Chair of Standardization
Universität der Bundeswehr Hamburg

Different Aspects of Research on Standardization

A collection of papers presented at the conference on "MSTQ" in San Pedro, Costa Rica and at the University of Costa Rica

November 1994

Edited by Wilfried Hesser

20071113020

ISBN 978-3-940385-00-0

Forschungsberichte der Professur für Normenwesen und Maschinenzeichnen Nr. 1

REPORT DOCUMENTATION PAGE

Form Approved OMB No. 0704-0188

Public reporting burden for this collection of information is estimated to average 1 hour per response, including the time for reviewing instructions, searching existing data sources, gathering and maintaining the data needed, and completing and reviewing the collection of information. Send comments regarding this burden estimate or any other aspect of this collection of information, including suggestions for reducing this burden to Washington Headquarters Services, Directorate for Information Operations and Reports, 1215 Jefferson Davis Highway, Suite 1204, Arlington, VA 22202-4302, and to the Office of Management and Budget, Paperwork Reduction Project (0704-0188), Washington, DC 20503.

1. AGENCY USE ONLY (Leave blank)	2. REPORT DATE	3. REPORT TYPE AND DATES COVERED
	November 1994	Collection of Papers

4. TITLE AND SUBTITLE

Different Aspects of Research on Standardization

5. FUNDING NUMBERS

6. AUTHOR(S)

7. PERFORMING ORGANIZATION NAME(S) AND ADDRESS(ES)

UNIBW

8. PERFORMING ORGANIZATION REPORT NUMBER

9. SPONSORING/MONITORING AGENCY NAME(S) AND ADDRESS(ES

Universität für der Bundeswehr Hamburg
Holstenhofweg 85
D-22043 Hamburg GERMANY

10. SPONSORING/MONITORING AGENCY REPORT NUMBER

ISBN 978-3-940385-00-0

11. SUPPLEMENTARY NOTES

Text in English, 108 pages.

12a. DISTRIBUTION/AVAILABILITY STATEMENT

Public Release. Copyrighted (1 and 20).

12b. DISTRIBUTION CODE

ABSTRACT (Maximum 200 words)

A collection of papers presented at the conference on "MSTQ" in San Pedro, Costa Rica and the University of Costa Rica.

Contents:

The Structure of National Standards Institutions and Organizations

Standardization and Law

Technical Product Documentation in Standardization and Quality Management

Functions of Company Standardization

Economic Benefits of Company Standardization

Parameters of the Variety-Reducing Effect of Standardization

14. SUBJECT TERMS

UNIBW, German, Standardization, Standardization organizations,

15. NUMBER OF PAGES

16. PRICE CODE

17. SECURITY CLASSIFICATION OF REPORT	18. SECURITY CLASSIFICATION OF THIS PAGE	19. SECURITY CLASSIFICATION OF ABSTRACT	20. LIMITATION OF ABSTRACT
UNCLASSIFIED	UNCLASSIFIED	UNCLASSIFIED	UL

Contents

The Structure of National Standards Institutions and Organizations
Dipl.Kfm. Jens Kleinemeyer 1 - 28

Standardization and Law
Dipl.-Ing. Roland Hildebrandt 1 - 23

Technical Product Documentation in Standardization and Quality Management
Dipl.-Ing. Jan Radtke 1 - 33

Functions of Company Standardization
Dipl.-Ing. Christoph Klein 1 - 64

Economic Benefits of Company Standardization
Dipl.-Ing. Hendrik Adolphi 1 - 32

Parameters of the Variety-Reducing Effect of Standardization
Dipl.-Ing. Rolf Meyer 1 - 28

AQ F08-02-00541

The Structures of National Standards Institutions and Organizations

Univ. Prof. Dr.-Ing. W. Hesser
Dipl.-Kfm. Jens Kleinemeyer

October 1994

Professur für Normenwesen und Maschinenzeichnen
Universität der Bundeswehr Hamburg
Holstenhofweg 85
22043 Hamburg
Germany
Tel. + Fax: ++49/40/6541-2861

Contents

I. Introduction 1

II. Standards Institutions 3

III. Theoretical Background and Considerations 5

A. Classes of Standards from an Economic Point of View 5
1. Different Types of Standards 5
2. Characteristics of Compatibility Standards 6

B. The Generation of Compatibility Standards 8
1. The Market-Oriented Standards Institution 9
2. The Cooperation-Oriented Standards Institution 11
3. The Government-Oriented Standards Institution 12
4. Résumé 14

IV. From Government to Private Institutions 14

A. Government-orientation: The Thai Example 15

B. Co-operation-orientation and Government Involvement: The German Example 16

C. Highly Decentralised Committee-orientation: The Canadian Way 19

V. Conclusion 21

VI. Figures 23

I. Introduction

The time when nobody knew anything about standards and standardization is not very long ago. But the "times they are a-changing". Although it will certainly take a long time for the results of a technical committee, for instance, to make the headlines, we are facing a growing awareness of the importance of standardization. The mere fact that we are meeting here and having a conference on MSTQ proves my judgement to be true. Let me just name a few trends that are crucial for this process:

a) National, international and regional markets are growing: National markets are becoming regional markets such as in North America, Asia and Europe (the Internal Market).

b) World-wide Telecommunication Networks: New communication technologies that are available to a multitude of firms and individuals are creating a strong desire for compatible networks.

c) Computer Technology: The integration of computers into the production process, I only mention CIM - Computer Integrated Manufacturing and CAD - Computer Aided Design, are making standards a necessary condition to get the production process started.

Nearly every nation has a national standards body (NSB) - the first being established in 1917 in Germany followed by the United Kingdom and the United States in 1918, etc. These bodies have grown gradually, revolutions in this area have been very seldom. They have undergone 60 to 80 years of slow but permanent growth. Therefore their structures are mostly historically based and very hard to change. This situation is different in (some) developing countries because their structure is much less embodied in historical development, and also in the European countries in transition.

The latter face a situation that has changed enormously in a very short time period. These two types of countries are very much influenced by the following two factors:

- The developed nations try to establish their own "standards system" in the developing countries believing that "he who owns the standard gets the market".

- And - which is mostly true for the countries in transition - their own historical background. Because the outcome obtained with a strictly government-oriented standards institution was not even satisfactory, these countries seem to think the contrary organizational set-up, i.e. a completely competitive or private set-up, will do much better.

To avoid both

- making the same mistakes again that the developed nations made in their own past and transferring these mistakes to other countries and
- thinking that only the diametrically opposed solution can succeed,

it is very important to gain a deeper understanding of both the functional structure of a whole national standards institution and the possible organizational set-ups.

In the following I will present a broad definition of a Standards Institution. This definition will be characterised by the functions that have to be carried out inside this institution.

As we all know, a lot of attempts have been made to classify standards. None the less, this research field has no accepted - no standardized - classification. I will use a concept which is used in economics and promises to be useful in the context of solving some problems.

My main focus will lie on the existing mechanisms for the development of standards and the promotion of their application. Different mechanisms exist. I will discuss institutions oriented towards the market, the government and the committee.

After these theoretical considerations I will present you three national standards organizations - their organizational structure and their embedment into their societies.

I will close with a brief look at the future of standards institutions in general and national standards institutions in particular.

II. Standards Institutions

Definition:
A standards institution can be defined as the sum of all organizations and individuals who are concerned with standards in any imaginable way: this includes the development of standards, their applications, their contents, their administration etc.

It is possible to have different organizations included in this institution. There is no reason to assume that any one organizational form or even a single organization is superior to all other organizational structures independent of the existing parameters. [Kleinemeyer, 1993]

It is obvious that only those parts of a firm which are definitely concerned with standardsactually belong to the National Standards Institution. Only people who are neitherinterested in nor influenced by standards or live outside this institution.

According to Adolphi et al. [Adolphi, 1994] a standards institution has two main functions to carry out (see figure 1):

1. It has to develop standards.
2. It has to promote the application of these standards.

From these main or primary functions we can derive secondary functions, which will shed a bit more light on the institution as a whole:

The development of standards can be divided into at least five secondary functions:

- The planning and organizing of the standards-setting work. This includes the development of general rules and a terminological basis.
- The development of potential contents for the standards.
- The coordination of standards-setting work, in order to avoid both duplication and contradictory work.
- The fixing of the standards-setting work, i.e. only with this fixing, the former potential contents are transformed into "real" standards. This fixing can of course be a consensus decision but it can for example be a majority or dictatorial decision too.
- The continuous review of standards with respect to the law in force and to the actual necessity of a specific standard.

The promotion of standards application can be separated into eight different secondary functions.

- Very important is the availability of both standards documents and information about standards.
- The attempt to make the public aware of the benefits and costs of standardization
- The education of both the developers of standards and the users.

- A profit-oriented consultancy for National Standards Institutions and potential users of standards before, during, and after the introduction of standards.
- Research on standards has to be carried out, to gain a deeper understanding of how the whole process of the development and promotion of standards can be improved.
- The test and/or the certification of products as to their conformity to standards.

The most important task and one of the next steps for research is to identify those activities or functions that either have to be carried out in one organization or that should be carried out in different organizations or should perhaps be left to the market.

III. Theoretical Background and Considerations

A. Classes of Standards from an Economic Point of View

1. Different Types of Standards

With respect to the following analysis I have to introduce an economically oriented classification of standards. According to this, we can distinguish between: variety-reducing standards, minimum quality standards, and compatibility standards. [GEWIPLAN, 1988]

Of course I am aware of the fact, that usually very few "real" standards belong to only one of these classes but still it offers a useful tool to analyse certain effects. Variety-reducing standards are those which help to realise economies of scale or the possibilities of mass production, whereas minimum quality standards try to prtect the buyer of a product against buying a product or service of poor quality. The last class of standards, compatibility standards, are aimed at exploiting the potential of network effects or network externalities. It is this class I will focus on today.

This limitation does not mean that similar problems do not occur when analysing minimum quality or variety-reducing standards. It is most likely that the results will be different but - without a deeper analysis - it is not possible to say in which way.

Compatibility standards and network effects are of growing importance in our "world-wide communication area". A network effect occurs whenever the value of a product or service depends on the number of other users or buyers. Let me illustrate this with a simple example: a fax-machine of a certain generation is of hardly any use and value if it is the only one on our planet. But the more people that use a fax and the more people you can communicate with, the higher the value of a fax will be. Crucial to this, of course is the faultless communication between your fax-machine and the other fax-machines. To guarantee this, the emergence of a compatibility standard is a necessary condition.

To show you the importance of this kind of standard, let me give you some further examples: standards for the production, transmission and reception of television and radio signals, telephone signals, computer operating systems and languages, computer programmes, even human languages are based on compatibility.

2. Characteristics of Compatibility Standards

For a discussion of the different mechanisms that generate a compatibility standard, it is necessary to discuss the characteristics of technologies where compatibility is important. A discussion of the standards-setting mechanisms will obviously be based on these characteristics.

Positive Network effects

Network effects occur, whenever the number of users of a product or service is important for the value of this product or service. Using the example of the fax-machine, we can identify two important aspects of this network effect:

1. How many other individuals that you want to talk to own a fax machine?
2. How many other individuals that want to talk to you own a fax machine?

Whenever this network effect is a monotonically increasing function of the number of owners or users, i.e. each new user generates an additional value for all other users, then the socially optimal number of standards and networks in this area is definitively: ONE!

The existence of network effects result in two problems that I will now describe: the incentives to join a network. As explained above, new users of a product, where compatibility is important, generate a positive benefit for the old users. It is therefore possible to imagine a potential user who is indifferent to joining the network or staying outside. If he joins the network, all former users will benefit. Therefore this behaviour is socially desirable. But because it is usually impossible, or at least very impracticable, to compensate this "marginal" user for the benefits he generates, many potential users, whose joining the network is socially desirable, stay outside. The network stays too small. [DYBVIG and SPATT, 1983]

Installed Bases: An installed base consists of all individuals who bought or/and use this product. An installed base at a certain time T is the sum of all users who have chosen this product up to this point in time T. The idea of an installed base can be illustrated graphically as in figure 2.

Very important for the definition of an installed base is the fact that the users have invested money or something comparable e.g. time, effort etc. into this product. If the individual user switched from this one technology or product to another, he might loose all or at least parts of this investment.

Lock-in: The problem of lock-in [ARTHUR, 1988] is closely related to the installed base just mentioned. The idea behind it is that a society is locked into an inferior technology because this technology has a very big installed base. Let me illustrate this idea: a new technology - which is clearly superior to an existing old technology - is available at point T. The benefits to the users may appear as in figure 3.

In this case the new technology generates much higher benefits than the old one. But the old one had the possibility to generate a big installed base. The new technology might be unable to compensate potential new users for this lack of an installed base. And instead of creating high benefits by following the potential path of the new technology, the new technology remains on a very low level without a network, whereas the old technology continues to grow.

Technological Orphans: Another property of network effects or industries is the possibility that a new superior technology outperforms the old and replaces it. By doing this, the network of the old technology no longer grows. Those users who bought the replaced technology can be called "angry technological orphans" [DAVID, 1987, p. 232]. Such a case is the victory of the Compact Disc over the "old" vinyl record.

Information: One of the most important aspects of the technologies the mechanisms have to deal with is the information about the superiority of technologies.

At the beginning of a competition only very little information is available. If a decision in favour of any of the technologies to hand is made in the early stages of competition, the probability of a wrong decision is quite high. If a wrong decision is made, it can be interpreted as expected costs of a wrong decision. These costs decline with time, as more information is gathered and the probability of a wrong decision declines too.

But on the other hand it might be the case that an inferior technology has built up an installed base, such that it is not easy to switch from this inferior standard to the superior. The longer this process continues the more money has to be spent for a coordinated switch to be initiated. We may say that these costs of switching increase over time.

We obviously have two opposing effects: declining costs of a wrong decision and rising costs of switching. As can be seen in figure 4, the intersection of these two cost curves marks the optimal moment for the decision for or against a technology. [KLEINEMEYER, 1993]

B. The Generation of Compatibility Standards

Compatibility standards can be achieved via different mechanisms. I will focus on the three most common ways to achieve compatibility and will discuss the properties - i.e. the shortcomings and strong points - of these mechanisms in this section. The mechanisms available are:

- the market
- the governmental body or hierarchy and
- the cooperation or committee.

Before going into details, let me just draw your attention to the fact, that I will discuss these mechanisms one by one on a theoretical level. For this purpose it is necessary to speak about "pure" mechanisms. If the market mechanism is chosen, there is no possibility for the interested parties to coordinate in a committee or to ask the government for help. If I discuss the committee mechanism, I exclude the possibility of a competition on the market and governmental interference. Additionally, I assume that if a committee does find a compatibility standard, it is binding.

1. The Market-Oriented Standards Institution

I will start this section by explaining what I understand a market-oriented institution to be.

Definition

If compatibility shall be achieved via the market mechanism, the potential standards compete against each other. This competition will go on until only one or very few standards remain. Whichever one remains will depend on the consumers and/or users of the technologies. Their decision to buy or not to buy makes all the difference. This decision may depend on a lot or arguments that are probably not based on the technological superiority of technologies but on expectations, tastes etc.

We can observe such a situation in the market for computer operating systems, where IBM tried very hard to push its new OS/2 Operating System onto the market against the existing DOS industry standard. [GABEL, 1991]

As far as the characteristics of the market mechanism are concerned, the first is the: Variety-reducing effect. The market mechanism is very good at offering a high variety of technologies at the beginning of competition. In the course of this competition the variety

declines until only very few technologies remain, probably only one. Therefore the probability of choosing a wrong, i.e. an inferior technology becomes small because the more time the technologies compete against each other, the more information about these technologies is gained. But it is important to be aware of the fact, that the additional information is available only to few specialists who do not decide, whereas those who decide - mostly the consumers - usually do not have the information.

On the other hand, the existence of a number of technologies does not allow the exploitation of all potential network effects, because many small networks exist. Imagine such a situation occurring with communication networks, whereby each city and village would have its own telephone network and these networks would not be compatible. No network effects generated by inter-regional communication would be possible. But a lot of different technologies might be "tested".

A second characteristic to mention is the Availability of Technology. Competing in the market means placing one's own technology at the service of the potential users quite fast. Therefore the market guarantees that solutions to a certain problem (the technologies) will be offered at a very early stage. This aspect is important when we compare the market mechanism with other mechanisms.

The next characteristic to discuss is the Lock-in situation. In a purely market-oriented standards institution there is hardly any way of overcoming a lock-in situation. If an installed base has reached a certain volume, it is de facto impossible to switch to a different standard.

The abovementioned variety of standards at the beginning of the competition and the decline of competing standards will obviously produce a lot of very angry technological orphans. Each technology that has to leave the competition, i.e. its network does actually decline, leaves all its users as technological orphans. These orphans face at least a partial destruction of their investment in the technology and the necessity of new investments in a different technology.

2. The Cooperation-Oriented Standards Institution

Definition

The cooperation-oriented standards institution consists of at least one "standardizing body" "that has as a principal function, by virtue of its statutes, the preparation, approval or adoption of standards that are made available to the public." In this context standards are "documents established by consensus and approved by a recognized body..." [EN 45020].

The committee I have in mind has no problem with in involvement of users or consumers, although in reality this might be one main problem.

Most of what follows holds true for the common way decisions in a committee are made, i.e. on the basis of the consensus principle. I am aware of the fact that other decision rules do not contradictthe committee, but for a discussion of the problems of a committee-oriented standards institution it is helpful to use a consensus based committee. As the discussion will show, there are good arguments for leaving the consensus principle, if compatibility matters. The consensus principle can be replaced for example:

- by a simple majority rule ($x > 50\%$),
- by a qualified majority rule ($x > 50+y\%$), or
- by more complicated rules such as the one used in CEN with both qualified majority rules and qualified voting powers.

Variety versus network effects: As the decision of the committee is binding, there is no problem with exploiting the potential of network effects, they will be realised. Additionally, the decision is usually made, or at least should be, by those who have the best first-hand information about the available technologies. Thus, compared with the market-oriented institution, there is good reason to assume that the decision is based on better information. But still there is no way of learning by experience, because none of the technologies is in use. So all the information is based on theoretical considerations and in-company testing.

Availability of technology: I will not be revealing anything new if I maintain that finding a consensus is a time-consuming affair. If you are dealing with an urgent matter, i.e. the value of a consensus declines over time, the committee performs very poorly.

Lock-in: The committee does offer the possibility to switch from an inferior standard to a superior one. But it is very unlikely to occur if all interested parties join the committee. Among these parties the members of the installed base have a veto power, which they will use to prevent their investment from being destroyed by the inferior standard. Unless there is compensation from those who benefit from a new standard to those who own an old one, no consensus will be reached for the switch to a superior standard. Of course this might change if different decision rules are used.

Technological Orphans: We can say that the committee is a very good mechanism for avoiding the emergence of angry technological orphans. Because the committee will promote only one standard, there is no space for different standards to emerge at the same time, thus generating technological orphans as competition goes on. And secondly, by incorporating the potential technological orphans into the standards-setting process and giving them a veto power, it becomes their decision as to whether they want to become orphans or not. As it is reasonable to assume that they will not want to become orphans, they can simply refuse their support for a new standard.

Information: As the committee usually consists of the producers, i.e. those who have the best information about the value, the potential for further development, the costs etc. of a technology, the generation of standards by a committee guarantees both the highest consideration of information and the greatest amount of information.

3. The Government-Oriented Standards Institution

Definition

A government-oriented standards institution has to decide on a compatibility standard; this decision will (should) be mandatory. This production of compatibility standards is a good offered by the state, i.e. the funding comes from the state's tax revenue. In contrast to this, the market-oriented standards institution is funded through the prices paid to the firms that

produce standards, although the institution as a whole needs no funding. The committee-oriented standards institution has to raise its funds from its members.

Variety versus network effects: Similar to the committee-oriented standards institution, the government-oriented institution is very good at realising the whole potential of network effects, because it will and has to decide in favour of just one technology or standard, thus more than one standard will not come into existence.

Availability of technology: It is well known that the policy process is usually characterised by a low speed. But, as this process takes no account of different individual preferences, the outcome will normally be determined by a simple majority voting mechanism.

Lock-in: As governmental bodies have the power to enforce their decisions, this can be seen as an important means to overcome lock-in-situations. If a governmental body decides that an old technology may no longer be supplied and a new technology has to be chosen instead, the switch will happen independently of the old technology's installed base.

Technological orphans: in an ideal world, the governmental body would try to maximise the welfare of the whole population. This includes the welfare of potential technological orphans. Therefore the governmental body has to find a balance between the benefits of a new technology for all users and the costs of a switch from an old to a new technology for the installed base of the old technology.

Information: Those who decide - bureaucrats - usually do not have the expertise to distinguish between a superior and an inferior technology. Additionally it is possible that they can neither gain information from the supplier's side nor from the consumer's side, leaving the governmental body with as little information as possible.

Additionally the governmental body may very easily become the aim of rent-seeking interest groups which may try to bribe the bureaucrats in order to have them make a decision in favour of a preferred standard or technology.

4. Résumé

Let me summarise the discussion of the various standards institutions with this table

Mechanisms / Criteria \	Market-oriented	Committee-oriented	Government-oriented
Who decides	Consumers/Users	Producers	Bureaucrats
Variety-reducing power	very low	high	very high
Realisation of network effects	very low	high	very high
Availability of the technology	very early	very late	late
Danger of remaining in a Lock-in-situation	yes	yes	no
Generation of Information	low	high	low
Respect for technological orphans	no	no	yes

Table 1: The shortcomings and strong points of the existing standards-setting mechanisms

IV. From Government to Private Institutions

National Standards Bodies inside National Standards Institutions face different degrees of governmental dependency. This is of course due to the country-specific historical background. The range goes from a total government regime to a completely market regime with real countries distributed between these extremes.

To give you some ideas of how different these structures may seem I will introduce one mostly government ruled standards institution, I will offer you the DIN as a medium example and the Canadian approach as an extremely decentralised solution.

A. Government-orientation: The Thai Example

The Thai Industrial Standards Institute (TISI) is structured below the Ministry of Industry. It bases on the „Industrial Product Standards Act B.E. 2531" (1988). This act defines the aims of TISI, its role in the economy and its relation to local industry and the rules and procedures for the standardization work. Following this act, the TISI is controlled by the „Industrial Product Standards Council". This council lays down the rules, contents and policy of TISI. TISI does not only deal with standardization but it deals with other MSTQ related topics too. Among these topics are measurement, testing, quality control, certification, documentation and legislation.

Contrary to other standardization organisations, TISI has to work with a specified budget, which is donated from government. In 1991 this Budget was 73,462,600 Baht which is equivalent to USD 3,000,000. Due to this kind of financing TISI is independent of industrial interest groups.

The rough organisational structure of TISI is given in figure 5.
I will not go into the details of this organisational structure but will give you a few facts instead:

The two standardization departments deal with the actual development of standards and the planing of standardization work. They consist of 8 development groups with 180 standardization committees with about 3,000 experts.

The organisational structure of TISI is mostly a central hierarchical structure, because all the work has to be carried out inside the Product Standards Act and under surveillance of the Council.

B. Co-operation-orientation and Government Involvement: The German Example

Standard setting in Germany is mostly co-operation-oriented. A lot of associations deal with the development and promotion of standards according to the theoretical model about the primary and secondary functions of standards institutions. Among these institutions are best known the DIN (Deutsches Institut für Normung), VDI (Verein Deutscher Ingenieure), VDE (Verein Deutscher Elektrotechniker) and many more.

Deutsches Institut für Normung e.V.

DIN is registered under German Civil Law as a non-profit organisation, something that has quite important tax implications. This explains the affiliated DIN societies which are organised as profit-making enterprises. For our investigation it is important to realise that DIN is more than what is carried out inside the DIN by the four big business areas:

- Conformity and Certification,
- Standardization,
- International Co-operation and
- Administration and Publication.

What happens inside these business areas is quite obvious and needs no further explanation.

As can be seen from the organisational structure of the DIN (see figure 5), it follows a „Everything under one roof"-strategy. They try to carry out most if not all functions of a standards institution inside the association or inside one of the many affiliated firms.

The organs of DIN are according to its statutes the General Assembly of the Members (1993: 6.230 members), the Managing Board (30 - 45 members), the President, the Director and the

Standardization Committees. In 1993 existed 105 Standardization Committees including 4.300 Working Groups and about 44,000 voluntarily contributors.

Let me give you some infomration about the affiliated associations:

German Company for Product-Information Ltd. (Deutsche Gesellschaft für Produkt-Informationen mbH: DGPI) has to develop brochures to inform the consumers about products which fall under the regulation of the EC. This shall ensure the comparatibility of products.

German Company for Certification of Qualitymanagementsystems Ltd. (Deutsche Gesellschaft zur Zertifizierung von Qualitätsmanagement-Systemen mbH: DQS) is responsible for the Certification of QM-Systems according to the ISO 9000-9004 series.

German Company for „Warenkennzeichnung" Ltd. (Deutsche Gesellschaft für Warenkennzeichnung mbH: DGWK) is responsible for testing and certifying of standardized products of all kind.

German Accreditation Company in Chemical Industry Ltd. (Deutsche Akkreditierungs-gesellschaft Chemie GmbH. DACH) is responsible for the accreditation of chemical laboratories.

Technorga Ltd is responsible for the development and production of Standards in co-operation with DIN and the procurement Council of the Armed Forces.

Beuth Publishing House Ltd (Beuth Verlag GmbH: BV), is responsible for printing, publication and distribution of DIN Standards and technical regulations.

DIN Software Ltd., is responsible for the procurement, production, and distribution of data-files, DIN-Standards, and programmes on computer readable media.

Publishing House for technical regulations Ltd (Verlag für technische Regelwerke GmbH: VTR), is responsible for the printing, publication and distribution of further DIN products and information.

According to the secondary functions defined above we may see that DIN carries out every kind of these functions starting with the production of standards, followed by publication of all kinds of information, testing, certification and accreditation and finally the education and research (which is carried out under „Administration and Publication").

In total there are 155 associations writing standards in the Federal Republic of Germany. The special position of the DIN rests, among other things upon the agreement between the Federal Republic of Germany and the DIN. The following extracts from this agreement emphasise the reciprocal dependence of those interested in standards, state and private industry - represented by the DIN :

- "The Federal government recognises the DIN ... as the standards organisation responsible for the Federal Territory and Berlin (West), and as the national standards body in non-governmental international standards bodies".

- "The DIN undertakes to consider the public interest in carrying out its standardization work. In formulating the DIN standards, in particular, it shall be responsible for seeing that the standards may be consulted as descriptions of technical requirements in legislation, public administration and legal proceedings."

- "The Federal Government intends to support standardization within the limits of the means available from the Federal budget."

- "On request, the DIN shall grant seats on the steering groups of the standards committees to the Federal Government subject to appropriate specialist competence."

- "Standards represent an essential organisational factor in the control and further development of technology, particularly in the fields of safety, environmental protection and consumer protection." (explanatory notes to the agreement)

To summarise, it is obvious that in Germany standardization is organised in private organisations with one leader supplier (DIN) and many smaller followers - to economists this is known as a Stackelberg-Oligopoly - but with a great influence by the state.

C. Highly Decentralised Committee-orientation: The Canadian Way

The aims, functions and powers of the Standards Council of Canada are laid down in the Standards Council of Canada Act. The Council is a Crown Corporation and approximately 95% of its finances come from the Canadian Government. The Council has a maximum of 57 members, and is composed as follows:

⇒ members representing the Federal Government,
⇒ members representing the Provinces, and
⇒ up to 41 members representing business, industrial and consumer interests.

The Council, which meets at six-monthly intervals, has formed several advisory committees to fulfil its mandate. The Executive Committee of the Council, consisting of 9 members under the chairmanship of the President, supervises the carrying out of working programmes through a permanent secretariat. The secretariat is subdivided into four business spheres:

- Standardization
- Information and Sales
- Public Relations
- Administration.

Standardization is further subdivided into five departments:

- National Standards
- International Standards
- Testing

- Certification
- Education.

The Council (including the secretariat) co-ordinates and promotes the development of standards and is the administrative office of the National Standard System, an amalgamation of the Canadian organisations for standardization, testing and certification which have been accredited by the Council.

At present there are five standards-writing organisations which have been accredited by the Standards Council:

- Bureau de Normalisation de Québec
- Canadian Gas Association
- Canadian General Standards Board
- Canadian Standards Association
- Underwriters' Laboratories of Canada.

These organisations can submit standards which they consider to have national significance to the Council for possible inclusion into the Canadian National Standards System. The Council then examines the standards for this status with the aid of the „Criteria and Procedures for the Preparation and Approval of National Standards of Canada". Some of the important criteria are:

- a national standard must have resulted from the consensus of the committee members

- the committee should have a well-balanced composition, made up of consumers, manufacturers and other groups interested in the standard

- the content of the standard must not represent an obstacle to trade, nor must it restrict the freedom of development and design.

The Standards Council does not prepare standards, neither does it carry out any testing or certification of products and processes.

The structure of the Canadian national standards body, which came into being in 1970, does not affect the decentralised nature of standards writing. This is still carried out by organisations specific to a particular sector or trade, which have grown up over time. At the same time, it aims to increase effectiveness through improved co-ordination of standardizaztion work, by means of co-operation amongst the standard-writing bodies in the Council.

V. Conclusion

It was shown that there is strong evidence for different institutional set-ups to be sub-optimal in certain circumstances. Some examples taken from „reality" were presented in order to illustrate the range - from a government body to a highly decentralised set-up as in Canada - of organisational set-ups for standardization organisations. As every nation does have a standards organisation a nation-wide completely competitive i.e. private organised standardization institution does not exist. Still some features of this organisational structure can be found in the standard setting process for High Definition Television in the US.

Traditional (maybe "old-fashioned") standards institutions are mostly formed by

variety-reducing standardization,
the consensus principle and
a few big standards-setters,

occupying the whole range of functions, in a given region. With the above mentioned effects of globalization and computerisation, these standards institutions will enter into competition among themselves, thus it will be crucial to restructure these institutions so as to overcome internal shortcomings. Therefore implementing an efficient combination of the outlined forms of standards-setting and promotion of standards will determine the success of national standards institutions and organisations in this world-wide competition.

Future research has to develop - as a basis - an understanding of the functions of standards institutions and their interconnections and can then investigate the following questions:

- Which functions are to carried out by one organisation?

- How is this organisation to be structured? (Should it be a non-profit or a profit making but private organisation, should it be a governmental organisation, should it be a monopoly)

- How is this organisation to be financed?

- In what way can an efficient flow of information between the organisations be guaranteed?

While I have concentrated on the standards-setting process for compatibility standards, the whole problem becomes even more complex if we try to answer the same questions of how to set up the standards-setting institution when minimum quality standards or standards for the reduction of variety are to be decided upon.

