibzeichen) verwendet. Formen von Ideogrammen sind z. B. Bildzeichen, Ziffern.

Eine Benennung ist die mindestens ein Wort umfassende Bezeichnung eines Begriffs."

'Auf Deutsch' soll der erste Absatz vermutlich 'sagen': 'In natürlichen und Fach-Sprachen werden Begriffe mit Namen benannt, in formalen Sprachen auch mit Zeichen bezeichnet.' Der zweite Absatz ist 'absolut' hohl, bar jedes Inhalts, also völlig überflüssig.

4.3 Begriffs-Modell

Im Sinne dieses Modells sind Gegenstände dieser Norm im Wesentlichen 'nur' *Begriffs-Kalküle*. Vollständige Theorien mit *Aussagen-Kalkülen* werden in Ansätzen als Beispiele entwickelt, sind aber vollständig entwickelt in Zukunft Gegenstände eigener Teil-Nomen.

NOTIZ 4.3.1: Wichtige verwandte Begriffe sind in der Norm DIN 5473: 1992-07: 'Logik und Mengenlehre' zu finden, allerdings ohne den hier interessierenden Bezug auf die konkreten Anwendungen in Objekt-Bereichen. Auch die Norm DIN 5473 dient dem erklärten Ziel der Klärung von Begriffen und beginnt deshalb auch mit einer 'Festlegung des begrifflichen Rahmens', Seiten 2 bis 4.

Tafel 4.3: Begriffs-Modell

	Name	**Zeichen**	**Intension**
C	**Grund-Begriffe: Kategorien**		
C.1	Objekt	O	Variable für Objekte eines Objekt-Bereichs
C.2	Aspekt	A	Variable für Aspekte von Objekten des Bereichs
C.3	Intension	I	Kategorie der Intension von Begriffen
C.4	Extension	E	Kategorie der Extension von Begriffen
D	**Definierte Begriffe**		
D.1	Begriff (concept)	$C \equiv A$	Variable für Begriffe
D.2	Begriffs-Inhalt	$C^{\mathrm{I}} \equiv A^{\mathrm{I}}$	Variable für Begriffs-Intensionen
D.3	Begriffs-'Umfang'	$C^{\mathrm{E}} \equiv A^{\mathrm{E}}$	Variable für Begriffs-Extensionen
A	**Grundaussage: Axiom**		
A.1	Begriff, Aspekt eines Objektes	$C(O) \equiv A(O)$	Prädikator-Variable

NOTIZ 4.3.2: Die Klärung des Begriffs *Begriff* hat die grössten Geister beschäftigt, unter anderen Platon, Aristoteles, Leibniz, Kant, Frege, Cassirer;

Carnap. Die Ergebnisse der Philosophen und Logiker sind aber keine Modelle des tatsächlichen Denkens und sind nicht ohne Weiteres als 'Instrumente kollektiven Handelns' in Forschung, Lehre und Praxis anwendbar (Mannheim, 1985), wie es diese Norm sein soll.

NOTIZ 4.3.3: Die *Vorstellung*, die *Metapher*, die den gewählten *Namen* zu Grunde liegt, ist die eines *Objektes* mit *verschiedenen Seiten*, die in Goethes Sinn *angeschaut* werden.

NOTIZ 4.3.4: Die meisten der *hier interessierenden Aspekte* sind *keine Eigenschaften* der betrachteten *Objekte* in dem noch zu definierenden Sinn des Wortes. Die *Intensionen* der entsprechenden *Begriffe* können deshalb *hier* nicht sinnvoll *Merkmale* genannt werden, weil der Name *Merkmal* als Synonym für *charakteristische Eigenschaft* benutzt wird. In der Logik werden *Aspekte* auch *Prädikate* genannt und durch *Prädikatoren* bezeichnet.

5 Mathematische Modelle

5.1 Grössen-Modell

Die sehr verschiedenen *Aspekte von Objekten, also die sehr verschiedenen Begriffe* eines *Objekt-Bereiche*s werden auf sehr verschiedene Weisen bewertet. Das 'Spektrum' reicht vom *subjektiven bis zum objektiven Bewerten*. Was in den *interessierten Gesellschaften jeweils als subjektiv und objektiv 'gilt'*, unterliegt der *geschichtlichen Entwicklung*. Schon die Intensionen der Terme *subjektiv* und *objektiv* haben sich in den letzten zweihundert Jahren in ihre Gegenteile verkehrt.

NOTIZ 5.1.1: Betreffend den *Gebrauch* der Terme *subjektiv und objektiv* in den letzten zweihundert Jahren ist festzustellen, dass im Deutschen der Gebrauch insgesamt stark zurückgegangen ist, während er in Englischen sehr stark zugenommen hat (Google Culturomics).

In dieser Norm werden *das mehr oder weniger subjektive moralische Bewerten und das mehr oder weniger subjektive ästhetische Bewerten* ausdrücklich *nicht* betrachtet. Auch das mehr oder wenige objektive Bewerten wird in der vorliegenden Teil-Norm eingeschränkt wie im Folgenden präzisiert wird, nachdem der Begriff der Grösse und ein Grössen-Modell eingeführt sind.

Grössen, quantitative Begriffe (quantitative concepts), sind eine Teil-Klasse von *Begriffen* eines *Objekt-Bereichs,* denen durch wohl *definierte, d. h. vereinbarte,* 'letztlich' *genormte Operationen Werte aus Werte-Bereichen* zuordnet werden. Die einzelnen *Operationen* werden *durch Operator-Konstanten,* mathematisch *Funktor-Konstanten*, bezeichnet, während die resultierenden *Werte* durch *Werte-Variable* bezeichnet werden.

NOTIZ 5.1.2: Es sind also nicht die *Grössen Variable*, wie fälschlich immer wieder gesagt und geschrieben wird, sondern deren *Werte* sind jeweils mit der Zeit in einem gegebenen *Werte-Bereich* variabel, der durch eine *Werte-Variable* bezeichnet wird.

In der Praxis werden die *Werte-Variablen* oft mit den gleichen *Zeichen* bezeichnet und mit den gleichen *Namen* benannt wie die *Operator-Konstanten*. Dieser sehr effiziente, aber 'schlampige' Gebrauch, ist leider die Quelle vieler Missverständnisse, da er gewöhnlich nicht explizit erklärt wird.

Dieser Gebrauch kann daher in einer so fundamentalen Norm wie der vorliegenden *nicht* akzeptiert werden. Denn die Norm soll nicht nur in allen quantitativen

1. Roh-Entwurf!

Wissenschaften, sondern auch in Philosophie, Logik, und Didaktik akzeptabel sein und die eindeutige Verständigung über Fachgrenzen hinweg ermöglichen.

Tafel 5.1: Grössen-Modell

	Name	**Zeichen**	**Intension**
C	**Grund-Begriffe**		
C.1	Objekt (object)	O	Variable für Objekte des betrachteten Objekt-Bereichs
C.2	Zeit	t	Werte-Variable für die Zeit
C.3	Vergangenheit (past time)	$t' = [-\infty, t]$	Werte-Variable der bis zum betrachteten Zeit-Punkt vergangenen Zeit mit Definitions-Bereich
C.4	Aspekt (aspect)	A	Aspekt eines Objektes
C.5	Grösse (quantitative concept)	Q	Variable für Operator-Konstanten, z. B. Funktions- oder Funktional-Zeichen, die operationale Interpretationen repräsentieren
C.6	Struktur (format)	F	Kategorie des Formats von Operatoren
C.7	Eigenschaften (parameters)	P	Kategorie der Parameter von Operatoren
C.8	Werte, 'Beträge' (values, magnitudes)	q	Variable für Werte-Variable der Ergebnisse von operationalen Interpretationen
D	**Definierte Begriffe**		
D.1		$f \equiv Q^{F}$	Format von Operatoren
D.2		$p \equiv Q^{P}$	Parameter von Operatoren
A	**Grund- Aussagen: Axiome**		
A.1		$q = Q(A, t, t')$	
A.2		$q = f(p, A, t, t')$	

Der Intension des Begriffs *Grösse* entsprechend ist die *Operation* der Interpretation von quantitativen Begriffen ein *Bewerten,* dessen Ergebnisse *Werte* sind. Praktisch erfolgt das *Bewerten* durch *formales* '*Berechnen*' und/*oder experimentelles* '*Bestimmen*', nur in den einfachsten Fällen durch direktes *Aus-Zählen* oder *Aus-Messen; s. u.* *Ausmessen* und *Ausmaße* (extent) sind daher im Allgemeinen weniger geeignete Namen für die Operationen des Bewertens und die resultierenden Werte.

NOTIZ 5.1.3: Im Englischen werden alle Grössen, sowohl die Operationen als auch die resultierenden Werte, *quantities* genannt, auch wenn sie keine

Extensitäten, s. u., sind. Während der Ausdruck *magnitudes* für Grössen im Englischen nicht gebräuchlich ist, wird im Französischen der Name 'grandeur' benutzt.

NOTIZ 5.1.4: Im Wörterbuch finden sich folgende englische Übersetzungen für Grösse: size (einer Zahl, einer Hose), height (eines Körpers, eines Berges), quantity (Menge, oder einer Menge?), extent (Ausmaß), magnitude (eines Sternes). Das sind genau die gleichen Bedeutungen, die das Wort Grösse im Deutschen hat.

NOTIZ 5.1.5: Der naheliegende, bequeme Gebrauch des Ausdrucks 'extensive Grösse' für 'Extensität' ist falsch. Alle Grössen sind 'extensiv' und das ist vermutlich auch der Grund für den 'also' im Prinzip nicht unrichtigen Englischen Sprachgebrauch 'quantity' für 'Grösse'.

NOTIZ 5.1.6: Auch der naheliegende, bequeme Gebrauch des Ausdrucks 'intensive Grösse' für 'Intensität' ist falsch; weitere Diskussion unter NOTIZ 9.1.2.

5.2 Werte-Bereiche

Wie die folgende Tafel zeigt können die Werte-Bereiche von *Grössen*, *quantitativen Begriffen*, sehr verschieden sein.

Tafel 5.2: Werte-Bereiche

	Skalen	diskontinuierlich	kontinuierlich
1	**Nominal-'Skalen'**	z. B. Auto-Nummern	
2	**Ordinal-Skalen** **topologische S.** Ordnungs-Schemata	z. B. Beaufort-Skala, Richter-Skala, unscharfe Begriffe (fuzzy concepts)	
3	**Intervall-Skalen** willkürliche Einheiten und willkürliche Null	z. B. Farb-Skalen (ISO 2846 und ISO 12647)	z. B. Zeit, Ort, Celsius-Skala
4	**Verhältnis-Skalen** willkürliche Einheiten	z. B. Blätter Papier, Flaschen Wein, Fässer Öl	z. B. Dauer, Abstand, Volumen, Masse, Kelvin-Skala
5	**Absolute Skalen**	z. B. natürliche Zahlen, ganze Zahlen, rationale Zahlen	z. B. reelle Zahlen, imaginäre Zahlen

In der folgenden Teil-Norm wird, wie u. a. in der Norm ISO 80000-1, die Betrachtung auf Grössen mit *Werten aus den Werte-Bereichen der reellen Zahlen und der komplexen Zahlen*, mit reellen Real- und Imaginär-Teilen, sowie Matrizen solcher Zahlen und Matrizen solcher Matrizen (nested matrices), beschränkt. Grössen mit Werten aus anderen, z. B eingeschränkten Werte-Bereichen, wie denen der rationalen oder der ganzen Zahlen, sind [in Zukunft evtl.] Gegenstände anderer Teile dieser Norm.

Die Vorteile dieses Ansatzes, der auf Arbeiten von Frege und Carnap fußt, und der gängigen Praxis entspricht, *rein numerische Werte* als *Werte* von *Grössen-Funktionen* zu benutzen, beruhen auf der Tatsache, dass die Modelle damit tatsächlich rein 'mathematische' Modelle sind und die mathematischen Strukturen und Kalküle ohne Weiteres so verwendet werden können,

wie sie genormt und in Programmier-Sprachen und auf Rechen-Anlagen implementiert sind.

NOTIZ 5.2.1: Die von Carnaps Ansatz implizierte Rolle der Mathematik in den Wissenschaften ist im Einklang mit den Vorstellungen und Erkenntnissen anderer Autoren, wie z. B. mit denen Wittgensteins im *tractatus logico-philosophicus* von 1918, veröffentlicht 1921:

> "6.211. Im Leben ist es ja nie der mathematische Satz, den wir brauchen, sondern wir benützen den mathematischen Satz nur, um aus Sätzen, welche nicht der Mathematik angehören, auf andere zu schließen, welche gleichfalls nicht der Mathematik angehören."

NOTIZ 5.2.2: Diese Auffassung steht Im Gegensatz zu dem Konzept von Werten 'physikalischer Grössen', bestehend aus ihrer Einheit und ihrem Wert. Die Einheiten der Grössen sind nach Carnap logisch aber Bestandteile der Funktoren. **Die Methoden zur Identifikation der Werte von Grössen repräsentieren nämlich in der Praxis aufwändig *kalibrierte Mess- und Rechen-Systeme*, die nur Zahlen-Werte liefern;** s. 6.4 Kalibrierungen.

NOTIZ 5.2.3: *Nur in den einfachsten Fällen* lassen sich Einheiten 'mitschleppen', auch in Programm-Systemen, wie z. B. Mathcad. Aber gewöhnlich werden selbst in einfachen Fällen in Eingabe- und Ausgabe-Routinen alle Werte auf kohärente Mass-Einheiten umgerechnet bzw. wieder auf geforderte, oft nicht-kohärente Einheiten umgerechnet; z. B. in nautische Meilen und in Knoten, nautische Meilen pro Stunde.

Die Mathematik hat dabei die Funktion eines sehr bequemen 'Vehikels', mit dem man von gegebenen Werten 'gewisser' Aspekte sehr effizient zu gesuchten Werten anderer Aspekte gelangt.

NOTIZ 5.2.4: Beispiele dafür sind der Wahrscheinlichkeits-Kalkül und der Matrizen-Kalkül. Dabei spielt der 'Inhalt', z. B. der von Matrizen, gar keine Rolle, so wie beim Transport mit einem schnellen Schiff der Inhalt der transportierten Container auch keine Rolle spielt.

NOTIZ 5.2.5: Eines besonderen 'Grössen-Kalküls', eines Kalküls '*Dimensions-behafteter*' Grössen, wie er in der Fassung DIN 1313: 1998-12 schon einleitend als problematisch erwähnt wird und von und Griesel [Zitat einfügen!] und Rang (2005) vertreten und im NA 152-01-01-06 AK 'Mathematische Struktur des Größenkalküls' noch weiter entwickelt wird, bedarf es im Lichte des vorliegenden Entwurfs nicht, er ist praktisch und theoretisch überflüssig. Die Leitungs- und Steuerungs-Gremien des DIN stehen also *nolens volens* vor einer Entscheidung über die Fortführung der Arbeit des AK.

NOTIZ 5.2.6: Tatsächlich sind im Sinne des zu Grunde gelegten Sprach-Modells jeweils Grössen-Definitions-Kalkül und Grössen-Deduktions-Kalkül zu unterscheiden. Die Definitions- oder Konstitutions-Kalküle dienen der formalen Definition von neuen Grössen, sowie der Herleitung kohärenter Dimensionen und Einheiten dieser Grössen, wie im folgenden Kapitel beschrieben. Die Deduktions- oder Interpretations-Kalküle dienen der Deduktion von Theoremen, sowie der Herleitung von Mess- und/oder Berechnungs-Verfahren. Hinreichend realistische Beispiele (Messung von Flüssen oder Produktionen) werden im Kontext der weiter unten folgenden Beispiele beschrieben.

5.3 Mathematische Modelle

Mit der Beschränkung der Grössen auf solche mit reellen und imaginären Zahlen-Werten reduzieren sich die abstrakten Modelle auf die sogenannten *mathematischen Modelle*. Deren formalen Definitionen sind *Identitäten*, deren Sätze sind mathematische *Gleichungen* und deren *Regeln des Definierens und Deduzierens* sind algebraische Operationen, wie sie z. B. in DIN 13302: 1978-06 genormt sind.