VI. Figures

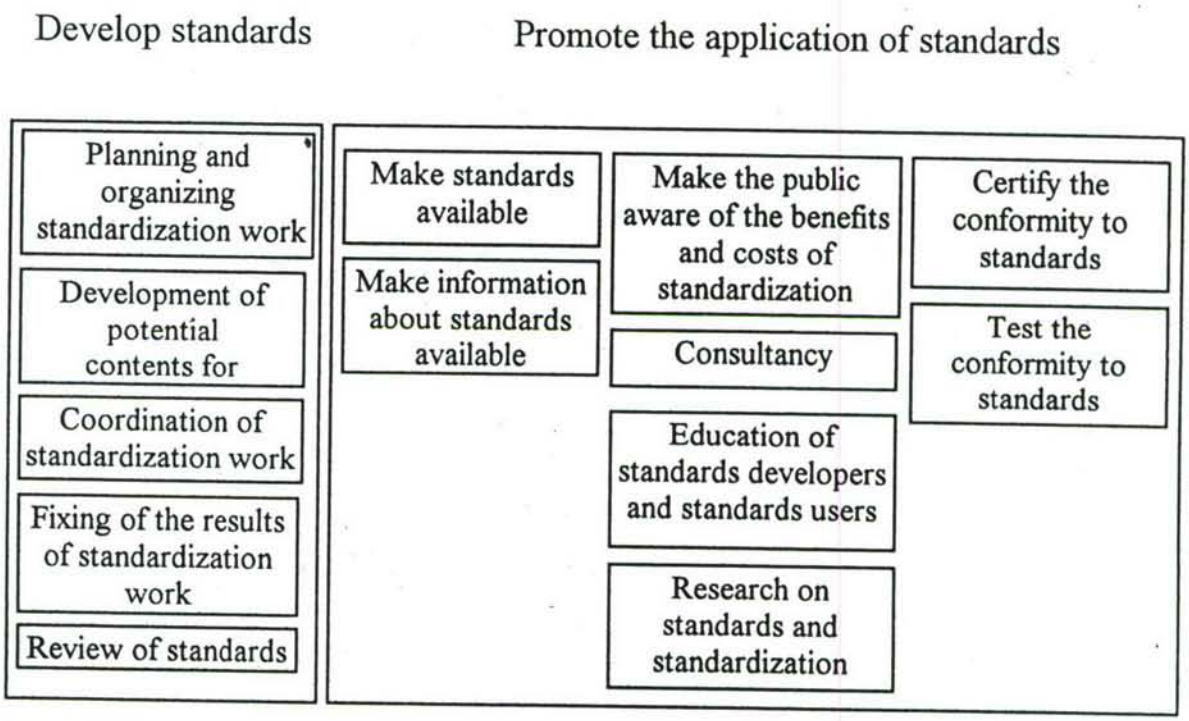


Figure 1: Primary and secondary functions of a National Standards Institution

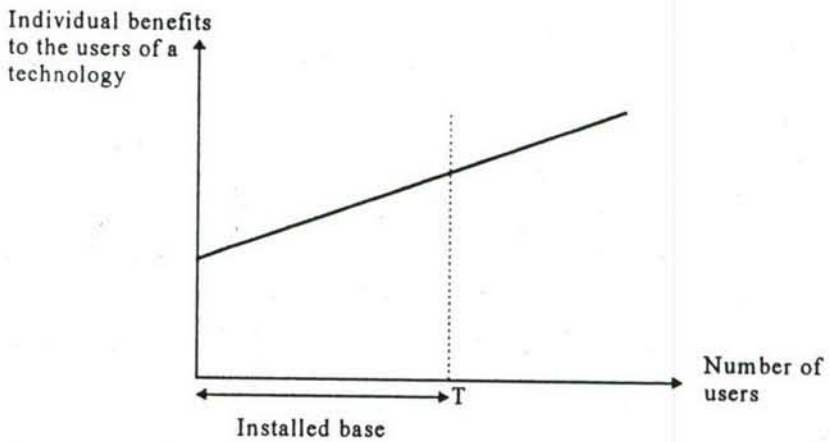


Figure 2: An installed base is the sum of all users who have chosen the product up to T

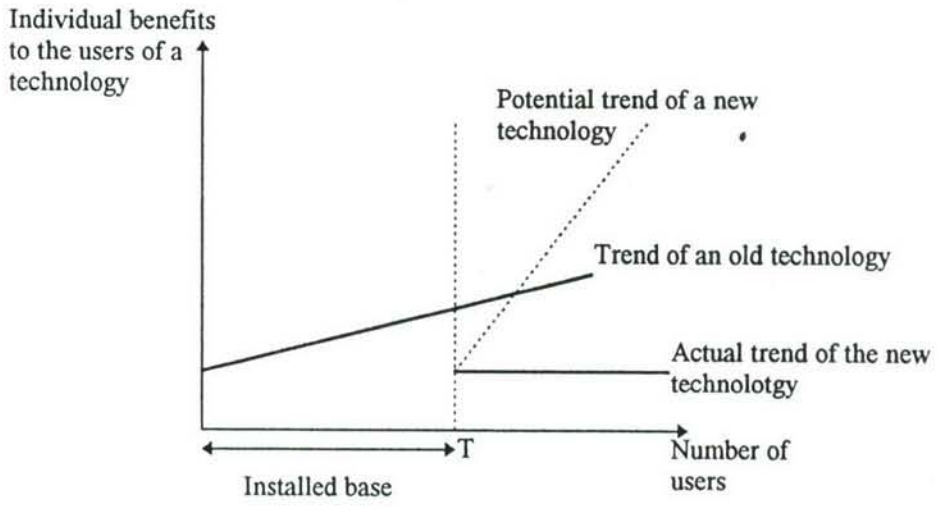


Figure 3: A new superior technology versus an old inferior technology

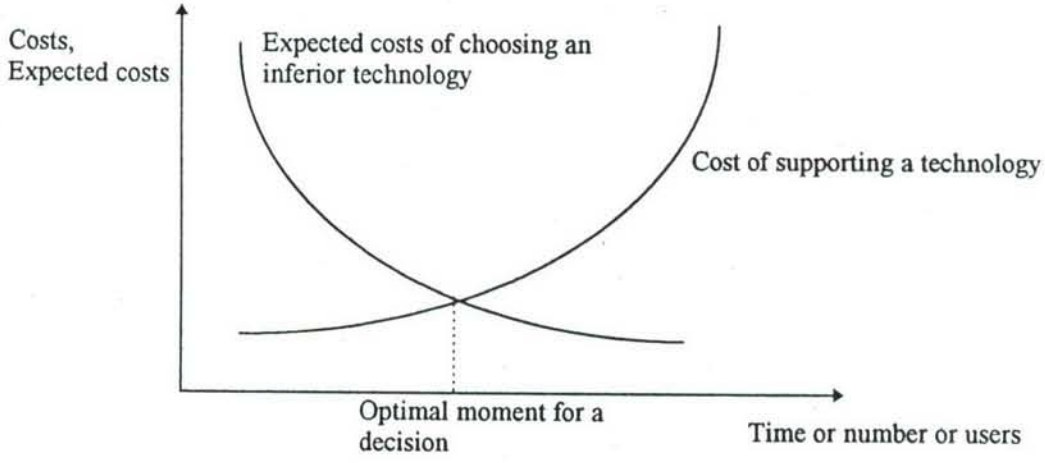


Figure 4: The trade-off between the expected costs of a wrong decision and the costs of switching from an inferior to a superior standard

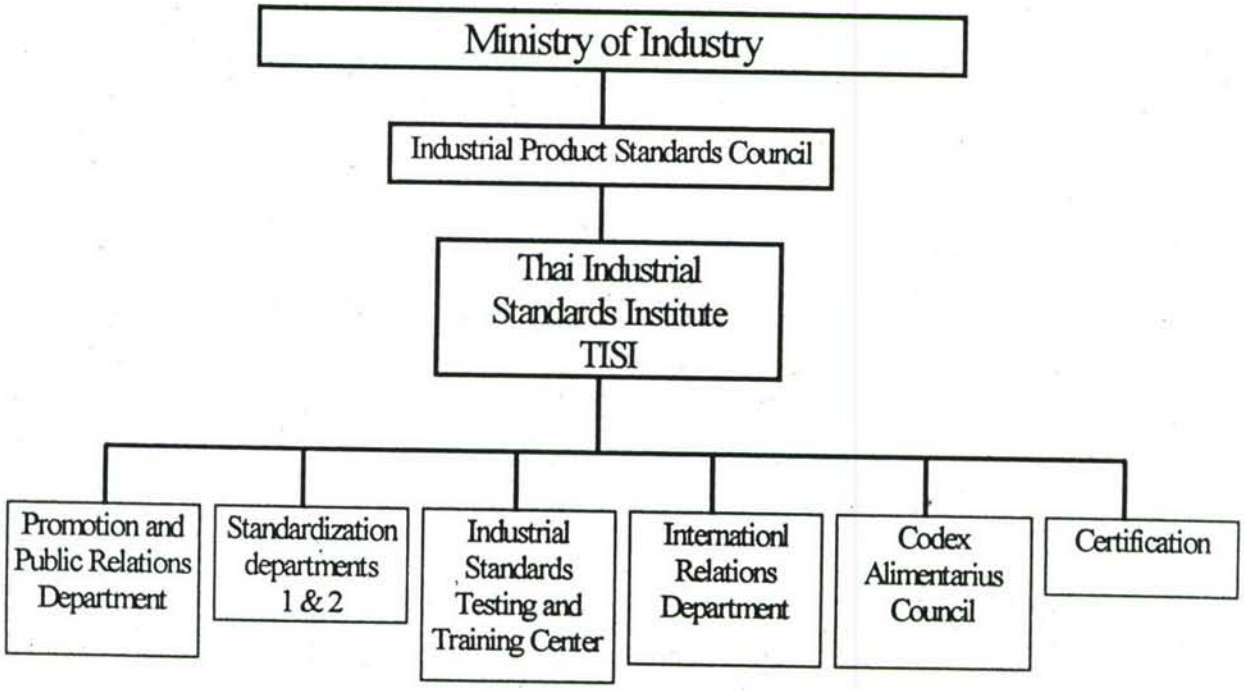


Figure 5: The organisational structure of the Thai Industrial Standards Institute

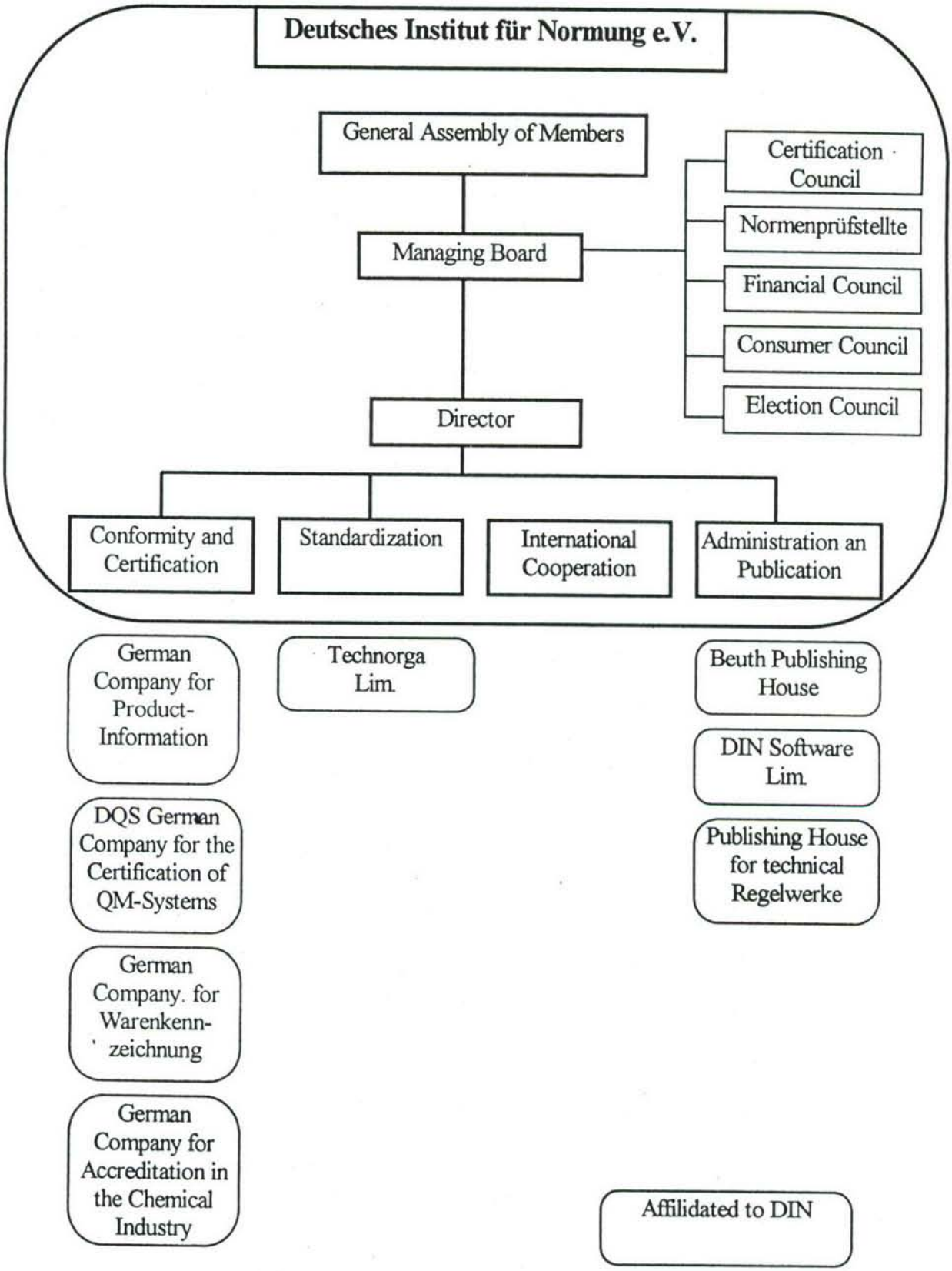


Figure 6: The DIN organisational structure with affiliated associations

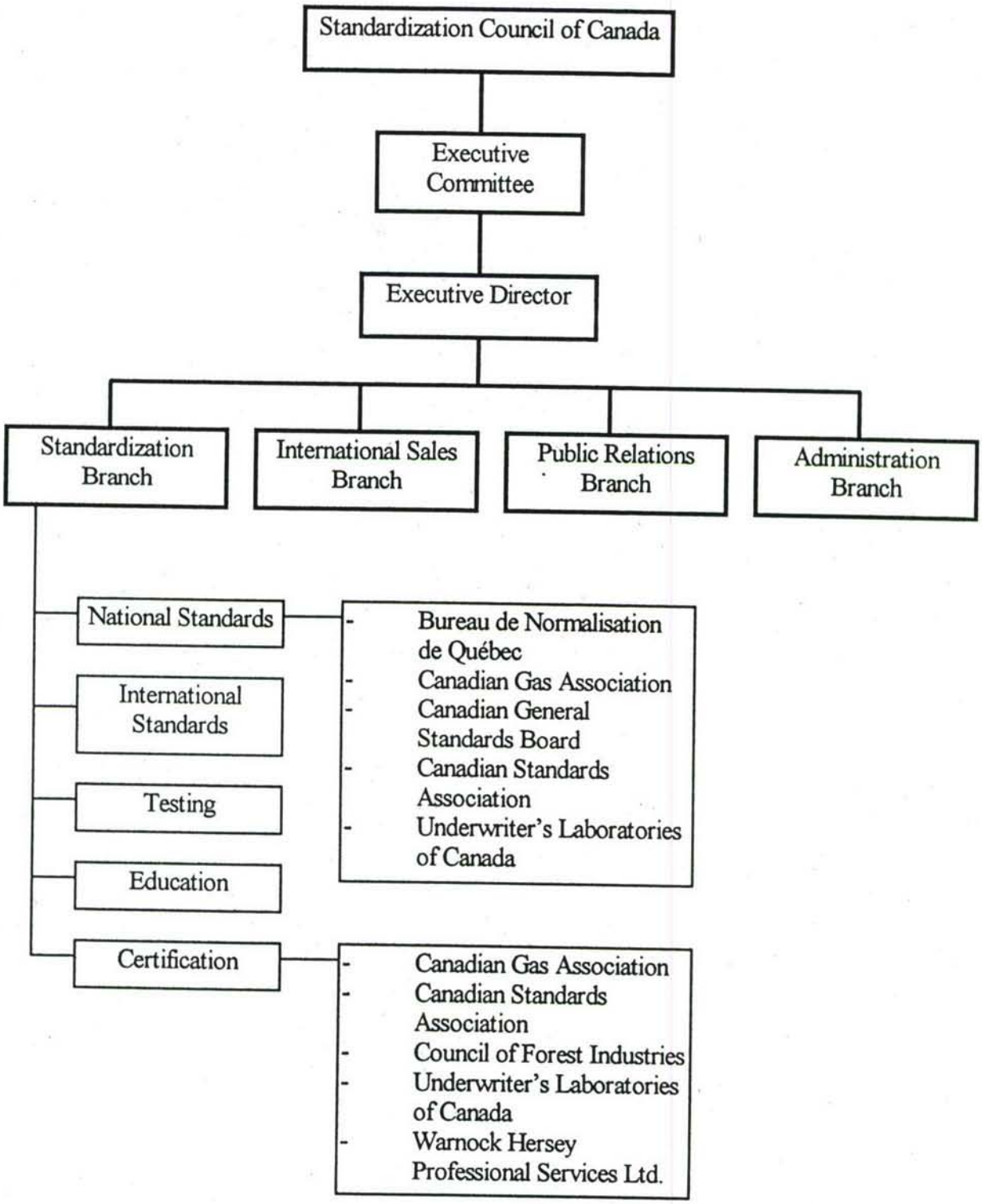


Figure 7: National Standards System of Canada

References

Adolphi, Hendrik, Wilfried Hesser, Roland Hildebrandt,
Alex Inklaar, Jens Kleinemeyer and Rolf Meyer (1994)
Functions of National Standards Institutions, European Academy for Standardization e.V. EURAS Discussion Paper Series Volume 2.

Arthur, Brian W. (1988)
Competing Technologies: an overview, in: Technical change and economic theory, Ed.: Giovanni Dosi et al., New York: Pinter Publishers.

David, Paul A. (1987)
Some new standards for the economics of standardization in the information age, in: Economic policy and technological performance, Ed. Partha Dasgupta and Paul Stoneman, Cambridge: Cambridge University Press.

Deutsches Institut für Normung e.V. (1994)
Geschäftsbericht 1993/94, Berlin.

Dybvig, Philip and Chester S. Spatt (1983)
Adoption externalities as public goods, in: Journal of Public Economics Vol. 20, p. 231- 247.

European Committee for Standardization (1993)
European Standard EN 45020, Brussels.

Farrell, Joseph and Garth Saloner (1986)
Installed base and compatibility: Innovation, Product Preannouncements, and Predation, in: American Economic Review Vol. 76, p. 940-955.

Gewiplan (1988)
The "Cost of Non-Europe": Some case studies on technical barriers, in: Research on the "Cost of Non-Europe" Basic Findings Vol. 6, Ed.: Commission of the European Communities, Brussels and Luxembourg.

Inklaar, Alex (1990)
Organization of Standardization, Unit 2, Workshop in Kuala Lumpur.

Kleinemeyer, Jens (1993)
Die institutionelle Ausgestaltung der Standardisierung, European Academy for Standardization e.V. EURAS Discussion Paper Series Volume 1.

Thai Industrial Standards Institute (1991)
Standardization and related topics in Thailand.

Thai Industrial Standards Institute (1988)
Industrial Product Standards Act B.E. 2531.

Verman, Lal C. (1973)
Standardization: A new discipline, Hamden, Conn.: Shoe String Press.

Standards and Law

Univ.-Prof. Dr.-Ing. W. Hesser
Assessor Clemens Herb
Dipl.-Ing. Roland Hildebrandt

October 1994

Professur für Normenwesen und Maschinenzeichnen
Universität der Bundeswehr Hamburg
Holstenhofweg 85
22043 Hamburg
Germany
Tel. + Fax: +49 40 6541-2861

Contents

1 The Legal Force of Standards 2
1.1 The Legal Quality of Standards in the Federal Republic of Germany 3
1.1.1 The Hierarchy of Legal Norms 3
1.1.2 The *de facto* Validity of Technical Standards 5
1.1.3 Legal Status on the Basis of Agreement 6
1.1.4 Legal Status through References Contained in Regulations 8
1.1.4.1 Reference in the Form of Grey Legal Concepts (Blanket Clause Method) 9
1.1.4.2 Reference to Specific Technical Standards 11
1.2 Enforcement and Control of Technical Standards 13
2 The New Approach in the European Union 15
2.1 The Technical Plant and Equipment Act (GSG) in the Context of EU Directives 15
2.2 Essential Requirements for Safety and Health 16
2.3 Evidence of Conformity with the Requirements of the EU 16
3 Conclusion 17
4 Figures 18

1 The Legal Force of Standards

A world-wide comparison of standardization-practising countries shows that the respective role of standards and legal requirements vary considerably. Even within one country there are neither a uniform policy nor are there uniform methods when referring to standards in legal provisions. In addition to this, governmental and private standard-setting organisations often exist side by side without any co-ordination. The resulting confusion of technical rules has detrimental consequences for economical and technical development. This is particularly true in developing countries in which legislative measures and standards setting intermingle.

At the same time many developing countries have very high expectations of standardization raising their industrial level of development so as to enable them to fulfil the quality requirements of the world market. Despite the diversity of conditions in individual developing countries there is still a common interest in co-ordinating, harmonizing and raising the level of

national standardization. The decisive prerequisite for this is a clear definition of the distribution of roles between standardization and legislation.

There are a number of conceivable forms in which standards can achieve legal status, either as a *de facto* binding force or by references contained in legal provisions. These range from an all-encompassing declaration of their binding effect to a completely voluntary application. The following chapter is intended to illustrate this using the example of the Federal Republic of Germany (FRG).

A further section will examine the issue of how standards in the FRG are established and monitored. The new approach to standards in the European Union (EU) will be given brief treatment. At the end the problem of how to transfer the German and EU approaches to other countries is dealt with.

1.1 The Legal Quality of Standards in the Federal Republic of Germany

In order to comprehend the position of standards in the legal system of the FRG, it is first necessary to clarify the legal quality of standards themselves. This will provide the basis for outlining the consequences of using standards in law.

To achieve a better understanding of the links between standardization and law in the FRG, a brief account of the hierarchical structure of legal norms is given. The types of legal norms and how they are arranged in relation to each other are shown in figure 1-1.

1.1.1 The Hierarchy of Legal Norms

The uppermost position in the legal hierarchy of the FRG is occupied by the constitution, the Basic Law. Inter alia it regulates the legislative authority of the Federal Government and the

individual Federal States[1]. The Basic Law contains the fundamental principle "Federal Law supersedes the law of the individual Länder". Federal laws therefore occupy a lower position than the Basic Law but they are superior to all laws and ordinances of the Länder. Federal laws are passed by the Federal Parliament, the Bundestag (the Lower House) and the Bundesrat (the Upper House of the Federal Parliament) in line with their legal competence, and the laws of the Länder by the respective parliaments of the Länder. Laws usually do not contain detailed rules but general requirements of conduct.

Ordinances have a lower status than Federal Laws and are issued by the Federal Government or by the Federal Minister who is responsible, and at the level of the Länder by the parliament of the Land. Their legal validity is restricted to the extent of the power of the law on which they are based. Ordinances regulate details for enforcing the laws and, just like the laws themselves, have a generally binding force.

This ranking also applies to Land law: Constitution of the Land, laws, ordinances.

Below ordinances rank administrative regulations, which are also regarded as legal norms, albeit with restricted binding effects. Administrative regulations are binding instructions from public authorities to subordinate offices, which serve to define the organization and operations of the administration more precisely. Although ordinary citizens are not directly bound by these regulations, in practice they experience their immediate effects. Statutory decisions are frequently first enacted at the level of administrative regulations.

In addition, statutory regulations are also charters passed by legal entities in public law as autonomous statutes and articles. Regulations governing the prevention of occupational accidents of the German professional insurance association are an example. These regulations are binding upon the members and all those insured by the association.

In contrast, technical standards are not legal regulations and therefore do not have a direct legally binding effect unless they are referred to in legal norms or in agreements under public law, e.g. in a contract. Nevertheless, technical standards do not lose their voluntary character and merely become binding in terms of their content. There are no technical standards in the

[1] Further references to the Federal States will use the German name *Länder* and its singular form *Land*

FRG which may be said to be binding in every case. Consequently, it is not possible to indicate the percentage of compulsory and voluntary standards.

1.1.2 The *de facto* Validity of Technical Standards

Legal obligation does still not imply that a technical standard will actually be observed in practice. The greater the extent to which a technical standard is applied in practice, the more likely it will be that a "*de facto* validity" exists. As one example, a *de facto* binding effect may result from the incorporation of technical standards into market "laws", which also provide for sanctions in the case of infringement (figure 1-2).

De facto validity is to be found at its most extreme amongst the safety standards, which are integrated right through the legal system by references contained in Laws, ordinances and administrative regulations. Manufacturers and users adhere to such standards in order to avoid detrimental legal consequences, whether they be indirect coercive measures, such as a ban on technical systems, or direct measures, such as product liability.

However, even standards concerning rationalization and quality, which are generally not referred to in law, often achieve *de facto* validity in a market economy founded on intense competition. Economic disadvantages sustained on the market do effectively result in manufacturers being forced to adhere to the requirements if products do not comply with a certain standard. The result may be that it becomes impossible to sell particular products if they do not comply with the relevant technical standards. For instance, paper manufacturers producing non-standardized paper formats would not to stand a chance on the German market as the relevant DIN[2] standards have completely established themselves. This, in turn, affects the manufacturers of products that are dependent upon paper formats, such as office equipment. These manufacturers must also bring their products into line with these standards (see figure 1-3).

Further examples of a strong *de facto* validity are the so-called "basic standards", i.e. standards with a wide range of applications and general, fundamental significance. These include

[2] DIN = Deutsches Institut für Normung

standards for thread sizes and other small components which are produced in large quantities and are constantly required in industry and trade, such as screws, nuts, rivets and the like. In terms of their binding effect such standards of measurement and quality match the safety standards. Without actually being so they resemble the legal norms in economic practice. Thus, there is a *de facto* coercion to comply with a technical standard and the intensity of this coercion depends on the nature of the standard.

1.1.3 Legal Status on the Basis of Agreement

Apart from references in legal regulations, technical standards may acquire legally binding status by their inclusion into agreements made under private law. An example is provided by the RAL[3] associations for marks of quality, which are organized as registered associations under private law.

Anyone who wants to use a mark of quality must join one of these associations or make a certain binding declaration to adhere to the association's charter. Under the rules of the associations, the members are duty-bound to observe the conditions of quality and testing as well as the special terms relating to the award and use of the mark of quality. It is precisely the threat of these sanctions that proves such an effective measure in enforcing adherence to the quality requirements. Because the mark of quality is so effective in terms of its advertising impact, withdrawal of the permission to use it generally brings noticeable losses of income in its wake.

Besides the mark of quality in the Federal Republic of Germany, there are the so-called "test marks". The most well-known of these include the GS, the DIN and the VDE mark of testing and surveillance (figures 1-4, 1-5). While quality marks certify quite generally that the quality of the product has been tested and supervised, test marks tend to refer to the adequacy of the product in terms of technical safety requirements. Thus, they certify that it can be used without any exposure to danger. Anyone who wants to use this test mark does not have to join the corresponding organization but enters into a certain contract with the DIN or VDE in which the rights and obligations are regulated.

---

[3] RAL = Ausschuß für Lieferbedingungen und Gütesicherung (committee for terms of supply and quality assurance)

As a rule, one of the conditions for awarding the mark is that the product complies with the relevant technical standards. The user of the mark also makes a commitment to continually monitor his own production and is subjected to an inspection by the association's own test station. Violation of the rules permitting the use of a test mark may be punished with a caution, a contractual penalty or withdrawal of the authority to use the mark. As in the case of the mark of quality, withdrawal of the test mark is an effective lever in ensuring compliance with underlying technical standards.

Due to its significance in terms of technical safety and the fact that it is extremely well-known the test mark is also an effective tool for advertising. Furthermore, supervisory authorities frequently waive the special government inspection if a test mark certifies adequate technical safety.

A manufacturer will therefore have to bargain with substantial commercial disadvantages if he is no longer permitted to use the test mark. Hence, in the field of safety the test mark is an important instrument for enforcing technical standards. The organizations responsible for setting standards, such as DIN, thus occupy a position of considerable economic power which is occasionally the subject of criticism from the law.

The target of such criticism is the situation arising from private institutions setting up guidelines for compliance with technical standards. Although these guidelines for compliance only apply *de jure* to the association members and contructually-bound manufacturers their *de facto* binding force does in fact extend to everybody. However, the problem of constitutional legitimacy posed by associations with such far-reaching powers will not be expanded upon any further at this stage.

Technical standards most frequently achieve legally binding status in trade and industry by contractual reference being made to them. They become an element of the contract, and legally binding on the parties to the contract. In this way, for instance, the quality of the object according to the terms of the purchase contract, tenancy agreement or contract for work is laid down by means of DIN or other standards, which leads to simplification and rationalization of the processes involved in placing and accepting the order.

An example of this is provided by contracts for construction work where agreement is predominantly based on the application of the so-called "Verdingungsordnung für Bauleistung (VOB)", a set of regulations concerning tenders for construction work. The VOB contains some 50 DIN standards, among others, covering all fields of construction and civil engineering. Some of these standards contain cross-references to further standards which also become incorporated into the contractual relationship.

Finally the legal status of technical standards within a company arises from the authority that the employer has over the employee due to the contract of employment. This authority also extends to compliance with so-called "company standards". Company standards thus become legally binding by virtue of reference to them under labour law.

1.1.4 Legal Status through References Contained in Regulations

We have established that technical standards in the Federal Republic of Germany have no generally binding power. As the subject matter of contractual agreements and the employer's right to issue instructions, they may, however, attain a relative legal status which is restricted to the relationship in law of the two parties concerned.
Technical standards obtain a more extensive legal significance by statutory regulations containing references to them. References to technical standards may be found above all in the law concerning safety technology. The State is constitutionally bound to minimize hazards originating from technical equipment and plant, by appropriate statutory regulations, so as to protect the life and health of its citizens. For several reasons, the legislative method of reference to standards has proven to be very effective in this respect (Figure 1-6).

Reference to standards relieves the legislator of his burden to carry out the preparation of the individual technical standards himself. His lack of relevant expertise would in any case render him unqualified for this task. At the same time, the legal text is kept free of complicated and often very extensive detailed provisions. It also serves to make statutory regulations clearer and more comprehensible if they only stipulate basic requirements.
Furthermore, reference to standards makes the content of the law more flexible in terms of adaptation to the latest level of technical progress. Amendment of the law with its attendant

costly legislative procedure will not be required any time a standard is changed. Refernce to standards contributes to the existing laws and technical standards included gaining a higher level of acceptance and recognition.

In Germany, statutory reference to non-governmental technical standards has a tradition in the law governing safety systems which stretches back over several decades. However, numerous other foreign legal systems also use this legislative method, which is continuously gaining significance as an instrument for unifying technical safety law. It has already been a part of the EU's legislative procedure for some considerable time. In addition to this; there are also recommendations from ISO, IEC, the Economic Council for Europe (ECE), the UN and the EU Commission that laws should refer to national, regional or international standards, when possible. Current efforts in this direction at the European level will be given special treatment at a later stage.

1.1.4.1 Reference in the Form of Grey Legal Concepts (Blanket Clause Method)

In the Federal Republic of Germany's technical law a distinction has to be made between references in the form of grey legal concepts[4] and references to specified technical standards.

Statutory reference in the form of grey legal concepts encompasses all the more general requirements relating to technical safety, which are more closely defined in ordinances and administrative regulations.

One example is offered by the Technical Plant and Equipment Act [Gerätesicherheitsgesetz (GSG)]. This law governs the safety of technical equipment. The GSG is intended to ensure that only equipment which is free of defects related to technical safety come onto the market. It is intended to offer a legal tool for combating technical hazards at "source", i.e. during the design and manufacturing of technical appliances. The obligation to safety therefore affects manufacturers and importers.

---

[4] the expression "blanket clause method" is also used

The GSG covers

- tools,
- implements,
- prime movers and production machines,
- lifting gear and conveyors,
- means of transport,
- protective equipment,
- devices for lighting, heating, cooling, ventilation and air extraction,
- household, appliances,
- sport and do-it-yourself equipment and
- toys.

Users and third parties are protected by this law. The GSG provides an important contribution to technical consumer protection in the FRG.

Reference to technical standards occurs in three steps in the law governing technical appliances. Step one is formed by the central statutory provision of Article 3, Paragraph 1 of the GSG, which reads as follows:

> "The manufacturer or importer of technical appliances may only display or bring them into circulation if they are provided in accordance with the generally acknowledged rules of technology and the regulations governing the prevention of accidents at work, in such a manner that users or third parties are protected from all forms of hazard during the intended use of the product, to the extent that the nature of the intended use permits. Deviations from the generally acknowledged rules of technology and the regulations governing the prevention of accidents at work are permitted, provided that the same degree of safety is ensured by other means."

The grey legal concept "generally acknowledged rules of technology" designates the general measure of safety that manufacturers and importers have to observe. Thus, without providing a more detailed definition, general reference is made to relevant technical rules which have achieved recognition among specialist groups and have proven their worth in practice. The

precise definition does not occur until the second and third stages, at the level of the administrative regulations.

1.1.4.2 Reference to Specific Technical Standards

According to Article 11 of the GSG, the Federal Minister of Labour issues administrative regulations, in which "reference is to be made to the regulations governing the prevention of accidents at work and the technical standards in which the generally acknowledged rules of technology are embodied". According to Article 3, Paragraph 1 of this administrative regulation, the responsible surveillance authority must assume, when testing technical appliances, that the technical standards drawn up by the DIN, VDE, and the Association of Gas and Water Engineers[5] are in fact the generally acknowledged rules of technology.

An additional requirement is that relevant standards are to be indicated in detail by the Federal Minister of Labour. According to Article 4, Paragraph 1 of the administrative regulation the responsible authority must take into consideration regulations to prevent accidents laid down by accident insurances as well as guidelines issued by the Association of German Engineers[6] and the Association of Technical Control Boards[7], if specifically stipulated by the Federal Minister of Labour. Thus, this second stage of reference merely gives a general mention of particular standard-setting organizations' codes and makes further reference to their specific designation by the Federal Minister of Labour.

The third and final stage of reference is formed by the technical standards named in the directories to the administrative regulation. Directory "A" indicates the DIN standards, VDE provisions and DVGW worksheets which are relevant to technical safety as well as rules relating to safety practices issued by the VDI and other agencies. These are specified according to page number of the standard, title and date of issue.
Directory "B" quotes accident prevention regulations and other safety rules laid down by accident-insurance institutions. Both directories are subjected to a continual process of revision and amendment. This can be easily carried out at the level of the administrative regulation. As

---

[5] Deutscher Verein von Gas- und Wasserfachmännern (DVGW)
[6] Verein Deutscher Ingenieure (VDI)
[7] Vereinigung der Technischen Überwachungsvereine (VdTÜV)

has been mentioned earlier, this is one of the great advantages of the reference method. There is no legally binding procedure governing the compilation of the directories.
However, in practice a procedure has established itself in which the standard-setting organizations, commercial and consumer associations and government offices work together in compiling the directories. This provides the most likely way to guarantee that the directories only contain those safety rules which have a direct bearing on the protective objectives of Article 3 of the GSG.

The technical standards listed are not to be equated with the generally recognized rules of technology. It is possible to deviate from a standard if the generally recognized rules of technology are considered. However, anyone keeping to the named standards can assume in all probability that he will also meet the statutory requirements. As an administrative regulation is involved, the content of the technical standards is only legally binding for the authority responsible, but does not assume a general legal status. Nevertheless, the *de facto* legal effect is considerable since a large degree of market assurance is granted to manufacturers whose production is carried out according to standards. Thus, the producers' risk is also low.

The same or similar chains of references can also be found in other fields of technical safety, for example in the law relating to public construction, environmental protection and nuclear power.

There is a further differentiation between references to specific technical standards, according to whether they are "static" or "dynamic".
"Static" reference is meant if it refers to one specific version of an individual or several technical standards, by explicitly defining them according to page number, title and date of issue. An example of this is provided by the reference mentioned in Articles 3 and 4 of the administrative regulation relating to the GSG.
"Dynamic" references are only permissible under Federal German Law if they are coupled with a legally prescribed general measure of safety, such as the "generally recognized rules of technology". Otherwise private standard-setting institutions would be able to change the law with each amendment to a technical standard. That is not compatible with the constitutional principle of the separation of powers. Above all, the advantage of "dynamic" over "static" references is that they allow for a more flexible reaction when technical standards have to be adapted to the latest state of the art.

1.2 Enforcement and Control of Technical Standards

A decisive factor in determining the practical worth of a technical standard is whether there is an effective legal mechanism for its enforcement and control. In the FRG, particularly in the field of safety engineering, there is a highly complex legal system of control and enforcement mechanisms based on public, private and criminal law. As already mentioned, there are also informal market pressures to keep in line (figure 1-7)

Time restrictions permit no more than a brief mention of the considerable significance of such mechanisms at this stage. The GSG is taken once again to serve as an example.

What are the possible consequences of violating the GSG?

Inspections are carried out by the competent authorities at the premises of importers, dealers and manufacturers trading in technical appliances. If a technical appliance is found not to meet the safety requirements of the GSG, the authority first tries to reach an agreement with the importer or manufacturer on the measures necessary to eliminate the defect. If an agreement cannot be reached, the party concerned may be forbidden, by means of a prohibition order, to place further quantities of the product concerned on the German market. Contraventions of this order are subject to fines of up to DM 50,000.00.

Violations of the GSG may also have commercial consequences. If an official ban on the sale of a product comes into effect, the customer can stop further supplies of products of this type by withdrawing from the contract. Products which have already been delivered are subject to claims resulting from the contract of sale, which for example entitle the customer to return any such products. Claims for rectification also come into consideration. If, due to its defectiveness, the product causes personal injury or damage to property, the manufacturer responsible may be faced with claims for damages according to the principles of manufacturer's liability.

Other contributions to enforcing the GSG are made by the test stations which examine whether a particular technical appliance should be permitted to carry a test mark, with its inherent

advertising impact. This means that the test stations examine whether the product complies with the relevant standards.

One important area where standardization makes a decisive contribution to enforcement and control is that of so-called certification procedures. Certification means that a neutral and independent body confirms that products conform with standards. Interest in certification schemes is constantly increasing at regional level as well as at both national and international levels.
The practical significance of certification is particularly great in the areas of trade where standardization plays a substantial role, e.g. electrical engineering.

A national certification system serves both the economy and the consumers. It may be organized under private law, as is the case for example in the Federal Republic of Germany, or prescribed by law, as in the Scandinavian countries. Although certification in the Federal Republic of Germany is voluntary, it is backed up by statutory regulations, such as the administrative regulation for the GSG.

The relevant technical standards of the DIN, the VDE and the DVGW, as well as the regulations governing the prevention of accidents at work, form the basis for obtaining the GS test mark according to the Technical Plant and Equipment Act, the GSG.

There is an ordinance which denotes the test stations which are permitted to carry out inspection and certification within the framework of the GSG. A testing station is only allowed to be included in this directory if its staff and expertise are adequate for this function, and it is able to guarantee reliable testing (see Article 3, Paragraph 4 of the GSG). These conditions are defined more closely in a guideline governing the accreditation procedure and withdrawal of the approved status.
Inclusion of a test station in the ordinance does not mean that its activity obtains sovereign character. Nevertheless, without government approval, no test station is allowed to start its operation, e.g. award GS marks.

2 The New Approach in the European Union

In 1985, the Commission of the European Community passed the so-called "New Approach" for technical regulations. It was intended to remove technical obstacles to trade as part of the process of legal adjustment and harmonization of standards. This was to be achieved by the member states of the EC restricting their national laws to the specification of basic requirements such as general safety objectives, while technical details are fixed in the European standards of CEN and CENELEC, which are referred to in the national laws. This was viewed as an important contribution to realizing the projected single European market January 1993. Figure 2-1 shows the correlation between standards and regulations released by committees of the EU and the corresponding national regulations.

2.1 The Technical Plant and Equipment Act (GSG) in the Context of EU Directives

The conception developed to realise the Common Market features some characteristics which were difficult to deal with in the field of technical safety. This is due to the coexistence of different legal bases for regulating the requirements of the property of technical products in the industrial code, regimentations of accident insurances and the GSG.

The GSG had to be modified in 1993 because of developments within the EU. It is subject to the transformation of legal acts of the EU into national law according to Article 100a of the EC Contract. In Germany a distinction is made between regulations of the so-called harmonized and the non-harmonized sector. "Harmonized" means that there are ordinances within the GSG in which requirements of the EU are transformed into national law. These ordinances have priority importance. The GSG is fundamentally valid for all technical products.

There are certain regulations for

- electrical appliances,
- toys,
- noise of machines,

- protection device of construction engines,
- power-driven industrial trucks,
- pressure reservoirs,
- gas-consuming facilities,
- personal protection equipment and
- machines.

The non-harmonized sector contains technical equipment, i.e.

- furniture for the work-place,
- equipment for recreational activities,
- hand tools and
- sporting goods.

2.2 Essential Requirements for Safety and Health

According to the New Approach in the field of technical harmonization and standardization only the most important essential requirements will be made compulsory in technical regulations. European harmonized standards contain the detailed specifications needed to accomplish the essential requirements. It is assumed that they will be fulfilled when harmonized standards are used.
However, national standards may only be used if no harmonized regulations exist.

2.3 Evidence of Conformity with the Requirements of the EU

Besides harmonization, conformity with those regulations also plays an important role in the European Union. Any manufacturer or importer of a technical product has to declare conformity with the requirements of the technical regulations in the so-called declaration of conformity (see figure 2-3). He has to prepare a certificate in the form of a documentation and certain declarations before he is allowed to sell technical products in the Common Market.

A visible sign of the conformity is the so-called CE mark which has to be fixed on the product (see figure 2-4).

According to the new European concept it is not only necessary to fulfil the requirements of the harmonized regulations and to declare the conformity to issue a technical product on the Common Market.

Additional to this

- a manual has to be prepared and enclosed,
- certain minimum information has to be put on the product,
- according to appendix V of the directive, technical documents have to be available.

3 Conclusion

It has been illustrated for the field of technical safety of machines that there is a close connection between technical standards and law. German legislative procedure was given as an example to show how legal norms and technical standards work together. Besides it was explained how the regulations of the European Union affect national laws and standards.
This has caused consequences not only for all manufacturers and importers in the Common Market but also and even more for manufacturers and exporters in third countries. They all have to recognize the demands of the European regulations, especially those of the Directive for Machines that deals with technical safety. A declaration of conformity to the regulations based on that directive has to be added to all technical products. The CE-mark has to be put on all these products, too.
In the near future the Directive of Electromagnetic Compatibility (EMC) and the Directive for Electric Working Stock will have to be considered.
It may be difficult for foreign producers of products that fall into the regulated area but they are forced to fulfill these requirements and to examine the future changes in the field of technical safety. If they fail to do this they will probably be unable to sell any products in the Common Market.

4 Figures

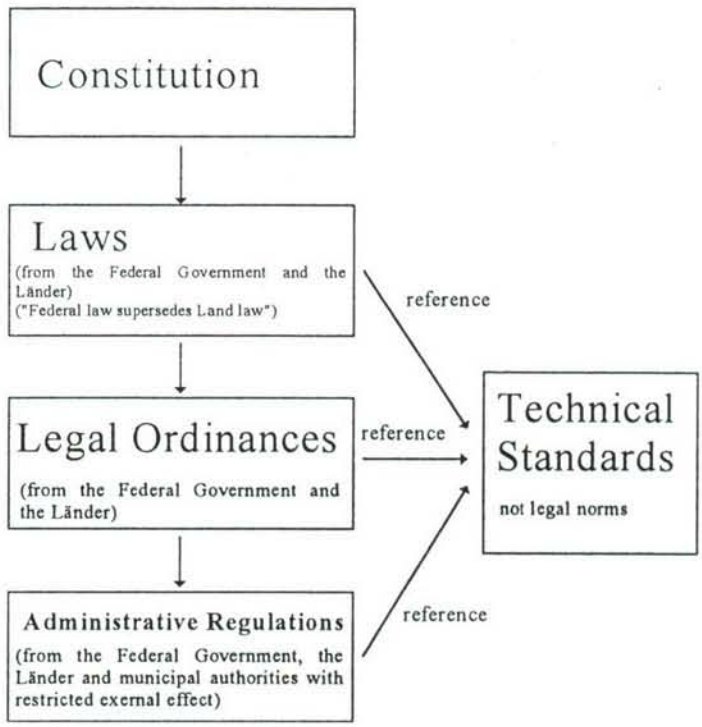
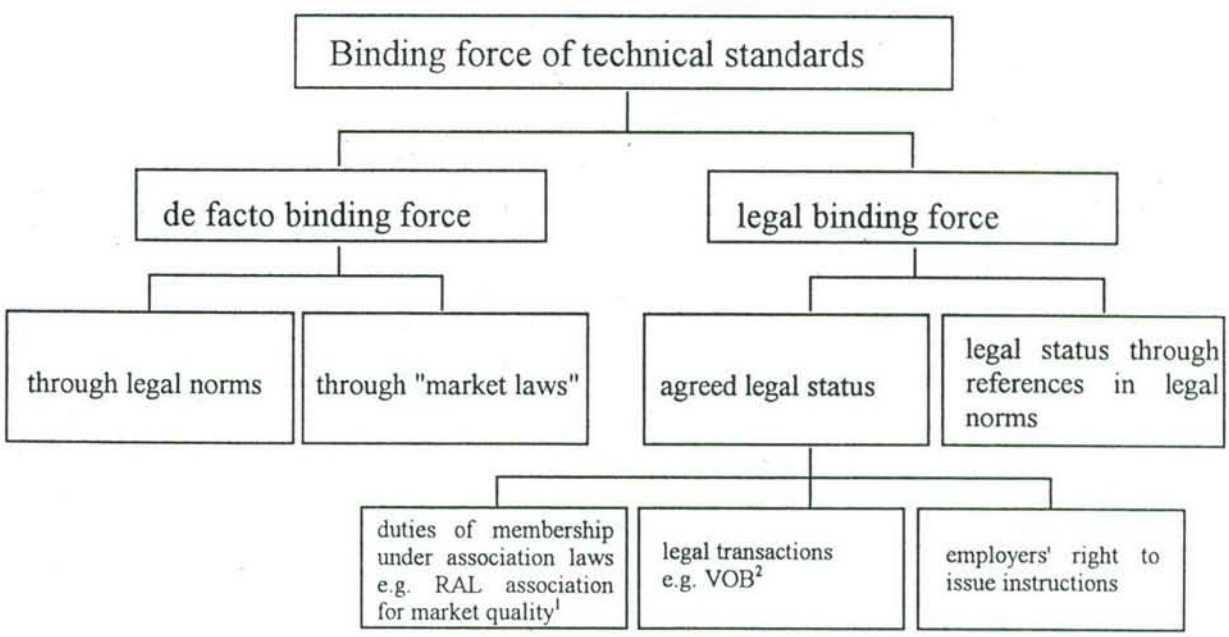


Figure 1-1: The hierarchy of legal norms



1 committee for terms of supply and assurance
2 regulations concerning renders for construction works, parts A and B

Figure 1-2: Binding force of technical standards

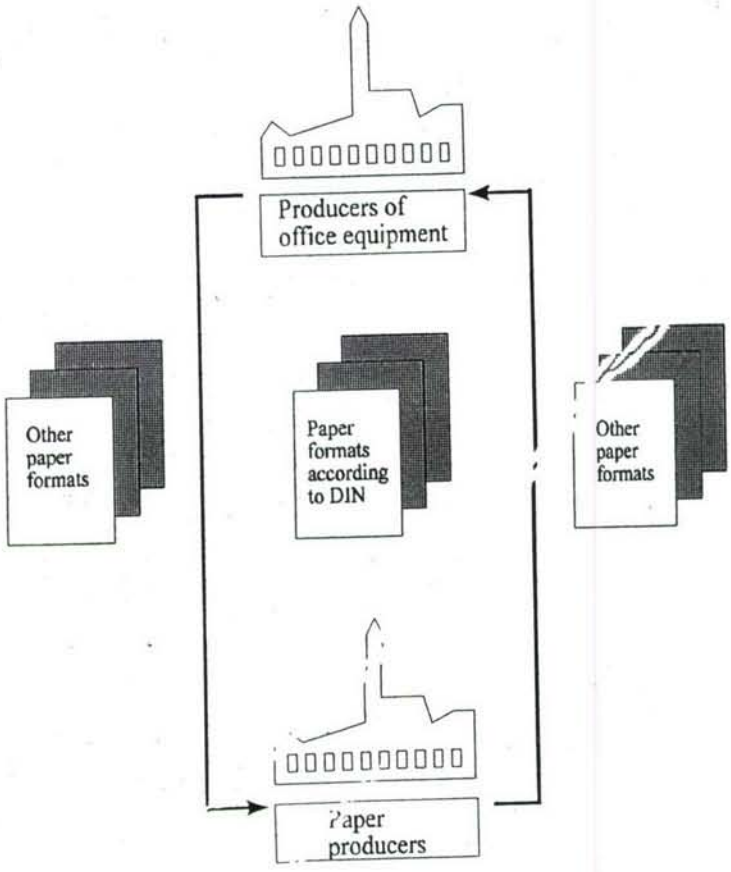


Figure 1-3: De facto binding effect through market forces



Figure 1-4: VDE mark of testing



Figure 1-5: GS mark of testing

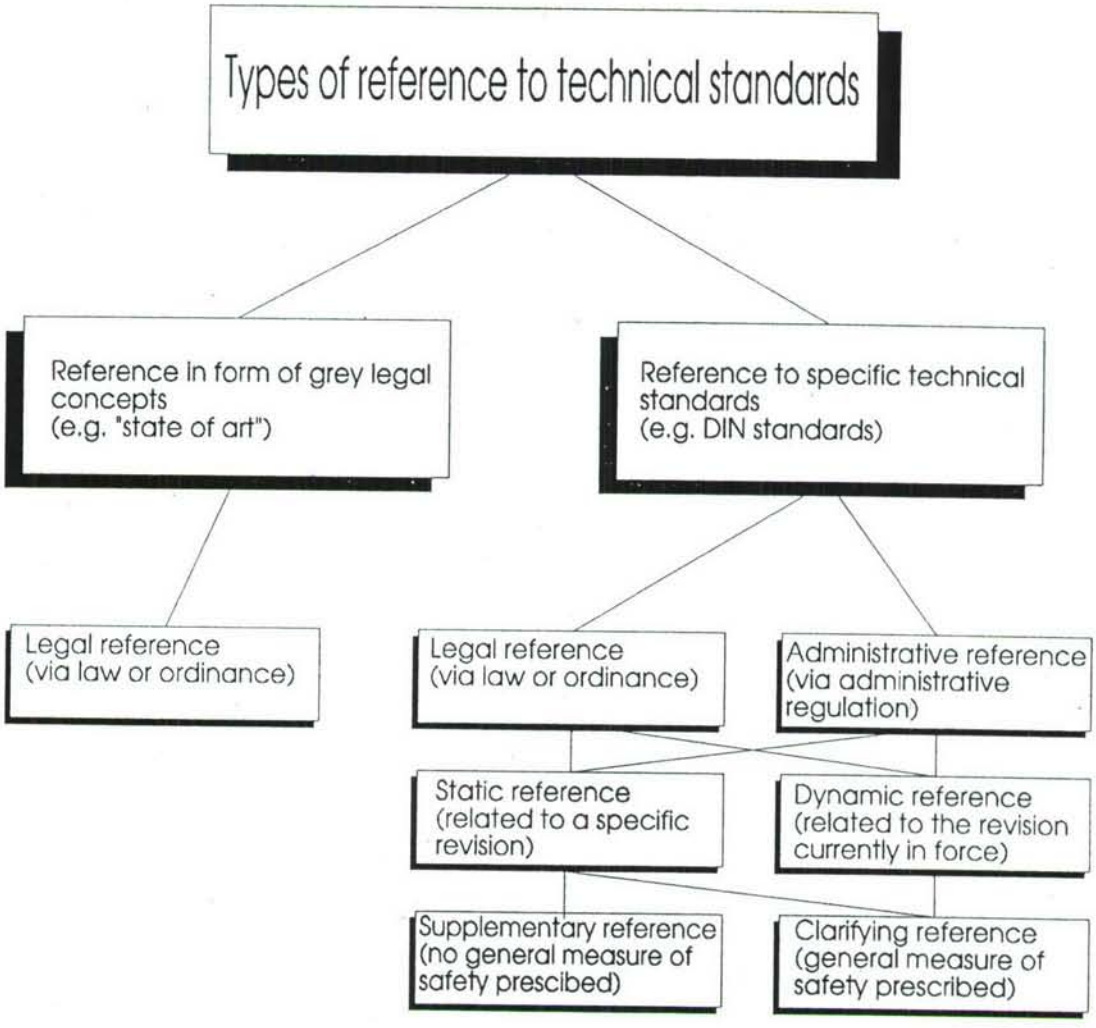


Figure 1-6: Types of references to technical standards



Figure 1-7: Control of technical standards

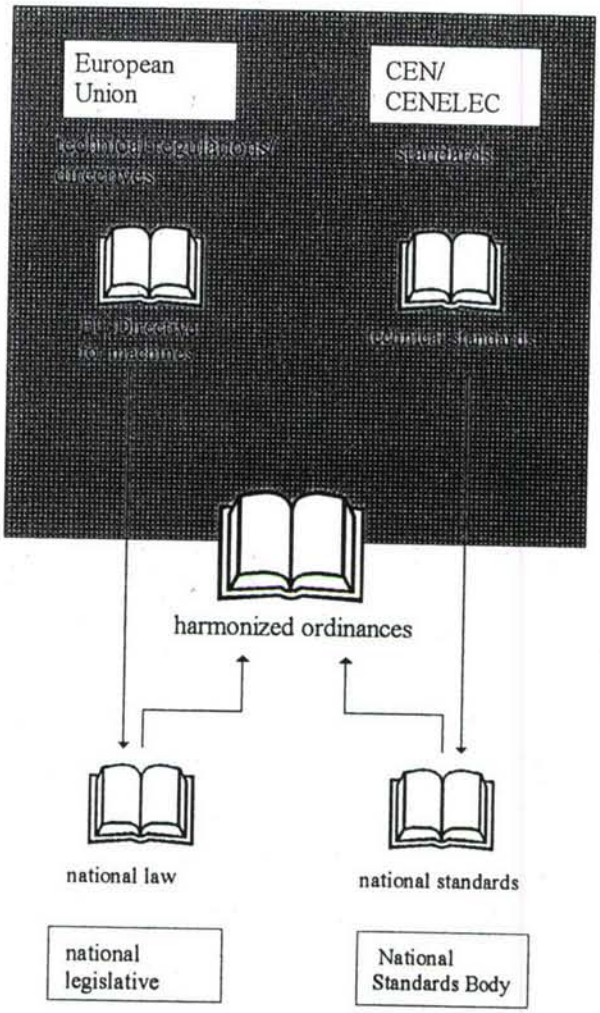


Figure 2-1: The way European regulations and standards are implemented



Figure 2-2: When to declare conformity

Letter-head of the producer

Declaration of Conformity to EU-Directives

according to directive for machines 89/392/EC, Appendix II A, modified by directive 93/66/EC, June 22 1993

We hereby declare that the machine named below corresponds to the main requirements for health and safety of the EU-directives on the basis of ist design, quality and style.
If any unauthorized changes are made to the machine, this declaration will become invalid.

Model: .....
Type: .....
Serial number.: .....

Corresponding directive: e.g. *Directive for Machines (89/392/EC) modified by 93/66/EC*

Harmonized standards used:

National standards and
technical regulations used: e.g. *DIN*

Date / Signature of producer .....
Information on signer .....

Filing

CE-.....
Serial number of the machine

Figure 2-3: Example of a declaration of conformity

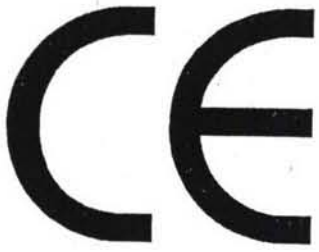


Figure 2-4: The CE mark

Technical Product Documentation in Standardization and Quality Management

Univ. Prof. Dr.-Ing. W. Hesser
Dipl.-Ing. Jan Radtke

October 1994

Professur für Normenwesen und Maschinenzeichnen
Universität der Bundeswehr Hamburg
Holstenhofweg 85
22043 Hamburg
Germany
Tel. + Fax: ++49/40/6541-2861

Contents

A Introduction	2
B What is Technical Product Documentation (TPD)?	3
C TPD and Quality management	4
D The structure of TPD	5
E Technical Documentation in Companies	6
F Structuring and standardizing Technical Documents	8
G Implementation of Information Elements	10
H Scientific aims	11
I Standardization practice	12
K The future of TPD	13
L Summary	13
Annex : Figures	

A Introduction

Ladies and gentlemen, I´m grateful for this opportunity to give a brief survey of the field of technical product documentation in general and some details of our activities in this field.

(Figure 1)

First I will give some definitions of what we understand by TPD and give some examples of the relation between TPD and qualtity management. Then I will show our view of a structure in the field of TPD. We see three main areas in TPD: the Technical Documentation of a whole company, single document types and information elements. As a university we have scientific aims, of course. But we also try to put our knowledge into practice by cooperating with

different companies. Therefore we are involved in different standardization activities at a national and international level. Last but not least, I will give a preview of what TPD may be like in the future. After the summary there will be time for your questions.

B What is Technical Product Documentation (TPD)?

But first of all: what is TPD? Often TPD or Technical Documentation means the documents that are intended to declare the use of technical products to the customer. Of course this is an important field and there is a lot to do. I think you will agree with this if you have ever tried to understand the manual for your video. But our definition for TPD is more general:

(Figure 2)

> **Technical Product Documentation is the totality of technical information relevant to a product during its life cycle presented in documents.**

This also means all documents used for design, production and serving etc. and is quite a lot more than the user of consumer products will ever see. The importance is shown best by some rumours: it is rumoured that an aircraft carrier will not be able to transport all the documentation needed for its production and use, it will sink! Another rumour is that a new passenger aircraft will not be able to take off with the complete documentation on board.

I don´t know whether these are true or not, but I know of no experts who are sure on these points.

Technical Documentations consist of Technical Documents:

> **A Technical Document is a document that bears information for technical purposes.**

This definition includes a wide range of document types. Typically there are more than 100 different types of technical documents in a company.

But, ultimately the only purpose of TPD is the handling of technical ***information.*** Every document type consist of a set of information elements. Obtaining rules for the handling of information elements is the aim for the future.

C TPD and Quality management

(Figure 3)

The purpose of Quality Management is to fulfil defined requirements on the basis of a Quality Management System. The relation to TPD is very close:

- The technical requirements are described in *Technical Documents*.
- All technical procedures are described in *Technical Documents*.
- The technical part of a Quality Management System is documented in *Technical Documents*.

A major aim of TPD is not only to define structures for Technical Documentation, Technical Documents and Information Elements, but also to give documented procedures of how to handle them. This is one of the basic principles of quality management, too. So TPD is a tool to fulfil a requirement of quality management.

"In the context of the ISO 9000 family, the preparation and use of documentation is intended to be a dynamic high-value-adding activity." (ISO 9000, p. 19). So TPD and quality management work very closely together. If you refer to the ISO 9000 series, some commonly used words are "documentation", "should be documented", "documented procedures", etc.

The ISO 9000 family does not state in detail how the documentation has to be handled. Because of the wide range of different types of companies this would not be useful, so more abstract rules are used.

As a matter of fact, the Technical Documentation is a mirror image of the processes and activities in companies. Most input and output of the staff's activities are documents. The structure and content of these documents show how processes in companies work. Rules for the handling of documentation also describe the flow and processing of information. I will refer to the relationship between quality and TPD on several more occasions in the following.

D The structure of TPD

(Figure 4)

As said already, Technical Product Documentation includes

the handling of all Technical Documents (= Technical Documentation) of a company

the definition of document types

the definition of Information Elements

Documented handling procedures are also a part of TPD for every item. It is necessary to take one step after another. But there are overlaps, too. As an example, Information Elements have already been used in a very simple manner in step 2. This is necessary because the definition of document contents needs to define the information inside.

As you will see in the figure, this reflects a top-down strategy. The figure is the result of an ISO working group (ISO TC 10 SC 1 WG 8). I'll come back to that group later on.

1. It is a good idea, to base the handling of a company's Technical Documentation on the product life cycle. By doing this, the information flow is reflected very well. A classification of documents and a relationship between the documentation structure and the product structure is also necessary. These will prepare for the implementation of workflow management systems.

2. Document types are defined by laying down Information Elements and the structure of a document in a Document Description. This is necessary for document management systems. If you have no experience with TPD and engineers, this may seem to be clear, but the experts can spend days discussing whether a document is a parts list or not.

3. The content of documents can only be defined by giving the Information Elements which are included. If the Information Elements are stored in databases, the problem of redundant storage of data may be solved. In this context documents are only containers for Information Elements. This step is not included in my presentation today.

In the following I will describe the first two steps of this top-down strategy in detail.

E Technical Documentation in Companies

(Figure 5)

As stated already, there are typically about 100 or more different document types in a company. Every document type (e.g. drawings) may exist some thousands of times. Bringing the right Technical Documents to the right place at the right time is a very complex problem.

To handle this problem in practice, a working group of the German DIN has worked out a strategy based on the product life cycle and project management techniques. The results were brought into ISO too, and are now in the standardization process.

If you start to attach documents to a product life cycle, you will find that there is no commonly accepted life cycle for technical products. The requirements are very different in industry, so a common life cycle model seems impossible. What you see in the figure is only one example of a product life cycle.

(Figure 6)

Another example is the life cycle of ISO 9004. A problem is that it is of little help if documents are attached to phases only.

(Figure 7)

So a method was developed to create company-specific life cycles. A life cycle is divided into phases which group activities that belong together. A phase is defined by a condition for the beginning and a condition for the end, and a list of activities that take place during that phase. This is a very specific definition for one company and best fulfils its requirements.

In the figure you see the phases at the top of the table, the conditions for beginning and end are listed just below. The phases and the conditions are specific for every company. For every phase a company has to define a collection of activities.

(Figure 8)

If you create a table of activities with the phases and organisation units of the company, you get an Activity Matrix. This is nothing new, every project plan includes similar information.

with the difference being that the time scale is divided into phases and not into weeks, months, etc.

Simultaneous engineering is supported by this method: you can see the different activities that take place at the same time in different organisational units.

(Figure 9)

Now it is possible to allocate documents to activities. For this purpose a distinction is made between four types of documents:

- Incoming documents are documents that are needed to fulfil an activity and are often an output of other activities by other organisation units.
- Outgoing documents are documents that are created or modified by an activity.
- Rules, standards and organisational guidelines are documents that give information on how to perform an activity.
- Temporary or working documents are documents that are used for the storage of information only needed in that activity. They normally don´t leave the organisational unit.

If you list all the documents for every activity, the information flow within the whole company is completely documented. Every output document must be the input of another activity.

If this method is used, the basic requirement of quality management, the documentation of quality related activities, becomes very easy.

(Figure 10)

It makes no sense to create a product life cycle and attach documents to activities if the method is not adapted to the specific requirements of different projects.

It is important that the past is documented by an activity matrix and with the allocation document's activities. As far as the future is concerned, the tables include what is planned for the near future in more detail than for the distant future. There are some advantages in doing

this: the realization of a project is completely documented. So planning for the future is more efficient. The documentation of completed projects can be analysed and used to optimize future processes.

This is only a very general survey of the first step in the top-down strategy. If you go into detail, there are still a lot of problems to solve. One example is the question of how much detail is needed for looking at activities.

F Structuring and standardizing Technical Documents

(Figure 11)

The next step is the definition of document types. This is needed for many purposes:

- exchange of documents
- archiving
- information retrieval
- implementation of rules for the handling of specific information etc.

Definition of document types means standardization of content and structure of documents. Of course it is impossible to create ISO-standards for all types of Technical Documents: there are some thousands of different document types all over the world.

(Figure 12)

What are the requirements for the standardization of technical documents?

- Standardizing document types of common interest on a national or international level.
- Standardizing specific documents at the company level.
- Giving rules that are usable for both types of documents.
- The standard has to be usable for paper and electronic documents.

The distinction between specific and common document types gives a strategy for starting with the most important document types first. Additionally, it provides a mechanism for standardizing document types at the level where they are needed: documents of international interest may become an ISO standard, document types of interest only for a company may be standardized in a company standard.

An other important point is, that there are a lot of activities which require different document types: in quality management, liability law, product-specific standards. In all these fields documents are defined by different methods. In companies, therefore, documents defined by different methods have to be used.

(Figure 13)

The general structure of Technical Documents is the same everywhere:

Document header with a

- general part and a
- document type specific part

The general part contains all necessary data for the management and identification of the document.

The specific part contains data specific for a document type. This may be for e.g. the *project number* in a *list of requirements.*

Document contents

The document contents contain the information elements stored and transported in a document.

Document structure

The document structure contains the relations between single information elements.

(Figure 14)

The definition of a document type should be given in a standardized document description that includes:

- Document header
- Document contents
- Structure rules
- Example
- Structure-definition suitable for electronic processing

The document description fixes the standardized document type.

G Implementation of Information Elements

(Figure 15)

The third step is the implementation of Information Elements.

> An Information Element is a part of a document that can be identified and separated, and that represents an item of information.

Examples of Information Elements include the identification code of a document, safety advice in a manual or a graph within a document. The fixing of Information Elements depends on the specific requirements of the user.

Where is the great advantage in the use of Information Elements? This technology means that single pieces of information are accessible and can be processed. So a basis is provided for controlling redundancy.

Redundancy means the storage of the same information in different places at the same time. The use of Information Elements means that references between Information Elements covering the same information are possible. If a change is now made, all referenced Information Elements can be changed too. This keeps the stored information consistent: There is no contradictory information. This is only a very simple aspect. Implementing this technology calls for a lot of work. As there are already many different methods for defining

information/data elements in existence, standardization is very important. The following items describe the work that has to be done:

(Figure 16)

1. Classification of information and data elements

   What types of information/data elements exist? /Graphic, numeric, text)

2. Definition of the structure of information/data elements

   What is the internal structure of information/data elements? (substructure, attributes)

3. Rules for working with information/data elements

   Which methods need to be standardized for an efficient use of information/data elements? (Access, retrieval)

4. References between information/data elements

   How should references between different information and data elements be managed to eleminate redundancy? (Change management)

The field of Information Elements is at present of more scientific than practical interest, because it will take some years to develop its practical solution.

(Figure 17)

H Scientific aims

Scientific aims are related to all three steps. Today only a very few companies have "perfect" documentation and information management, as inquiries and research studies show. Perfect means, that there are well-defined document types and rules for handling them. It seems to be a problem of costs and of the way human beings work: not exact, not safe, just a little bit chaotic. A major scientific aim is to get information on how to optimize the effort needed for documentation and the costs involved.

In the defining and structuring of document types there is a lot of work to do on defining the electronic representation and on leaving all definition open for future development. This means that solutions nowadays works with relational databases, but the basic concepts must be usable for object-oriented databases too.

Finally, Information Elements are at the moment of more scientific than practical interest. There are a lot of problems in theory (How to identify Information Elements?) and in realization. It may be 10 years before computers have the capacity to handle the documentation of a company as a structure of Information Elements and references between them. The requirements for the software are also very complex, object-oriented technologies may help to get practical solutions.

To summarize, I can say that in this field science is very close to practice. A major aim of science is to find universal rules for the handling of information and documents. As a second step the economic conflict between perfect documentation and costs is being dealt with. The time factor in science is a problem that may lead to practical solution any time from a few years up to 15.

(Figure 18)

I Standardization practice

I have already explained a lot about standardization. So I want to introduce a few of the groups we are working with who deal with this topic Of couse there are many more, in Germany we have about 50 groups dealing with TPD or TPD-related aspects. There may be some hundred groups worldwide and only a few know each other. So a lot of work is duplicated.

DIN NA TPD 1.6 "Document types and structures"

This is a subcommitee of the German DIN that deals with the items "Technical Documentation in the product life cycle" and "Structuring of Technical Documents". A proposal on the first item was also brought into ISO and is now entering the comment phase as a commitee draft. The content is the same I introduced as step 1 of the top-down strategy before.

People from industry and the university take part in this working group.

ISO TC 10 SC 1 WG 8 "Basic rules for Technical Product Documentation"

This is a working group of the International Standardization Organisation and deals with the same topics as the German group and some additional related topics. The procedure is that working documents from the national standardization bodies are worked out to an agreed proposal.