Der *Begriffs-Kalkül* wird daher in dem hier entwickelten Kontext Sinn-gemäss auch *Grössen-Definitions-Kalkül* genannt. Der bequemere, kürzere Name *Grössen-Kalkül* ist, wie oben erläutert, missverständlich und sollte nicht (mehr) verwendet werden. Wie erläutert, darf der *Grössen-Definitions-Kalkül* nicht mit dem *Grössen-Deduktions-Kalkül* verwechselt werden, obwohl die *Regeln des Definierens* und *Regeln des Deduzierens* die gleichen *Regeln der (Matrizen-)Algebra* sind, im Wesentlichen die *Regeln des Multiplizierens bzw. des Addierens.*

Tafel 5.3: Mathematische Modelle

	… -Kalkül	**Grössen-Definitions-Kalkül**	**Grössen-Deduktions-Kalkül**
1	**Regeln des Bildens**	Regeln des Einführens	Regeln des Formens
2	**Grund …**	Grund-Grössen	Grund-Gleichungen *Axiome*
3	**Regeln der 'Ableitens'**	Regeln des Definierens	Regeln des Deduzierens
4	**'abgeleitet' …**	definierte Grössen *Identitäten, Tautologien*	deduzierte Gleichungen *Theoreme*

NOTIZ 5.3.1: In der bisherigen Diskussion und bisherigen Ausgabe dieser Norm, sowie in weiteren Veröffentlichungen und Diskussionen, wird der Ausdruck 'Grössen-Kalkül' verwendet, der nicht dem Stand der Technik in Theorie und Praxis entspricht, wie er hier dargestellt wird.

NOTIZ 5.3.2: In mathematischen Modellen sehen auch die formalen Definitionen von neuen Grössen wie Aussagen, wie Gleichungen 'zwischen' Begriffen aus. Sie werden deshalb häufig mit Gleichungen verwechselt, weil sie gewöhnlich nicht als Identitäten gekennzeichnet werden.

Formale Definitionen von neuen Grössen sind aber ihrer Natur nach keine Aussagen über Sach-Verhalte, sondern oft nur Inhalts-leere Tautologien, bequem für knappe Fach-Jargons, aber leider oft schnell vergessen mit den von Helmholtz genannten Folgen.

NOTIZ 5.3.3: In der Praxis ist der Grössen-Werte-Kalkül meistens der 'gewöhnliche' Matrizen-Kalkül, wie er heute in allen gebräuchlichen Programmier-Systemen implementiert ist.

Die Gleichungen mathematischer Modelle werden *Grössen-Gleichungen* genannt. Im Fall von Modellen der Physik wird insbesondere von 'physikalischen Grössen' gesprochen, wie z. B. auch im Titel des DIN-Taschenbuchs 22 von 1999. Dieser Sprachgebrauch ist einer der Gründe für die andauernden Unklarheiten über die begrifflichen Grundlagen, die im Folgenden aufgeklärt werden.

1. Roh-Entwurf!

6 Grössen-Gleichungen

6.1 Objektivitäts-Postulate

"Thus students of biology and engineering are not taught how to add differently, the difference comes in *what* to add, *when* to do it, and *why*."

Bernard Zeigler (1976/VII).

Ein fundamentales Problem sind die Regeln für das Formen von Grund-Gleichungen eines formalen Modells. **Nach heutiger Auffassung müssen die Axiome und auch die Theoreme den *Postulaten der Objektivität* genügen. Sie müssen also unabhängig sein von dem Beobachter und von seiner zufälligen Wahl des Beobachtungs-Raumes, des Objektes, der operationalen Interpretation, also des Bezugs-Systems und des Systems der Einheiten.**

Die Frage nach den ***Formel-Grössen***, nach den 'Grössen', die in die formalen Definitionen neuer Begriffe und in die Grössen-Gleichungen eingehen, lässt sich damit nicht nur pragmatisch, sondern ganz prinzipiell beantworten. **Im Gegensatz zu der Meinung Carnaps, sind in den *Definitions*- und *Grössen-Gleichungen* nicht die Operatoren *Q* mit ihren Argumenten, sondern *nur* die entsprechenden *Werte-Variablen q* als *Formel-Grössen* zu verwenden.**

NOTIZ 6.1.1: Statt *Grössen-Gleichungen* müssten die Gleichungen eines mathematischen Modells also in Zukunft 'richtiger' *Größen-Werte-Gleichungen* genannt werden. ***Dabei wird in diesem Entwurf der Neu-Ausgabe der Norm DIN 1313 der Name Grössen-Wert zweckmässig anders verwendet als in der Norm DIN 1313: 1998-12.***

NOTIZ 6.1.2: Im Folgenden werden weitere Invarianz-Forderungen eingeführt. Sie spielen die Rolle von *Meta-Grund-Aussagen* oder *Prinzipien*, das sind unsere *instinktiven Überzeugungen*, *instinctive beliefs*, 'auf denen die Wissenschaft beruht und ohne die gar nichts geht' (Russell, 1918).

6.2 Basis-Grössen, Dimensionen

Neue, 'abgeleitete' Grössen werden kohärent gewöhnlich durch *Potenz-Produkte der Grund-Grössen* definiert, die ihrerseits im Kontext einer kohärenten Hierarchie axiomatischer Theorien von Objekt-Bereichen als *Potenz-Produkte von Basis-Grössen* definiert werden.

NOTIZ 6.2.1: Historisch haben sich z. B. die Theorien der Objekt-Bereiche *Mechanik* und *Thermodynamik* separat entwickelt. Stichwort: Mechanisches Wärme-Äquivalent. **Die genannte Kohärenz der Grössen von Objekt-Bereichen basiert jetzt durchgängig auf der allen Objekt-Bereichen gemeinsamen Grösse *Energie*.**

In der Norm ISO 80000-1: 'International System of Quantities (ISQ)' wurden die sieben Basis-Grössen der folgenden Tabelle definiert. (In der Norm ist die Tabelle nicht ganz

Tafel 6.2: Basis-Grössen, Dimensionen

	Namen	Names	Zeichen
1	Zeit (Dauer)	time (duration)	T
2	Länge (Abstand)	length (distance)	L

3	Masse (Träghet)	mass (inertia)	M
4	absolute Temperatur	thermodynamic temperature	Θ
5	elektrischer Strom, alias Stromstärke	electric current	I
6	Stoffmenge	amount of substance	N
7	Licht-Intensität, alias Lichtstärke	luminous intensity	J

Die *Basis-Grössen* sind die '*Basis*-D*imensionen*' des *Repräsentations-Raumes* physikalischer Grössen, also

$$\dim T \equiv T \text{ , } \dim L \equiv L \text{ , } \dim M \equiv M \text{ , etc}$$

Sie wurden gewählt, weil ihre Einheiten die Basis-Einheiten des Internationalen Einheiten-Systems (SI) sind.

NOTIZ 6.2.2: In der Einleitung wurde bereits aus einem Wikipedia-Artikel weiter zitiert: '(Der Standard ISO 80000 gibt zwar an, das SI basiere auf dem ISQ; dies ist aber unrichtig. Man könnte vielleicht sagen, SI und ISQ korrespondieren miteinander.)'

Der erste Satz des Einwandes ist seinerseits 'logisch' und historisch nicht richtig. Die Basis-Grössen Zeit, Länge, Masse, letztere auch als Maß für Stoffmenge, und Temperatur haben die Menschen seit Urzeit benutzt. Die Einheiten ihrer Messungen waren nur verschieden. In jedem Städtchen hatte die Elle eine andere Länge und in jedem Duodez-Fürstentum hatte die Meile eine andere Länge. Manchmal wurde die Meile sogar extra verkleinert, damit die 'Abmessungen', die Längen-Werte des Fürstentums größer wurden.

Unklar ist, was der zweite Satz des Einwandes 'vielleicht sagen könnte' außer der schon von Einstein betonten Bauern-Regel, dass man die Sache nicht komplizierter machen soll als notwendig: 'Keep it simple, stupid!'

Die *Dimensionen* beliebiger Grössen sind nach dem oben Gesagten Produkte von Potenzen der Basis-Dimensionen

$$\dim Q = T^{e_{QT}} L^{e_{QL}} M^{e_{QM}} \Theta^{e_{Q\Theta}} I^{e_{QI}} N^{e_{QN}} J^{e_{QJ}} .$$

Faktoren mit den Dimensions-Exponenten e_{XQ} des Wertes 0 und Exponenten mit dem Wert 1 werden gewöhnlich weggelassen.

NOTIZ 6.2.3: Durch Logarithmieren, - die Werte-Bereiche von Basis-Grössen sind positiv - , entsteht aus dem genannten Potenz-Produkt die lineare Beziehung

$$\ln (\dim Q) = e_{QT} \ln (T) + e_{QL} \ln (L) + e_{QM} \ln (M) + \dots .$$

In dem sieben-dimensionalen Repräsentations-Raum mit den 'Achsen' ln T, ln L, ln M, etc eines orthogonalen Koordinaten-Systems sind die Logarithmen der Dimensionen neu definierter Grössen also im allgemeinen 'schiefe' Geraden durch den Ursprung.

Grössen gleicher Dimension können ganz verschiedener 'Art' oder 'Natur' sein.

NOTIZ 6.2.4: Das klassische Beispiel sind die Grössen *Drehmoment* und *mechanische Energie*, die beide die Dimension $M L^2 / T^2$ haben. Zu sagen, dass die mechanische Energie die Dimension des Drehmoments habe, oder umgekehrt, ist nur irreführend und völlig überflüssig.

[Das Kapitel '5 Größenarten' auf Seite 5 der Norm DIN 1313. 1998-12 ist enger gefasst, aber m. E. auch überflüssig. Es gibt immer 'noch allgemeinere' Begriffe, 'am Ende' Kategorien, fundamentale Begriffe.]

In den Grössen-Werte-Gleichungen spielt die Operation der Addition eine zentrale Rolle, wie die folgenden Beispiele zeigen. 'Selbstverständlich' müssen die Summanden die gleichen *Dimensionen* haben und in den gleichen *Einheiten* gemessen werden.

NOTIZ 6.2.5: Diese Bildungs- oder Formungs-Regel ist eines unserer Prinzipien, ein Meta-Grund-Satz, eine unserer instinktiven Überzeugungen. Niemand kommt auf die absurde Idee, etwas anders anzunehmen, wenn er ein mathematisches Modell konzipiert und konstruiert. Die historischen Umwege dahin füllen aber leider immer noch die Lehrbücher und Köpfe von Lehrern und deren Schülern und von Professoren und deren Studenten.

Dass man 'Äpfel und Birnen' nicht 'ohne Weiteres' addieren darf, lernt jedes kleine Kind bereits in der Schule, so wie es (hoffentlich bald wieder) lernt, 'richtige' Sätze zu bilden (und zu verstehen). In dem folgenden Beispiel des Bilanz-Modells müssen die Änderungs-Raten der Mengen, ihre Flüsse und ihre Produktionen selbstverständlich die gleichen *Dimensionen* haben und in den gleichen *Einheiten* gemessen werden.

6.3 Einheiten

In der bisherigen Fassung DIN 1313: 1998-12 und in der entsprechenden Norm ISO 31 werden Werte von Grössen im Sinne von 'Ausmaß' als 'Produkt' aus einem rein numerischen Wert und einer Einheit angesehen. In Französischen wird vorsichtiger von Zahlen gesprochen, die von Einheiten 'begleitet' werden (Wikipedia):

"On appelle grandeur physique toute propriété de la nature qui peut être quantifiée par la mesure ou le calcul, et dont les différentes valeurs possibles s'expriment *à l'aide d'un nombre généralement accompagné d'une unité de mesure*."

Der einfache Grund für die Konfusion ist, dass der Begriff der Grösse immer wieder in anderer Bedeutung verwendet wird. Wenn, wie in dem vorliegenden Roh-Entwurf, **von Objekten und deren Aspekten die Rede ist, denen durch Operationen *Q* numerische Werte *q* beigelegt werden, dann ist die Grund-Operation die des Aus-Messens oder 'Aus-Zählens'.**

NOTIZ 6.3.1: Im Gegensatz zu anders lautenden Behauptungen sind die Grundlagen der Metrologie Gegenstand einer riesigen, auch philosophischen Literatur. Es muss also nichts neu erfunden werden, sondern die bisherigen Ergebnisse müssen ohne all den weitverbreiteten historischen Ballast und professionellen Aberglauben nur verstanden und benutzt werden.

NOTIZ 6.3.2: Begründet wurde die Metrologie von Hermann v. Helmholtz, der mit Werner v. Siemens u. a. Initiator und ab 1888 auch erster Präsident der 'Physikalisch-Technischen Reichsanstalt' (PTR), jetzt Bundesanstalt (PTB), war. Die Aufgabe der PTR bestand zunächst darin, das Maß-, Gewichts- und Zeitwesen in Deutschland zu vereinheitlichen. 1922 wurde unter der Präsidentschaft von Walther Nernst die 'Reichsanstalt für Maß und Gewicht' eingegliedert. Das Verzeichnis der ehemaligen Mitarbeiter der PTB liest sich wie ein 'who is who' der Physik in Deutschland.

Im einfachsten, skalaren Fall wird also ein Aspekt *A*, z. B. eine Länge, durch die Einheit des Aspektes $A^{(0j)}$ **'dividiert', und zwar *nicht mathematisch*, *sondern operational***, im einfachsten Fall durch wiederholtes Anlegen der im Städtchen j

vereinbarten, genormten Elle. Am Altstadt-Rathaus in Braunschweig ist der Braunschweiger (!) Etalon der Elle, mit einer Länge in m von 0.5707, für jeden Markt-Teilnehmer frei zugänglich, als Eisenstab eingefügt.

Die *operationale Grundgleichung* lautet also symbolisch:

$$q^{(j)} = Q\,(A^{(0j)}, A) \equiv A / A^{(0j)}\,.$$

In der zweiten Form lässt sie aber leider den wesentlichen Inhalt nicht ohne Weiteres erkennen, es sei denn, es wird ein besonderes Zeichen für die 'Division' eingeführt. Sie **sieht nur so aus wie eine mathematische Gleichung und wird deshalb gewöhnlich auch so behandelt. Das ist zwar 'schlampig', begrifflich nicht in Ordnung, aber praktisch sehr bequem und vorteilhaft.** Denn so kann formal z. B. im Einklang mit unseren Vorstellungen von Objektivität geschrieben werden

$$q^{(j)}\, A^{(0j)} = A = \mathit{invariant}\,.$$

Nur die '*Folgerung*', dass Grössen das 'Produkt' aus einem Zahlen-Wert und einer Einheit sind, lässt sich nicht ohne eine sehr grosszügige, Kontext-sensitive Erweiterung der Intension des Begriffs *Produkt* aufrecht halten. Da ist es schon 'etwas richtiger' und vorsichtiger *im täglichen Gebrauch* zu sagen: '*d'un nombre généralement accompagné d'une unité de mesure*'.

NOTIZ 6.3.3: 'This point of view is far from being amusing, being closely related to the disastrous experiment of teaching set theory in primary schools before introducing elementary arithmetic, 'simple' counting, being far from simple but maybe one of the greatest achievements of mankind' (Helmholtz, 1887).

NOTIZ 6.3.4: Robert W. Pohl beendet das Kapitel zur Messung der Zeit mit der 'nicht unwichtigen Bemerkung' (1947/10):

> " … Wir haben die Zeit nur gemessen, aber nicht *zuvor qualitativ* definiert. Die qualitative Definition des Begriffes Zeit ist eine mißliche Sache: Jede physikalische Messung erfordert mindestens zwei Ablesungen; ... Zwischen der ersten und der zweiten Ablesung schlägt unser Herz oder tickt eine Uhr. Alle Beobachtungen lassen sich einer von zwei Gruppen zuteilen.
>
> In der ersten Gruppe ist das Meßergebnis davon abhängig, wie oft zwischen der ersten und der zweiten Ablesung das Herz geschlagen oder die Uhr getickt hat, in der zweiten Gruppe hingegen ist das für das Meßergebnis gleichgültig. Dann heißt es: Die zur ersten Gruppe gehörigen Vorgänge hängen von einer Größe ab, die wir Zeit nennen und durch Abzählen der Schläge oder des Tickens messen. *Damit ist nicht gerade viel gesagt, aber es ist wenigstens kein leerer Wortkram*." *Kursiv: MS.*

NOTIZ 6.3.5: Pohls Bemerkung trifft natürlich auf alle anderen Aspekte physikalischer Objekte zu. *Die qualitative Definition jeder Grösse ist nicht nur eine 'mißliche' Sache*, *sondern* uns als Menschen *nicht anders möglich als durch vereinbarte, genormte Operationen im Rahmen kohärenter Sprachen.*. Als Gefangene in Platons Höhle sehen wir nur Schatten an der Wand, unsere Mess- und Rechen-Ergebnisse. Die 'Dinge an sich' sind uns unzugänglich, oder wie Kant sagte: 'transzendent'.

Der Übergang von Werten einer skalaren Grösse gemessen in einer ersten Einheit $A^{(0j)}$ zu den Werten gemessen in einer zweiten Einheit $A^{(0k)}$ erfolgt durch

1. Roh-Entwurf!

die Multiplikation der operationalen Grund-Gleichung mit dem (Zahlen-)Wert (!) der ersten Einheit gemessen in der zweiten Einheit

$$a^{(jk)} = A^{(0j)} / A^{(0k)} .$$

also rein numerisch

$$q^{(k)} = q^{(j)} a^{(jk)} = A / A^{(0j)} A^{(0j)} / A^{(0k)} = A / A^{(0k)} .$$

NOTIZ 6.3.6: Die Norm DIN 1301: 1979-10 enthält eine Liste für die Umrechnungen für 92 nicht mehr anzuwendende Einheiten.

Einheiten spielen nur bei der **'Eingabe' und 'Ausgabe' von Grössen-Werten** eine Rolle. Nach dem Vorangehenden ist für die Beschriftung der Zeilen und Spalten von Tabellen und der Achsen von Koordinaten-Systemen für die Darstellung von Ergebnissen allein die Schreibweise $A / A^{(0)}$ konsequent. Nach den Normen DIN 461: 1973-03, 4.4, und DIN 1313: 1998-12, 4.3, ist diese Schreibweise nur unter anderen zulässig.

NOTIZ 6.3.7: Beispiele sind Angaben über die Länge einer Strecke S, also $s = S / m$, und über die Leistungs-Aufnahme eines Propellers P, also $p = P / MW$.

Wie schon wiederholt betont wurde, lassen sich **Aspekte oft viel effizienter durch reelle oder komplexe Matrizen bewerten** als durch Skalare. In solchen Fällen treten an die Stelle der Grund-Operation problemlos die Matrizen-Operationen

$$q_{uv}{}^{(j)} = A_{uv} \; A^{(0j)\,\mathrm{Inv}}{}_{vw} ,$$

und die entsprechende Invarianz-Bedingungen

$$q^{(j)}{}_{uw} \; A^{(0j)}{}_{wv} = A_{uv} = \text{invariant} .$$

NOTIZ 6.3.8: Von 'Ausmessen' kann dabei aber kaum noch die Rede sein. Und niemand, der je so ein Problem gelöst hat, ist im Ernst auf die Idee gekommen, bei den Matrizen-Operationen die Einheiten mitschleppen zu wollen.

NOTIZ 6.3.9: Ein typisches Beispiel ist die Trägheits-Matrix starrer Körper, deren Komponenten die drei Trägheits-Tensoren nullter, erster und zweiter Stufe sind und deren Tensor-Komponenten die Dimensionen M, M L bzw. $M L^2$ haben.

6.4 Kalibrieren

Nach Carnap sind die Einheiten wesentliche Bestandteile der durch Funktoren bezeichneten Operatoren, die Aspekten von Objekten, *quantitativen Grössen (quantitative concepts),* zu einer gegebenen Zeit durch definierte und evtl. genormte Verfahren Werte zuordnen. Diese Auffassung entspricht auch der gängigen Praxis beim Kalibrieren.

Oft wird in den interessierenden Werte-Bereichen der Grössen das Mess- und Berechnungs-System durch ein bequemes lineares Modell approximiert werden, das verschiedenen Grössen-Werten q_i Skalen-Werte v_j zuordnet und das nach dem Kalibrieren erlaubt, aus registrierten Skalen-Werten die gesuchten Grössen-Werte

$$q_i = C_{ij} v_j$$

zu bestimmen.

Das System wird kalibriert durch die k-fach wiederholte Anwendung auf bekannte Kalibrier-Grössen und die Registrierung der entsprechenden Skalen-Werte, sowie die anschließende Multiplikation des gewöhnlich überbestimmten Gleichungs-Systems

$$q_{ik} = C_{ij} v_{jk}$$

mit der Rechts-Iinversen der Skalen-Werte

$$C_{ij} = q_{ik} v^{\mathrm{RInv}}{}_{kj} .$$

Nach den vorherigen Ausführungen sind alle diese Operationen rein numerische Matrizen-Operationen. Sowohl die Werte der Kalibrier-Grössen als auch die Skalen-Werte sind rein numerisch, die Einheiten der verschiedenen Grössen kommen dabei nicht explizit vor.

NOTIZ 6.4.1: Singularitäten lassen sich am besten durch die zufällige Wahl der Kalibrier-Grössen vermeiden und zwar aller 'Komponenten' gleichzeitig.

NOTIZ 6.4.2: In jedem Fall ist es notwendig, die Hypothese, das Vor-Urteil über das Mess-System zu prüfen, sich davon zu überzeugen, dass die Residuen

$$r_{ik} = q_{ik} - C_{ij} v_{jk}$$

zufällig verteilt sind, und zwar in dem erwarteten Bereich der Grössen-Werte und, wegen kleiner systematischer Abweichungen, deshalb auch dem der Kalibrier-Werte!

NOTIZ 6.4.3: Ein typisches, realistisches Beispiel ist ein Mehr-Komponenten-Dynamometer, im einfachsten Fall ein kombiniertes Schub- und Drehmoment-Messgerät.

NOTIZ 6.4.4: Auch im allgemeinen Fall handelt es sich beim Kalibrieren von Mess- und Berechnungs-Verfahren um Ausgleichs-Rechnungen. Die genannten Regeln und Hinweise bleiben Sinn-gemäss gültig.

Einheiten spielen wie vorher, nur beim 'Ausmessen' der Kalibrier-Grössen, und danach, beim Mitteilen oder Darstellen der Ergebnisse, eine Rolle.

7 Ähnliche Modelle

7.1 Dimensionslose Grössen

Eine besondere Klasse von Grössen sind die sogenannten *Dimensions-losen Grössen*, für die sämtliche Dimensions-Exponenten den Wert 0 haben, für deren Dimension sich also

$$\dim (Q) = 1$$

ergibt. Die Werte q dimensionsloser Grössen sind deshalb unabhängig von der zufälligen Wahl eines kohärenten Einheiten-Systems.

Zu diesen Grössen gehören insbesondere alle sogenannten *Verhältnis- oder Ähnlichkeits-Grössen*

$$V_i = Q_i / (R_1{}^{Qir1} R_2{}^{Qir2} R_3{}^{Qir3} \ldots) ,$$

das sind Grössen, die auf für den jeweiligen Zweck geeignete *Referenz- oder Bezugs-Grössen* R_i mit konstanten Werten 'bezogenen' sind, der Art, dass sie Dimensions-los sind und ihre Werte invariant.

Normierte System-Eigenschaften werden *Ähnlichkeits-Parameter* genannt.

NOTIZ 7.1.1: Ähnlichkeits-Parameter sind z. B. die Reynolds-Zahl und die Froude-Zahl, 'im Prinzip' die normierte Viskosität einer Flüssigkeit bzw. die normierte Massen-spezifische Schwere in einem Beobachtungs-Raum.

7.2 Normieren von Grössen

Das Normieren von Grössen Q_i (i = 1, …) mit den Dimensionen

$$\ln(\dim Q_i) = e_{Q\,i\,T} \ln(T) + e_{Q\,i\,L} \ln(L) + e_{Q\,i\,M} \ln(M) + \text{etc}$$

oder kürzer unter Verwendung der Variablen B_j (j= 1, …) für die *Basis-Grössen* des Objekt- Bereichs und der *Summenkonvention*

$$\ln(\dim Q_i) = e_{Q\,i\,B\,j} \ln(B_j)$$

'bezüglich' *geeigneter* Referenz-Grössen R_k (k = 1, …) mit den Dimensionen

$$\ln(\dim R_k) = e_{R\,k\,T} \ln(T) + e_{R\,k\,L} \ln(L) + e_{R\,k\,M} \ln(M) + \text{etc}$$

oder wieder kürzer unter Verwendung der Variablen B_j für die Basis-Grössen des Objekt- Bereichs und der *Summenkonvention*

$$\ln(\dim R_k) = e_{R\,k\,B\,i} \ln(B_i)$$

erfolgt durch Lösen der Gleichung

$$\dim Q_i = \dim (R_1^{\,Q\,i\,r1}\, R_1^{\,Q\,i\,r2}\, R_1^{\,Q\,i\,r3} \ldots),$$

d. h auch der Gleichung

$$\ln(\dim Q_i) = r_{Q\,i\,R\,1} \ln(\dim R_1) + r_{Q\,i\,R\,2} \ln(\dim R_2) + r_{Q\,i\,R\,3} \ln(\dim R_3) \ldots$$

oder wieder kurz unter Verwendung der Variablen R für *Referenz-Grössen* und der *Summenkonvention*

$$\ln(\dim Q_i) = r_{Q\,i\,R\,k} \ln(\dim R_k)$$

für die Exponenten der Referenz-Grössen.

Da die Dimensions-Exponenten aller Basis-Grössen verschwinden müssen, ist das folgende lineare Gleichungs-System

$$e_{Q\,i\,T} = r_{Q\,i\,R1}\, e_{R\,1\,T} + r_{Q\,i\,R2}\, e_{R\,2\,T} + r_{Q\,i\,R3}\, e_{R\,3\,T} + \ldots$$

$$e_{Q\,i\,L} = r_{Q\,i\,R1}\, e_{R\,1\,L} + r_{Q\,i\,R2}\, e_{R\,2\,L} + r_{Q\,i\,R3}\, e_{R3\,L} + \ldots$$

$$e_{Q\,i\,M} = r_{Q\,i\,R1}\, e_{R\,1\,M} + r_{Q\,i\,R2}\, e_{R\,2\,M} + r_{Q\,i\,R3}\, e_{R3\,M} + \ldots$$

…

oder wieder kurz

$$e_{Q\,i\,B\,j} = r_{Q\,i\,R\,k}\, e_{R\,k\,B\,j}$$

oder in der Form für die Berechnung

$$\mathrm{eQB}_{i\,j} = \mathrm{rQR}_{i\,k}\, \mathrm{eRB}_{k\,j}$$

nach den gesuchten Exponenten

$$r_{Q\,i\,R\,k} \equiv \mathrm{rQR}_{i\,k}$$

formal und evtl. auch numerisch durch Multiplikation mit der Rechts-Inversen der Matrix eRB aufzulösen, um alle Grössen des Objekt-Bereichs ohne Weiteres normieren zu können.

NOTIZ 7.2.1: Im allgemeinen sind die gesuchten Exponenten nicht ganzzahlig.

7.3 Normierte Modelle

Mathematische Modelle genügen heute, wie bereits erwähnt, alle der *Forderung nach Objektivität.* Alle ihre Terme und Grössen sind normierbar, so dass ihre Werte

nach dem Normieren unabhängig sind von der zufälligen Wahl eines (kohärenten) Einheiten-Systems.

NOTIZ 7.3.1: Deshalb sind (heute) auch die Argumente von mathematischen Funktionen, z. B. in Fluß-Gesetzen etc, von vornherein normierte Grössen. Das war früher in 'Formeln' der Wissenschaft und Technik oft nicht der Fall, ist jetzt aber nur noch von historischem Interesse.

NOTIZ 7.3.2: Beispiele sind Exponential- und Logarithmus-Funktionen. Letztere sind Gegenstände der Normen DIN 5493, Teil 1: 1993-02 und Teil 2: 1994-09, die wieder zur Diskussion stehen.

NOTIZ: 7.3.3: 'Logarithmuserweiterung L(S) und Exponentialerweiterung E(S) eines Skalarsystems S', wie sie von Griesel vorgeschlagen werden, sind nach DIN 5493 und dieser Erörterung überflüssig.

Die Theorie der Ähnlichkeit mit einer rigorosen Herleitung des Π-Theorems von Buckingham ist von dem Mathematiker Garrett Birkhoff in einem Kapitel zum Thema 'Modeling and Dimensional Analysis' mit dem Ziel dargestellt worden, 'auch Physikern und Ingenieuren seine Bemerkungen verständlich zu machen' (Birkhoff, 1955/77-116).

NOTIZ 7.3.5: In der Grund legenden Arbeit von Birkhoff werden ohne ausdrückliche Begründung, für ihn als Mathematiker offenbar genau so 'selbstverständlich' wie für den Logiker Carnap und für praktizierende Physiker und Ingenieure, die *Werte* von Grössen als rein numerisch behandelt und die *Werte-Variablen* als Formel-Zeichen benutzt, so wie es in diesem Roh-Entwurf explizit als effizient begründet und als Stand der Technik beschrieben wird.

NOTIZ 7.3.4: Wichtig sind auch Birkhoffs Hinweise auf die Quellen, die Arbeiten von Fourier und Rayleigh, und auf die Anwendungen von Stokes, Savart, Froude, Reynolds, Vaschy.

Der Grundgedanke ist, dass bei der Normierung die Referenz-Grössen die Rolle der Basis-Grössen übernehmen. Wegen ihrer grossen theoretischen und praktischen Relevanz **müssten die Details von Birkhoffs Analyse Gegenstand einer eigenen Teil-Norm werden.**

8 Zeichen und Namen

8.1 Rationelle Konstruktion

Über die Bedeutung als Meta-Modell hinaus erlaubt das Modell von Sprachen die Diskussion weiterer wichtiger Aspekte von Grössen, nämlich ihrer *Namen* und *Zeichen*.

In den bisherigen Beispielen ist von einer *Objekt-orientierten Notation* von Zeichen und einer *operationalen Notation* von Vektoren Gebrauch gemacht worden. Die Verwendung von *Operations-Indizes* in der Matrizen-Rechnung hat sich im praktischen Gebrauch durchgesetzt. Die Benutzung der Objekt-orientierten Notation von Zeichen ist dagegen noch nicht verbreitet, obwohl sie grosse Vorteile bietet.

BEISPIEL 8.1.1: Wie das Bilanz-Modell und seine Anwendungen zeigen werden, lassen die Symbole sofort erkennen, was gemeint ist und sie lassen sich auch direkt in Programmier-Sprachen für Rechen-Anlagen verwenden.

1. Roh-Entwurf!

Tafel 8.1: Objekt-orientierte Notation

1	**Zeichen**	**Identifier**	**Name**
2	Q	Q	*Menge*
3	Q^{F}	QF	*Mengen*-Zufluss
4	Q^{P}	QP	*Mengen*-Produktion
5	$\mathrm{d}_t Q \equiv Q^{\mathrm{R}}$	QR	*Mengen*-Änderungs-Rate

NOTIZ 8.1.2: Das Beispiel der Änderungs-Rate zeigt, dass grundsätzlich alle Funktionen und Operatoren durch Exponenten notiert werden können. Bei einer Folge von Operationen geschieht das zweckmässig in umgekehrter polnischer Notation $Q^{\mathbf{RS}}$, die ohne Klammern auskommt, im Gegensatz zur Funktions orientierten Notation S (R (Q)).

Am Beispiel der Änderungs-Rate (rate of change) werden die Unterschiede der verschiedenen Notationen deutlich.