The next working document the German group will bring into ISO will deal with "Structuring Technical Documents" as described in Step 2 of the top-down strategy.

K The future of TPD

(Figure 19)

Some items that will be realized in the future:

- The original documents will be stored in the computer networks
- Printed out versions are only copies with a restricted validity.
- Change-management will also be handled by computers.
- Because of more efficient documentation handling, information processing will be faster and the quality of information will be higher.
- The "time to market" will be greatly reduced and more complex products will be handled thanks to better information handling.
- The importance of information handling will rise above all other tasks for every member of staff.

L Summary

(Figure 20)

TPD is the document-based handling of technical information in companies.

In brief, there are three steps in a top-down strategy:

the handling of all Technical Documents (= Technical Documentation) of a company

the definition of document types

the definition of Information Elements

Standardization is a mandatory aspect for achieving working solutions. There are a lot of groups that deal with this topic. I have introduced a few that we work with.

Technical Product Documentation is also a major part of quality management.

The scientific aims of TPD are to obtain correct and universal rules for the handling of Technical Documents and technical information.

Technical Product Documentation in Standardization and Quality Management

Prof. Dr.-Ing. W. Hesser

- Introduction
- What is Technical Product Documentation (TPD)?
- TPD and Quality management
- The structure of TPD
- Technical Documentation in Enterprises
- Structuring and standardizing of Technical Documents
- Scientific aims
- Standardization practice
- The future of TPD
- Summary

Figure 1

What is Technical Product Documentation (TPD)?

Technical Product Documentation is the totality of technical information relevant to a product during its life cycle presented in documents.

A Technical Document is a document, that is bearing information for technical purposes.

A Document is a set of information handeled as a unit and stored at a data carrier.

Examples for Technical Documents are:

Drafts

Parts lists

Manuals

Technical calculations etc.

Figure 2

TPD and Quality Management

The pupose of Quality Management is to fulfill defined requirements on the basis of a Quality Management System.

- The technical requirements are described in *Technical Documents*.
- All technical procedures are described in *Technical Documents*.
- The technical part of a Quality Management System is documented in *Technical Documents*.

„In the context of the ISO 9000 family, the preparation and use of documentation is intended to be a dynamic high-value-adding activity." (ISO 9000, p. 19).

The Technical Documentation is a mirror image of the technical processes and activities in enterprises

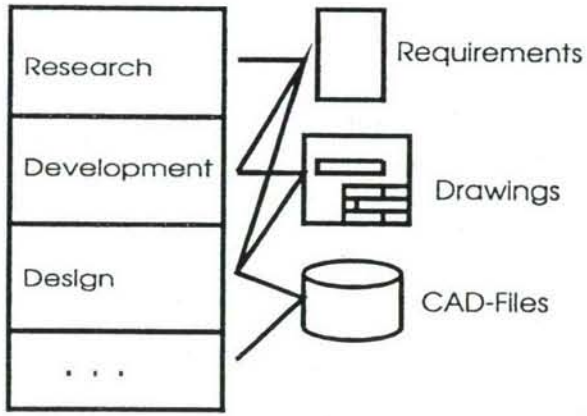
Figure 3

The structure of TPD

Step 1:

Systematic arrangement of documents in the life cycle

Product Life Cycle



- Technical documents in the product life cycle
- Definition of phases
- Arrange documents to the product life cycle
- Classification of documents
- Handling of technical documents
- Handling of variations/ releases and modification/ revision

Step 2:

Definition of document structures and contents

E.g. List of requirements:

Title
Identification
Index
. . .
Chapter
  Paragraph
  Paragraph
Chapter
  . . .

- Methodology of defining/structuring documents
- Standardization of documenttypes
- Defining information/ data elements in documents

Step 3:

Definition of information/ data elements

Examples:

Document title
Document identification
DocumentVersion
Weight
Material
...

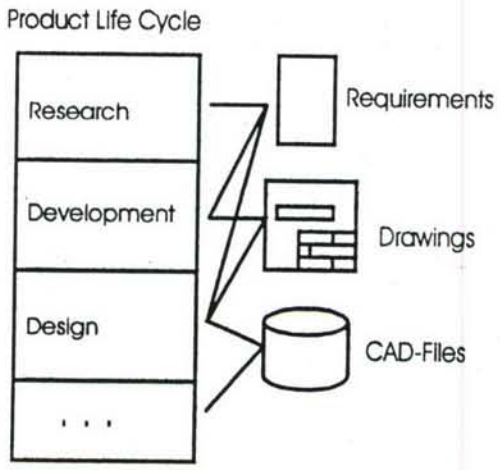
- Defining of information/ data elements
- References between information/ data elements
- Modification/revision rules for information/data elements
- How to work with information/ data elements

Figure 4

Technical Documentation in Enterprises

Step 1:

Systematic arrangement of documents in the life cycle



- Technical documents in the product life cycle
- Definition of phases
- Arrange documents to the product life cycle
- Classification of documents
- Handling of technical documents
- Handling of variations/ releases and modification/ revision

- More *transparency*.
- Supporting *simultaneous engineering* and project management
- Clear proof of *responsibilities, processes, results* and *persons*.
- Support of the *flow of information*
- Support of the requirements of *quality management*

Figure 5

Product life cycle in ISO 9004

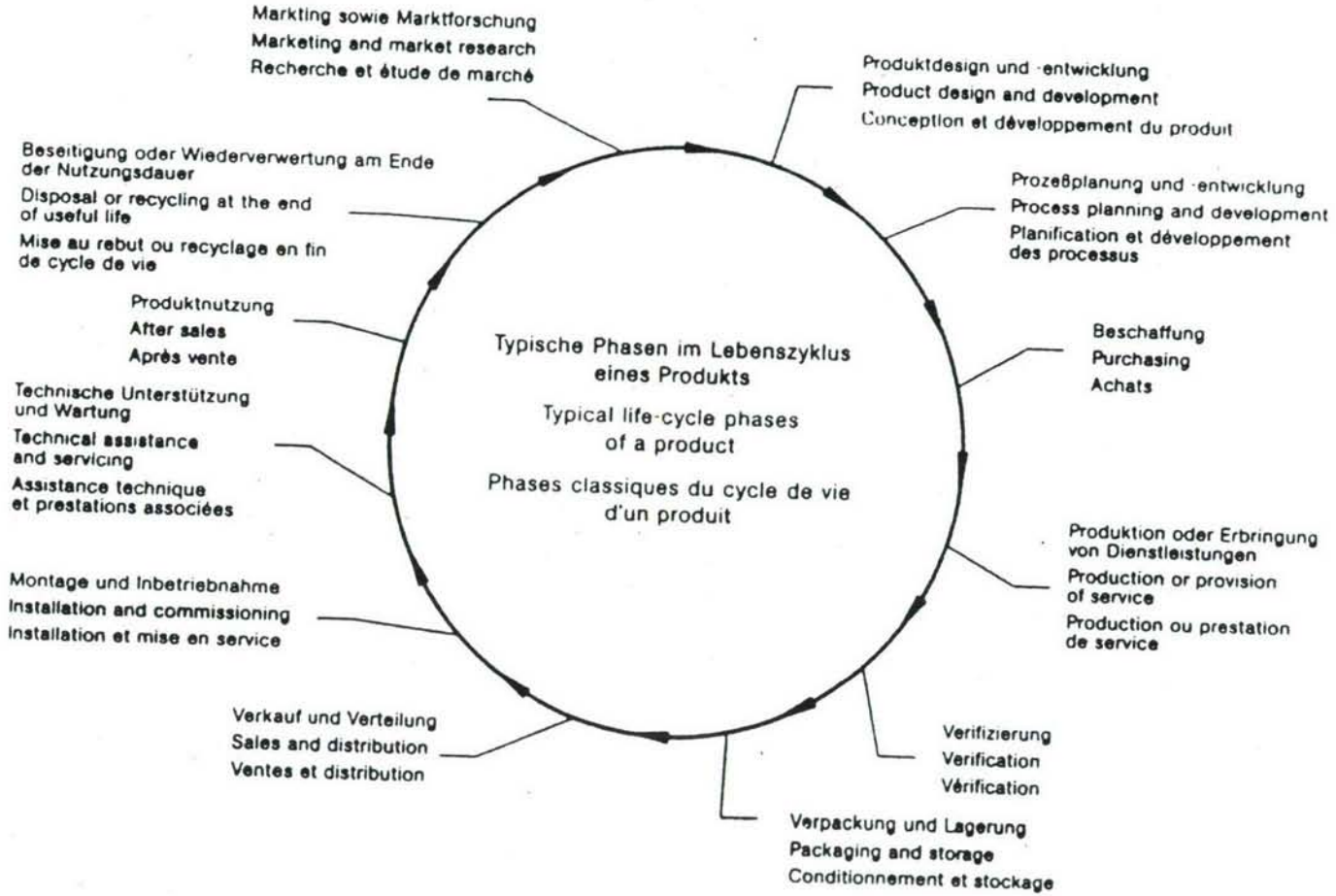


Bild 1: Hauptsächliche qualitätswirksame Tätigkeiten

Figure 1: Main activities having an impact on quality

Figure 1: Activités ayant une incidence sur la qualité

Figure 6

General Product Life Cycle

Phases	Phase 1	Phase 2	. . .	Phase n
	Name of the phase	Name of the phase	. . .	Name of the phase
Conditions for beginning and ending of a phase	Conditions - beginning - ending	Conditions - beginning - ending	. . .	Conditions - beginning - ending
Activities	Activity 1.1	Activity 2.1	. . .	Activity n.1
	Activity 1.2	Activity 2.2	. . .	Activity n.2
	. . .	. . .	. . .	. . .
	Activity 1.m	Activity 2.m	. . .	Activity n.m

- A *common concept* how to build the life cycle
- *Specific life cycles* for every company/product
- Definition of phases by *activities*
- *Conditions* for beginning and ending of phases

Figure 7

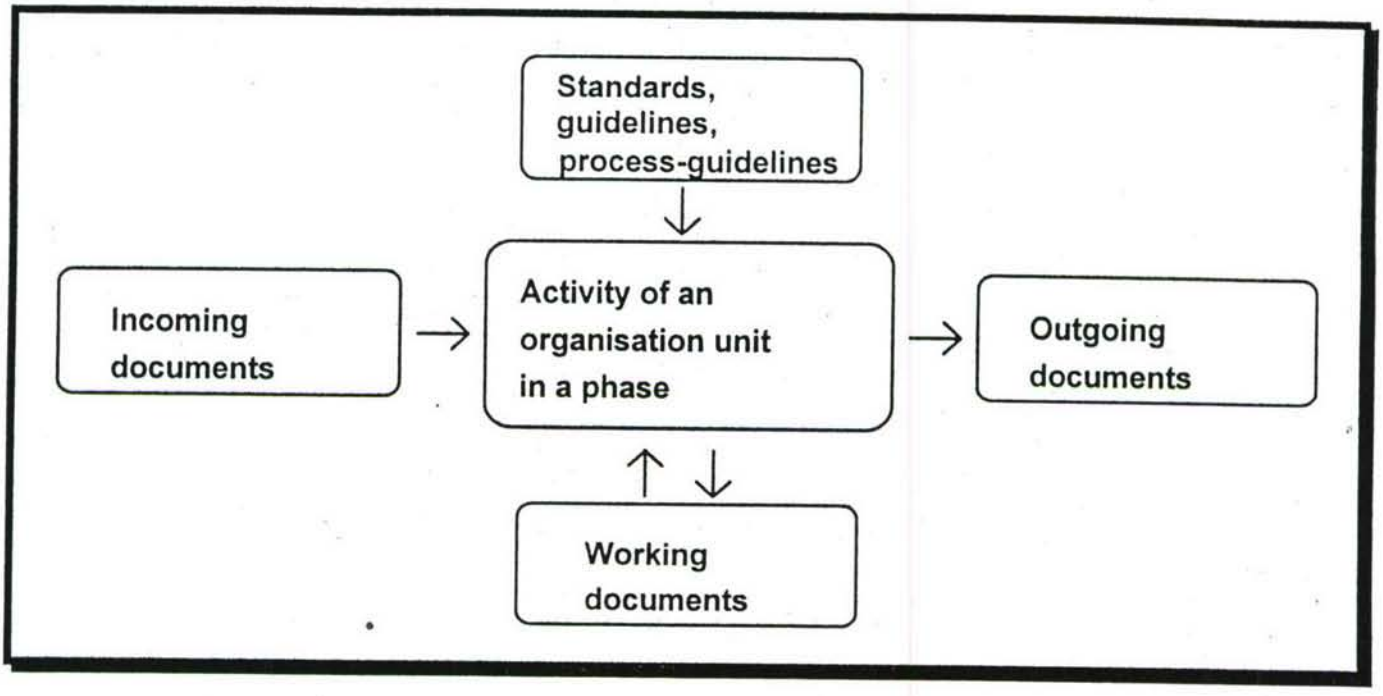
Activity matrix

Phases Organization unit	Phase 1	Phase 2	. . .	Phase n
Organization unit 1	Activity 1.1.1 Activity 1.1.2 . . .	Activity 2.1.1 Activity 2.1.2 . . .	. . .	Activity n.1.1 Activity n.1.2 . . .
Organization unit 2	Activity 1.2.1 Activity 1.2.2 . . .	Activity 2.2.1 Activity 2.2.2 . . .	. . .	Activity n.2.1 Activity n.2.2 . . .
. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
Organization unit i	Activity 1.i.1 Activity 1.i.2 . . .	Activity 2.i.1 Activity 2.i.2 . . .	. . .	Activity n.i.1 Activity n.i.2 . . .

- *Simultaneous engineering* is reflected by activities in different organisation units at the same time.
- The activity matrix is a specific *project-plan*

Figure 8

Attachment of documents to activities



- All documents belong to one or more of these groups:
  - Incoming documents
  - Outgoing documents
  - Standards, guidelines etc.
  - Working documents
- All documents are related to one or more activities.
- If all allocations document-activity were made, the whole information flow by Technical Documents is represented.

Figure 9

Adaption to specific procedures

„Life cycle of a product life cycle“	Life cycle/Activity matrix/ Allocation of documents to activities
Planning the procuct life cycle	Creating
Going forward in the product life cycle	Modification/optimization
Documentation of the product life cycle	Documentation

- Modification and optimization are *important parts* of the concept.
- After finishing the life cycle, the activity matrix and the allocation of documents shall describe what *really* happened.

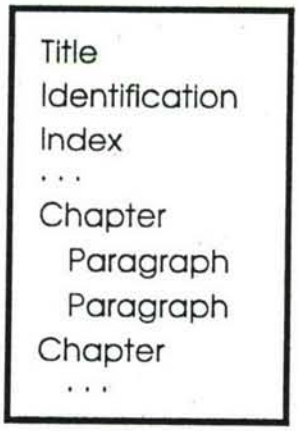
Figure 10

Structuring and standardizing of Technical Documents

Step 2:

Definition of document structures and contents

E.g. List of requirements:



- Methodology of defining/structuring documents
- Standardization of documenttypes
- Defining information/ data elements in documents

Aims:

- Standarized contents of document-types.
- Standarized format and presentation of documents.
- Preparing computer-based processing of document-contents.
- Improving the handling of more complex products/documentation

Figure 11

Requirements for structuring Technical Documents

- Standardizing document types of common interest on an international level.
- Standardizing specific documents on company level.
- Developing rules that are the same for both kind of documents.
- Documents processible by „paper“ and/or computers.

Figure 12

General structure of Technical Documents

Technical Documents consist of:

Document header with a
- general part and a
- document type specific part

The general part contains all necessary data for the management and identification of the document.
The specific part contains data specific for a document type. This may be i.e. the *project number* in a *list of requirements*.

Document contents
The document contents contain the information elements stored and transported in a document.

Document structure
The document structure contains the relations between Information Elements.

Figure 13

Document description

A document description contains the standardized information about a specific document type.

Document descriptions contain information about:

- Document header
- Document contents
- Structure rules
- Example
- Computer processible structure-definition

Figure 14

Implementation of Information Elements

Step 3:

Definition of information/ data elements

Examples:

Document title
Document identification
DocumentVersion
Weight
Material
...

- Defining of information/ data elements
- References between information/ data elements
- Modification/revision rules for information/data elements
- How to work with information/ data elements

Figure 15

Work in the field of Information Elements

1. Classification of information and data elements
   What types of information/data elements do exist?
2. Definition of the structure of information/data elements
   What is the internal structure of information/data elements?
3. Rules for working with information/data elements
   Which methods are necessary to be standardized for an efficient use of information/data elements?
4. References between information/data elements
   How should references between different information and data elements be managed to eleminate redundancy?

Figure 16

Scientific aims

Our scientific work is related to the three steps explained before:

- The handling of all Technical Documents (= Technical Documentation) of an enterprise

  Development of a set of rules for an consistent handling of Technical Documents.

  Find out cost relevant parts of documentation and how to optimize them.

- The definition of document types

  Description methods for any technical information.

  Electronic representation of documents.

- The definition of Information Elements

  Electronic storage of Information Elements.

  References between Information Elements.

  Development of a change management for Technical Documents.

Figure 17

Standardization practice

DIN NA TPD 1.6 „Document types and structures“

Themes:

Technical Documentation in the Product Life Cycle

Structuring of Technical Documents

Members:

6 from industry

4 from univeristy

ISO TC 10 SC 1 WG 8 „Basic rules for Technical Product Documentation“

Themes:

Basic Rules for Technical Product Documentation

Members:

6 from industry (Germany and european neighbours)

1 from university

Figure 18

The future of TPD

Some items that will be realized in future:

- The original documents will be stored in the computer-networks
- Printed out versions are only copies with a restricted validity.
- Change-management of Technical Documents will be handeled by computers also.
- Because of a more efficient documentation handling, a faster information processing and a higher information quality
- The „time to market" will be reduced extremely and more complex products can be handeled, because of a better information handling.
- The importance of information handling will rise above all other tasks of every co-worker.

Figure 19

Summary

- TPD is the document based handling of technical information in enterprises.
- As a survey there are three steps of a top-down strategy:

  1. the handling of all Technical Documents (= Technical Documentation) of an enterprise
  2. the definition of document types
  3. the definition of Information Elements

- Standardization is a mandatory aspect for getting working implementations. Therefore exist a lot of groups dealing with that theme. I introduce a few we are in cooperation with.
- Technical Product Documentation is also a major part of quality management.
- Scientific aims in TPD are to get correct and universal rules for the handling of Technical Documents and technical information.

Figure 20

Functions of Company Standardization

Univ.-Prof.Dr.-Ing. W. Hesser
Dipl.-Ing. Christoph Klein

October 1994

Professur für Normenwesen und Maschinenzeichnen
Universität der Bundeswehr
Holstenhofweg 85
22043 Hamburg
Germany
Tel.+Fax: ++49/40/6541-2861

FUNCTIONS OF COMPANY STANDARDIZATION

Contents

1	Introduction	2
2	Definitions	4
2.1	Terms	4
2.2	Types of Standards	6
2.2.1	Types of Company Standards	7
2.2.2	Presentation and Structure of a Company Standard	7
3	The Position of Company Standardization within the Whole System of Standardization	9
3.1	The Foundations of Standardization	9
3.2	Standardization Spaçe (Lal Verman)	10
4	The Position of Standardization within a Company	12
5	Aims of Company Standardization	16
6	Functions of Company Standardization	17
6.1	Work covered by the Standards Office	17
6.2	The Application of Standards and Regulation within Companies	20
6.3	Developments in the Information and Work Demands on the Standards Office in the Nineties	22
6.4	Information Management	24
6.4.1	The Flow of Know-how	24
6.4.2	Securing Know-how through Company Standards	27
7.	Summary	28

1 Introduction

Technical standards are a part of a company's technical code, where they are defined as either company standards or industrial standards. They contain the technical know-how from development and design and the accumulated experience in work preparation and manufacture, with respect to both organization and content. At the same time, technical standards are rules for engineering. They describe the general state of technical development and their significance to industry is indicated by the frequency with which they are applied there.
In industry, company standards are prepared on the basis of the experience which is available, and may be justified on technical, economic or social grounds.

In many industrialized countries, national standardization has emerged from the private endeavours of company standards engineers. Company and national standardization within these countries have close historical links and even today, standards representatives from industry are still charged with important standardization functions at a national and international level.

"Normalien", standard parts such as screws, nails and rivets , constituted the first main field of company standardization. With the introduction of mass production, standardization activity then concentrated on the manufacturing sphere. Standardization work increased in technical and economic significance. It not only ensured the interchangeability of machine components, but, beyond this, was additionally able to guarantee a systematic approach to the whole production process.
From the middle of the sixties, standards began to concentrate more on aspects such as business activities and processes, information, product quality, safety, creating a more humane working environment, environmental protection, ergonomics and documentation.

The rapid technological development, the emphasis on industrial quality and the world-wide effort to remove technical barriers to trade, call for an efficient and extended use of standardization an application of standards in industry. At the same time significant process to improve methodology and technique has bee made in the standardization field.

Since the middle of the eighties there has been a new focus of activity: Computer Integrated Manufacturing (CIM). CIM involves combining the information technology of the whole company. In the forefront of this, standardization has to define CIM interfaces, e.g. in the areas of computer aided design, CAD, the numeric control machine tools, NC, process chain, production control and processing orders **(Figure 1)**.

2 Definitions

2.1 Terms

A discussion about standards and company standardization has to start with the question: What is a Standard in general?

The main characteristics of a standard are shown in **(Figure 2)**. These characteristics are:

a) A standard is a written document, accessible to the public

Every national standards body (NSB) should be capable of selling any national or international standard to any applicant. This broad possibility of access to standards by the public can be reinforced by catalogues and databases.

b) A document established by a method drawing on consensus in the general interest

The subject of a standard and its content should be the fruit of consensus, obtained within working committees assembling the representation of all the interested parties. Its content should be checked and supported by the broadest possible public enquiry.

c) A document intended for repetitive and common application

d) A document approved by a recognized body

This should be the NSB or the corresponding regional or international organization.

e) **A document which relies on the achievements of science, technology and experience**

The validity of a standard as a tool of communication and as a reference obviously relies on its timeliness, but also, and basically, on its scientific and technical validity.

f) **A non-obligatory document by its very nature**

NSB's should not have the power to render standards mandatory. This should be a matter for Government to decide.

The German definition of standardization, which completely agrees with the content of the international definitions, reads as follows:

> **Standardization** is the systematic activity of obtaining uniformity amongst tangible and intangible objects, through the joint effort of all the interested groups for the benefit of the general public. (DIN 820 Section 3) **(Figure 2a)**

This definition has been taken from the document "Standard for Standardization" DIN 820, Standardization: Principles" *("Norm für Normung'; Normung Grundsätze')*. The following definition can also be found here:

> **A Company standard** is the result of the standardization of a business (company, factory), an administrative or a corporate body (federations, associations) for their own needs (DIN 820 Section 3)

2.2 Types of Standards

The three most important classes of standards are:

- the functional,
- the structural and
- the administrative standards.

Figure 3 shows the current functional classification according to ISO Guide 2. **Figure 4** presents one way of complementing the ISO arrangement.

Following the structural classification, product standards are subdivided into:

- descriptive standards (design standards) and
- performance standards.

Whereas the majority of developing countries want descriptive standards with a large number of technical details, industrialized countries tend to prefer performance standards. Although the latter do contain a description of the requirements made of the finished product and the associated tests, they do not include technical descriptions of how to meet these requirements, so as not to hinder progress.

In the administrative classification, the main distinction is between standards with a normal period of validity (e.g. five years) and standards which have an experimental character, such as pre-standards.

2. 2.1 Types of Company Standards

A company rule or custom does not become a standard until it obtains binding character and fulfils the formal criteria. The standards may be drafted in the company itself but may also be adopted from an outside standards body. An outside standard does not necessarily have to be tailored to the specific features of the company for it to be adopted. Affixing the company logo to the standards and integrating them into the existing scheme of company standards may, for instance, be enough.

Company standards can be broadly divided into two categories:

- standards relating to products
- standards relating to the organization

To a certain extent, the standard for standardization work, a sort of meta-standard, may be placed above these two ideal forms, which are usually intermixed in practice. These three kinds of standards fall within the scope of the standards department's functions **(Figure 4a)**.

2.2.2 Presentation and Structure of a Company Standard

Company standards should have a uniform presentation so that the reader can quickly get a general picture of the standard, and should not confuse the reader by using a variety of different structures. Optical presentation includes the format of the page, division of the title page, printed area of the page and numbering. The status of the standard must be clearly recognizable: whether it is a draft or one which has already been ratified; whether it is an adopted standard or one prepared within the company **(Figure 5)**.

The structural layout should be the same for all standards. The DIN suggests an order, from the general to the specialized:

- preface
- contents

- scope
- aims
- terms

main part

- annexes
- standards referred to
- further relevant standards
- superseded issues
- explanations
- index
- cautionary note for users (drafts only)

3 The Position of Company Standardization within the Whole System of Standardization

3.1 The Foundations of Standardization

We all want to be sure that we all mean roughly the same when we talk about standardization (by which technical standardization is always meant).

First, however, we should raise the question concerning the foundations of standardization. This means the essential prerequisites which enable a standardization project to be carried out purposefully, but do not, however, necessarily guarantee its success.

The following key phrases should be mentioned in this connection:

- terminology
- metrology and its legal status
- technology

It may seem surprising that a common terminology is mentioned as a prerequisite for standardization. The preparation of a uniform relevant terminology is usually understood as being one of the important functions of a standardization project. Experience, from standardization projects in the fields of quality and safety have shown that a relatively stable specialist vocabulary is needed. It will be extremely difficult to arrive at a standardized terminology as part of the project. It could almost be a by-product. This means that unless the standardized terminology is based on an existing stable and widely used specialist vocabulary, it will not be accepted by the potential user of the standards and will thus jeopardize the entire project.

Metrology and its legal status as well as **technology** seem to be undisputed of prerequisites for standardization, if by standardization we understand

> the activity of establishing, with regard to actual or potential problems, provision for common and repeated use, aimed at the achievement of the optimum degree of order in a given context.

3.2 Standardization Space (Lal Verman)

The concept of standardization space comes from Lal Verman. **Figure 6** illustrates this concept in the form of a diagram. In this diagram subject, aspect and level represent the reference axis.

The following general statement can be made about the subject:

Almost any material, process or action having an economical or even cultural value can be a subject of standardization. **(Figure 7)**

The type of standard resulting depends on the aspects of the subject as represented by the second axis. Which of the aspects listed in **Figure 6** are applicable will depend on the nature of the subject.

The third dimension of standardization space is the level axis, which reflects the standard's level of operation.

A business that appieciates a need to carry out standardization work for its own requirements usually establishes a standards office for this purpose. The following description of the objectives of such a post comes from a job description provided by a German industrial company.

With rational personnel deployment and the application of modern trends in theory and practice, the objective of this post is to ensure that

- comprehensive standardization and coding of the raw materials, machines, equipment and spare parts used in the company provide support to the technical sections and create the basis for optimal materials management and control.

- company standards and planning information are properly prepared and thus made available to technical and planning sections in order to carry out their tasks.

4 The Position of Standardization within a Company

In practice, two solutions are available for incorporating the standards department into the company structure; they generally have different consequences as far as the business strategy is concerned:

the standards department is thus made responsible to either

a) the design / development department,
b) the company management.

Investigations into the functions and organization of company standards departments in the Federal Republic of Germany have shown that the type of organization to which these departments can be assigned depends on a number of factors, some of which are listed below:

- product range (the company's line of business)
- size of company
- number of items per contract or year
- and type of production (single-item, batch or mass production).

Consequently engineering companies, for example, whose products are mainly manufactured as single items or in small production batches of, usually put the design department in charge of the standards department. As far as the size of the company is concerned, it has been shown that there is a tendency to make the standards department responsible to the management as the size of the company increases.

The fact that, in company practice, the incorporation of the standards department depends to a large extent on the factors named above, shows that the implications of standardization and related functions upon company strategy are still greatly underestimated. Anyone who has recognized standardization as a tool of the management will not hesitate in making the standards department responsible to the management. To be able to fulfil its role within the company strategy as a

whole, the standards department should also have its own budget, and the head of the department should enjoy equal status with the heads of other departments. Current company practice shows that all of this can by no means be taken for granted.

There is no general answer to the question as to how the standards department should be organized - with a staff or a line function. Described on a practically-oriented basis, the lines are formed by all the departments which directly serve the aims of the company. In contrast to this, all the posts which inform and advise the lines count as those having a staff (or service) function.

The "classic" representation of a standards department is of one having a staff function; and it is indeed correct that the important functions do include advising and informing. However, it stands to reason that a standards department, in order to fulfil its share of the company strategy - by means of standardization, should be furnished with the powers required to do so.

Within the organizational structure of every company it should be possible to find a functional post dealing with the internal application of standardization.
The designations of these posts may be as many and varied as the company structures themselves. The most common of these designations are the terms "'Standards Office", "Standards Department" and "Standards Executive". Of course, every company will have its own definition for its standards office, department or executive, but it can be seen that this has no general validity beyond the confines of that company. To give an example, two firms may call the section responsible for standardization by different names although they do in fact have identical functions and authority. Both firms are describing different concepts with the same statement - a state of affairs which contradicts the basic principles of standardization.
Whether standardization is integrated in the form of a staff or line depends on entrepreneurial aspects and the aims of the company. These must be related to the functions of the standards office. The functions are to be classified in such a way that they assist in defining the respective staff or line function of the standards office.

As part of an industrial investigation, firms were asked to fill in an organizational chart of the standards office. Although the responses showed great variation all of them pointed quite clearly

to the respective aims of the companies. All the information could, however be assigned to the following three main groups:

STANDARDIZATION - ISSUE - ADMINISTRATION

These three concepts form the foundation for the organizational structure of a standards office **(Figure 8).**

Starting from the above investigation, in which 115 (= 100 %) business concerns were asked to comment on the incorporation of the standards office within the organization of their company, the following allocations can be observed:

36.5%	- management,
24.0%	- design department,
16.5%	- development department,
7.5%	- technical department,
7.0%	- production
remaining %	- others.

The results of this investigation can be used to show that the incorporation of the standards office into the company's organization depends on:

- the company's line of business, and with it the product;
- the size of the company;
- the number of items per contract or year and the type of production (single-item, batch or mass production).

Figure 9 illustrates the incorporation of the standards office into the company as a function of the line of business, where it is noticeable that a typical pattern emerges which matches the

product groups and manufacturing methods. Sectors concerned predominantly with mass-produced goods, such as the automobile and electronics industries, tend to prefer allocation of the standards office to the management or development department. In industries which manufacture their products as single items or in small batches, such as mechanical engineering companies, the standards office is largely allocated to the design department or management. **(Figure 10)**
In general, it may be said that the integration of the standards office into the group depends on certain parameters, and particularly - as has been shown - on the criteria mentioned above.

Today in the literature company standardization has taken on a more global meaning for a company. The Department of Standardization is of the opinion that company standardization has to be a task for the whole company. The aims of company standardization are connected to each department in a company. Some of these aims are shown in Chapter 5.
Awareness of company standardization in each department is of great economic significance.
For example, the increasing number of variants of documents, parts, components, products, etc. causes great problems owing to ambiguous technical descriptions and numbering. This includes the identification of interchangeable and repeating parts. The time involved in searching for interchangeable parts increases disproportionately with the number of variants. This is one of the reasons why it becomes easier for the designer to design a new part. This problem is present in every company department.
The costs of documentation and maintenance also increase in line with the increasing database.

The companies of today have to manage their resources very carefully, which places standardization in a very important position.

5 Aims of Company Standardization

Standardization is currently viewed as a tool in the service of society, inasmuch as its aims are essentially of an economic and social nature despite its predominantly technical content.

However, the non-technical objectives of standardization have not always been so highly valued. In 1973 the general aims of standardization quoted by Verman were still almost exclusively economic in nature:

- Economy of costs, human effort and essential materials
- Convenience of use
- Solutions to recurring problems
- Quality definition and evaluation **(Figure 11)**

From Verman's "Specific level aims" **(Figure 12)**, the following additional general aims can be formulated:

- To facilitate the exchange of goods and services
- To develop mutual co-operation in the spheres of intellectual, scientific, technological and economic activity.

A list of the general aims of standardization dating from 1989 **(Figure 13)** contains, in addition to those stated by Verman, objectives that refer explicitly to the non-technical values of health, safety and environmental protection:

- To contribute to the protection of the public: worker and consumer safety, product quality, protection against abuse and fraud, etc.

- To contribute to the promotion of the quality of life: health, hygiene, environmental protection etc.

6 Functions of Company Standardization

6.1 Work covered by the standards office

Today, the need to standardize such items as nuts and bolts is no longer a primary concern, the principal function consists, instead, of covering the requirement for "standardized information". "Standardized Information" may be understood as including such material as **(Figure 13a)**:

- standards parts catalogues
- standards
- specifications (quality specifications)
- design manuals
- technical terms of delivery
- manufacturing instructions, etc.
- the definition of quality characteristics
- the definition of a quality judgement etc.
- the definition of quality assurance (ISO 9000)

It is the prime duty of those entrusted with standardization to obtain and provide material for the wide range of departments. This may involve preparing new material or taking existing material and revising it with the company's needs in mind.