Tafel 8.2: Änderungs-Rate

	Definition	**Erläuterung**	**Zeichen**	**Erläuterung**
3.1	$\mathrm{d}Q/\mathrm{d}t$	Leibniz' Differential-Notation	$\mathrm{d}_t Q$	Funktions-orientiert
3.2			Q^{R}	Objekt-orientiert
3.3			Q°	traditionell: Newtons 'fluxions' Notation

NOTIZ 8.2.1: In Texten ist die abgekürzte Notation nach Leibniz bequem, auch für partielle Ableitungen. Die objekt-orientierte Notation ist insbesondere für die Benutzung in Computer-Programmen effizient. Auf die falsche, irreführende Verwendung von Newtons Notation wird im Folgenden ausdrücklich hingewiesen.

NOTIZ 8.2.2: Da das römische Alphabet nur 26 Zeichen hat, ist es unvermeidlich, dass Zeichen in verschiedene Bedeutungen verwendet werden. Geschieht das in verschiedenen Kontexten, so resultieren daraus keine Probleme. In einem gegebenen Kontext können noch klein und gross geschriebene Zeichen unterschieden werden und die auch noch normal oder kursiv geschrieben. Damit ergeben sich viele Möglichkeiten differenzierter Notation. Dazu kommen noch die Möglichkeiten der Objekt-orientierten, operationalen mnemotechnischen Notation, die für den manuellen Gebrauch und automatischen Einsatz in Computer-Programmen sehr grosse Vorteile bieten. [Beispiele einfügen!]

8.2 z. B. Flüsse, Produktionen

Das folgende Beispiel des Bilanz-Modells zeigt, wie der Aussagen-Kalkül zur *operationalen Interpretation* von Grössen führt. Im Falle konservativer Systeme können Flüsse durch Änderungs-Raten von Mengen gemessen werden.

NOTIZ 8.2.1: Das naheliegende Beispiel sind Flüssigkeits-'Ströme', die durch Wägen der über bestimmte Zeitdauern aufgefangenen Mengen ge-

messen werden können. So werden z. B. Strömungs-Messer, auch für grosse Mengen-Ströme, geeicht und kalibriert (PTB Berlin).

Im Fall nicht-konservativer Systeme muss bei der Messung von Flüssen und Produktionen durch *Änderungs-Raten* (rates of change) dafür gesorgt werden, daß keine Produktionen bzw. Flüsse stattfinden.

Beide Grössen sind aber *keine* Differential-Quotienten von Mengen, sondern sind davon Wesens-verschiedene *fundamentale Größen,* nämlich physikalische Mechanismen, ihrer Natur nach Grund-Grössen im ursprünglichen Sinn des Wortes. Die Bemerkung zum Volumen-Strom in DIN 1304-5, 2.17, ist deshalb falsch. Korrekt muß es einfach heissen: Der Volumen-Strom ist das Integral über die lokalen Volumen-Ströme. 'Das Zeit-bezogene Volumen' weist auf die Mess-Vorschrift hin und die gehört *nicht* in das Zeichen!

NOTIZ 8.2.2: Die nach der Norm DIN 1304-5, 2.17 und 3.12, für *Volumen- bzw. Massen-Ströme* oder *-Flüsse* und *Produktionen* zulässigen *Zeichen mit einem Punkt darüber*, Newtons Notation für Differential-Quotienten, sind begrifflich falsch und führen immer wieder zu falschen Vorstellungen; s. auch 8.1. Das gleiche gilt für das nach DIN 1304-1, 5.9, zulässige Zeichen für den Wärme-Strom; s. auch 8.3.

NOTIZ 8.2.3: So sind z. B. auch die Namen *Fluss-Rate* (flow rate) und *Produktions-Rate* (production rate) begrifflich genauso falsch, wie die Zeichen mit Punkten darüber, die in vielen Zweigen der Wissenschaft und Technik (noch immer) üblich sind. Völlig falsch sind die Namen *-Stärke*. Korrekt sind dagegen die Namen *Volumen- und Massen-Stromdichte oder Strom-Intensität* für Flächen spezifischen Ströme.

Eine wichtige Konsequenz ist, dass Mess-Vorschriften *grundsätzlich* nicht in die Namen und Zeichen für Grössen gehören.

9 Bilanz-Modelle

9.1 Zustands-Grössen

Fundamentale Begriffe eines Objekt-Bereiches werden seit Aristoteles *Kategorien* genannt. Zu den Kategorien In seinem Katalog grundlegender, allgemeiner Kategorien, den *praedicamenta,* gehören insbesondere der *Zustand* und seine *Quantität* oder *Extensität* und seine *Qualität* oder *Intensität*, die alle *für das Verstehen* der *Intension* des *Grössen-Begriffs* unverzichtbar sind.

Tafel 9.1: Zustands-Grössen

	Name	Zeichen	Intension
C	**Grund-Begriffe: Kategorien**		
C.1	Zustand	*S*	Variable für Zustände des Objekt-Bereichs
C.2	Quantität, Extensität, Menge (quantity)	E	Funktor-Konstante für die Kategorie der Extensität
C.3	Qualität, Intensität (quality)	I	Funktor-Konstante für die Kategorie der Intensität
C.4	Kapazität (capacity)	C	Funktor-Konstante für die Kategorie der Kapazität

D	**Definierte Begriffe**		
D.1	Extensität eines Zustandes	$S^{E} \equiv E(S)$	Begriffs-Variable in objekt-orientierter Notation
D.2	Intensität eines Zustandes	$S^{I} \equiv I(S)$	Begriffs-Variable in objekt-orientierter Notation
D.3	Kapazität eines Zustandes	$S^{C} \equiv C(S)$	Begriffs-Variable in objekt-orientierter Notation
A	**Grund-Aussage: Axiom**		
A.1		$S^{E} = S^{C} S^{I}$	
T	**Deduzierte Aussage: Theorem**		
T.1		$S^{I} = S^{E} / S^{C}$	

NOTIZ 9.1.1: Der Begriff des *Zustandes* wird heute axiomatisch eingeführt und ist der zentrale Grund-Begriff der Zustands-Modelle, s. a. '11 System-Modelle'.

NOTIZ 9.1.2: In der Norm DIN 1345: 1993-12: 'Thermodynamik' wird statt von *Intensitäten* und *Extensitäten* von *intensiven Grössen* (1.9) und *extensiven Grössen* (1.10) gesprochen. Dieser Sprachgebrauch ist bequem, aber nicht richtig. 'Richtiger' wäre es, von *Intensitäts-Grössen* und von *Extensitäts-Grössen* zu sprechen, aber der Zusatz *-Grössen* ist überflüssig.

9.2 Beispiele

Die folgende Tafel macht die Bedeutung einiger traditioneller Namen und damit die *Intension wichtiger Grössen* intuitiv verständlich.

Tafel 9.2: Zustands-Grössen: Namen

	Objekt-Bereich	***Aspekt: Zustand***	***Zustands-* Extensität, alias Menge**	***Zustands-* Kapazität**	***Zustands-* Intensität**
1	***Mechanik***				
1.1		**Bewegung**	Bewegungs-Menge *Impuls*	Bewegungs-Kapazität *Trägheit, Masse*	Bewegungs-Intensität *Geschwin-digkeit*
1.2		**Spannung**	Spannungs-Menge *mechanische innere Energie*	Spannungs-Kapazität *Volumen*	Spannungs-Intensität *Druck, allge-mein (Ver-) Spannung*
2	**Thermo-Dynamik**				
2.1		**Wärme**	Wärme-Menge *thermische innere Energie*	Wärme-Kapazität	Wärme-Intensität *Temperatur*

3	**Elektro-Dynamik**				
3.1		**Ladung**	Ladungs-Menge	Ladungs-Kapazität	Ladungs-Intensität *Spannung*

NOTIZ 9.2.1: Der gebräuchliche Name *Menge* hat immer wieder zu Missverständnissen geführt, bei dem Namen *Extensität* wäre diese 'Gefahr' geringer gewesen.

NOTIZ 9.2.2: Der *Impuls*, die Bewegungs-Menge (quantity of motion) wird im Deutschen *Bewegungs-'Grösse'* genannt, obwohl es (mindestens) die drei oben genannten *Bewegungs-Grossen* gibt. In diesem Fall wird der Name *Grösse* also in der *Bedeutung von Extensität* benutzt. Dass diese besondere Bedeutung in diesem Kontext impliziert wird, ist im Allgemeinen *nicht* bekannt und deshalb werden Mechanik und der Begriff *Kraft* meistens *nicht* verstanden.

In der vorigen Ausgabe der Norm wurde der seit Aristoteles übliche Name *Merkmal* insbesondere für den Begriff der *Grösse* benutzt. Die meisten der hier interessierenden *Grössen* sind aber gar *keine charakteristischen Eigenschaften* der betrachteten *Objekte* im Sinne des gewöhnlichen Sprachgebrauchs.

NOTIZ 9.2.3: So sind z. B. Ort und Geschwindigkeit, Impuls und kinetische Energie eines Körpers sind *keine Merkmale*, *keine Eigenschaften* (properties) des Körpers, im Gegensatz zu seiner Trägheit, sondern es sind *Zustände* (states) des Körpers, wie weiter unten erläutert wird. Sie sind sogar nur *scheinbare Grössen*, die im *Körper-festen Beobachtungs-Raum per definitionem* verschwinden.

NOTIZ 9.2.4: Auch die *mechanische innere Energie* eines Körpers ist *kein Merkmal*, keine *Eigenschaft*, sondern die Extensität des *Spannungs-Zustandes* im Körper, im Gegensatz zum Impuls allerdings keine scheinbare. Die mechanische innere Energie verschwindet im Körper-festen Beobachtungs-Raum 'natürlich' nicht.

NOTIZ 9.2.5: Auch die *thermische innere Energie* eines Körpers ist keine *Eigenschaft*, sondern die Extensität eines Zustandes des Körpers, auch keine scheinbare, auch sie verschwindet im Körper-festen Beobachtungs-Raum 'natürlich' nicht.

9.3 Mengen-Bilanzen

Als Beispiel wird die für alle quantitativen Wissenschaften wichtige Bilanz von *Mengen*, *Quantitäten* im Sinne von *Extensitäten* betrachtet.

NOTIZ 9.3.1: Die bereits von Aristoteles eingeführten Grund-Kategorien *Quantität* und *Qualität* im Sinne von *Extensität* bzw. *Intensität* spielen nicht nur in der Thermodynamik eine zentrale Rolle, wie das folgende Beispiel der Bilanz von Mengen und ihrer Anwendung in der elementaren Mechanik zeigt.

Als Grund-Grössen werden die Zeit, die *Menge* in einer geschlossenen Kontroll-Fläche, der Zufluss von *Menge* über die Kontrollfläche und die Produktion von *Menge* in dem von der Kontrollfläche umschlossenen Volumen eingeführt und es

wird die *Änderungs-Rate* der Menge 'abgeleitet'. Als Grundgleichung wird mit diesen Grundbegriffen die Bilanz-Gleichung als Axiom eingeführt und es werden einige wichtige Theoreme deduziert.

Tafel 9.3: Bilanz-Modelle: Extensitäten

	Name	**Zeichen**	**Intension**
C	**Grund-Begriffe: Kategorien**		
C.1	Zeit	t	Werte-Variable für Zeit-'Punkte'
C.2	Quantität, Menge	q	Werte-Variable für die Extensität eines Zustandes eines Körpers
C.3	Zufluss (inflow)	F	Funktor-Konstante für die Kategorie des Zuflusses
C.4	konvektiver Zufluss (convective flow)	C	Funktor-Konstante für die Kategorie des konvektiven Flusses
C.5	diffusiver Zufluss (diffusive flow)	D	Funktor-Konstante für die Kategorie des diffusiven Flusses
C.6	Produktion (quality)	P	Funktor-Konstante für die Kategorie der Produktion
C.7	Speicherung (storage)	S	Funktor-Konstante für die Kategorie der Speicherung
D	**Definierte Begriffe**		
D.1	*Quantitäts*-Fluss	$q^{\mathrm{F}} \equiv \mathrm{F}(q)$	Werte-Variable für den Zufluss einer Menge
D.2	*Quantitäts*-Fluss	$q^{\mathrm{C}} \equiv \mathrm{C}(q)$	Werte-Variable für den konvektiven Zufluss einer Menge
D.3	*Quantitäts*-Fluss	$q^{\mathrm{D}} \equiv \mathrm{D}(q)$	Werte-Variable für den diffusiven Zufluss einer Menge
D.4	*Zufluss*-Intensität	$A^{\mathrm{EFI}} \equiv A^{\mathrm{EF}} / A^{\mathrm{C}}$	Werte-Variable für die Intensität des Zuflusses einer Menge
D.5	*Quantitäts*-Produktion	$q^{\mathrm{P}} \equiv \mathrm{P}(q)$	Werte-Variable für die Produktion einer Menge
D.6	*Produktions*-Intensität	$A^{\mathrm{EPI}} \equiv A^{\mathrm{EP}} / A^{\mathrm{C}}$	Werte-Variable für die Intensität der Produktion einer Menge
D.7	Änderungs-Rate eine Menge in einem Raum	$\partial q / \partial t \equiv \partial_{\mathrm{t}} q$	Änderungs-Rate einer Menge, Speicherung einer Menge in einem Raum-Gebiet
D.8	Änderungs-Rate eine Menge in einem System	$\mathrm{d}_{\mathrm{t}}\, q \equiv \mathrm{d}q / \mathrm{d}\, t$	Änderungs-Rate einer Menge, Speicherung einer Menge in einem System
A	**Grund-Aussagen: Axiome**		
A.1		$\partial_{\mathrm{t}}\, q = q^{\mathrm{F}} + q^{\mathrm{P}}$	Bilanz der Menge in einem im Beobachtungs-Raum festen Kontroll-Volumen

A.2		$q^F = q^C + q^D$	Konvektive und diffusive Flüsse sind additiv
A.3		$d_t\, q = \partial_t\, q - q^C$	
T	**Deduzierte Aussagen: Theoreme**		
T.1		*wenn* $q^P = 0$ *dann* $q^D = d_t\, q$	konservative Systeme
T.2		*wenn* $q^D = 0$ *dann* $q^P = d_t\, q$	isolierte Systeme
T.3		*wenn* $d_t\, q = 0$ *dann* $q^P = -\, q^D$	stationäre Systeme
T.4		*wenn* $d_t\, q = 0$ *und* $q^D = 0$ *dann* $q^P = 0$	freie Systeme

Das erste und das zweite Theorem sind fundamental für die Messung von diffusiven Zuflüssen bzw. Produktionen. Das dritte und das vierte Theorem machen Aussagen über besondere Zustände.

NOTIZ 9.3.2: Extensitäten, deren Produktionen den Wert 0 haben, 'bleiben erhalten'. Gibt es gar keine Mechanismen der Produktion, so werden die Extensitäten *konservativ* genannt, wie z. B. *Masse* und *Energie*. Letztere *stellen keine konservativen Grössen dar* (DIN 1345, 1.11), sondern sie *sind* konservativ.

Dieses Meta-Modell aller quantitativen Wissenschaften erlaubt die Begründung einzelner Wissenschaften einfach durch Instantiieren, dadurch, dass den Variablen für die Grundgrößen die für den betrachteten Gegenstands-Bereich relevanten Begriffe zugewiesen werden. Mengen sind z. B. Wahrscheinlichkeiten, Impulse, Energien, Ladungen, Bevölkerungen etc.

Als Beispiele solcher 'Instanzen' dienen die Bilanz von Stoffmengen, die Bilanz von Bewegungs-Mengen, also Newtons 2. Axiom der elementaren Mechanik, und die Bilanzen von Energie-Mengen, also der 1. Hauptsatz der Thermodynamik.

9.4 Intensitäten

NOTIZ 9.4.1: Die bereits von Aristoteles eingeführten Grund-Kategorien *Quantität* und *Qualität* im Sinne von *Extensität* bzw. *Intensität* spielen nicht nur in der Mechanik, Thermodynamik etc eine zentrale Rolle.

Während die Grund-Kategorie der *Extensität*, der von *Mengen*, ihren Bilanzen und deren *Anwendungen* oder '*Instanzen*' in diesem Entwurf bereits ausführlich behandelt werden, ist die entsprechende Behandlung der Grund-Kategorie *Intensität* noch auszuführen. Dazu gehören insbesondere auch Verweise auf die vielen relevanten Normen.

Die Grund-Kategorie, der fundamentale Begriff *Intensität* umfasst 'spezifische', 'bezogene', 'relative' Grössen im weitesten Sinne.

NOTIZ 9.4.2: Typische Beispiele sind:

auf *Kapazitäten* bezogenen *Extensitäten*, z. B. der Bewegung und der thermischen Energie, also die Geschwindigkeit bzw. die Temperatur;

auf *Volumen* bezogenen *Extensitäten*, also z. B. *Dichten* der Masse und von Energien;

auf Flächen bezogenen Dichten von konvektiven und diffusiven Flüssen oder Strömen;

auf Massen bezogenen Extensitäten, also z. B. spezifische 'Wärmen'; Masse, d. h. Bewegungs-Kapazität, Trägheit, hier als Maß für Stoff-Mengen benutzt!

NOTIZ 9.4.3: In dem Kapitel '7 … -bezogene und partielle Grössen' der Norm DIN 1345 werden Dinge wiederholt, die auch in anderen Normen vorkommen. Solche Wiederholungen sind durch Verweise auf Grund-Normen überflüssig. In einem Objekt-orientierten Normen-System muss z. B. auch nicht bei jedem Auto-Typ dazu gesagt werden, dass jeder Wagen vier Räder hat, die bis auf die Strasse reichen.

NOTIZ 9.4.4: Ströme werden fälschlich auch Strom-Stärken genannt, ein Name, der eigentlich für flächen-spezifische Ströme reserviert sein sollte, wenn die nicht gleich richtig *Strom-Intensitäten* genannt werden. Ein Beispiel für die Verwendung des Namens Strom-*Stärke* anstelle von Strom-*Intensität* ist der Name Licht-*Stärke*, im Englischen korrekt 'luminous *intensity*' genannt.

10 Beispiele

Für Materie-Mengen, Bewegungs-Mengen und Energie-Mengen ergeben sich aus der abstrakten Theorie der Mengen, die Bilanzen der Masse, des Impulses und von Energien, insbesondere der inneren Energie, also Grundgleichungen der Mechanik und der Thermodynamik.

Tatsächlich sind die elementare Mechanik und Thermodynamik konzeptionell so reich, dass sie nicht nur als Beispiele dieser ersten Teil-Norm behandelt werden können, sie müssen vielmehr Gegenstände eigener Teil-Normen werden.

10.1 Stoff-Mengen

Als invariantes Maß für Materie-Mengen wird 'seit Urzeiten' deren Masse benutzt, so auch ausdrücklich von Newton in den *Principia*.

Tafel 10.1: Stoff-Mengen

	Name	**Zeichen**	**Intension**
C	**Grund-Begriffe**		
C.1	Masse (mass)	$q = \mathrm{m}$	Werte-Variable für die Menge der Masse
C.2	Zufluss von Masse (inflow of mass)	$q^{\mathrm{F}} = \mathrm{m}^{\mathrm{F}}$	Werte-Variable für den Zufluss von Masse in das Kontroll-Volumen

C.3	Konvektiver Zufluss von Masse (inflow of mass)	$q^C = m^C$	Werte-Variable für den konvektiven Zufluss von Masse in das Kontroll-Volumen
C.4	Zufluss von Masse (inflow of mass)	$q^D = m^D$	Werte-Variable für den diffusiven Zufluss von Masse in das Kontroll-Volumen
C.5	Produktion von Masse (body force)	$q^P = m^P{}_i$	Werte-Variable für die Produktion von Masse in dem Kontroll-Volumen
A	**Grund-Gleichungen**		
A.1	Massen-Bilanz	$\partial_t m = m^F + m^P$	Bilanz der Masse in einem im Beobachtungs-Raum festen Kontroll-Volumen
A.2		$m^F = m^C + m^D$	Konvektive und diffusive Flüsse sind additiv
A.3		$m^D = 0$	Axiom
A.4	Massen-Erhaltung	$m^P = 0$	Befund
T	**Deduzierte Gleichungen**		
T.1		$m^F = m^C$	
T.2		$\partial_t m = m^F$	
T.3		$d_t m = 0$	
T.4		$m = const$	

10.2 Bewegungs-Mengen

Tafel 10.2: Elementare Mechanik

	Name	**Zeichen**	**Intension**
C	**Grund-Begriffe**		
C.1	Impuls (momentum)	$q = M_i$	Werte-Variable für die Menge der Bewegung
C.2	Oberflächen-Kraft (surface force)	$q^F = M^D{}_i$	Werte-Variable für den (diffusiven) Impuls-Fluss in den Körper
C.3	Körper-Kraft, Schwer-Kraft und Zentrifugal-Kraft (body force)	$q^P = M^P{}_i$	Werte-Variable für die materielle und immaterielle Impuls-Produktionen in dem Körper
A	**Grund-Aussage: Axiom**		
A.1	Impuls-Bilanz	$d_t M_i = M^D{}_i + M^P{}_i$	Newtons 2. Axiom, *lex secunda*
T	**Deduzierte Aussagen: Theoreme**		

T.1		wenn $d_t M_i = 0_i$ dann $M^P{}_i = - M^D{}_i$	
T.2		wenn $d_t M_i = 0_i$ und $M^D{}_i = 0_i$ dann $M^P{}_i = 0_i$	

NOTIZ 10.2.1: Die Literatur über den Begriff der *Kraft* ist uferlos. Dabei herrschen immer noch die abenteuerlichsten Vorstellungen.

NOTIZ 10.2.2: Das Theorem 6.1 besagt, dass in einem körperfesten Beobachtungsraum die Schwere der (die freie Bewegung hemmenden) Oberflächen-Kraft das Gleichgewicht hält. Das Theorem 6.2 besagt, dass in Körpern, auf die keine Oberflächen-Kraft wirkt, auch keine Schwer-Kraft wirkt (klassische allgemeine Relativität).

10.3 Energie-Mengen

Tafel 10.3: Energie-Bilanzen

	Name	**Zeichen**	**Intension**
C	**Grund-Begriffe**		
C.1	Energie (energy)	$q = E$	Werte-Variable für die Menge der Energie
C.2	Energie-Zufluss (energy inflow)	$q^D = E^D$	Werte-Variable für den (diffusiven) (Netto-)Zufluss der betrachteten Energie in den Körper
C.3	Energie-'Produktion' (energy production)	$q^P = E^P$	Werte-Variable für die (Netto-) Produktion der betrachteten Energie in dem Körper
A	**Grund-Aussage: Axiom**		
A.1	Energie-Bilanz (energy balance)	$d_t E = E^D + E^P$	

NOTIZ 10.3.1: Das Schema lässt die Natur der Terme unmittelbar erkennen. Ein *fundamentaler Grund-Begriff* ist der Begriff des *diffusiven Energie-Zuflusses*, des molekularen Diffusions-Prozesses infolge von Intensitäts-Differenzen zwischen Körpern und ihren Umgebungen.

NOTIZ 10.3.2: Beispiele für die Energien sind die *innere mechanische Energie*, die Spannungs-Menge, und die *innere thermische Energie*, die Wärme-Menge, in Körpern. Das Schema lässt insbesondere die Kohärenz der traditionellen Namen *Wärme-Menge, Wärme-Übertragung und Wärme-Produktion* erkennen. Die thermische Energie, die *Wärme-Menge, ist wie der Impuls eine Extensität,* aber *keine Substanz, kein Fluidum*.

NOTIZ 10.3.3: In der Thermodynamik werden mechanische und thermische Energien 'gemeinsam' behandelt. Die Details müssen Gegenstände eigener Teilnormen sein.

10.4 Thermodynamik

Ein besonders instruktives Beispiel ist der sogenannte *erste Hauptsatz der Thermodynamik* für 'Körper', die in dem Beobachtungs-Raum ruhen.

NOTIZ 10.4.1: Der Zweck des Beispiels ist es, die Effizienz und Transparenz des vorgeschlagenen axiomatischen Vorgehens zu demonstrieren, durch die historischer Ballast und professioneller Aberglauben überflüssig werden.

NOTIZ 10.4.2: Die üblichen Darstellungen der elementaren Thermodynamik (Schmidt,1953/27-31, *und modernere*) lassen die wesentlichen Zusammenhänge nur sehr schwer erkennen, wenn überhaupt, weil es an kohärenten Modellen und entsprechenden Namen und Zeichen fehlt. Bei dem axiomatischen Vorgehen haben sich die Zwang-los ergeben und werden als Grundlage für eine Neu-Fassung der Norm DIN 1345: 1993-12 empfohlen.

Tafel 10.4: Bilanzen innerer Energien

	Name	Zeichen	Intension
C	**Grund-Begriffe**		
C.1	innere reversible mechanische Energie	$E^{mech\ rev}$	Werte-Variable für den die innere reversible mechanische Energie in einem Körper
C.2	reversible Leistung von Oberflächen-Kräften	$E^{mech\ D\ rev}$	Werte-Variable für den reversiblen Zufluss mechanischer Energie
C.3	irreversible Leistung von Oberflächen-Kräften	$E^{mech\ D\ irr}$	Werte-Variable für den irreversiblen Zufluss mechanischer Energie
C.4	reversible Produktion mechanischer Energie	$E^{mech\ P\ rev}$	Werte-Variable für die reversible Produktion mechanischer Energie
C.5	irreversible Produktion mechanischer Energie	$E^{mech\ P\ irr}$	Werte-Variable für die irreversible Produktion mechanischer Energie
C.6	innere Energie	E^{int}	Werte-Variable für die Menge der inneren thermischen Energie
C.7	diffusiver Zufluss innerer Energie	$E^{int\ D}$	Werte-Variable für den diffusiven Zufluss thermischer Energie in Folge von Temperatur-Differenzen
C.8	Produktion innerer Energie	$E^{int\ P}$	Werte-Variable für die Produktion thermischer Energie in dem Körper in Folge chemischer Reaktionen
D	**Definierte Begriffe**		

D.1	mechanische Leistung der Oberflächen-Kräfte	$P^{D} \equiv -E^{\text{mech D rev}}$	Werte-Variable für die *abgegebene* mechanische Leistung der Spannungen an der Oberfläche des Körpers
D.2	mechanische Leistung der 'Verspannung' im Körper 'technische' Leistung	$P^{P} \equiv -E^{\text{mech P rev}}$	Werte-Variable für die *abgegebene* mechanische Leistung der Spannungen im Körper
D.3	Enthalpie, Wärme-Inhalt (heat content)	$H \equiv E^{\text{therm}} \equiv E^{\text{int}} - E^{\text{mech rev}}$	Werte-Variable für die innere thermische Energie
D.4	Wärme-Zufluss (heat flow)	$H^{D} \equiv E^{\text{therm D}} = E^{\text{int D}}$	Werte-Variable für den diffusiven Zufluss thermischer Energie
D.5	Wärme-Produktion (heat production)	$H^{P} \equiv E^{\text{int P}} + E^{\text{mech D irr}} + E^{\text{mech P irr}}$	Werte-Variable für die Produktion thermischer Energie
A	**Grund- Aussagen: Axiome**		
A.1	Bilanz der reversiblen mechanischen Energie	$d_t E^{\text{mech rev}} = E^{\text{mech D rev}} + E^{\text{mech P rev}} = -P^{D} - P^{P}$	
A.2	Bilanz der inneren Energie	$d_t E^{\text{int}} = -P^{D} + H^{D} + H^{P}$	
T	**deduzierte Aussagen: Theoreme**		
T.1	Bilanz der Enthalpie, Wärme-Bilanz (heat balance)	$d_t H = +P^{P} + H^{D} + H^{P}$	Bilanz der thermischen Energie
T.2	von Oberflächen-Kräften geleistete 'Arbeit' pro Zyklus	wenn $\Delta E^{\text{int}} = 0$ dann $\int P^{D}\,dt = \int (H^{D} + H^{P})\,dt$	*Kreis-Prozesse* (cyclic processes) in Kolben-Maschinen
T.3	Leistung der Körper-Kräfte ohne Zufluss und Produktion von Wärme	wenn $H^{D} = 0$ und $H^{P} = 0$ dann $P^{P} = d_t H$	*Strömungs-Maschinen* ohne Zufluss und Produktion thermischer Energie

NOTIZ 10.4.3: Im Gegensatz zu der Meinung von Schmidt (1953/29 f) sind der Name Wärme-Inhalt, im Englischen heat content für die Enthalpie, und das Zeichen H, eta versal (!), also nicht irreführend. Vollkommen falsch und irreführend sind die Zeichen Q° und dQ anstelle von H^{D} bzw. H^{D} dt für den diffusiven Wärme-Zufluss in Folge von Temperatur-Differenzen.

NOTIZ 10.4.4: Bei der Beschränkung auf Körper im Gas-Zustand ist die Menge oder die Extensität der reversiblen mechanischen Energie $E^{\text{mech rev}} = -V\,p$, mit dem Volumen V als Kapazität und dem Druck p als negativer

Normal-Spannung als Intensität der inneren reversiblen mechanischen Energie.

Die beiden letzten Notizen wurden am 10.04.2012 aktualisiert.

Im Anbetracht der Beispiele werden eine neue Norm 'Elementare klassische Mechanik' und eine Neu-Ausgabe der Norm DIN 1345: 1993-12 'Thermodynamik' als Teil-Normen des hier vorgeschlagenen kohärenten Systems von Normen vorgeschlagen.

11 System-Modelle

Wesentlich allgemeiner als die Bilanz-Modelle sind System-Modelle, nämlich Verhaltens-Modelle und die ihnen äquivalenten, viel effizienteren Zustands-Modelle von Systemen.

11.1 Verhaltens-Modelle

Systeme oder Objekte eines Objekt-Bereiches können durch ihr *Verhalten* beschrieben werden, durch den funktionalen Zusammenhang von Ursache und Wirkung, von Erregung und Reaktion, von input und output, von cause und effect. Diese sogenannten behavioristischen Modelle werden auch *black box Modelle* genannt, weil man ohne die Objekte zu zerlegen, nichts über ihre inneren Strukturen wissen kann (Platon, Kant, Einstein).

Tafel 11.1: Verhaltens-Modelle

	Name	Zeichen	Intension
C	**Grund-Begriffe: Kategorien**		
C.1	Zeit	t	Werte-Variable für den betrachteten Zeit-Punkt
C.2	vergangene Zeit	$t' = [- \infty , t]$	Werte-Variable der bis zum betrachteten Zeit-Punkt vergangenen Zeit mit Definitions-Bereich
C.3	System	S	Variable für Objekte des Bereichs
C.4	Eingang, Ursache (input, cause)	I	Funktor-Konstante für die Kategorie des Eingangs, der Ursache
C.5	Ausgang, Wirkung (output, effect)	O	Funktor-Konstante für die Kategorie des Ausgangs, der Wirkung
C.6	Verhalten (behaviour)	L	Funktional-Konstante für die Kategorie des Verhaltens
C.7	Verhaltens-Struktur	F	Funktional-Konstante für die Kategorie des Typus des Verhaltens

C.8	Verhaltens - Parameter	P	Werte-Variable für die Kategorie der Parameter des Verhaltens Kategorie der Eigenschaft (property)
D	**Definierte Begriffe**		
D.1	System-Eingang	$i \equiv \mathrm{I}(S, t)$	Werte-Variable für die Eingangs-Grössen zum betrachteten Zeit-Punkt
D.2	System-Ausgang	$o \equiv \mathrm{O}(S, t)$	Werte-Variable für Ausgangs-Grössen zum betrachteten Zeit-Punkt
D.3	System-Verhalten	$l \equiv \mathrm{L}(S)$	Variable für Funktional-Konstanten der Systeme
D.4	System-Format	$f \equiv \mathrm{F}(S)$	Variable für universelle Funktional-Konstanten
D.5	System-Eigenschaften	$p \equiv \mathrm{P}(S)$	Variable für Werte von Eigenschaften
A	**Grund- Aussagen: Axiome**		
A.1		$l(\ldots) = f(p, \ldots)$	
A.2		$o = l[\mathrm{I}(S, t')]$ $= f[p, \mathrm{I}(S, t')]$	Werte-Variable für den System-Ausgang am betrachteten Zeit-Punkt
	Beispiel: lineare Systeme		
	Faltungs-Integral	$o \equiv \mathrm{O}(S, t) = \int f(p, t - t')\, \mathrm{I}(S, t')]\, \mathrm{d}t'$	

Ausser den genannten Kategorien von Ursache und Wirkung werden also noch die Kategorien des Verhaltens, seiner Struktur und seiner Parameter eingeführt.