Nowadays, company standardization serves

- to provide "standardized information";
- to save time when information is required;

- to offer a systematic approach in reducing the variety of items;
- to avoid duplicating processes
- to introduce and revise material foreign to the company.

The way in which the standards office operates is a product of the functions and aims of the various departments within a concern. To cope with its tasks, the standards office receives information from areas both inside and outside the group. Of these, the most important are:

a) amongst the departments within the company:

- design
- stock-keeping
- preparation **(see Figure 14)**

b) amongst the areas outside the company

- technical committees from industry
- technical committees of the national standards body
- the group's standards executive **(Figure 15)**

Up until the sixties there had been no change in the functions of the standards office. Its scope was more or less clearly defined. It was successfully engaged almost exclusively in the field of product standardization.

In the years from 1960 onwards - dating approximately from the advent of computerization in businesses - it shifted away from production over to organization. It became increasingly important to standardize processes and to manage and assess the flood of information in a rational way.

This trend continued through into the eighties on an ever-increasing scale. Machine-printed parts lists and microfilm technology, along with the technical and organizational preparation they require, are sufficient to continually confront the standards office with new tasks.

The main areas of the standards office in the eighties include:

- company standardization;
- coding systems;
- test and delivery regulations
- documentation
- administration of drawings
- manufacturing regulations **(Figure 16)**

A further investigation was completed in 1988. **(Figure 17)**.

Without going into the individual categories mentioned in detail, the figure clearly shows that the scope of the standards office's activities has only just started to change. The main emphasis still lies on the activities of company standards preparation, the examination and management of drawings and the drafting of technical regulations for areas such as production and purchasing. **(Figure 18)**

However, one activity stands out quite distinctly from the ones mentioned earlier, that of recording data - data-processing. The standards office is thereby integrated into the company's system for processing all kinds of data and technical information, and performs an important function, which will be dealt with in greater detail at a later stage. In addition, it should be pointed out that the scope of the standards office's activities is partly determined by the product and the type of manufacturing process and the company's line of business.

In businesses involved in batch and mass production, company standardization concentrates on specifications for purchasing materials, test methods, tools and equipment. In contrast to this, in businesses involved in the manufacture of single items, standardization work is more concerned with reducing the range of items, utilizing parts repeatedly and selecting materials.

6.2 The Application of Standards and Regulations within Companies

The aim here is to provide a general survey of how standards are applied within 116 concerns.

In a developing industrialized society, it is necessary to provide the company's engineers and technicians with technical material of a high standard.
One part of this material - as can be shown - is formed by technical standards and regulations. Standards and regulations may be issued by the company itself (internal standards) or published by bodies outside the company (external standards). A further classification of internal and external standards and, regulations permits the following distinctions to be made:

Internal standards and regulations	External standards
- group-based	- national
- works-based	- regional
- department-based	- international

It is important to state that company standards and national standards represent the best indication of a company's level of technology.

In Germany, the number of standards available varies between the different sectors of industry.

Figure 19 shows an analysis of the number of standards and company standards in existence, according to the sector of industry. The figures for the sectors represented by more than ten companies may be seen as being particularly revealing.

The figures for company standards show minimum values for the CHEMICAL industry, with approx. 300 company standards, and MACHINE TOOLS ENGINEERING, with approx. 570 company standards. Maximum values were recorded for the ELECTRONICS industry as a whole, with approx. 1900, and the AUTOMOBILE industry, with approx. 4,100 company standards.

Figure 20 shows an analysis of the data for the mechanical engineering industry according to size of company. It can be seen that the number of standards in existence rises with increasing size of the company. One striking observation is that the medium-sized companies have more company standards than the smaller and larger ones.

Of the total number of standards present in the companies, approx. 50 % receive the status of company standard, with half of this 50 % being adopted without revision and the other half after revision. **(Figure 21 / 21a)**

According to these results, 46 % of all company standards exist in the form of a dimensional standard, followed by the material standards with a 10 % share and the delivery standards with approx. 8 %. Standards relating to fitness for purpose and safety were mentioned far less frequently, with figures of approx. 1 % and approx. 2 % respectively **(Figure 22)**.

The results of this overall analysis are supported by the specific values for the mechanical engineering industry (41 companies), with dimensional standards, at approx. 53 %, displaying a distinct prominence. Some sharply deviating observations were recorded in the fields of electrical engineering and electronics. Whereas both sectors quoted a particularly low number of dimensional standards (electrical engineering 35 %, electronics 24 %), the electrical engineering companies listed an above-average proportion of delivery standards amongst their company standards, and in the electronics companies, particularly high values were registered for the number of standards relating to fitness for purpose 6 %, quality 9 %, materials 15 % and processes 17 %. Although only a few electrical engineering and electronics companies answered the question concerning the percentage of different types of company standards, the results may be assumed to be valid, as the use of technical standards is determined by the products themselves and the manufacturing processes.

The responses to the question about the frequency of standards application in the area of design are shown in **(Figure 23)**. Looking at the answers given by designers and draughtsmen or women, it can be seen that internal standards are consulted approx. 8 times per person per day.

External standards are put to use approx. 1.5 times per person per day and international standards approx. two times per person per month.

This means that engineers and technicians engaged in industry use approx. 5 to 10 standards per person per day.

6.3 Developments in the Information and Work Demands on the Standards Office in the Nineties

In our opinion, the introduction of electronic data processing technology into the business sector will bring about a structural change within the company standards departments. The standards records, i.e. in principle the standards information, will in due course be prepared by word processors and channelled through the data processing network, i.e. via a terminal. This will involve the standards staff in building up their records on a documentation system supported by DP. Every user of standards, i.e. engineers, technicians, will then be able to immediately recognize and react to the latest amendments to company standards as they appear on the VDU.

The most decisive change, that standard departments will experience in the next ten years of, will be caused by the introduction of CAD and CIM technology.

CAD, computer-aided design, entails the introduction of DP into the area of development and design. In future, the work of the designers and draughtsmen in this area will be supported by computer: this means that activities such as detail design, drawing or even calculating will in future be carried out with the support of a computer (e.g. draughtsmen will no longer work at a drawing board, computers will prepare the drawings automatically),

CIM, computer integrated manufacture, describes the integrated use of data processing in all the company's internal and external functions relating to planning and preparing products. This requires the joint interdisciplinary exploitation of information via suitable interfaces, data bases,

and communication via networks. It becomes clear from **Figure 24** that CAD technology will have been introduced into 60 % of companies by 1991.

It is estimated that CAP, computer-aided planning, systems will have been introduced into approx. 80 % of companies by 1991. As far as CAM, computer-aided manufacture, is concerned, the field of CNC, computer numeric control, in particular, will have been introduced into approx. 60 % of companies in the Federal Republic of Germany by 1991. The remaining areas will not be dealt with here.

This will also have consequences for the standards departments within companies. The majority of companies which we investigated within the Hamburg area either have projects for developing CIM systems or are currently making the necessary preparations.

To summarize, the last **Figure 25,** aims to present a cross-section of the future functions of a company standards department, as seen by the firms interviewed.

The company standards departments saw their future role as follows:

1. introducing computerized documentation systems;
2. adapting and updating company standards;
3. supporting the introduction of CAD into their respective companies;
4. classifying and standardizing products and their assemblies;
5. reducing the variety of parts with the aid of data processing.

The last **Figure 25**, clearly demonstrates the developments towards a structural change in the standards departments and shows the direction which future activities of the standards department will take.

6.4 Information Management

As soon as communication becomes difficult due to the size of a company, it must be channelled through an information system. The term information system is understood to mean equipment aimed at providing the user with information and support relating to a particular category of his problems (Kunz 1969). The purpose of using information systems is to reduce uncertainty arising from communication processes (Terminology 1975) .

The concept "information management" means the entire complex of activities centred around the field in which the information system is employed. Information management begins with a definition of this field of operations, e.g. technical product documentation. It encompasses the gathering, processing and supplying of information. The users of the information system are to be included, as it provides them with a service. They should be involved in the planning stage just as they are in other activities. Particular emphasis should be placed on their involvement in preparing the subject index of the documents. If there is a discrepancy between the specialist terms used by the users of the system and those developing it, considerable difficulty will arise in the retrieval process **(Figure 26)**.

6.4.1 The Flow of Know-how

Know-how has great significance for the standards department and poses a number of questions. **(Figure 27)**

- What is company know-how ?
- Where is it found ?
- Who needs it ?
- When is it needed ?
- What is it needed for ?
- How can know-how be secured ?
- What is required to ensure that everybody receives the necessary know-how ?

These questions must be considered carefully if the following aims of standardization are to be achieved **(Figure 28)**:

- the availability of know-how should not depend on any specific contracts
- it should not depend on individual people and posts
- the company's own know-how should be utilized repeatedly.

The objective could also be formulated quite generally as the right information at the right time in the right place, and then structured to fit the company in question.

What is company know-how ?

In its broadest sense, know-how is understood as meaning the knowledge of how to solve problems. In business practice, it is often taken to mean the additional knowledge that is required to interpret specific information. Examples of company know-how include of legally unprotected inventions, production processes, designs, drawings, working instructions and technical expertise which has not yet been acquired by the competition. The sum of a company's knowledge and expertise consists of an objective component, i.e. one which can be interpreted without specific individuals, and a subjective component, i.e. one which is determined by specific individuals.

Where is it found?

This brings us on to the question of where the company know-how is located. Objective know-how is filed independently of any individual and is thus accessible to more than one person **(Figure 29).**

Subjective know-how, which is only stored in the memories of the staff, is usually passed on from person to person. The transmission of this subjective knowledge is left more or less to chance. The difficulties of this situation will become apparent when the person looking for know-how does not know who to ask about a specific piece of information, if not sooner. **(Figure 30)**

Who needs company know-how?

Company know-how is needed by all the personnel of a company. However, the problems of the personnel differ greatly. A typist has to know how to set out a letterhead, whereas a designer might want to know the dimensions of an engine block.

When is know-how needed?

It is not possible to predict exactly when specific information will be needed. Yet, it is possible to provide the information which will probably be needed for specific working procedures, and which can then be referred to at any time. The engineer carrying out the installation, for instance, will be provided with instructions which he can consult at any time.

What is know-how needed for?

The purposes for which know-how is needed are probably as varied as the situations where it should be available. The development department, for example, should have access to detailed information on the products so as to avoid duplicating previous work and generating unnecessary production costs.

How can know-how be secured?

The securing of know-how concerns, on the one hand, the physical safekeeping and storage of the data carrier, and, on the other hand, the accessibility of this stored knowledge. Accessibility represents a component of securing of know-how because stored knowledge brings no benefits if nobody can gain access to it. A comprehensive information system takes into account both the aspect of access, also called retrieval, and the aspect of maintaining archives

(Figure 31).

How can it be ensured that everybody obtains the required know-how?

The planning of the information system must take into consideration which criteria will be used in searching for specific information. (See also the different types of documentation.) After it has been decided which facts the system is to cover, the future users must be asked what wishes and requirements they have of the system. The acceptance of the information system will be increased if the users can find their way around in the vocabulary employed. The specialist terms are determined firstly by analysing the vocabulary in company documents and secondly by evaluating specialist

publications on the subject in question. Parallel to this, it is necessary to determine which documentary units are to be used.

A further aspect is the qualification of the staff engaged in information management to carry out their tasks. It is desirable to have a team which includes experts from the fields of information technology and documentation, as well as company personnel. Their qualifications should complement each other so that nothing is left wanting in either the quality of the material being processed in the information system or in the processing of the information itself.

6.4.2 Securing Know-how through Company Standards

The company standard is a special form of securing know-how.

The DIN, Deutsches Institut für Normung e. V., recommends that DIN 820 "Standardization Work" not only be applied to the bodies of the DIN, but also to company standardization. And indeed, the aims of standardization which it formulates can, for the most part, be transferred to company standardization. Company standardization places the emphasis on rationalization and quality assurance, mainly in the areas of engineering and administration.

The know-how recorded within company standards leads to rationalization because, by virtue of the fact that it is readily accessible, it does not have to be repeatedly processed. The know-how in quality assurance is secured on the one hand by standardization of the products and, on the other hand, by standardization of the associated processes. Company standardization aimed at quality assurance might take on the following appearance: a production process which results in a product of insufficient quality is analysed in terms of the production phases during which the unsatisfactory quality arises. After all the critical phases have been located, it is necessary to draft a concept of requirements for the individual operations in the aforementioned critical phases. The optimized operations are then absorbed into the company's standardization scheme and thus contribute to the overall quality assurance.

7 Summary

Company standards contain the technical know-how from development and design and the accumulated experience in work preparation and manufacturing.

One main aspect of company standardization is to secure this know-how.

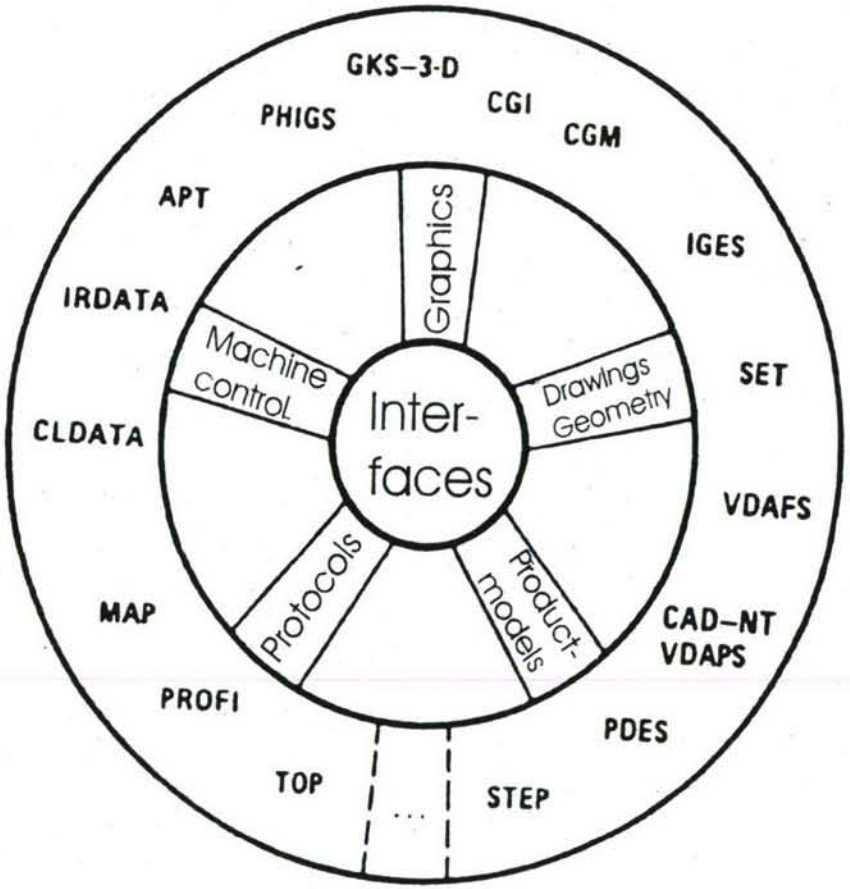
The world-wide effort to remove technical barriers to trade makes it possible for companies to operate without national frontiers. Design and production knowledge has to be exchanged between companies from different countries. The only way to achieve this exchange is to cover this know-how by means of standards.

Increasing computerization calls for efficient information management. This includes the standardization of interfaces between components of the information system. The information elements have to be standardized, too.

Not only have company standardization projects changed in the last forty years, but awareness of the economic importance of standardization has increased, too.

The economic effects of company standardization and the links between each department mean that company standardization will not only be a task concerning one company department. It will be necessary to accept that company standardization will have to be improved in these departments.

In order to improve knowledge about company standardization, a working group at the Department of Standardization has actually defined the functions of this kind of standardization. The first results of this work are shown as **Fig. (32).**



TOP	=	Technical and Office Protocol	(ISO)
MAP	=	Manufacturing Automation Protocol	(ISO)
PHIGS	=	Programmers Hierarchical Graphic System	(ISO)
GKS–3-D	=	Graphical Kernel System – 3-D	(ISO)
CGI	=	Computer Graphics Interface	(ISO)
CGM	=	Computer Graphics Metafile	(ISO)
IGES	=	Initial Graphics Exchange Specification	(ANSI)
SET	=	Standard d' Exchange et de Transfert	(AFNOR)
VDAFS	=	VDA – Flächenschnittstelle	(DIN)
VDAPS	=	VDA – Programmschnittstelle	(DIN)
PDES	=	Product Data Exchange Specification	(NBS)
STEP	=	Standard for the Exchange of Product Model Data	(ISO)
CLDATA	=	Cutter Location Data	(ISO)
IRDATA	=	Industrial Robot Data	(ISO)
APT	=	Automatically Programmed Tools	(ISO)

Fig. 1 : Existing and planned interface - standards in the field of CIM

Main characteristics of a standard

- A written document, accessible to the public
- A document established by a method drawing on consensus in the general interest
- A document intended for repetitive and common application
- A document approved by a recognized body
- A document which relies on the achievements of science, technique and experience.
- A non-obligatory document by its very nature

Fig. 2 : The Main Characteristics of a Standard

Standardization

Activity of establishing, with regard to actual or potential problems, provision for common and repeated use, aimed at the achievement of the optimum degree of order in a given context.

Fig. 2a: ISO Definition of Standardization

Types of standards-Functional Typology 1

- Basic standard
- Terminology standard
- Testing standard
- Product standard
- Safety standard
- Service standard
- ...

Fig. 3 : Types of standards - Functional Typology 1

Types of standards-Functional Typology 2

- Variety reduction standard
- Interface standard
- Organisation standard
- Interchangeability standard
- Contract standard
- .....

Fig. 4: Types of standards, Functional Typology 2

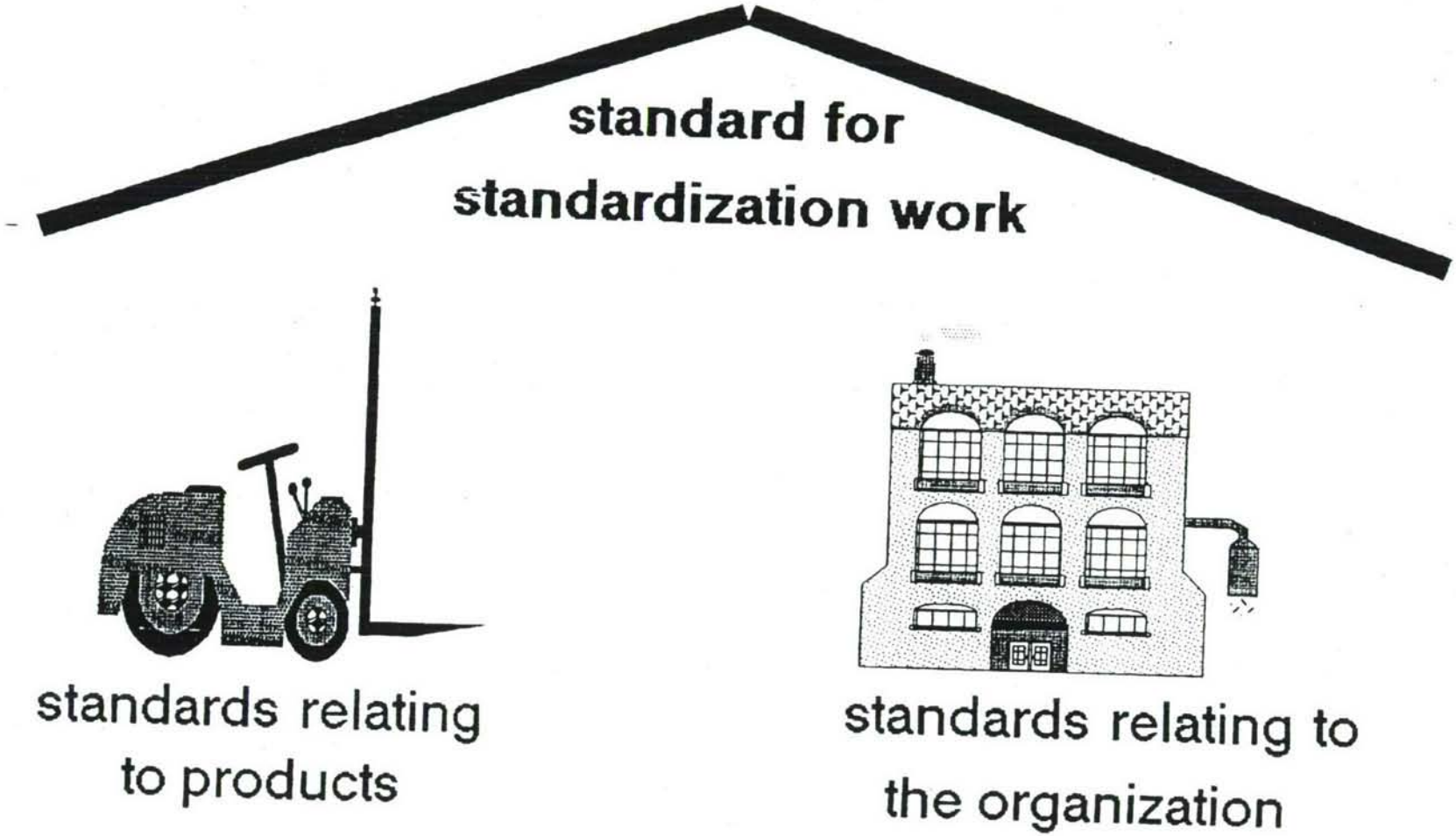


Fig. 4a : Types of company standards

The structural layout for all standards

- preface
- contents

- scope - aims - terms	**main part**

- annexes
- standards referred to
- further relevant standards
- superseded issues
- explanations
- index
- cautionary note for users (for drafts)

Fig. 5: Structur of a Company Standard

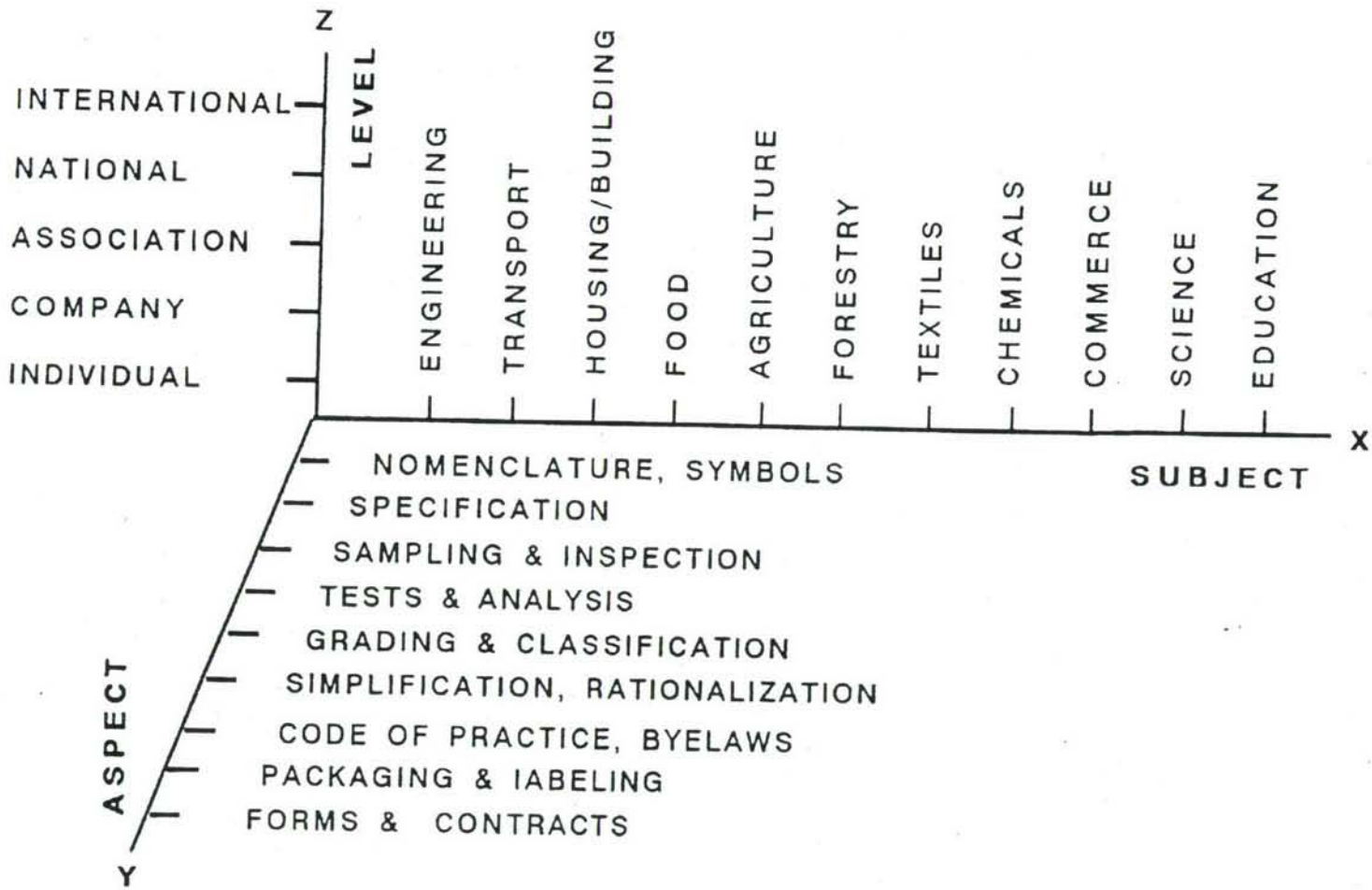


Fig. 6 : Standardization Space

General aims of standardization (1973)

- Economy of costs, human effort and essential materials
- Convenience of use
- Solutions to recurring problems
- Quality definition and evaluation

Fig. 11: General Aims of Standardization (1973)

Almost any material, process or action having an economic or even cultural value can be a subject of standardization.

Fig. 7: Standardization Subjects

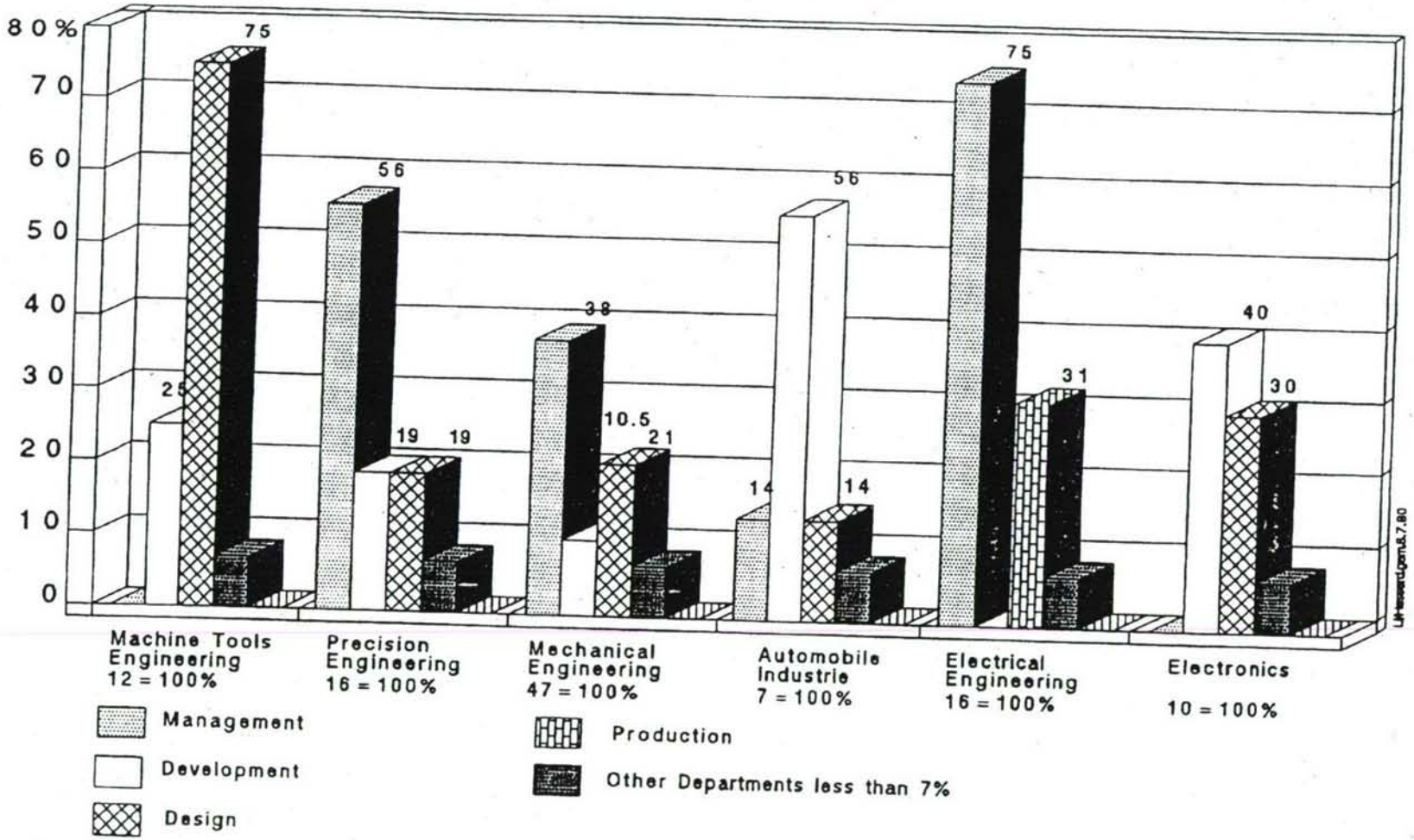


Fig. 9 : Percentage distribution of the Incorporation of the standards as a function of the line of business

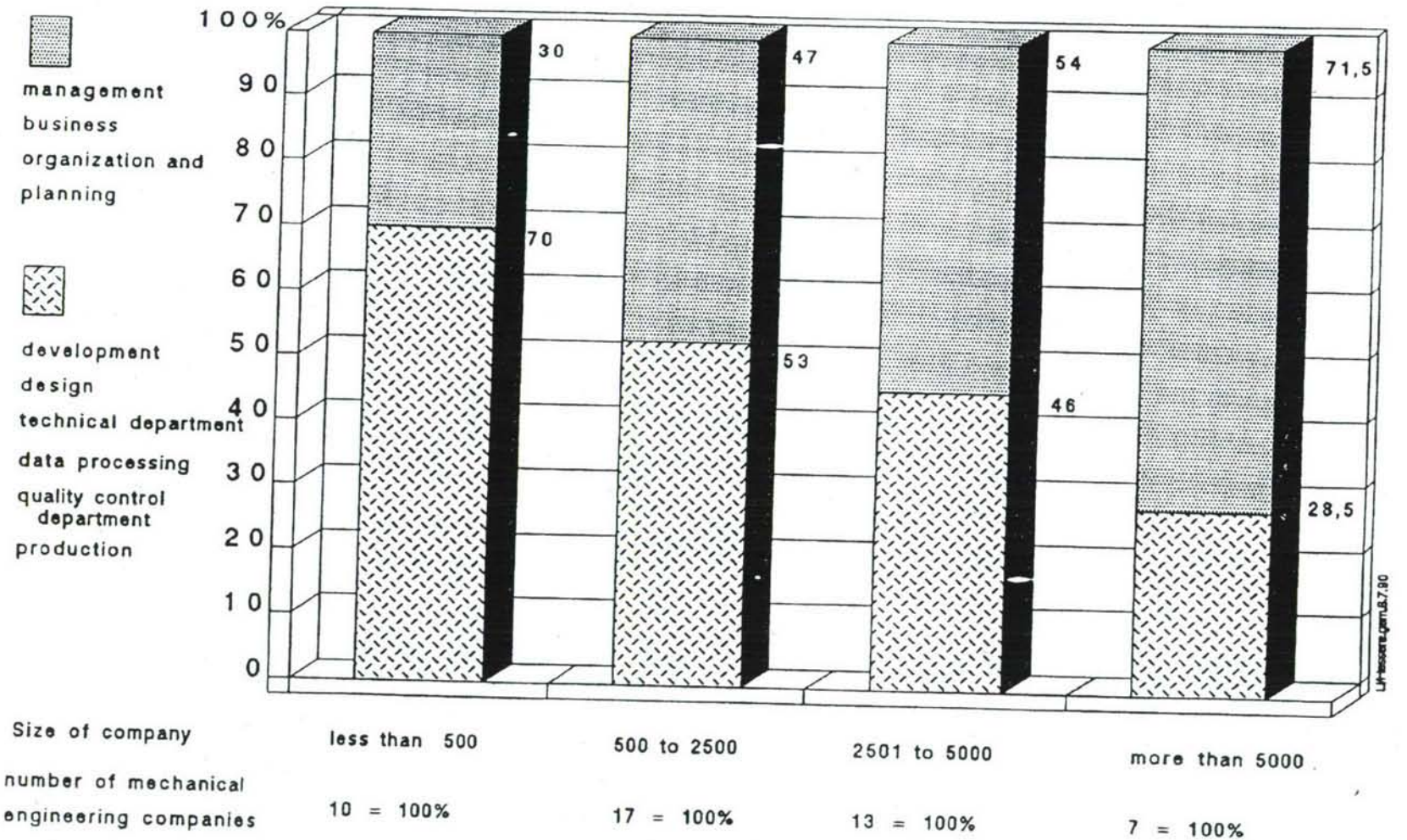


Fig. 10 : Allocation of the standards office as a function of the size of the company (mechanical engineering)

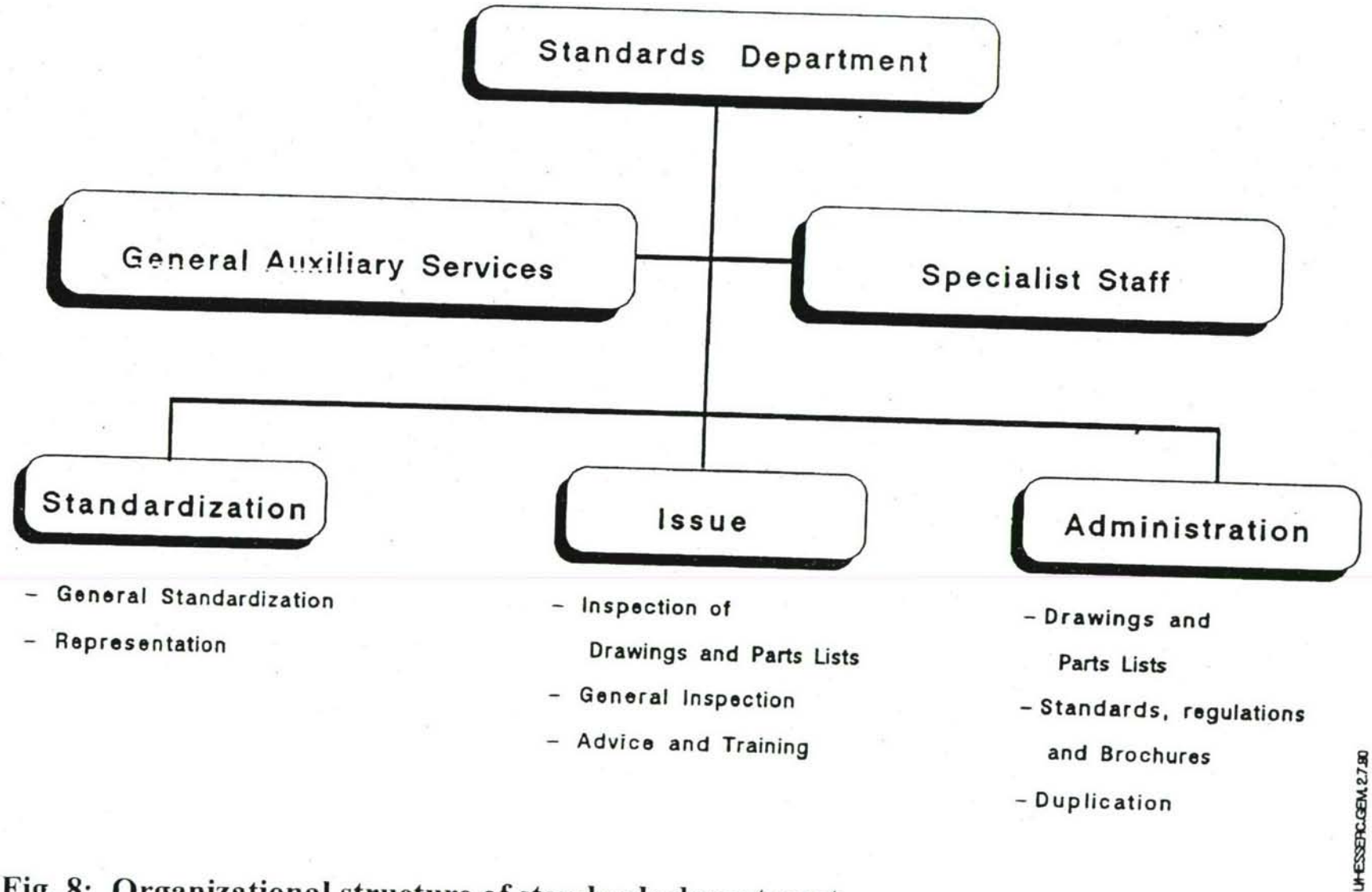


Fig. 8: Organizational structure of standards department

Specific level aims of standardization (1973)

- International:
  To facilitate international exchange of goods and services and to develop mutual cooperation in the spheres of intellectual, scientific, technological and economic activity.