Verhaltens-Modelle von Systemen haben den Nachteil, dass sie ein beobachtetes oder angestrebtes System-Verhalten nur funktional b*eschreiben, aber* nicht *erklären*, und nicht zu *simulieren* und zu *implementieren* gestatten. Verhaltens-Modelle, haben ferner den praktischen Nachteil, dass jeweils immer der ganze vergangene Eingang berücksichtigt, 'mitgeschleppt' werden muss.

11.2 Zustands-Modelle

Die Nachteile der Verhaltens-Modelle lassen sich vermeiden durch die Verwendung äquivalenter rekursiver Modelle, von sogenannten Zustands-Modellen. Der schon von Aristoteles zu den Grund-Kategorien gezählte Begriff des Zustands wird heute axiomatisch eingeführt, anschaulich ist er die ganze zukünftige Wirkung infolge der ganzen vergangenen Ursachen.

Tafel 11.2: Zustands-Modelle

	Name	**Zeichen**	**Intension**
C	**Grund-Begriffe: Kategorien**		

C.1	Zeit	t	Werte-Variable für den betrachteten Zeit-Punkt
C.2	vergangene Zeit	$t' = [-\infty, t]$	Definitions-Bereich der bis zum betrachteten Zeit-Punkt vergangenen Zeit
C.3	System	S	Variable für Objekte des Bereichs
C.4	Eingang (input)	I	Funktor-Konstante für die Kategorie des Eingangs
C.5	Ausgang (output)	O	Funktor-Konstante für die Kategorie des Ausgangs
C.6	Zustand (state)	S	Funktor-Konstante für die Kategorie des Zustandes
C.7	Struktur (structure)	M	Funktor-Konstante für die Kategorie der Zustands-Änderung
C.8	Eigenschaften (properties)	N	Funktor-Konstante für die Kategorie der Ausgangs-Funktion
D	**Definierte Begriffe**		
D.1	System-Eingang	$i \equiv \mathrm{I}(S, t)$	Werte-Variable für den SystemEingang zum betrachteten Zeit-Punkt
D.2	System-Ausgang	$o \equiv \mathrm{O}(S, t)$	Werte-Variable für den System-Ausgang zum betrachteten Zeit-Punkt
D.3	System-Zustand	$s \equiv \mathrm{S}(S, t)$	Werte-Variable für die Zustands-Grössen zum betrachteten Zeit-Punkt
D.4	Anfangs-Zustand	$s_0 \equiv \mathrm{S}(S, t_0)$	
D.5	Zustands-Operator	$m \equiv \mathrm{M}(S)$	Variable für Funktor-Konstanten
D.6		$g \equiv \mathrm{F}(\mathrm{M})$	
D.7		$q \equiv \mathrm{P}(\mathrm{M})$	
D.8	Ausgangs-Operator	$n \equiv \mathrm{N}(S)$	Variable für Funktor-Konstanten
D.9	System-Format	$h \equiv \mathrm{F}(\mathrm{N})$	Variable für universelle Funktional-Konstanten
D.10	System-Eigenschaften	$r \equiv \mathrm{P}(\mathrm{N})$	Variable für Werte von Eigenschaften
A	**Grund-Gleichungen: Axiome**		
A.1		$m(\ldots) = g(q, \ldots)$	
A.2		$n(\ldots) = h(r, \ldots)$	

A.3	Zustands-(Änderungs-) Gleichung	$d_t\, s = g\,(q\,,\, s\,,\, i\,)$	
A.4	Ausgangs-Gleichung	$o = h\,(r\,,\, s\,,\, i\,)$	
	Beispiel: lineare Systeme		

NOTIZ 11.2.1: Zu jedem Verhalten(s-Modell) gibt es verschiedene äquivalente Zustands-Modelle, verschiedene äquivalente Erklärungen und Möglichkeiten der Simulation und Implementation.

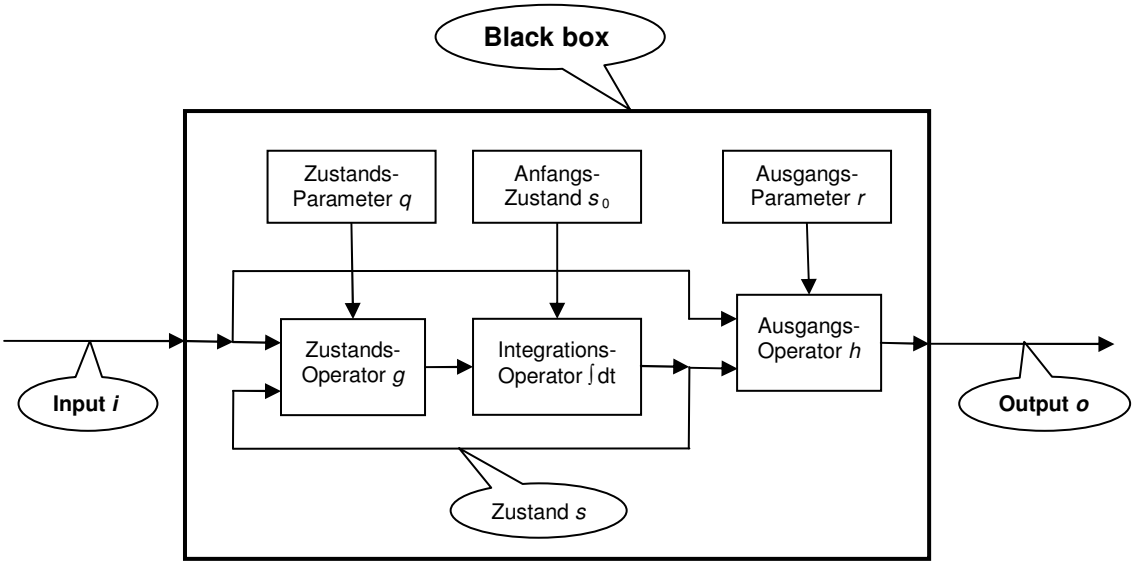
NOTIZ 11.2.2: Schon die Behandlung der Kinematik starrer Körper ist ohne Zustands-Modelle nicht möglich.

11.3 Struktur-Schema

Die graphische Darstellung des Zustands-Modells zeigt die Struktur aller Repräsentationen des Verhaltens aller möglichen Systeme. Die auffälligste Eigenschaft ist die Rückführung (feed back) des Zustandes. Systeme sind also inhärent, ihrer Natur nach Schwingungs-fähige Systeme, die instabil werden können.

NOTIZ 11.3.1: Abweichend davon wurden in einem Fall in der Thermodynamik Grössen, die sich bei einem Kreis-'Prozess' nicht ändern, Eigenschaften genannt. Dazu würden auch Ort, Geschwindigkeit, Impuls und kinetische Energie gehören. Grundsätzlich sind aber Zustands-Grössen, wie die innere Energie eines Körpers, keine *Eigenschaften* in dem hier im Einklang mit dem üblichen Sprachgebrauch vereinbarten Sinn.

Tafel 11.3: Struktur, Parameter



[Vorläufiges Ende des Textes!]

1. Roh-Entwurf!

Anhänge

Anhang A (informativ)

Literatur-Hinweise

[Wie gehabt? Eher nicht!

Evtl. zu ergänzen aus den Quellen des Nachworts.]

Anhang B (informativ)

Behnke (1964), Heinrich, Reinhold Remmert, Hans-Georg Steiner[HG], Horst Tietz: Mathematik I. Frankfurt/M.: Fischer, 1964. Das Fischer Lexikon 29/1, Seiten 283 f.

E. Relationengebilde, elementare Strukturtheorie

1. In den letzten Jahrzehnten ist im Aufbau der Mathematik eine tiefgreifende Wandlung eingetreten. Die Einteilung nach den traditionellen mathematischen Gebieten, wie Zahlentheorie, Differentialrechnung, Geometrie usw. wurde übergriffen von den neu entwickeltem Theorien der geordneten Mengen, der Verbände, der Gruppen, Ringe, Körper, der Vektorräume, der topologischen Räume usw. Dadurch ist es möglich geworden, die Mathematik unter dem Gesichtspunkt der *Struktur* ganz neu zu ordnen. Von diesen Möglichkeiten hat in vollem Ausmaß zum erstenmal eine sich ständig erneuernde Gruppe französischer Mathematiker, die unter dem Decknamen *Nikolas Bourbaki schrei*ben, Gebrauch gemacht. Seit:1935 arbeitet *Bourbaki* an einer vielbändigen Gesamtdarstellung *Éléments de Mathématiques*, in der nach der Logik und der Mengenlehre zunächst die mathematischen *Grundstrukturen* (*Mutterstrukturen*) entwickelt werden. Als diese gelten bei Bourbaki die *Ordnungsstrukturen,* die *algebraischen Strukturen* und die *topologischen Strukturen.* Dabei ist die Theorie *der Ordnungsstrukturen* dasselbe wie die Theorie der *geordneten Mengen*; die Theorie der *algebraischen Strukturen* beschäftigt sich allgemein mit mathematischen Gebilden, in denen Verknüpfungen gegeben sind, also insbesondere mit den Gruppen, Ringen, Körpern, Vektorräumen; die Untersuchung der *topologischen Strukturen* ist die Angelegenheit der allgemeinen Topologie. Durch Koppelung von *Grundstrukturen* kommt *Bourbaki* zu den *multiplen Strukturen* und damit zu spezielleren Theorien, die schließlich die klassischen mathematischen Disziplinen selbst ausmachen. So wird ja z. B. in der Infinitesimalrechnung Gebrauch davon gemacht, daß auf der *Menge der reellen Zahlen* Grundstrukturen aller drei Arten gekoppelt vorkommen: eine *algebraische Struktur* (die reellen Zahlen bildenden einen *Körper*), eine *Ordnungsstruktur* (die reellen Zahlen bilden eine *Ordnung*) und eine *topologische Struktur* (es ist ein *Limesbegriff,* [ein *Grenzbegriff*] erklärt).

Begriffs-Verzeichnis

[Der folgende Entwurf dieses Verzeichnisses ist noch mehr als roh und er bedarf 'am Ende' noch sehr intensiver Detail-Arbeit!]

Aspekt 11, 14, 16, 22, 30
Axiom 14, 29, 31, 33, 34, 35, 36, 38
Begriff 1, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 20, 22, 29, 30, 31, 33, 35, 36, 37, 39, 40, 47, 48
  Bilden 13
    Analogie 13
    axiomatisch 13
    kontextuell 13
    logisch 13
    paradigmatisch 13
  Extension 13, 14
  Grund- 12, 13, 14, 16, 29, 31, 34, 35, 36, 38, 40
  Intension 2, 4, 8, 13, 14, 16, 23, 29, 30, 31, 34, 35, 36, 38, 40
Bereich 8, 25, 33
  Definitions- 16, 39, 40
  Objekt- 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 15, 16, 20, 26, 29, 30, 38
  Werte- 3, 15, 17, 21, 24
Bilanz 33, 34, 36
  Energie- 35
  Impuls- 35
  innerer Energien 36
  Mengen- 31
Definition 18, 23, 27
  kohärent 4
Energie 20, 21, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 41
  innere 30, 31, 37, 41
    mechanische 36
    thermische 36, 37
Extensität 17, 29, 30, 31, 33, 36, 38
Funktion 18, 40
Funktional 16, 39, 41
Funktor 15, 29, 31, 39, 40, 41
Gleichung 3, 18, 19, 20, 22, 23, 26, 31, 34, 41
  Grössen- 3, 19, 20
Grösse 15, 16, 17, 20, 22, 23, 30
  Ähnlichkeits- 25
  Basis- 20, 21, 26
  'extensiv' 17
  Formel- 20
  Grund- 19, 20, 28, 31
  'intensiv' 17
  normiert 27
  Referenz- 26
  unscharf 5
  Zufalls- 5, 25
  Zustands- 29, 30, 41
Grössen 1, 3, 5, 6, 20, 28, 47
Grössen-Wert 19, 20, 22, 24, 25
Harmonisierung 3, 6, 9
Hypothese 25
Intension 2, 4, 8, 13, 14, 16, 23, 29, 30, 31, 34, 35, 36, 38, 40
Intensität 6, 17, 21, 29, 30, 31, 32, 33, 38
Interpretation 12, 16, 20, 28
  operationale 4, 6, 12, 16
Invarianz 20, 24
Kalkül 12, 18, 19
  Aussagen- 7, 10, 12, 13, 14, 28
  Begriffs- 12, 13, 14, 19
  Klassen- 13
  Logik- 13
  Prädikaten- 13
  Relationen- 13
Kontext 3, 13, 18, 19, 20, 23, 28, 30
  sensitiv 3, 23
Logik 2, 12, 13, 14, 15, 16, 43, 47, 48, 49
  fuzzy 13
  Modal- 13
  Wahrscheinlichkeits- 13
Mechanik 2, 20, 30, 31, 33, 34, 35, 46
  globale 2
  klassische 4, 38, 46
  Kontinuums- 2
  lokale 2
Menge 17, 27, 29, 30, 31, 32, 34, 35, 36, 37, 38, 43
  Bewegungs- 33, 34, 35
  Energie- 34, 35
  Stoff- 33, 34
Merkmal 5, 11, 15, 30, 31, 48
  Nominal 5
  Ordinal 5
Modell 4, 9, 13, 22, 24, 27, 33
  abstrakt 9
  Begriffs- 14
  black box 38
  Grössen- 4, 15, 16
  Grund- 1, 4
  mathematisch 3, 4, 18, 19
  Parameter 16, 25, 39, 40, 42