- National:
  To facilitate national exchange of goods and services, to promote international standardization and to develop mutual cooperation in the spheres of intellectual, scientific, technological and economic activity.

- Company:
  To facilitate company-wide interchangeability of materials and to coordinate all operations, to promote national standardization and to develop mutual cooperation in the spheres of technological and economic activity.

Fig. 12: Specific Level Aims of Standardization (1973)

General aims of standardization (1989)

(1) To supply the tools for promoting the principle of economy in human resources, material resources, and the energy used for the production and exchange of goods and products.

(2) To supply a communicaton tool (common language, contractual basis, technical references etc. between partners.

(3) To contribute to the protection of the public: worker and consumer safety, product quality, protection against abuse and fraud etc.

(4) To contribute to the promotion of the quality of life: health, hygiene, environmental protection etc.

(5) To promote trade, domestic and international, by eliminating technical obstacles due to differences in national practices and by creating a common 'language'.

(6) To promote cohesion in industrial and technological development by the progressive creation of a 'technical culture' which is common to the partners within a given country and beyond the borders, through genuine technical cooperation.

Fig. 13: General Aims of Standardization (1989)

"Standardized Information"

- standards parts catalogues
- standards
- specifications (quality specifications)
- design manuals
- technical terms of delivery
- manufacturing instructions, etc.
- the definition of quality characteristics
- the definition of a quality judgement
- the definition of quality assurance (ISO 9000) etc.

Figure 13 a

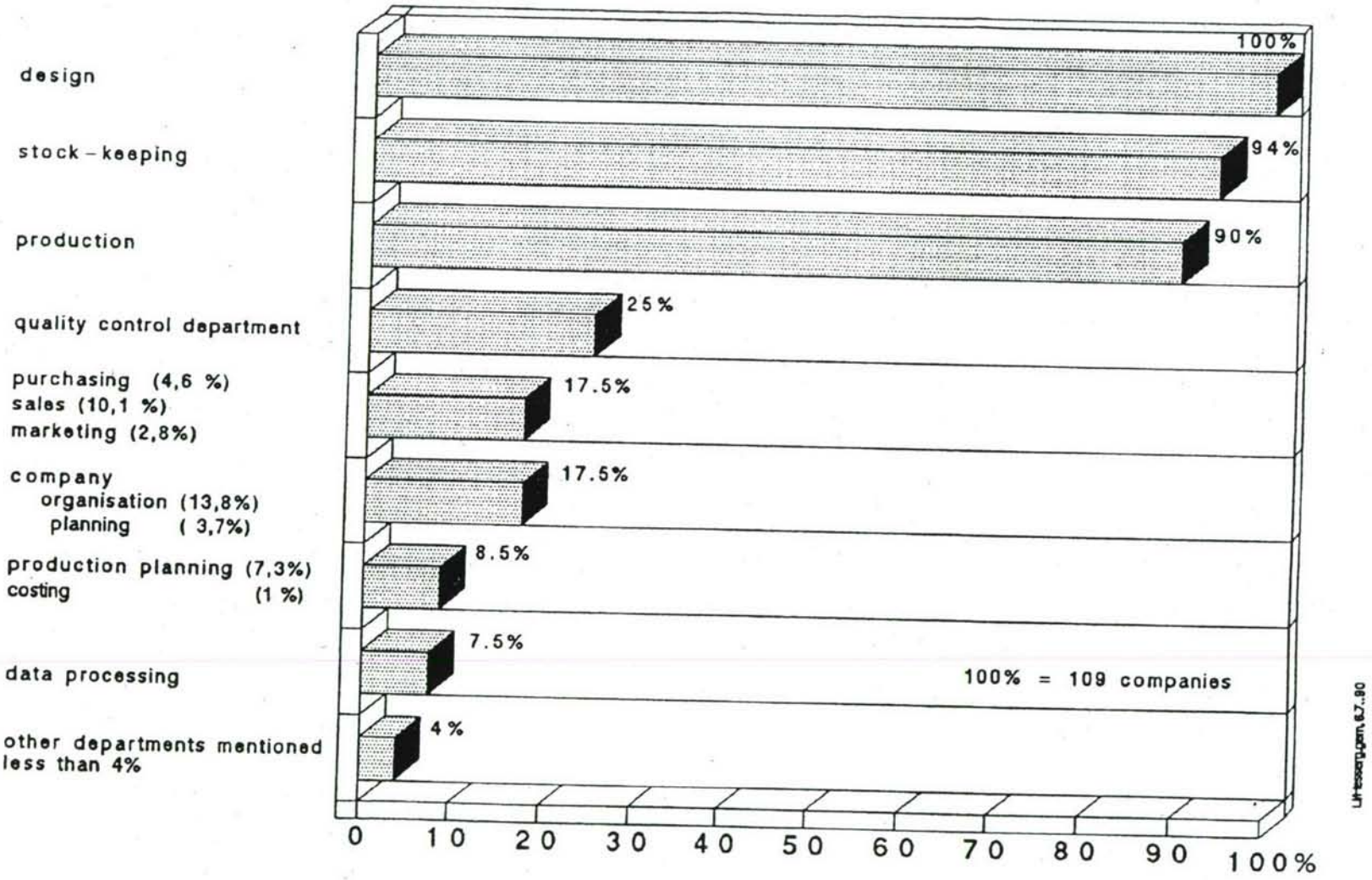


Fig. 14 : Departmental areas within the company which provide the standards office with information

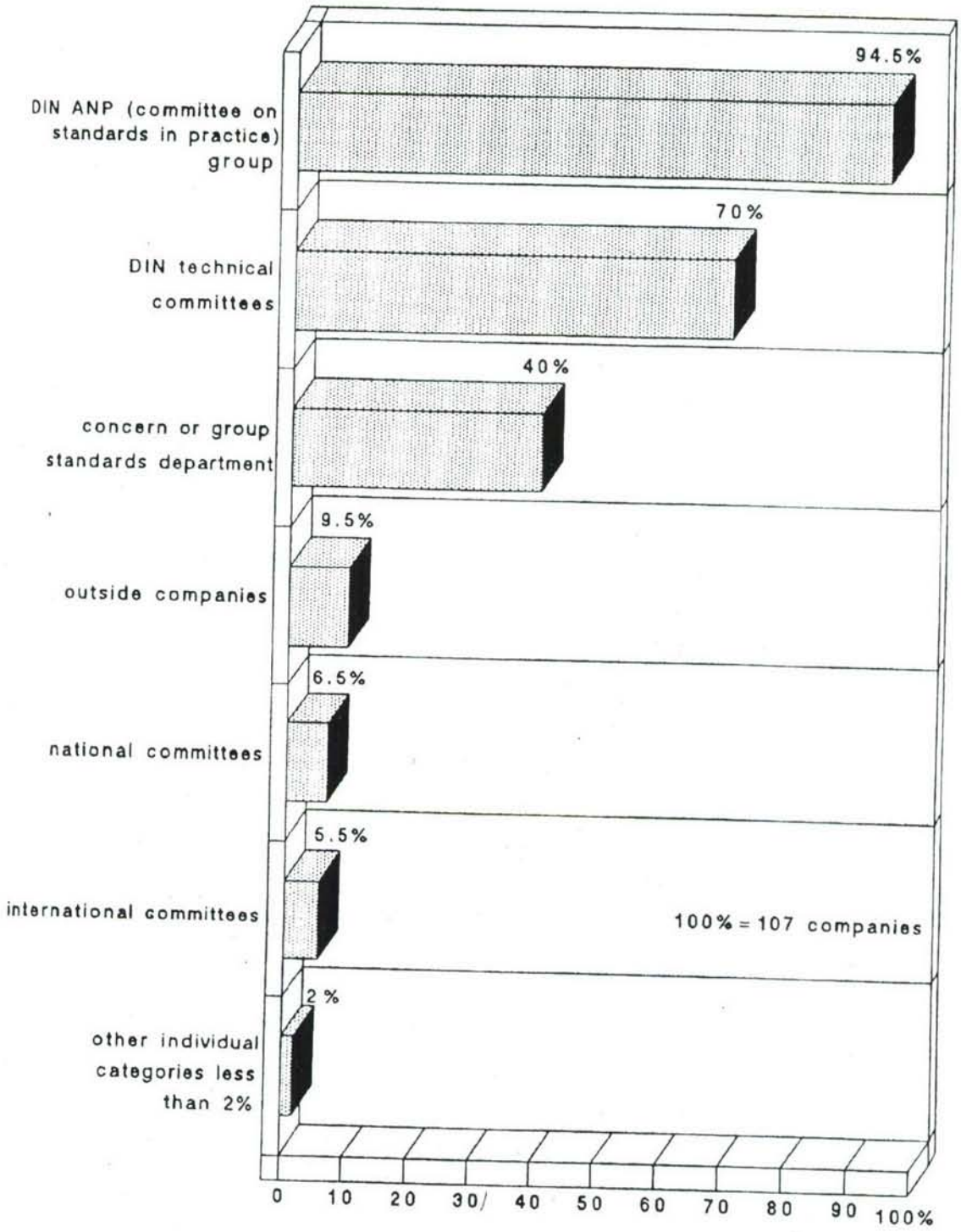


Fig. 15: External sources providing the standards office with information

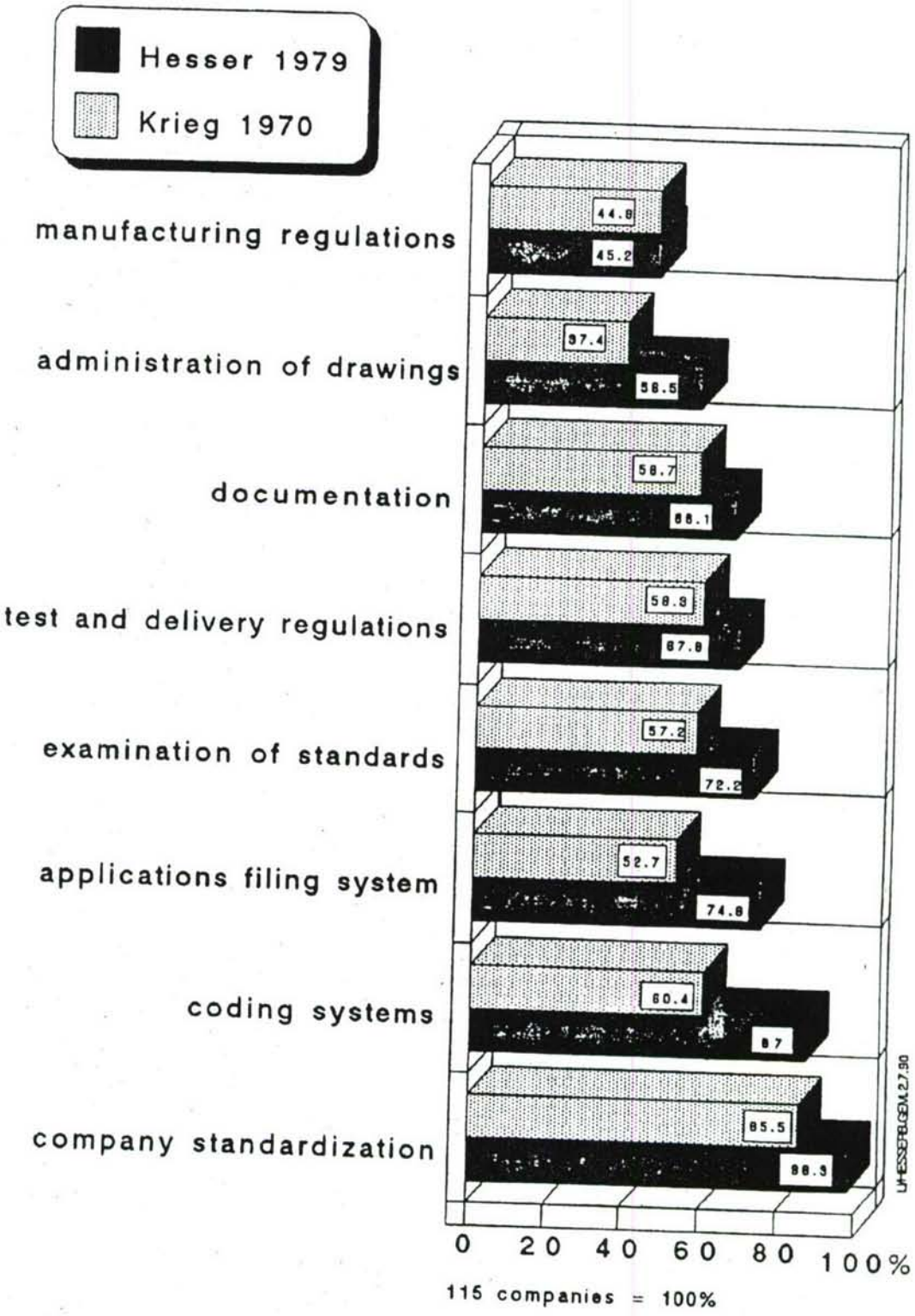


Fig. 16: The standards office's areas of activity

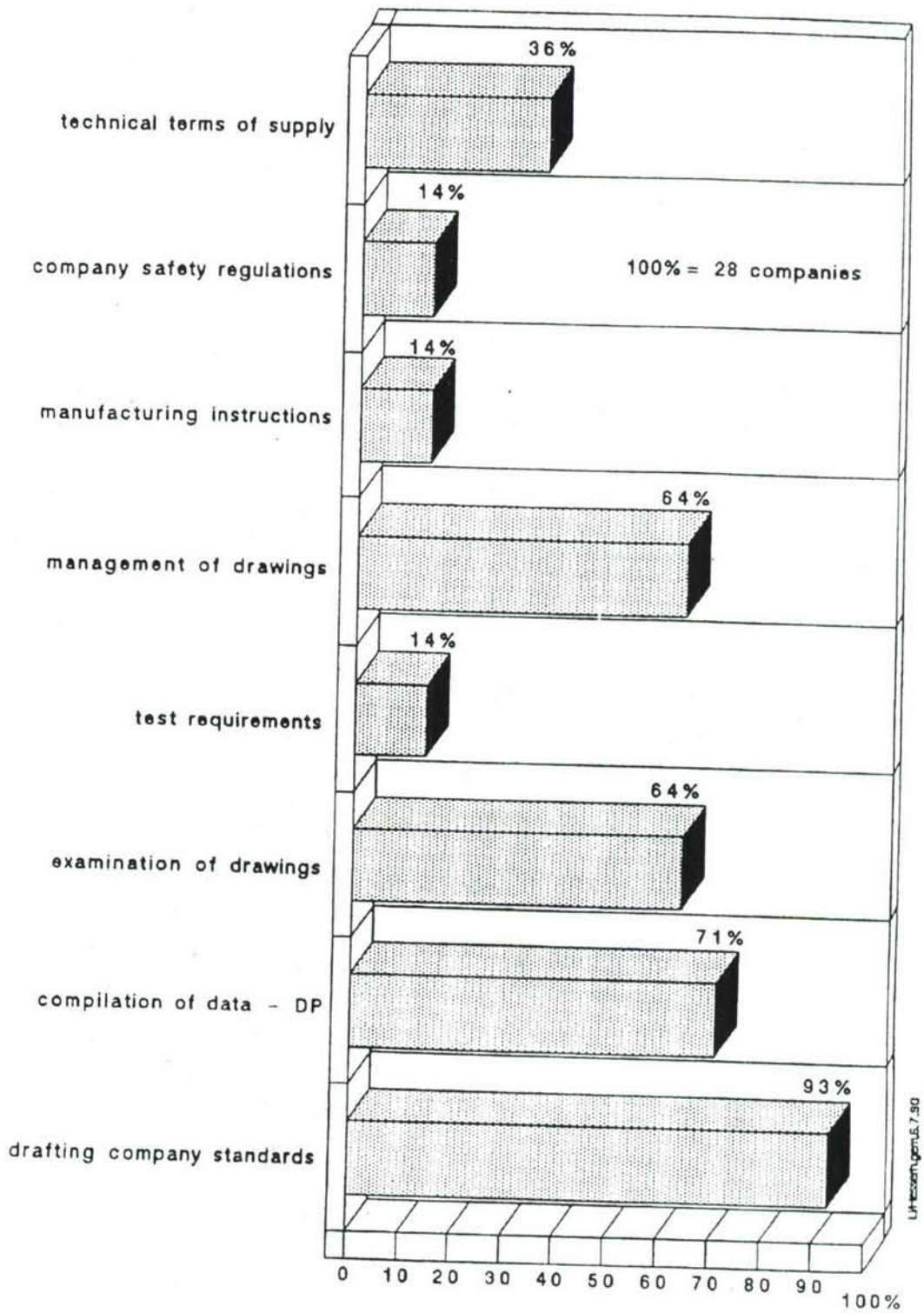


Fig. 17: The company standards department's areas of activity /Uni BwH 1988/

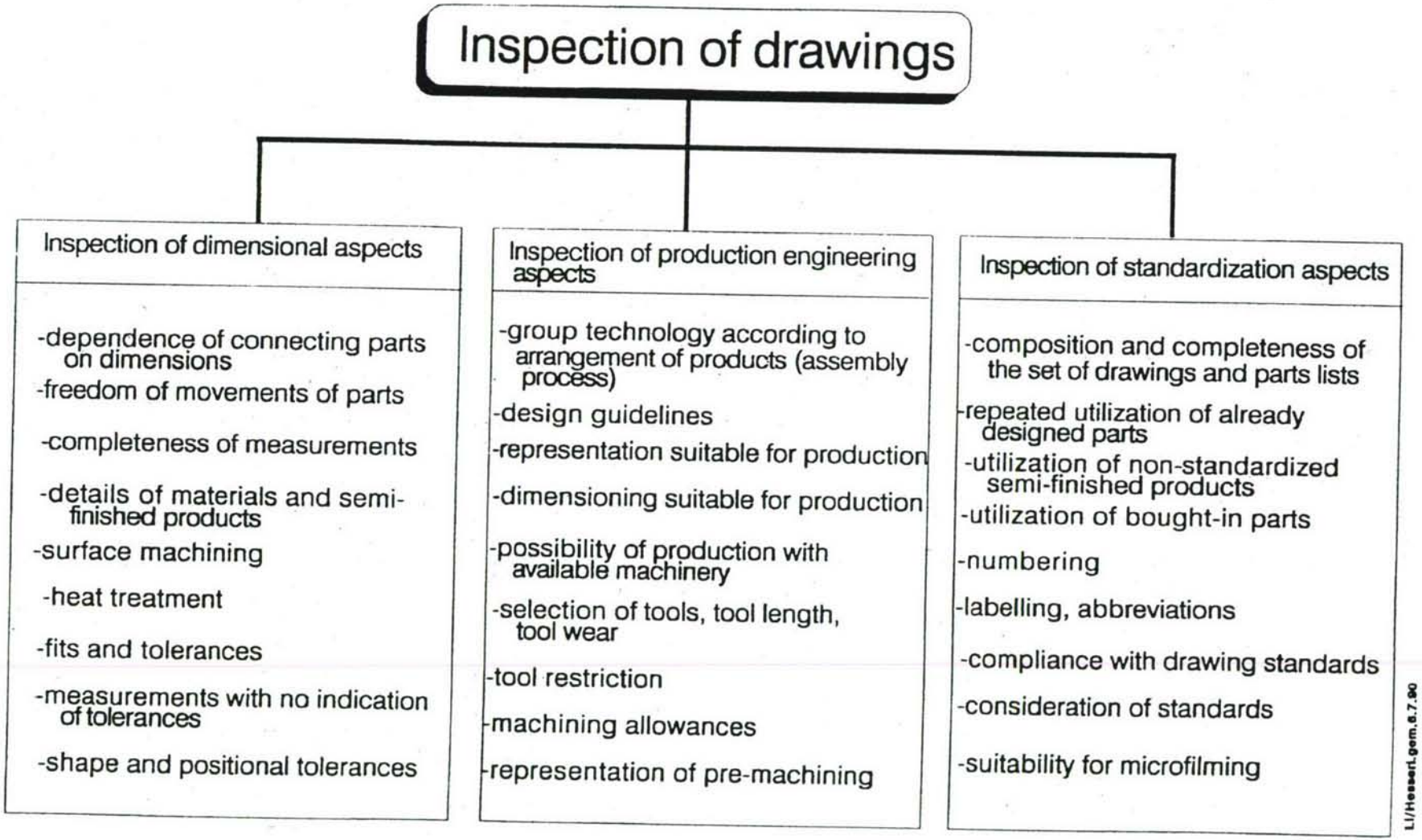


Fig. 18: Division of the tasks involved in the standards department's of drawings

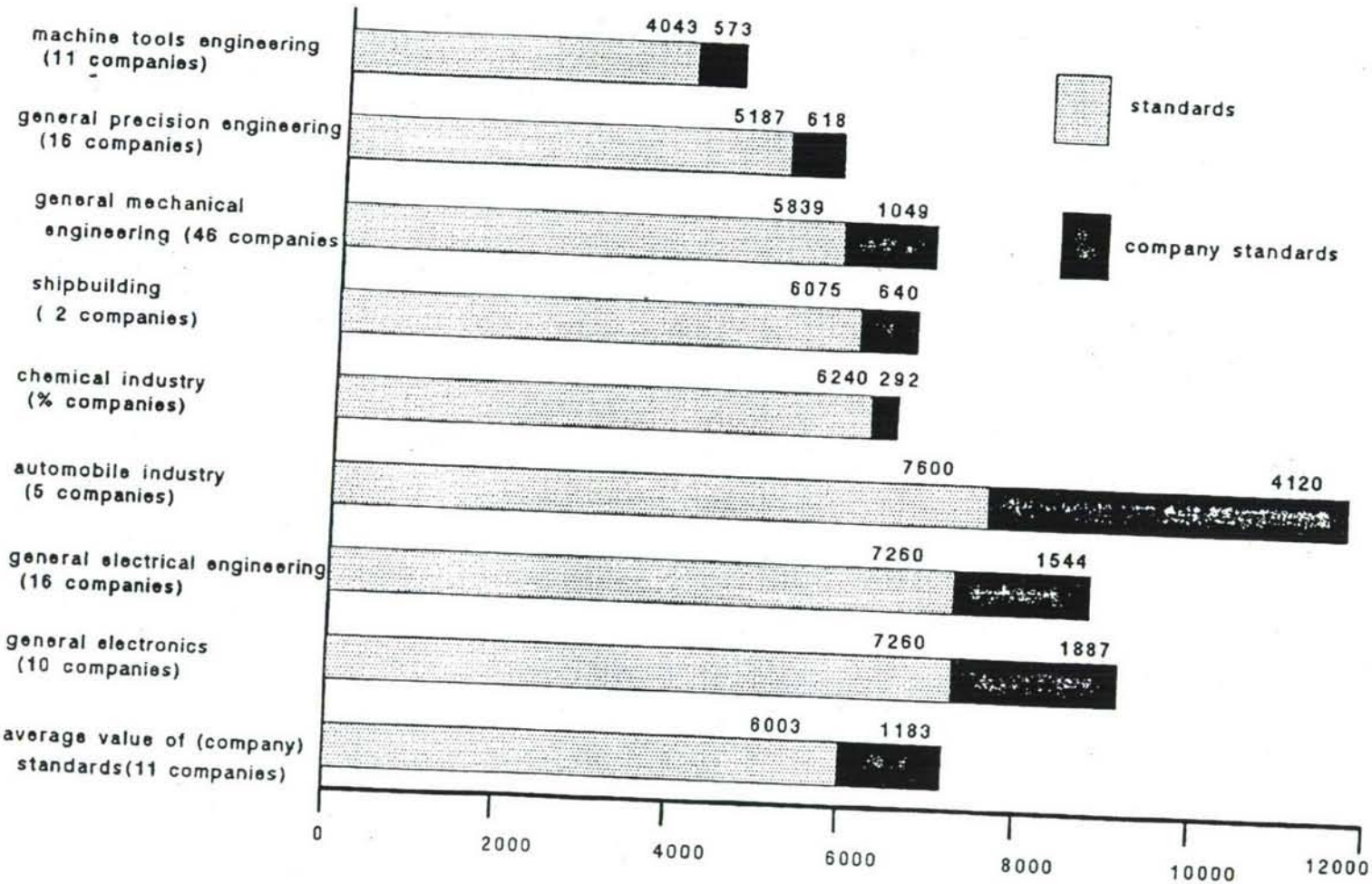


Fig. 19: Analysis of the number of standards and company standards in existence, according to the sector of industy

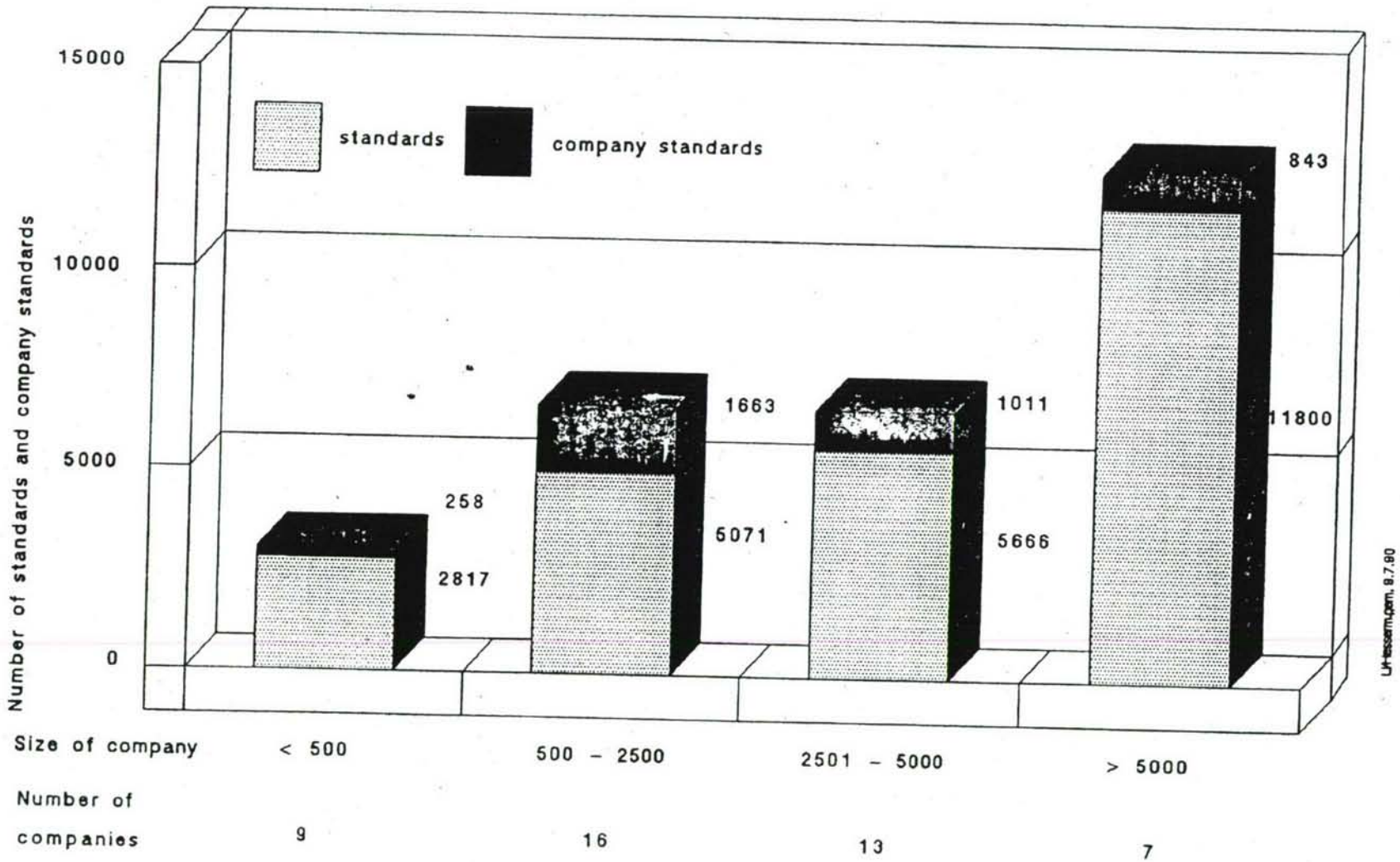


Fig. 20: Percentage distribution of the types of standards in 3 sectors of industry

51	service standard	A service standard is a standard which gives technical specifications for services
52	fitness for purpose standard	A fitness for purpose standard is a standard which specifies the properties that can be objectively determined in relation to fitness to purpose. *Corresponds to DIN 66 050 (Issued June 1966)*
53	delivery standard	A delivery standard is a standard which gives specifications and conditions for delivery. *e.g.: technical terms of delivery.*
54	dimensional standard	A dimensional standard is a standard which specifies the dimensions and tolerances of tangible objects.
55	planning standard	A planning standard is a standard which specifies planning principles and the elements of design, costing, structure, execution and function for factories, constructions and products.
56	test standard	A test standard is a standard which specifies the technical and scientific procedures of investigation, testing and measurement in order to demonstrate assured and/or expected (demanded) properties of substances and/or technical products.
57	quality standard	A quality standard is a standard which describes the essential properties for using a tangible object and specifies objective criteria for their evaluation.