Struktur 11, 16, 18, 39, 40, 41, 42, 43, 47
Theorien- 4, 8, 9, 10
Verhaltens- 38, 40
Zustands- 29, 38, 40, 41
Name 1, 3, 4, 6, 8, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 27, 28, 29, 30, 31, 33, 34, 35, 36, 38, 40, 51
rationell 27
traditionell 11
Norm 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 13, 24, 27, 33, 34, 38, 46, 47
DIN
1301 24
1303 28
1313 1, 3, 4, 5, 7, 9, 11, 18, 20, 22, 24
1319 6, 9
13302 18
1345 29, 33, 36, 38
2330 5, 7, 9, 13
2331 5
2332 5
2338 5
461 24
5473 14
5493 27
ISO
1000 3, 5
31 3, 5, 6, 7, 22
80000 3, 5, 6, 7, 8, 9, 17, 20, 21, 47
Norm, verständliche 3
normieren 26
Objekt orientiert 3
Objektivität 12, 20, 23, 26
Ontologie 11
Operation 16, 22, 24
Postulat 20
Invarianz- 20, 24
Objektivitäts- 12, 20, 23, 26
Qualität 29, 31, 33
Quantität 29, 31, 33
quantity 5, 7, 8, 16, 17, 29, 30, 52, 53, 54, 56
Regel 3, 4, 12, 13, 18, 19, 20, 21, 22, 25
basiert 4
Deduktions- 12
Definitions- 12
Einführungs- 12
Formungs- 12, 19
getrieben 4
Satz 11, 12, 18, 21, 22
Grund- 12, 22
Skalen 17, 24, 25
absolute 17
Intervall- 17
Ordinal 17
Verhältnis- 17
Sprache 3, 4, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 18, 23, 27
Fach- 1, 3, 4, 10, 14, 47
Fach-Jargon, 11, 19
formale 1, 8, 10, 11
kohärent 3
Satz-Lehre 12
Semantik 11, 12
Syntax 11, 12
Wort-Lehre 12
System 3, 4, 6, 7, 8, 10, 12, 18, 20, 24, 25, 26, 28, 29, 32, 33, 38, 39, 40, 41, 46
axiomatisch 1, 8, 12, 29, 40
Einheiten- (SI) 3, 5, 6, 21, 25, 26
Grössen- (ISQ) 6
Theorem 12, 19, 20, 29, 31, 32, 35, 38
Theorie, abstrakt 10
Thermodynamik 2, 20, 29, 31, 33, 34, 36, 38, 41, 46, 48
Enthalpie 37, 38
erster Hauptsatz 33, 36
Wärme 2, 20, 28, 30, 36, 37, 38
universe of discourse 3, 8
Urteil 11
Vor- 25
Verstehen 2, 4, 6, 9, 10, 29
Werte 3, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 31, 32, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41
Bereich 3, 15, 17, 21, 24
Grössen- 19, 20, 22, 24, 25
Wissenschaft 1, 3, 16, 18, 31, 33
Zahlen 2, 17, 18, 22, 23, 43
ganze 17
imaginäre 17
rationale 17
reelle 17
Zeichen (symbol) 1, 3, 4, 5, 8, 10, 11, 14, 15, 16, 20, 23, 27, 28, 29, 31, 34, 35, 36, 38, 40, 47
Zustand 11, 29, 30, 31, 32, 38, 40, 41

[Epilog]

> "I heartily beg that what I have here done may be read with forebearance; and that my labors in a subject so difficult may be examined, not so much with the view to censure, as to remedy their defects."
>
> *Isaac Newton: Principia, Ende des Vorworts.*

GRUNDLAGE DES ENTWURFS

Dieser erste Roh-Entwurf einer Neu-Ausgabe der Norm 1313: 1998-12 oder einer neuen Norm DIN XXXXX-1 basiert auf der *rationalen Rekonstruktion der klassischen Mechanik* im Geiste Goethes, [Aristoteles',] Eulers und Einsteins, die der Autor im Laufe von zwölf Jahren erarbeitet hat (Schmiechen, 2009), die in ihren allgemeinen Teilen aber nicht auf die klassische Mechanik beschränkt ist.

QUALIFIKATION DES AUTORS

Das genannte Werk basiert seinerseits auf dem Studium der Mechanik, der Hydromechanik, der Thermodynamik; der Systemtheorie und des Schiffs-Maschinenbaus, auf vierzig Jahren täglich praktizierter und reflektierter Behandlung hydromechanischer Systeme in der Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau in Berlin, mehr als fünfzehn Jahren aktiver Mitarbeit in der *Symbols and Terminology Group* der *International Towing Tank Conference*, und vierzig Jahren Lehre mit dem Tenor '*professionellen Lösen von Problemen*' am *Institut für Schiffs- und Meerestechnik* der *Technischen Universität Berlin*.

ZIEL DES PROJEKTES

Dieser erste Roh-Entwurf der Norm ist entstanden im Zuge der Weiterarbeit an dem genannten Werk und der Vorbereitung einer gründlich revidierten dritten Auflage. Ein von Anfang an ausdrücklich erklärtes Ziel des Projektes ist es, die Grundlage für ein System kohärenter Normen zur klassischen Mechanik zu schaffen und der Zweck der Veröffentlichung der zweiten Auflage als *work in progress*, also eines Fortschritts-Berichtes, war und ist es, an den diskutierten Problemen interessierte Kollegen zur Mitarbeit einzuladen und anzuregen.

DISKUSSIONEN

Da der Autor des Buches und dieses Roh-Entwurfs nicht schon alle möglichen Probleme und Fragen potentieller Leser und Anwender kennen kann, kann er auch noch nicht versucht haben, sie zu beantworten. Für den Autor waren deshalb die bisherigen Diskussionen mit Kollegen immer Dankens werte Anlässe, die eigenen Vorstellungen weiter zu entwickeln und besser und präziser zu formulieren.

MITARBEIT VON EXPERTEN

Diese Diskussionen waren auch Anlässe, Dinge zu ergänzen, die der Autor, oft irrtümlich, für selbstverständlich hielt und von denen er fälschlich annahm, dass auch andere sie kennen und für selbstverständlich halten. Solche Fehler müssen in der vorgeschlagenen Neu-Ausgabe der Norm natürlich soweit wie möglich vermieden werden. Deshalb müssen insbesondere Philosophen, Logiker und Praktiker so früh wie möglich an der Ausarbeitung mitwirken.

1. Roh-Entwurf!

SEPARATE TEIL-NORMEN

Die bisherigen Beispiele und weitere Beispiele müssen im Sinne von ISO 80000 Gegenstände separater Normen werden.

QUELLEN

Birkhoff (1955), Garrett: Hydrodynamics. A study in logic, fact and similitude. Princeton: University, 1950. New York: Dover, 1955.

Bocheński (1962), I. M.: Grundriß der Logistik. Einführung in die Grundbegriffe. Aus dem Französischen übersetzt, neu bearbeitet und erweitert von Albert Menne. 2. erweiterte Auflage. Paderborn: Schöningh, 1962.

Carnap (1958), Rudolf : Einführung in die symbolische Logik, mit besonderer Berücksichtigung ihrer Anwendungen. Wien: Springer, 1954. 2. neubearbeitete und erweiterte Auflage 1960. Introduction to Symbolic Logics and its Applications. Translated by William H. Meyer and John Wilkinson. New York: Dover, 1958. Dover Book S 453. Section 41: Quantitative concepts, Seiten 168-170. Siehe Eine Quelle (informative), Seiten 168 f.

Cassirer (1910), Ernst: Substanz-Begriff und Funktionsbegriff. Untersuchungen über die Grundfragen der Erkenntniskritik. Berlin: Cassirer, 1910. Erster Teil: Dingbegriffe und Relationsbegriffe. Erstes Kapitel: Zur Theorie der Begriffsbildung: Projekt Gutenberg.

DIN (1976), Deutsches Institut für Normung (Hrsg.): Normungskunde Heft 4: Fachsprachen. Terminologie, Struktur, Normung. Von Karl-Heinz Bausch, Wolfgang H. U. Schewe und Heinz-Rudi Spiegel: Berlin: Beuth, 1976. Vor allem anderen: 6. Aufgaben, Ziele und Ergebnisse institutioneller Terminologie- und Fachsprachen-Arbeit, Seiten 151-162, insbesondere Seite 157.

DIN (1985), Deutsches Institut für Normung (Hrsg.): DIN-Normen für den Unterricht. Band 1: Mathematik, Physik. 3., völlig neu bearbeitete Auflage. Berlin: Beuth, 1985.

DIN (1989), Deutsches Institut für Normung (Hrsg.): DIN-Taschenbuch 153: Publikation und Dokumentation 1. Formelzeichen, Formelsatz. Mathematische Zeichen und Begriffe. Normen (AEF-Taschenbuch 2). 3. Auflage. Stand der abgedruckten Normen: März 1989. Berlin: Beuth, 1989.

DIN (1994), Deutsches Institut für Normung (Hrsg.): DIN-Taschenbuch 202: Formelzeichen, Formelsatz. Mathematische Zeichen und Begriffe. Normen (AEF-Taschenbuch 2). 2. Auflage. Stand der abgedruckten Normen: April 1994. Berlin: Beuth, 1994.

DIN (1999), Deutsches Institut für Normung (Hrsg.): DIN-Taschenbuch 22: Einheiten und Begriffe für physikalische Größen. Normen (AEF-Taschenbuch 1). 8. Auflage. Stand der abgedruckten Normen: Februar 1999. Berlin: Beuth, 1999.

Hänsel (2008), Frank: Zur Formalisierung technischer Normen. Diss. TU Braunschweig. Fortschritt-Berichte VDI, Reihe 10, Nr.787.

Helmholtz (1887), Herrmann von: Zählen und Messen, erkenntnistheoretisch betrachtet. 1887.

Helmholtz (1892), Herrmann von: Goethes Vorahnungen kommender naturwissenschaftlicher Ideen. 1892. In: Helmholtz, 1896/II 335-361.

Janich (1981), Peter (Hrsg.): Wissenschaftstheorie und Wissenschaftsforschung. München: Beck, 1981.

Janich (1981), Peter: Wissenschaftstheorie und Relevanz. In: Janich (Hrsg.), 1981/112-134.

Jung (1979), Walter: Aufsätze zur Didaktik und Wissenschaftstheorie. Frankfurt/M: Diesterweg, 1979. Beiträge zur Didaktik der Physik. Insbesondere: 3.2.10 Einführungsverfahren für Begriffe.

Leinfellner (1965), Werner: Einführung in die Erkenntnis- und Wissenschaftstheorie. Mannheim: Bibliographisches Institut, 1965. BI 41/41a.

Mannheim (1985), Karl: Ideologie und Utopie. 1929. 7. Auflage. Frankfurt/M.: Klostermann, 1985. Vorwort zur englischen Ausgabe von Louis Wirth. Kapitel V: Wissenssoziologie; Abdruck des folgenden Artikels.

Mannheim (1931), Karl: Wissenssoziologie. In: Handwörterbuch der Soziologie. Stuttgart: Enke, 1931.

Paulos (2004), John Allen: Once Upon a Number. The Hidden Logics of Stories. Basic Books, 1998. Aus dem Englischen übersetzt von Brigitte Post und Harald Höfner: Es war 1mal. Die verborgene mathematische Logik des Alltäglichen. München: Elsevier, 2004.

Rang (2005), Otto: Die Kodierung physikalischer Merkmale. Skizze einer Theorie der quantitativen Naturbeschreibung. Hildesheim: Fransbecker, 2005.

Russell (1981), Bertrand: The Problems of Philosophy. 1912. Home University Library. Paperback reprint. Oxford: University Press, 1981.

Schmidt (1953), Ernst: Thermodynamik und die Grundlagen der chemischen Thermodynamik. Fünfte berichtigte Auflage. Berlin: Springer, 1953.

Schmiechen (1993), Michael (Editor): International Towing Tank Conference Symbols and Terminology List, Version 1993. Berlin: Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau, 1993. VWS Mitteilungen Heft 57. Outdated original version of the completely revised list. To be used as 'historical' reference only! Siehe folgend: Eine Vorarbeit (informativ), Seiten I - VI , 1 - 19.

Schmiechen (1998), Michael and Bruce Johnson: Some Fundamental Considerations Concerning the History and Recent Development of the ITTC SaT List, the International Towing Tank Conference Symbols and Terminology List. Proceedings First International Conference on Maritime Terminology, (ISTI Brussels, May 15-16, 1998) 126-144. Brussels: Editions du Hazards, 1999.

Schmiechen (2009), Michael: Newton's Principia and related principles revisited. Classical Dynamics reconstructed in the spirits of Goethe, Euler and Einstein. Elementary Mechanics from an advanced standpoint and vice versa. Second Edition of Work in Progress. Norderstedt: Books on Demand, 2009.

Spalding (), D Brian and E. H. Cole: Engineering Thermodynamics. Third edition. SI Units. London: Arnold, 1973.

Tomasello (2009), Michael: Die Ursprünge der menschlichen Kommunikation. Frankfurt/M.: Suhrkamp, 2009. Titel einer Rezension: 'Mit dem Zeigefinger fing alles an'; Hegel-Preis 2010.

Zeigler (1976), Bernard P.: Theory of Modelling and Simulation. New York: Wiley, 1976. A Wiley-Interscience Publication.

1. Roh-Entwurf!

Eine Quelle (informativ)

Carnap (1958), Rudolf : Einführung in die symbolische Logik, mit besonderer Berücksichtigung ihrer Anwendungen. Wien: Springer, 1954. English translation by William H. Meyer and John Wilkinson: Introduction to Symbolic Logic and its Applications. New York: Dover, 1958. Dover Book S 453.

Kopien aus den Kapiteln:

41 Construction of languages

41a Quantitative concepts in thing languages

'41b Formulstion of laws'

41c Quantitative concepts in coordinate languages

42 The axiomatic metod

42a Axioms and theorems

42b Formalization and symbolization

Interpretations and models

Als informativer Anhang zu der Norm ist die Quelle m. E. evtl. nur in Auszügen geeignet.

Da das file mit den sechs digitalisierten Seiten sehr gross ist, wurde die Wiedergabe auf den folgenden Seiten gelöscht und die Quelle als separates pdf-file mit ca. 6 MB dem Antrag als Anhang beigefügt.

Eine Vor-Arbeit (informativ)

ITTC Symbols and Terminology List, Version 1993. Seiten I - VI, 1 - 19.

International Towing Tank Conference
ITTC Symbols and Terminology List
Version 1993

Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau
VWS: the Berlin Model Basin
Müller-Breslau-Strasse (Schleuseninsel)
D-10623 Berlin, Germany

Bibliographical reference:
ITTC Symbols and Terminology List, Version 1993
Prepared by ITTC Symbols and Terminology Group
Berlin: VWS, Mitteilungen, Heft 57 (1993)

Edited by Michael Schmiechen

Contents

0	Introduction	1
0.1	Symbols and Terminology Group	1
0.1.1	Terms of Reference	1
0.1.2	Activities	2
0.1.3	Membership	4
0.2	List of Symbols	5
0.2.1	Classification	5
0.2.2	Structure	6
0.2.3	Organization	7
0.3	Principles of Notation	7
0.3.1	Objects: Quantities	7
0.3.2	Components: Subscripts	8
0.3.3	Operators: Superscripts	8
0.4	Details of Notation	10
0.4.1	Standard Symbols	10
0.4.2	Computer Symbols	10
0.4.3	Names, Definitions, SI-Units	11
0.5	References	11
0.5.1	ITTC Documents	11
0.5.2	Translations	12
0.5.3	Other References	12

1. Roh-Entwurf!

0 Introduction

0.2 List of Symbols

0.2.1 Classification

The prime concern in setting up a revised and enlarged list of ITTC Standard Symbols **was to design an adequate system for the classification of concepts [of interest to the towing tank community and its clients]**. As soon as the work started it became clear that the outline proposed by the Information Committee of the 17th ITTC (Proc. 17th ITTC (1984) Vol.1, p.56) had to be reconsidered in view of the problems encountered.

Subsequently the following design requirements and goals have been established:

1. produce a coherent document, meeting the present and possibly the future requirements of the ITTC community in general and particular user groups
2. establish an open ended matrix structure that can be easily expanded as requirements arise, without the need of restructuring and repetition or too many explicit cross-references
3. minimize departures from the well established and widely accepted previous list of symbols

After a series of attempts to meet these requirements the structure as listed in the table of contents evolved very much in line with the past development of the symbols, for instance by the High Speed Craft Committee and others. The essential features are the subject areas of rather limited scope, organized in an hierarchical order. Ideally each subject area represents a complete and coherent model of that area under consideration, for example rigid body motion, hull geometry, propulsor performance.

0.2.2 Structure

The concepts related to a given subject area or model are designated by the ITTC Symbol and called by their Name. Their meaning can in principle only be concluded from the context of the model, that is by coherent, so called 'implicit' definitions, to be derived from an explicit statement of the model, ideally an axiomatic system or any equivalent, for example a drawing.

The problem is that traditionally in lists of symbols as in dictionaries these explicit models are missing for various reasons. One reason is that many subject areas under discussion are far from being developed and understood to the extent necessary. A consequence of this situation is that the symbols proposed are not always as coherent as is necessary for advanced and systematic work, where the explicit models and adequate notations area are a prerequisite.

The problem under discussion is of course the same in national and international standards. In order to avoid the dilemma indicated, the ITTC Symbols should not only perpetuate past practice and jargon but try to take the lead and step forward. This is particularly important in view of the development trends in marine technology. In a rapidly changing world adequate tools are prerequisite for efficient problem solving.