Fig. 21: Types of standards according to the content of the standard from DIN 820 Part 3

58	safety standard	A safety standard is a standard which contains specifications for preventing persons, animals and property (factories, constructions, products and the like) from becoming exposed to danger.
59	material standard	A material standard is a standard which specifies the physical, chemical and technological properties of materials.
60	process standard	A process standard is a standard which specifies processes for manufacturing, treating and handling products.
61	communication	A communication standard is a standard which specifies the terminological facts, signs or systems essential to clear and rational communication.

Fig. 21a : Types of standard according to the content of the standard from DIN 820 Part 3

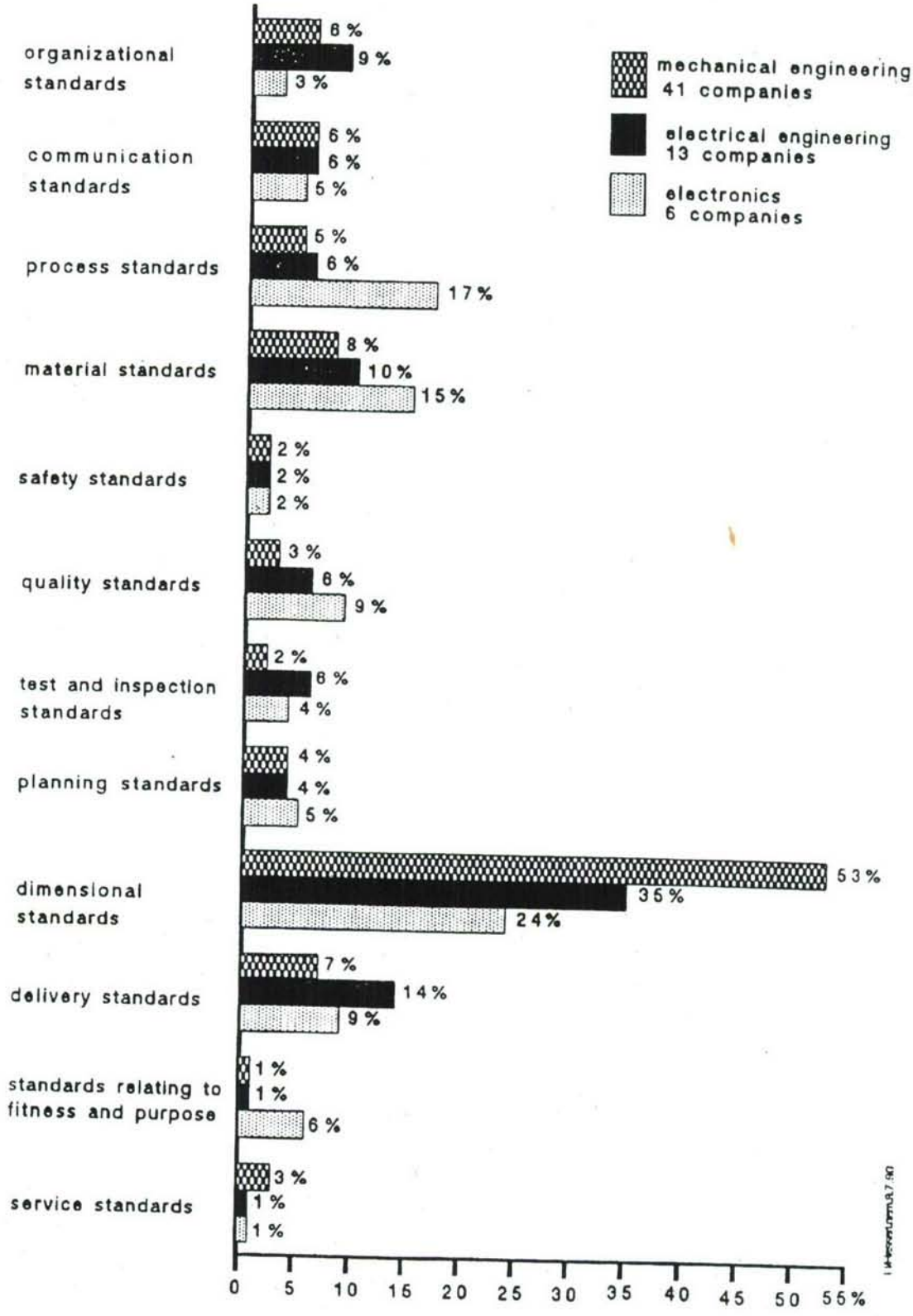


Fig. 22: Percentage distribution of the types of standards in 3 sectors of industry

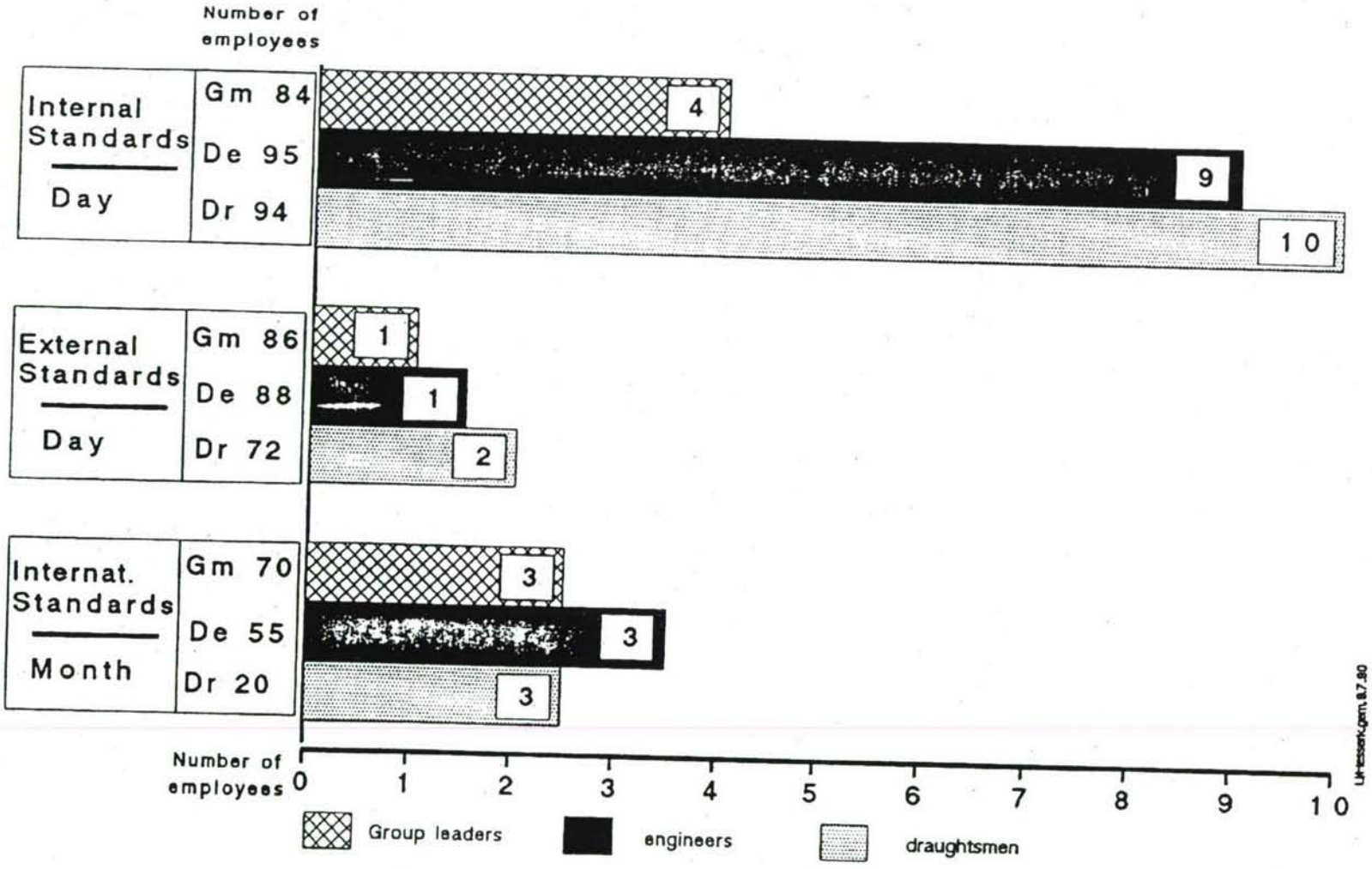


Fig. 23 : Frequency with which standards are consulted as a function of the job performed

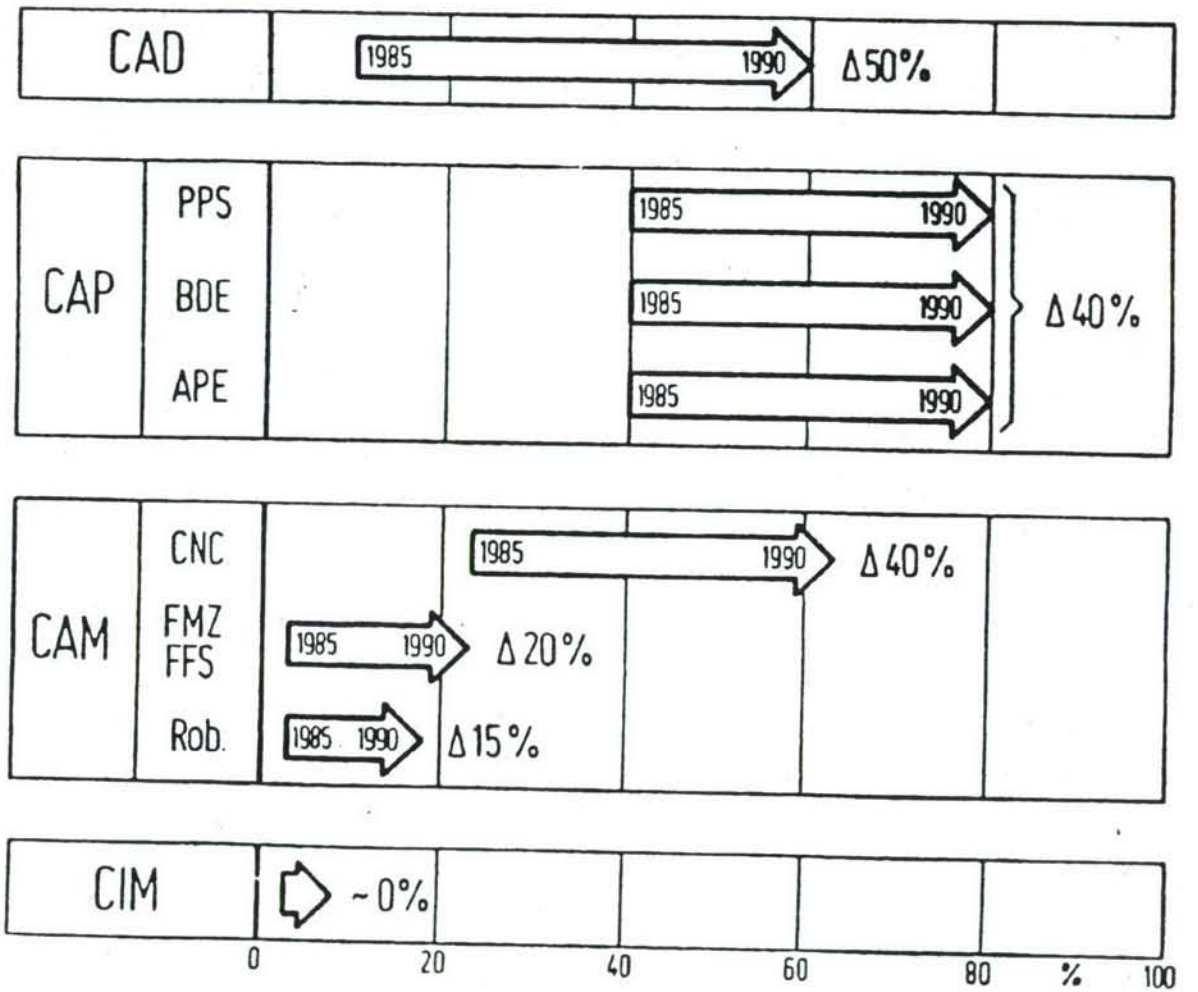


Fig. 24: Level of automatization in 1985 and expected level for 1990 of average mechanical engineering company

LI/Automniv.Gem10.07.90

The company standards departments saw their future as follows:

1. **introducing computerized documentation system**

2. **adapting and updating company standards;**

3. **supporting the introduction of CAD into their respective companies;**

4. **classifying and standardizing products and their assemblies;**

5. **reducing the variety of parts with the aid of data processing.**

Fig. 25: Future Role of Company Standards Departments

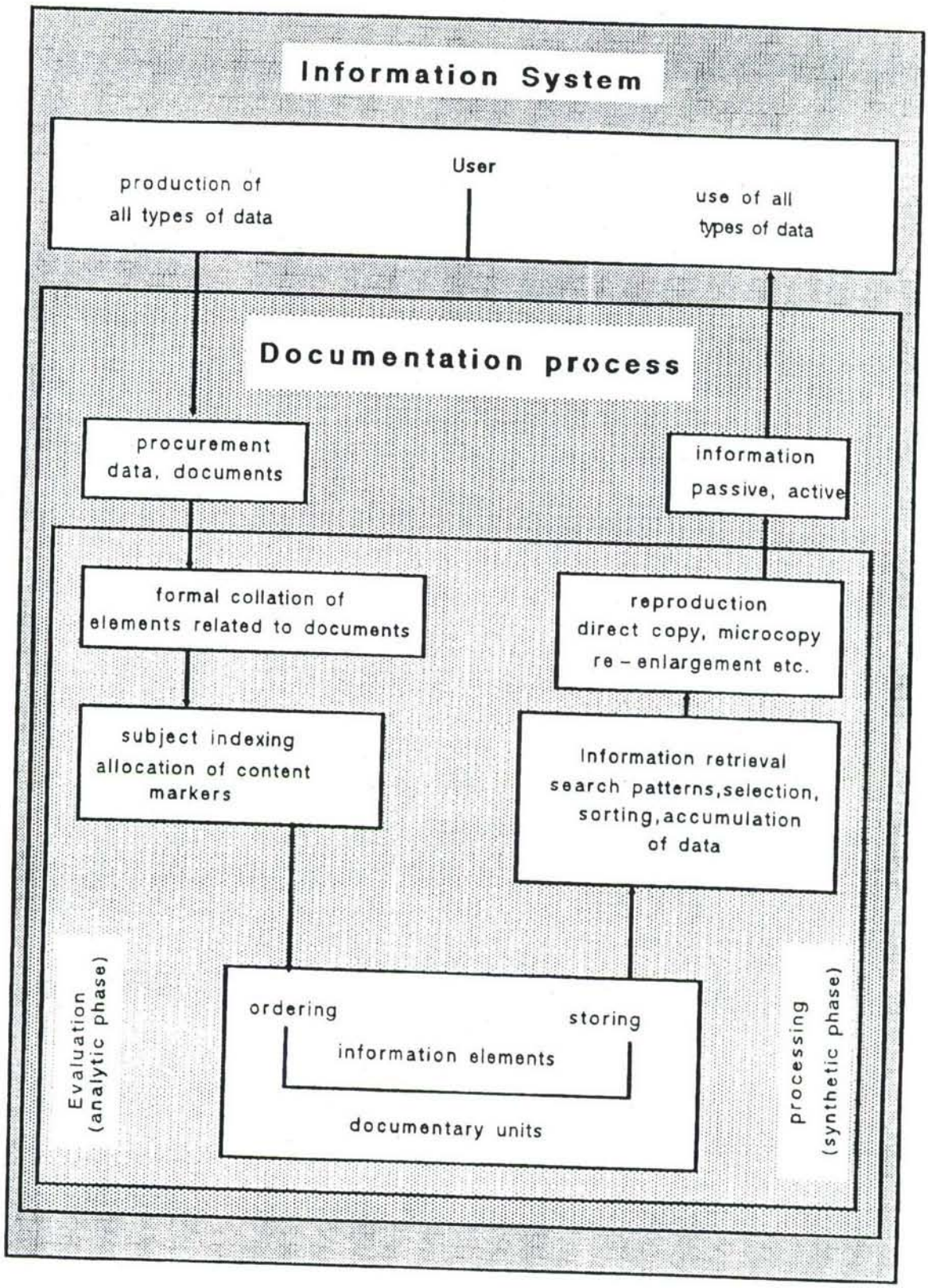


Fig. 26: Information system

The flow of Know-how

- What is company know-how ?
- Where is it found ?
- Who needs it ?
- When is it needed ?
- What is it needed for ?
- How can know-how be secured ?
- What is required to ensure that everybody receives the necessary know-how ?

Fig. 27: The flow of Know - how

Aims of standardization referring to information management

- the availability of know-how should not depend on any specific contracts

- it should not depend on individual people and posts

- the company's own know-how should be utilized repeatedly.

Fig. 28 : Aims of standardization

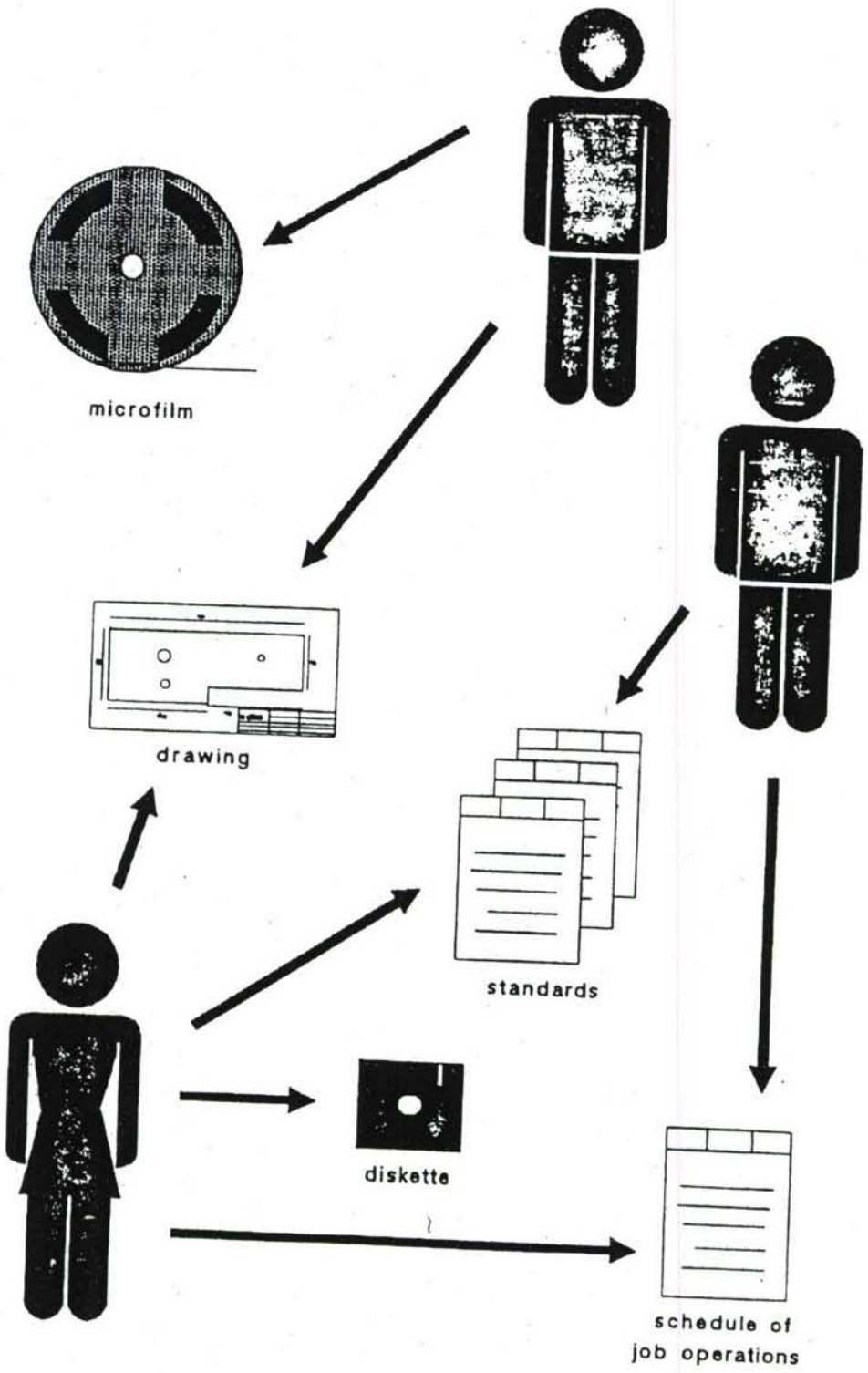


Fig. 29: Suitable means of access guarantee that know- how is secured at all times

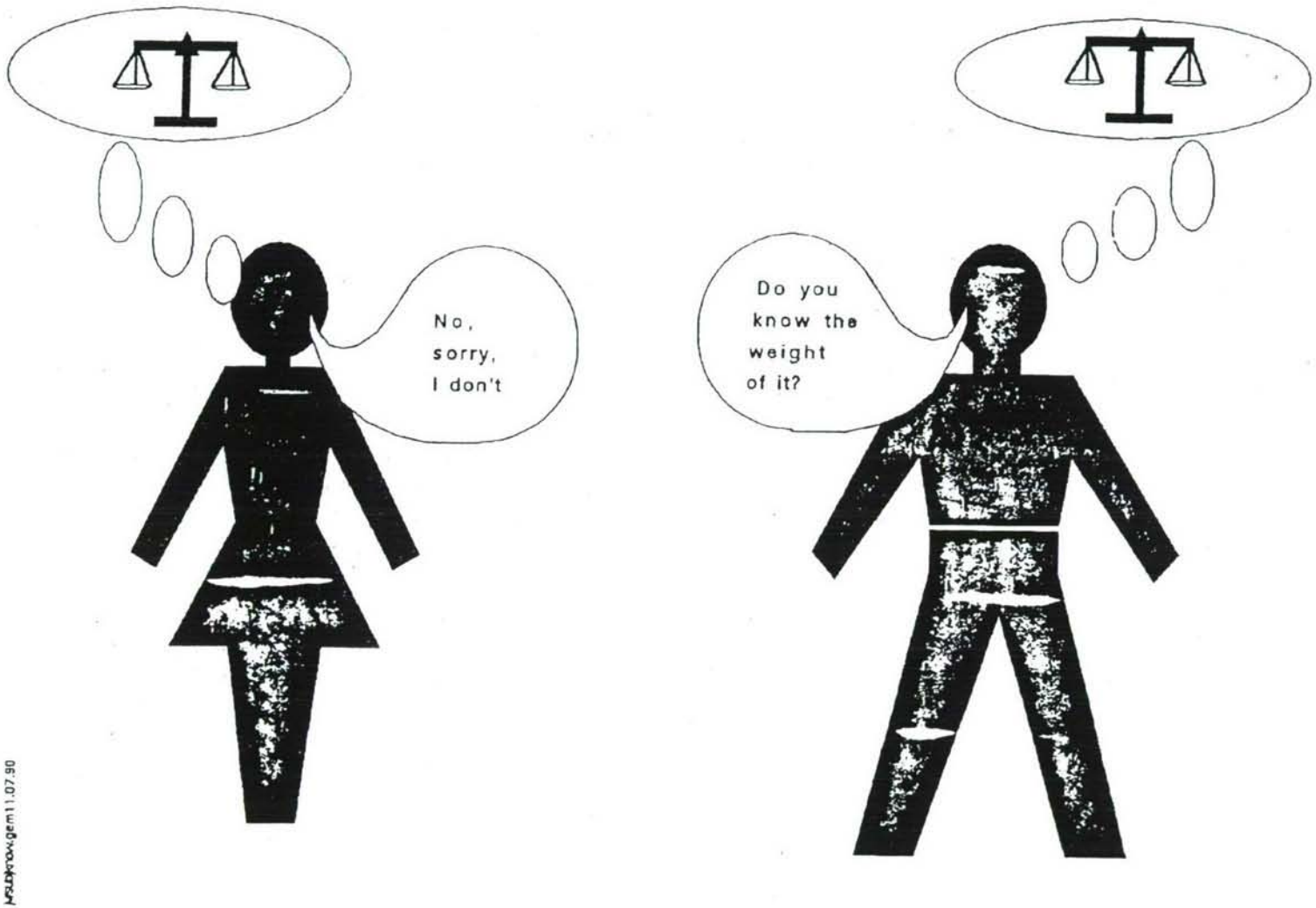


Fig. 30 : Subjective Know - how

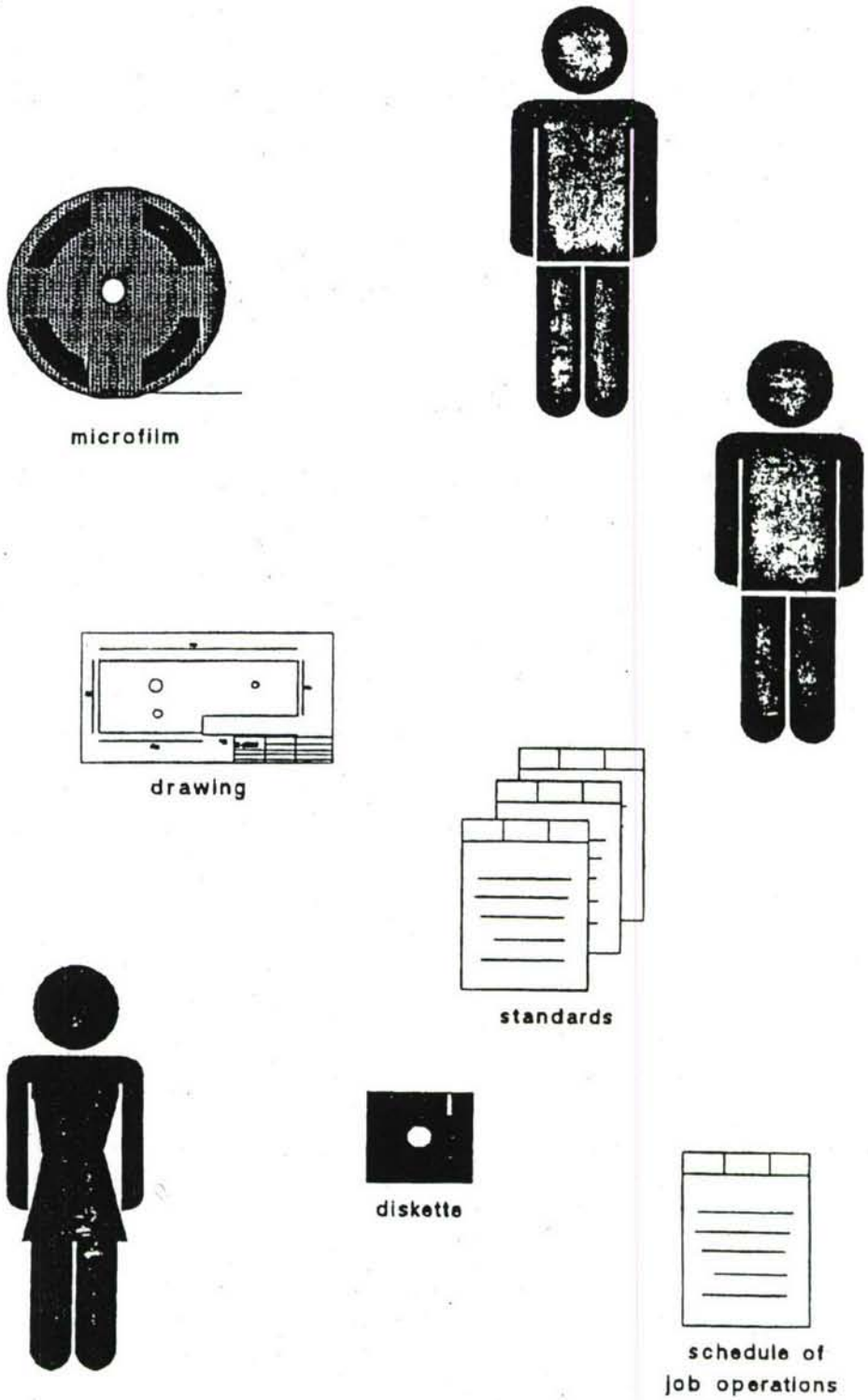


Fig. 31: Without a means of access, know-how cannot be secured

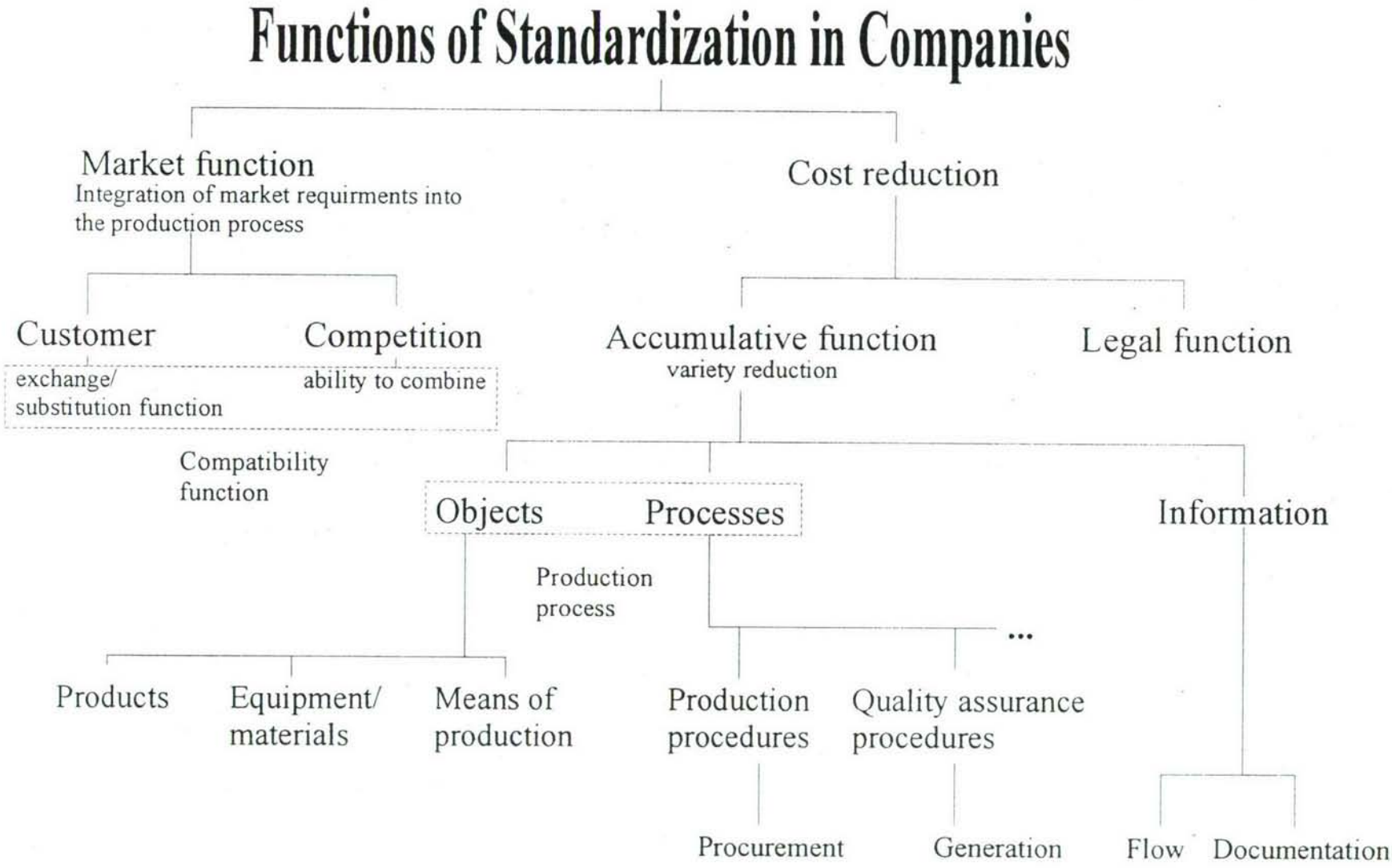


Fig. 32: Functions of Company Standardization (08.11.94)

Economic Benefits of Company Standardization

Univ.-Prof. Dr.-Ing. W. Hesser
Dipl.-Ing. H. Adolphi

October 1994

Professur für Normenwesen und Maschinenzeichnen
Universität der Bundeswehr Hamburg
Holstenhofweg 85
22043 Hamburg
Germany
Tel. + Fax: ++49/40/6541-2861

This paper is a revised version of: "Benefits of Standardization",
published in: Principles of Standardization,
Universität der Bundeswehr Hamburg, 1990.

1 Introduction 1

2 Costs of company standardization 3
2.1 Development Costs 3
2.2 Implementation Costs 3
2.3 Application Costs 4

3 Benefits of company standardization 5
3.1 Savings and Benefits 5
3.2 Qualitative approach 6
3.3 Quantitative approach 8
3.3.1 IFAN-method 8
3.3.2 ISO-method 11

4 Research work 20

5 Summary 21

6 Outlook 21

1 Introduction

Money is tight - therefore the standardizers in companies have to prove that investment in standardization projects pays off. This is equivalent to calculating the cost-effectiveness of standardization.

Any discussion concerning the cost-effectiveness of standardization must take the following points into account:

- the stated objective of standardization cannot be easily quantified;

- standardization depends on changing product requirements and markets and therefore depends on time too;

- fields of standardization such as safety, consumer protection, humanization of the working environment and environmental protection, generate a conflict between the aims of the economy and those of standardization.