As expert system and knowledge engineering technologies evolve the importance of adequate symbols and terminology is more widely acknowledged. The training of scientists working in the terminology field is being offered by the standards organizations. Some of these activities have been monitored but are felt to be lacking in clear-cut rules which may be readily understood and applied in practice.

The original idea to add indices of symbols and names to the document had to be delayed as long as adequate tools were missing. Now such an undertaking is felt to be still premature at the present stage, as it requires the resolution of a number of additional problems, such as standardisation of names.

0.2.3 Organization

As has been emphasized the development of symbols is a continuing process and as the subject develops, further amendments and additions, as approved by the Conference, will be included in future editions of the list.

In order to avoid any extra problems the symbols are arranged in alphabetical order in each subject area as in previous lists. Continuous page numbering was discarded in earlier versions. The idea was to establish a loose leaf organization as the most appropriate, in view of new drafts to be incorporated.

In view of the extremely powerful modern word processing systems the whole idea was discarded and advantage was taken of the indexing cababilities etc. permitting efficient production of real updates including in future additional explanations and sketches or drawings related to particular sections where necessary, and as found in national and international standards.

But in view of the tremendous effort which explicit mathematical models, explanations, and sketches take for their preparation, the present SaT Group has only started to consider guidelines for these additions and has added only few examples of explanations to the present list. The Technical Committees and other interested parties are urged to provide further material for review by the SaT Group and future inclusion into the list.

It has been noted by the SaT Group that some users dislike the disruption of the list of symbols by lengthly explanations. But the Group feels that the complexity of the subject and the sensible use of the symbols require such explanations, the more so as the fundamentals of the theory of science and terminology are not taught to students of naval architecture and marine engineering.

0.3 Principles of Notation

0.3.1 Objects: Quantities

Standard notations have to be adequate for the problems to be dealt with and preferably have to be operational.

In general there is a body b, e. g. ship S or model M, in space s, referred to coordinates c with origin o, and time t of which the values q of quantities of certain physical qualities Q are of interest, i. e.

1. Roh-Entwurf!

$$q = Q\,(\mathrm{b, s, c, o, t})\ ,$$

q is a variable for numerical values of quantities, while Q is a variable for functors constants, quantities of qualities, e. g. of inertia, momentum, or energy.

In many cases the quantities in question are components of vectorial or tensorial quantities; and should be denoted accordingly, s. 0.3.2.

Further, quite often various aspects of the same quantity are of interest, for example their spectra or aspects of those, in simpler cases just their expectation or estimates of these, e. g. time averages, all of them to be carefully distinguished; s. 0.3.3.

It should be evident, that the requirements concerning an adequate, operational notation are quite demanding. At the same time it should be understood that it is worthwhile to create such a notation, as waste of effort due to confusion of concepts may be reduced drastically.

The question is of course how far one wants to depart from current practice in order to cope with this situation. The example of the standard notation used in chemistry may serve as a guideline.

In the present context, the typical objects or "elements" referred to are the values of quantities in time or "signals". Consequently the symbols for the signals should be the primary symbol and components and transforms should be denoted by sub- and superscripts, respectively.

0.3.2 Components: Subscripts

In view of vector and tensor components, it is felt that it is appropriate to introduce a simple tensor notation at least for orthogonal coordinates. This helps to limit the number of symbols as it requires only one symbol for the particular set of components in question. For example the various, say at least two times thirty six "stability derivatives", i. e. generalized mass and damping, need not and cannot be introduced individually.

If vector or tensor components, in general matrix components are conveniently denoted by subscripts, the above situation thus becomes in more general terms

$$q_{\mathrm{ij}} = Q_{\mathrm{ij}}\,(\mathrm{b, s, c, o, t}).$$

Numerical subscripts are truly operational in most algorithmic languages, which can handle matrices, usually called one-, two-, or three-dimensional arrays.

0.3.3 Operators: Superscripts

Superscripts are traditionally used for exponentiation but can be generally used to denote operators; the most satisfactory approach being the inverse Polish notation.

The advantage of this notation is that no brackets are required and operators are listed exactly in the sequence in which they are applied to the signal. As has been done with the matrix notation earlier this notation may in future be readily rendered operational in advanced software environments, object oriented languages in particular.

For convenience the computer symbols and symbols used in data bases should exactly reflect this notation in order to avoid any extra problems of translation. Consequently the earlier proposed prefixes in the computer symbols have been changed to suffixes. As an example the real part of the heave spectrum may be denoted as follows:

standard	computer	data base
$X^{SR}{}_3$	*X*SR(3) or *X*_SR(3) or *Xx*SpRe(3)	XSR3 or *X*_SR3 or *Xx*SpRe3

The main problem in any case is to define symbols for operations and not for the results of the operations. In order to have the most compact notation agreement should be reached concerning a one character notation, and a corresponding two character notation for the computer symbols, for well defined operations.

Due to the fact that it has not been possible to define symbols for concepts, qualifiers, operators etc uniformly in terms of two characters the above example show the presently used techniques to introduce separators. *X* and *Xx* denote symbol variables, to be replaced by symbols proper in any particular application.

If necessary the meaning of a operator symbol may depend on the context, i.e. its position with respect to others and the object it operates upon. This generic use of symbols is of course very efficient, but needs special care not to confuse concepts.

It is most important to note that in any case definitions of concepts or operations should not be confused with operational definitions, i.e. methods for determination or measurement of values. Separate identifiers have to be introduced in order to avoid confusion. A whole hierarchy of such operators and qualifiers is necessary.

Some 'operator' symbols are proposed in the following chapter on fundamental concepts. They concern

1. identifiers of the object being tested, e. g. ship S or model M, or the various bodies in a multi-body problem,
2. identifiers of coordinate systems and of the reference points, not only forward and aft perpendicular,
3. the various aspects of complex quantities,
4. the various aspects of spectra and
5. the various aspects of random quantities and stochastic processes.

So far no particular identifiers have been introduced for various estimators. As an example the power spectra of stationary random processes may be estimated using Fourier techniques, as agreed upon by the oceanographic institutes world wide, or by autoregressive model techniques, avoiding systematic i. e. bias errors inherent in the first technique. Another example is the interpretation of the conceptual frame-work of hull-propeller interaction based on propulsion, hull resistance, and propeller open water tests or from the results of propulsion tests alone.

1. Roh-Entwurf!

0.4 Details of Notation

0.4.1 Standard Symbols

The symbols in the first column of the tables are primarily intended for use in technical writing and mathematical expressions. The following notes are relevant:

1. All symbols, their subscripts, and superscripts should be written as shown.
2. In a number of instances alternative symbols are given.
3. In many cases the symbols, their sub- and superscripts denote variables to be replaced by symbols for any object, component and qualifier or operator, respectively.
4. Where for one reason or another departures from the standard symbols are made, these departures should be clearly indicated and stated.

0.4.2 Computer Symbols

Wherever possible the symbols in the second column of the tables have been chosen so that their meaning is readily apparent. They have been constructed from the CCITT International Telegraph Alphabet, restricted character set. They are therefore suitable for use in a wide range of situations e. g.: Telex messages, letters, computer printouts etc.

To ensure that the symbols can be used in a wide range of programming languages they currently have been kept to less than six characters long. The symbols should be used as defined, and, in accordance with modern programming practice, should have their type explicitly declared before use. The following rules were applied in the derivation of the symbols:

1. Only upper case letter A - Z and digits 0 - 9 have been used.
2. Formerly Greek letters have been spelled out, if necessary in abbreviated form or with changed spelling. This practice is considered obsolete.
3. The Froude 'circular' symbols are defined by the prefix CIRC.
4. All symbols start with a letter.
5. Qualifiers and operators, preferably two characters, are currently suffixed to the main symbol line, without spacing.
6. No one computer compatible symbol should be used for different concepts in a given context. This goal has not been completely achieved for the whole list. Ad hoc solutions have been attempted but discarded as unsatisfactory.
7. Since the computer compatible symbols have been proposed as the basis of attribute names for data exchanges, the above rules will probably be further developed in the near future.

A final remark on the Computer Symbols: in the computer, the letter O and figure 0 (zero) have fundamentally different meanings, but owing to their resemblance they can be easily confused. Thus it is necessary to distinguish rigorously between them. As a matter of fact there are contradictory conventions being widely used.

0.4.3 Names, Definitions, SI-Units

The third column in the tables contains the names of the concepts denoted by the symbols in the first and the second columns, while the fourth column usually contains

a definition, or a short explanation where necessary. The last column gives the SI-Units for the concepts.

The dimensions of dimensionless quantities as well as their units are 1. They are measured in counts or "absolute units", which sometimes are given names, e.g. rad, rev, but this practice, usual in natural languages, is found to be not very useful in formal systems.

A number of concepts and their symbols are customarily defined and/or standardized differently in different fields of application. The SaT Group cannot resolve all of these discrepancies, but urges that in such cases the definitions and the units used are stated. Only a few examples having been discussed may be mentioned.

While the SI-Units of angle and velocity are rad and meter/second, respectively, the traditional units degree and knot are still widely used and clearly this situation will not change in the near future. In the spectral description of real deterministic or stochastic processes spectra and power spectra, respectively may be defined as double- or single-sided as functions of frequency or circular frequency. Any of these difinitions has its particular advantages, but has to be clearly distinguished from the others.

A major step towards an unambiguous definition of the phase angle has been taken by explicitely distinguishing phase lead and lag of complex quantities. Despite the fact that both have opposite signs they are confused even in mathematically oriented standard textbooks!

0.5 References

0.5.1 ITTC Documents

1. International Towing Tank Conference, Standard Symbols 1971.
BSRA Technical Memorandum No.400, August 1971.

2. International Towing Tank Conference, Standard Symbols 1976.
BSRA T.M. No.500, 1976.

3. ITTC Dictionary of Ship Hydrodynamics.
RINA Maritime Technology Monograph No.6, 1978.

4. Translation of Overall Index of Titles of Dictionary of Ship Hydrodynamics.
Vol. 1: CETENA, Genova, 1984,
Vol. 2: University of Tokyo, 1984.

5. Bibliography and Proposed Symbols on Hydrodynamic Technology
as Related Model Tests of High Speed Marine Vehicles.
Prep. by 17th ITTC High-Speed Marine Vehicle Committee.
SPPA Maritime Research and Consulting. Rep. No.101, 1984.

0.5.2 Translations

A number of translations of the List of ITTC Standard Symbols into languages other than English has been made including French, German, Italian, Japanese, Russian, Spanish and Chinese. For obvious reasons these translations are no longer up-to-date as the present accepted list in English.

1. Roh-Entwurf!

1. French Translation of ITTC Standard Symbols 1971.
Association Francaise de Normalisation (AFNOR).

2. International vereinbarte Buchstabensymbole und Bezeichnungen
auf dem Gebiet der Schiffshydrodynamik. Collatz, G.
Schiff und Hafen 27 (1975) No.10.

3. Italian Translation of ITTC Standard Symbols 1971. Luise E.
Appendix II, Report of Presentation Committee.
Proceedings 14th ITTC, Vol. 4, Ottawa 1975.

4. Japanese Translation of ITTC Standard Symbols.
Transactions Society of Naval Architects of Japan
No.538, April 1974.

5. Russian Translation of ITTC Standard Symbols 1971.
Brodarski Institute Zagreb
Publication No.28, 1974.

6. Simbolos Internacionales en Arquitectura Naval.
Asociacion de Investigacion de la Construccion Naval Madrid.
Publication 7/75, July 1975.

7. 17th ITTC: Report of Information Committee
Proc. 17th ITTC, Göteborg 1984.

8. Chinese Translation of ITTC Standard Symbols.
China Ship Scientific Research Centre, Wuxi.

0.5.3 Other References

Apart form the organizations represented on the ITTC these symbols have been recommended for use in technical writing on naval architecture by a number of organizations concerned with marine matters including The Royal Institution of Naval Architects, the American Society of Naval Architects and Marine Engineers and the American, British, Canadian, Australian, and Italian Navies.

In 1985 the Draft International Standard ISO/DIS 7463 Shipbuilding - Symbols for Computer Applications - has been published. The symbols are based on the list approved by the ITTC in Ottawa 1975 and a related list produced by the ISSC in 1974, inconsistencies having been removed. The ISO/TC8/SC15 has been notified that major changes of the ITTC Symbols are under discussion. Subsequently processing of ISO/DIS 7463 has *not* been postponed, but the standard has been published as ISO 7463 in 1990.

Eine Meta-Bemerkung (informativ)

> "Ich wiederhole die meisten dieser Punkte – trotz der Tatsache, dass die Wiederholung von Unsinn viel eher toleriert wird als die seiner Entlarvung, die meistens als Schimpfen und Ereifern aufgefasst wird."
>
> *John Allen Paulos: Once upon a number (2004/73).*

Lessing hat, lange vor Paulos, die verschiedenen Aspekte der Situation von Kritikern in einem kurzen Entwurf für seine 'Hamburgische Dramaturgie' unter dem Titel 'Der Rezensent braucht nicht besser machen zu können, was er tadelt' glänzend beleuchtet (1767). Der 'Schluss' wird hier *in extenso* zitiert.

"So fehlt auch nicht viel, die ganze Schuld fällt auf ihn [den Kunstrichter] allein. Und nur in diesem Fall dürfte er, um seine Meinung zu rechfertigen, genötigt sein, den Pfuscher von der Staffelei wegzustoßen und selbst Pinsel und Palette in die Hand zu nehmen.

'Glück zur Arbeit! Eben hier haben wir dich erwartet, guter Mann! Wenn, du fertig bist, alsdenn wollen wir vergleichen!'

Und wer glaubt nicht, vergleichen zu können!

Wehe ihm, wenn er nur schlecht und recht verbessert hat; wenn er es genug sein lassen, Fehler zu vertilgen; wenn es ihm nicht gelungen, uns für jeden mit einer ganz neuen, ganz unerwarteten Schönheit zu überraschen!

Was für ein Arzt; der einen Blinden bloß sehen macht und ihm nicht zugleich, statt der matten grauen Augen, die ihm die Natur bestimmte, schöne blaue oder feurige schwarze Augen erteilt!

'War das der Mühe wert? An jenen Fehler waren wir schon gewohnt, und an die Verbesserung sollen wir uns erst .gewöhnen.'

Vielleicht hätten wir den Fehler auch gar nicht bemerkt, und diese Verbesserung hat ihn uns zuerst bemerken lassen. Wir werden unwillig, wenn wir finden, daß uns das, was uns so lange gefallen hat, nicht hätte gefallen sollen.

Kurz, wenn der Kunstrichter durch Tadeln beleidigt, so beleidigt er durch Bessermachen doppelt.

'Mache es besser!' ist zwar die Aufforderung, welche der, getadelte Schriftsteller an ihn ergehen läßt, aber nicht in der Absicht, .daß sie angenommen werden soll. Es soll ein bloßes Stichblatt sein, die Stöße des Kunstrichters abgleiten [im Original 'abglitschen'] zu lassen.

Nimmt sie der Kunstrichter an und er ist unglück1ich, so ist ihm das Handwerk auf einmal gelegt.

Nimmt er sie an und er ist glücklich – Aber wer wird es ihm zugestehen, daß er glücklich ist? Kein Mensch in der Welt. Weder die Künstler; noch seine Kollegen in der Kunstrichterei.

1. Roh-Entwurf!

Unter jenen ist es dem Getadelten nicht zuzumuten; und den übrigen – Keine Krähe wird der andern die Augen aushacken: Die Reihe könnte auch an sie kommen.

Diese aber verdammen ihn des bösen Exempels; er hat sich seines Rechts vergeben; nun wird man das Bessermachen von ihnen allen fordern; dafür muß er gestraft sein!

Und überhaupt sind die Kunstrichter die einzige Art von Krähen, welche das Sprichwort zum Lügner machen."

Kontakte

Prof. Dr.-Ing.
Michael Schmiechen
Bartningallee 16
10557 Berlin
030 - 392 71 64
m.schm@t-online.de
www.m-schmiechen.de

[Ende des Epilogs]