There is no universal agreement on the meaning of the term cost-effectiveness. In practice, it is usually taken to mean profitability (profit related to capital invested).

In terms of one particular group's working environment, cost-effectiveness will be understood as that group's productivity - e.g. number of pieces per unit time or per worker. Another scale must then be employed to determine if the productivity is itself cost-effective.

If cost-effectiveness is expressed in terms of income directly related to expenditure, then the result is usually expressed in units of money.

The variables expenditure and income contain external influences which may completely obscure improvements within the company:

- although it is possible to indicate changes in the efficiency of production processes,

- a conclusive optimum value does not exist.

If the formula

$$Cost\ effectiveness = \frac{Income}{Expenditure}$$

$$Income = Expenditure + Profit$$

is expressed in terms of the profit/loss and cost components of the individual cost centres, it can be used to estimate the cost-effectiveness within the company. The total cost-effectiveness is then given by

$$E = 1 + \frac{P_0 + L_1 + L_2 \ldots + L_n}{C_0 + C_1 + C_2 \ldots + C_n}$$

with

E	=	cost-effectiveness
P_0	=	sales price - cost price
L_i	=	company profit/loss as individual contributions from all the cost centres
C_0	=	tax-deductible production costs
C_i	=	individual costs for the improvement project

From this mathematical approach, it follows that intensifying the level of standardization does not necessarily bring about an increase in cost-effectiveness, but that this can only be achieved through more efficient standardization.

Demonstrating the benefit (profit) of standardization does, however, present problems.

The primary reason for this is that standardization initially generates costs which are not minimized until a later date and in a different place.

Figure 1 represents the course of a standardization project over time. The difficulty does not lie in ascertaining the cost of standardization but in determining the full extent of the savings, which may be generated in almost every area.

Figures 2 and 3 illustrate the influence of the type of standard on demonstrating the cost-effectiveness, the level of which varies according to the type of standardization.

2 Costs of company standardization

Information about the expenditure related to the standardization process is essential for the assessment of cost-effectiveness. The discussion will be based on the classification of costs into three different types:

1. Development Costs
2. Implementation Costs
3. Application Costs

2.1 Development Costs

Standards are developed either at the international, regional or national level, or in the company itself. If a company participates in the standardization process at the international, regional or national level, it has to pay the expenses of the company delegates, e.g. travel and accommodation. (Moreover, these delegates are not present in the company, which incurs supplementary costs.) If a standard is developed within a company (as a company standard), staff from different departments will be involved and will have to be paid for.

Providing external standards incurs expenditure, too. Standards have to be bought, and quite often these standards have to be reworked to fit the special requirements of the company. In addition, standards have to be copied and distributed among the staff. Finally, standards have to be checked regularly to ensure that they are not obsolete.

2.2 Implementation Costs

The Implementation Costs of standards can be subdivided into:

1. Presentation Costs,
2. Costs related to changes in documentation and procedures,
3. Costs related to changes in products.

Standards have to be presented in the company in order to guarantee the application of new standards. These kinds of presentation are required for internal and external standards, and should be repeated after every revision of an existing standard.

Changes may be necessary if an old standard is replaced by a new standard, e.g.:

- Modifications to documentation (drawings, product documentation),
- Modifications to testing-procedures,
- Modifications to production procedures,
- Modifications to maintenance.

Quite often products or parts are defined in standards. If the corresponding standards are changed, the products will have to be changed as well. (In the worst case, these products will be scrap.)

2.3 Application Costs

The Application costs can be divided into three different parts:

1. searching for the required standard,
2. selecting the right information,
3. applying this information.

The first part covers expenditure related to the search for the required standard. This includes selecting the right standard, obtaining this standard and looking for the appropriate paragraph.

Costs for selecting the right information (in the paragraph) are summarized in the second part, whereas the costs of applying this information are included in the last section.

Research studies in Germany have shown that over 50% of standards application costs are incurred by the second part, selecting the right information. This is a clear indication of how important the design of standards is.

The relation between these different costs is shown in **Figure 4**[1]. Only development costs arise before the implementation of a standard ("negative years") in a company. After

---

[1] ISO, "Benefits of Standardization", Geneva, 1982.

implementation the development costs are replaced by the presentation and application costs, which will slowly decrease over time. This figure also includes annual costs of standards (e.g. administration).

3 Benefits of company standardization

Two different methods for the assessment of the economic impact of standardization can be distinguished; a qualitative method will be discussed in chapter 3.2, quantitative methods in chapter 3.3. Chapter 3.1 presents a short list of possible benefits.

3.1 Savings and Benefits

Savings and Benefits of standardization may arise in the following areas[2]:

- Design:
    - clear and unambiguous specification,
    - use of rationalized range of parts and materials,
    - consistent design for reliability,
    - product quality,
    - product safety and
    - design for test and inspection.

- Materials management:
    - improved stock control and lower stock investment,
    - improved purchasing efficiency,
    - reduction in storekeeping costs and
    - improved lead times.

- Manufacture:
    - reduced manufacturing costs,
    - less scrap and waste,
    - better regulation and control in manufacture,
    - lower training costs,
    - mechanization of information handling,

---

[2] British Standards Society, "The role of standards in company quality management", London, 1991.

- lower plant or energy costs and
- assistance to successive operations.

- Quality and reliability:
  - reduction in inspection and testing costs,
  - improvement in quality assurance,
  - improved reliability and
  - reduces spares and maintenance costs.

- General:
  - improvement of turnover on capital employed,
  - reduced documentation costs in design and production,
  - improvement in safety and welfare,
  - lower overheads,
  - savings in floor space and
  - improved communication.

3.2 Qualitative Method

There are standardization projects with benefits which cannot be quantified. In these cases, a qualitative consideration of the cost-effectiveness may be undertaken.

One procedure that may be regarded as purely qualitative has been prepared by a British company. If this method is employed, it is at least possible to recognize the benefits of standardization even if it produces no data in the form of figures. The term procedure is somewhat inappropriate for this method. It is in fact more of a diagram, a matrix, with the aid of which the standardizer can arrive at information of a qualitative nature (**Figure 5**).

The diagram was prepared as the result of an in-company analysis of the benefits of standardization. There are two different approaches for evaluating it:

- To what extent and for what purpose do the individual departments use standards for their work ?

- Which aspect of standardization work is most relevant to the individual departments, and which aspect offers the widest range of advantages ?

To give an example, the availability of reliable documentary material is important for nine out of ten of the departments listed. From the diagram it can be seen which advantages have priority for the various users. The procedure can be further refined by allocating points to the individual fields. This also produces an assessment of priorities. The individual advantages of this method are explained in more detail in the "key to the categories of benefits in the matrix".

Key to the Categories of Benefits in the Matrix:

1. Availability of reliable documentary information for all aspects of the company.

   This includes collections of technical data, parts lists, organization manuals, quality manual, etc.

2. A well-adjusted mechanism for bringing about the cooperation of all parties involved in solving interface problems and preparing company standards.

   A team of standards engineers is concerned with identifying problem areas. Standards committees are formed to deal with individual issues.

3. Participation in the preparation of national/international standards.

4. A well-ordered system for the dissemination and specific referral of official information concerning statutory provisions and the application of national/international standards.

   This involves producing an up-to-date information leaflet and maintaining a collection of all official publications (regulations, standards).

5. Specification of parts, materials, equipment and manufacturing procedures so as to guarantee that information is passed on reliably.

   This is effected by classification and coding systems which are started in the development phase and play an important role in the running of all other functions.

6. Variety reduction to guarantee the optimum use of parts, materials and equipment and minimum expenditure on spare parts.

This is achieved by a thorough examination of new parts and an efficient monitoring system (catalogue).

Appraisal of the Qualitative Method

The method presented above is a procedure which must be tailored to fit the company concerned and should be based on the company's specific circumstances.

It has a number of advantages. By specifying the approach from the outset, it ensures that all the company's procedures are subjected to a thorough examination. It identifies the areas where benefits occur. This may be useful for calculating the cost-effectiveness at a later stage, following one of the methods already described. By establishing targets, the method is particularly valuable for the assessment of the benefits in the preliminary stage of a standardization project.

3.3 Quantitative Methods

Two qualitative methods for determining the cost-effectiveness of standardization projects will be presented in this paper. In Chapter 3.3.1 the IFAN-method will be discussed, in chapter 3.3.2 the ISO-method.

3.3.1 The IFAN-method

At the 1st Conference of the "International Federation for the Application of Standards" (IFAN 1974) a paper was delivered on the subject of "The Cost-effectiveness of Standardization". In this paper, it was shown that cost-effectiveness can be determined by directly comparing the trends in costs before the standardization project with those after its implementation. Every method of determining increases in cost-effectiveness follows this same principle. However, such retrospective investigations only serve a purpose if the experience they provide can then be used to give accurate estimates of future data.

Methods of the Austrian Standards Committee

With the aid of a set of principles prepared by the Austrian Standards Committee, it is not only possible to assess the cost-effectiveness of a standardization project after its completion but also beforehand.

The principles read as follows:

a) Preparation of a list of the operating costs of all the centres concerned with carrying out the standardization project. The operating costs include the annual costs for premises, materials, and salaries. They also include administration costs and the like incurred by secretariats of international standardization organizations, offices of national standards bodies or company standards offices and other agencies.

b) Determination of the cost of a standard working hour. The total operating costs are divided by the annual number of effective working hours of all personnel concerned with carrying out the standardization project.

c) Feasibility Study
This is a comparison of the following basic parameters with the aim of ascertaining whether a prospective standardization project can be carried out with the desired economic success:

- approximate survey of actual state
- probable target state (aim)
- desired target date
- estimated investment required
  (labour and material costs).

d) Exact survey of actual state prior to commencement of the project.
Following a positive result from the feasibility study and a decision to proceed with the standardization project, it is then necessary to carry out a precise examination of the actual state exactly, so as to clearly define the position at the outset of the project.

e) Precise planning of the standardization project. The aim of this is to define as precisely as possible the target state, time scale and costs.

f) Financial comparison of the state achieved after completion of the standardization project with the actual state before commencement of the project.
A positive difference between the former and latter indicates a gross saving.

g) Subtraction of the invested expenditure from the gross saving.
The result of deducting the investment costs incurred during the project (sum of the total labour costs according to b) and the material costs) is the net saving.

h) Determination of the cost-effectiveness.
This is performed by referring the net saving achieved to the time period required for the results of the standardization project to come into effect.

With the aid of these principles, the calculation can be made both at the preparatory stage, using estimated values, and in retrospect, using concrete data.

The IFAN Method

A further development of this method can be found in IFAN Guideline I - a set of formal procedural directions - carried out with the aid of a work plan and calculation sheet. Explanatory material is also available as a support.

The demonstration of cost-effectiveness can be divided into four phases, defined as follows:

Phase 1: Definition of the object affected by the standardization project, the objectives and duration of the effects.

Phase 2: Qualitative determination of the effects of the standardization project.

Phase 3: Quantitative determination and assessment of the effects of the standardization project.

Phase 4: Calculation and evaluation of the standardization project.

Each phase contains various working instructions corresponding to the flow chart for the IFAN method (**Figures 6 and 7**).

Each working stage comes to an end when the calculation sheet has been completed with the relevant data (**Figure 8**).

Appraisal of the IFAN Guideline

The IFAN Guideline can be employed as an effective tool. The calculation sheet, in particular, is a useful aid to listing the individual effects of a standardization project. In addition, the formal procedure has the advantage that fewer mistakes are made. However, this only applies up to phase 3. As the guideline does not offer any data as assistance, it is here that the

shortcomings of the procedure become apparent. The inclusion of some explanatory notes on ways of determining these data would be a useful addition.

Phases 1 and 2 are particularly helpful in generating a clear picture of the consequences if inexperienced standardization personnel are involved.

One disadvantage of the method lies in the fact that, during phase 3, too many assumptions have to be made about the planned standardization project, and their summation may lead to completely false results.

3.2.2 The ISO-Method

The following statements are based on the ISO-publication "Benefits of Standardization", which was published in 1982 in Geneva.

For a proper understanding of the value of standardization it is necessary to analyse the agents that generate the benefits.

These can be summarized as follows:

- activity volume affected by a standard;
- number of affected activity stages;
- coordination of activity stages:
- variety reduction ratio;
- variety growth ;
- implementation of standards

The quantitative extent of the benefits from a standard depends directly on the activity volume that the standard affects, i.e. on the monetary value of accounted and unaccounted costs, actions, efforts, etc., that one way or another are influenced by the standard. The ratio of the benefit value to this volume is determined by a combination of the remaining agents. In other words, these express the characteristics of a standard as applied under specified conditions.

Activity Volume Affected by a Standard

An activity stage is defined here as any stage of repeatedly performed actions, processes, or procedures that contributes towards the creation, support, maintenance, etc., of a product or service, as well as associated stages that involve handling, use, and other events. The results of an activity stage may be properties added to a material object, orders and instructions for further action, information, etc. An activity stage may refer to any sphere of action, such as engineering, production, services, health and safety, or consumer behaviour.

The activity volume is the total monetary value per annum of an activity stage. It may consist of accounted costs, including equipment, machines and other capital investments, or equivalent values for unaccounted expenditure, time, effort, hazard, etc. relating to the use, handling, or acquisition of a product or a service.

The activity volume affected by a standard is the total of all activity volumes that, directly or indirectly, are affected by a standard.

The composition of the activity volume affected by a standard differs for different standardization levels. The volumes relating to International Standards are those that cannot be affected by independent national standards, i.e. those associated with the transfer of goods and services across borders, and communications and exchange of information between nations. Similarly, the affected volumes for independent national standards are those associated with the coordination inside the country between companies, between producers and consumers, between legislators and concerned parties, etc. Activity volumes affected by company standards are entirely confined to conditions inside the companies.

When a high-level standard is adopted on lower levels, it increases the volumes affected within these levels. For a company, it affects purchasing, marketing, and other conditions outside; for a country, it affects exports and imports, exchange of information etc.

Number of Affected Activity stages

The extent of benefits from a standard depends on the number of affected activity stages. Under otherwise equal conditions, a standard affecting only a few activity stages is worth less than one affecting many stages. This means that a high-level standard always pays higher dividends than an independent standard on a lower level, as the latter covers a smaller number of activity stages. If a company adopts a national standard or an International Standard, a number of activity stages outside the company will be covered, such as the operation and

service of a product, or consumer actions. The increase in the number of activities results in higher benefits from the activity stages inside the company, which were previously covered by an independent company standard. This is due to various intangible repercussions, for instance in the form of easier communication, better information supply, and improved coordination in general.

Implementation of standards of the highest possible level will consequently result in the highest possible benefits.

Coordination of Activity Stages

During its lifetime a product is subject to a long series of operations, actions and other events, from its creation to its final consumption and destruction. This applies to all kinds of products, manufactured goods, buildings, results of cultivation, systems, services, etc. In this discussion such a series of events will be termed an activity network.

Each main area of such a network consists of a number of different operational and processing activities, the profile of which varies with the nature of the product. These activity stages are divided again and again into subactivities; they receive an influx of actions and events from sources outside the network, and there are frequent repercussions and reiterations. The product of one network may be part of the procedures in another network.

The networks also contain strata of different categories; one concerning application level (international, national, company), another with reference to particular aspects such as health, safety, environment, interface, and functional properties, a third concerning different trades and their interfaces, and so on.

The activity stages in a network are never controlled and managed from one single source; the responsibilities are scattered among innumerable authorities, organizations, companies, and private persons, often widely separated geographically and politically, and performing diverse functions. In principle, there are few permanent, single track connections between the activities. A company may, for instance, obtain identical materials or components from a number of different sources and supply its products to different categories of customers. Even inside a company, an article may be manufactured sometimes in one, sometimes in another production unit.

An activity network is thus an extensive and very intricate affair, and the coordination of the activity stages is an essential requirement. It is to some extent satisfied by laws and regulations, education, trade agreements, traditions, and established usage. In a considerable number of cases, however, standardization will provide for this purpose the most flexible and easily-administered instrument, which very often is indispensable.

The coordination effects of standardization can be illustrated by the activity network for a manufactured item, but the results are similar in any other area. A detailed activity list may include the following items:

- development;
- distribution;
- engineering;
- transport ;
- production engineering;
- installation;
- tooling;
- final inspection;
- estimating;
- operation and use;
- ordering;
- maintenance;
- works order planning;
- repairs;
- purchasing;
- extensions;
- component production;
- effects from environment;
- assembly;
- effects on environment;
- inspection;
- dismantling, recycling;
- storing, warehousing;
- destruction;
- marketing.

In each activity stage, relevant standards are incorporated into the procedures and routines. All items conforming to standards will, therefore, be handled and processed very promptly, i.e.

starting times will be short, processing aids in various forms will be available, facts and data appear in accustomed arrangements, etc. Non-standardized items on the other hand require more deliberation, consultation, and explanations.

The immediate gains from standardization will thus be faster passage through the activity network, lower cost at each stage and less tied-up capital. In addition, future actions are adequately prepared, as in the case of repairs and extensions.

The effects described apply to all kinds of standardization subjects and aspects, to components, assemblies and systems, as well as to fundamentals, features, tolerances, processes, and methods. The particular case of variety control is in itself a coordination action, which in the first place affects engineering, production or purchasing, and stores, but which also has considerable effects on a series of other activities. The traditional standardization of objects such as nuts and bolts affects the selection of mating parts, taps and dies, gauges and master gauges, inspection procedures, automatic assembly, tightening-up torque values, maintenance tools, and spare parts kits.

Of particular importance for international and national standardization are the coordination aspects between supplier and consumer as well as those relating to health and safety, and environmental protection.

- The characteristics of a standard with respect to its coordinating qualities are expressed by the number of activity stages covered and by the variety reduction ratio.

Variety Reduction Ratio

The rate of benefit to affected activity volume depends largely on the variety reduction ratio, i.e. the ratio of the number of varieties before to that after standardization. This applies not only to hardware and manufacturing costs, but also to intangible items and to activities of any kind, not necessarily connected with industrial operations.

In the final analysis, all standardization can be said to rest on variety reduction, even if in many cases this is not readily apparent or is not regarded as a primary objective.

The effects of variety reduction are well-known and materialize, for instance in larger manufacturing batches, i.e. allowing wider intervals between each batch. There are reductions in lead times, idle time, storage, stocks, spare parts and tied-up capital in general. Preparation,

setting-up and processing times are cut throughout the affected chain of activities, and coordination conditions are improved.

The effects of variety reduction are associated only with the affected activity volumes. The ratio of benefits to total production costs, including unaffected activities, will therefore vary according to the type of production. This ratio is often lower in mass production than in small or medium-sized manufacturing units.

Variety Growth

In the absence of standards and other stipulations the varieties of any subject are likely to proliferate continuously, until all reasonable variation possibilities are exhausted. This applies to concrete and abstract subjects alike: goods, actions, properties, ideas and representations.

The rate of variety growth depends on the number of variable components contained in the subject and the width and the volume of the application field. The rate of growth is, as a rule, high and somewhat irregular in the first years of a new technology or new action programme, but settles down later to a fairly steady rate. For a considerable number of subjects it is possible, therefore, to forecast the probable variety development that would take place if no standardization action were taken.

Within a company the rate of past variety growth can be mapped out fairly accurately. A typical case is illustrated in **Figure 9**. The number of varieties of a subject has developed over a number of years up to A. At that point the subject is made to comply with a standard, cutting down the number of varieties from A to B. The number of varieties in circulation within the company will, from then on, gradually drop from A to a level C, very close to B. If no standard had been introduced, the varieties would, in all probability, have continued to rise along line D and the unit costs would continue to rise accordingly.

The standardization effect thus consists of two parts, one due to the actual variety reduction, and one owing to the curbing of future growth.

NOTE - THE RATE OF VARIETY GROWTH AT THE COMPANY LEVEL IS OF THE ORDER OF 4 TO 5 % PER ANNUM. AT THE NATIONAL LEVEL, THE RATE IS SOMEWHAT LOWER, 2 TO 3 %, AS THE MAJOR COMPANIES IN THE COUNTRY AS A RULE HAVE ALREADY TAKEN STANDARDIZATION ACTION BEFORE DISCUSSIONS AT THE NATIONAL LEVEL HAVE STARTED. VARIETY GROWTH WILL THEREFORE ONLY TAKE PLACE IN SOME OF THE COMPANIES.

SIMILARLY, THERE WILL BE QUITE A FEW NATIONAL STANDARDS IN EXISTENCE BY THE TIME A SUBJECT IS TAKEN UP AT INTERNATIONAL LEVEL AND THE GLOBAL RATE OF GROWTH WILL THEN PROBABLY BE IN THE ORDER OF 1 TO 2 %.

Figure 10[3] shows the variety growth at different levels. According to this figure the highest annual variety growth rate of 8 to 10 % can be observed for final products, whereas test and analysis methods, with 3%, have the lowest rate.

The restriction on further variety growth produces an effect that materializes as soon as a standard becomes known, and at next to no cost. The value of this effect is not insignificant, as it generally remains at a similar level irrespective of any later revisions of the standard. When calculating its accumulated present value, it is justifiable to consider fairly long periods. Over a span of 15 years at a rate of growth of 4 to 5 %, the present value will, for instance, amount to approximately one third of the annual production or other volume for the subject concerned.

Implementation of Standards

In the evaluation of standards and also in their initiation, development, and formulation, the implementation characteristics have to be carefully considered.

The consecutive implementation stages for an International Standard are normally as follows:

a) adoption and reissue by national standards organizations;
b) adoption of national standard by company standards offices;
c) transfer of company standard to actual implementation level;
d) materialization of benefits.

The adoption of International Standards at the national level requires a certain amount of time for consensus procedure, adjustment of associated standards, etc., but is generally carried out with some degree of priority. Various factors may, however, cause delays, and this applies particularly when an existing well-established national standard has to be withdrawn. Hesitancy on the part of one country may also be relayed to neighbouring nations and trading partners.

---

[3] ISO, "Benefits of Standardization", Geneva, 1982.

Once an International Standard has been adopted and issued as a national standard, it has to be adopted at the company level. The same applies equally to standards developed independently by the national organization.

Some national standards will be picked up more or less immediately in the affected activities, but in most cases implementation has to be organized and prepared in one way or another by the companies, organizations, and authorities affected.

The people who work in offices, workshops, and elsewhere, are seldom aware that they are complying with standards. The standards are generally incorporated into routines, rules, tools, programmes, systems, and other procedures. The success of a standard depends, therefore, on the efficiency of the agencies, mainly at the company level, that transfer the standard to the actual implementation level.

NOTE - MANY COMPANIES RELY ENTIRELY ON SPONTANEOUS STANDARDIZATION, I.E. THEY ADOPT STANDARDS OFFERED BY SUPPLIERS OR DEMANDED BY CUSTOMERS AND AUTHORITIES, OR THOSE THAT HAPPEN TO COME THEIR WAY. THIS INFORMATION GAP IS TO SOME EXTENT COMPENSATED FOR BY THE MANY BRANCH ASSOCIATIONS AND EXPERT ORGANIZATIONS, WHERE STANDARDS ARE FREQUENTLY PRESENTED AND DISCUSSED. IN QUALIFIED OCCUPATIONS SUCH AS INSPECTION, TESTING, CHEMICAL ANALYSIS, AND SPECIAL PROCESSES, ADOPTION AND IMPLEMENTATION GENERALLY TAKE PLACE PROMPTLY, WHEREAS GENERAL AND BASIC STANDARDS IN OTHER AREAS USUALLY MEET WITH A MUCH SLOWER RESPONSE.

The implementation of standards in the field is associated with costs arising from search, retrieval, and interpretation of standards and their clauses. The more this is left to the individuals in a company, the higher the costs will be. Several enquiries have indicated that even in small companies a central standardization function, however modest, will reduce these costs considerably.

The implementation of a standard does not mean that the benefits materialize immediately. Firstly, the standard must have been adopted and implemented by at least the majority of the cooperating offices, departments, companies, and nations. In other words, the benefits of a standard are not realized until it is implemented generally. Secondly, the benefits will not be immediately noticeable. Most activities within a company are elastic, and time saved will be absorbed in a number of ways that cannot be exactly defined. The change-over to standards-

supported routines also demands a certain amount of effort, which will in turn consume a certain amount of time. In some cases the resources liberated by a standardization action are of no immediate use. The benefits may also materialize very slowly as an associated technology is maturing. In other cases, standards may not have any effects at all on present procedures but will be essential components in the creation and operation of new technical and administrative systems.

Thus, there is generally a time lag between the moment of implementation and that of the actual benefits. In the evaluation of a standard this fact has to be taken into account by extending the estimated transition time and by excluding such activity volumes whose benefits will not materialize in the reasonably near future.

Savings related to variety reduction standards are shown in **Figure 11**[4]. These savings can be divided into two parts. The savings above the line, marked with R_{ng}, are due to reduced future growth. The savings below this line are due to the actual variety reduction (marked with R_b). The time lag between the implementation of standards (in year 0) and the actual realization of the benefits is clear to see.

[4] ISO, "Benefits of Standardization", Geneva, 1982.

4 Research Work

First research work has been carried out into assessing the economic impact of standardization at the University of the Federal Armed Forces, Hamburg. The results are[5]:

- The major problem in applying quantitative methods is obtaining the required data, as figures normally available in companies are not qualified for analyses regarding the impact of standardization.

- There is no sense in investigating entire companies is because it is impossible to define the required non-standardized condition. The reason for this is that almost every company carries out standardization projects. Therefore the analyses have to be performed on component classes, which is much more costly.

- A before-and-after comparison is not useful either, because the implementation of a standard takes time. A growing time lag between the non-standardized and standardized conditions causes an increase in the undesired impacts, which cannot be eliminated in the analyses.

- Based on this comprehensive study, the consideration of case studies will not lead to any valid results, because the impact of standardization will vary according to the constraints. Standardization results for one component class are not representative of the standardization work carried out in the company as a whole. Therefore many component classes have to be analysed to allows systematic evaluation.

Following on from these preliminary results, further research work will be conducted to devise more sophisticated methods for determining the cost-effectiveness of standardization projects.

---

[5] Adolphi, H. und R. Meyer, "The economic impact of standardization", presentation held at the EURAS-Information-Session in the context of the ISO-General-Assembly, September 1994.

5 Summary

The assessment of the cost-effectiveness of standardization projects is a crucial task for every standardizer, as a tool for

- evaluating the success of completed standardization projects and
- planning for future standardization actions.

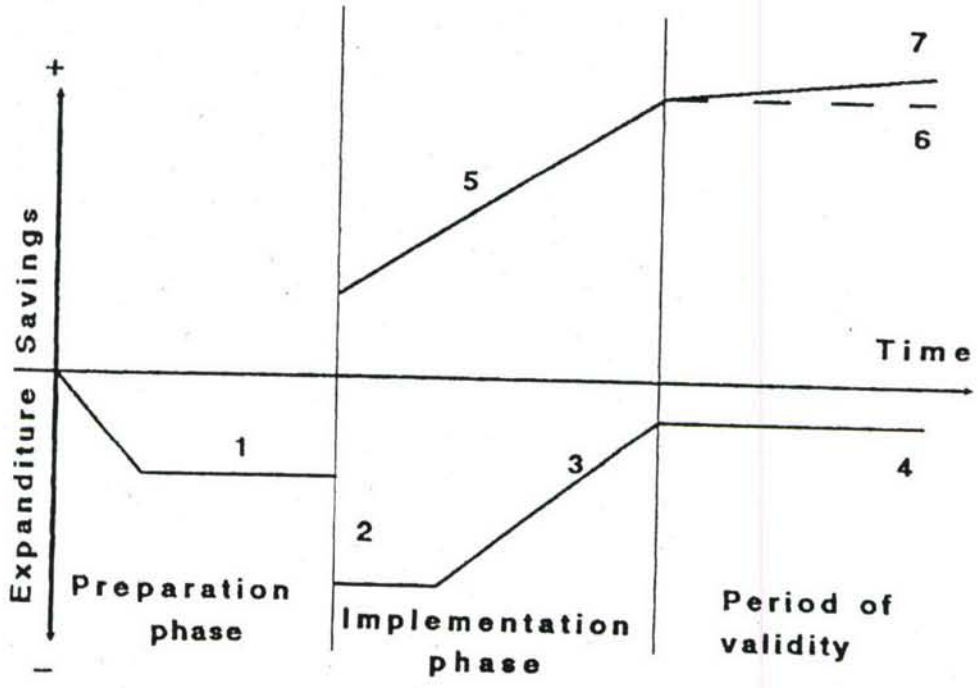
Difficulties arise in determining the benefits of standardization projects, whereas a determination of the costs is not as complicated. In the course of this paper two different methods have been discussed. The qualitative method can be used if only qualitative results are required. Quantitative methods will lead to quantitative results, but are more complicated. The cost-effectiveness of standardization projects can only be calculated with quantitative methods.

The research work, carried out at the University of the Federal Armed Forces, Hamburg, shows, that none of the quantitative methods solve the problems involved in obtaining the required data. Therefore a considerable demand for further research exists.

6 Outlook

This research work should be focused on the following areas (some of these areas are already being dealt with at the University of the Federal Armed Forces, Hamburg):

- development of suitable methods for obtaining the required data,
- development of a company model to simulate the influence of variety reducing standards,
- further analysis of the effects of variety reducing standards,
- determination of the cost-effectiveness of single standardization projects,
- determination of the cost-effectiveness of functions of company standardization and
- determination of the cost-effectiveness of the company standardization department.



1 Costs of preparing the standard including coordinating talks and participation in committees.
2 Costs on introduction, dissemination, training.
3 Costs incurred by converting information (e.g. parts lists), data records, tools, warehouse stock.
4 Costs resulting from maintaining the standard and from surveillance of its use.
5 Small saving during the implementation phase.
6 Base savings.
7 Additional savings from taking into account that the standard prevents an increase in variety from occurring.

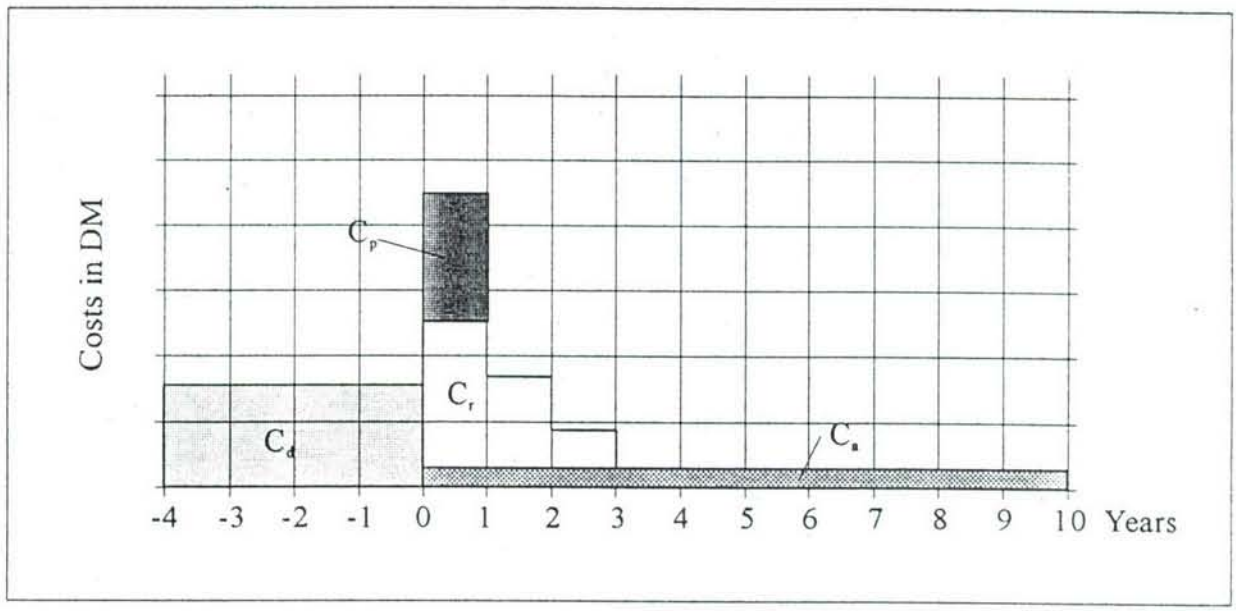
Fig 1: Standardization project over time

Types of standards (rough division)	Aim (examples)	Assessment of		
		costs of standardization	cost savings	cost-effectiveness
A. organizational standards	1. clear organizational arrangements and processes	possible	approximately possible	hardly possible
B. terminology standards	1. clarity 2. less time spent on discussions 3. determination of standard conditions	easily possible	approximately possible	possible
C. drawing standards	1. comprehensibility 2. uniformity 3. less questions 4. less changes	definitely possible	possible	possible

Fig 2: Grades of difficulty of cost-effectiveness assessment (1)

Types of standards (rough division)	Aim (examples)	Assessment of		
		cost of standardization	cost savings	cost-effectiveness
D. normative documents	1. development and design guidelines 2. determination of well-established and efficient work process 3. improved planning of capacity and costs	definitely possible	possible	possible
E. object standards	1. variety reduction 2. optimized stock-keeping costs 3. continuous quality 4. immediate access	definitely possible	definitely possible	definitely possible

Fig 3: Grades of difficulty of cost-effectiveness assessment (2)



with
C_d= Development-Costs
C_p= Presentation-Costs
C_r= Application-Costs
C_a= annual costs of a standard

Fig 4: Pattern of Costs

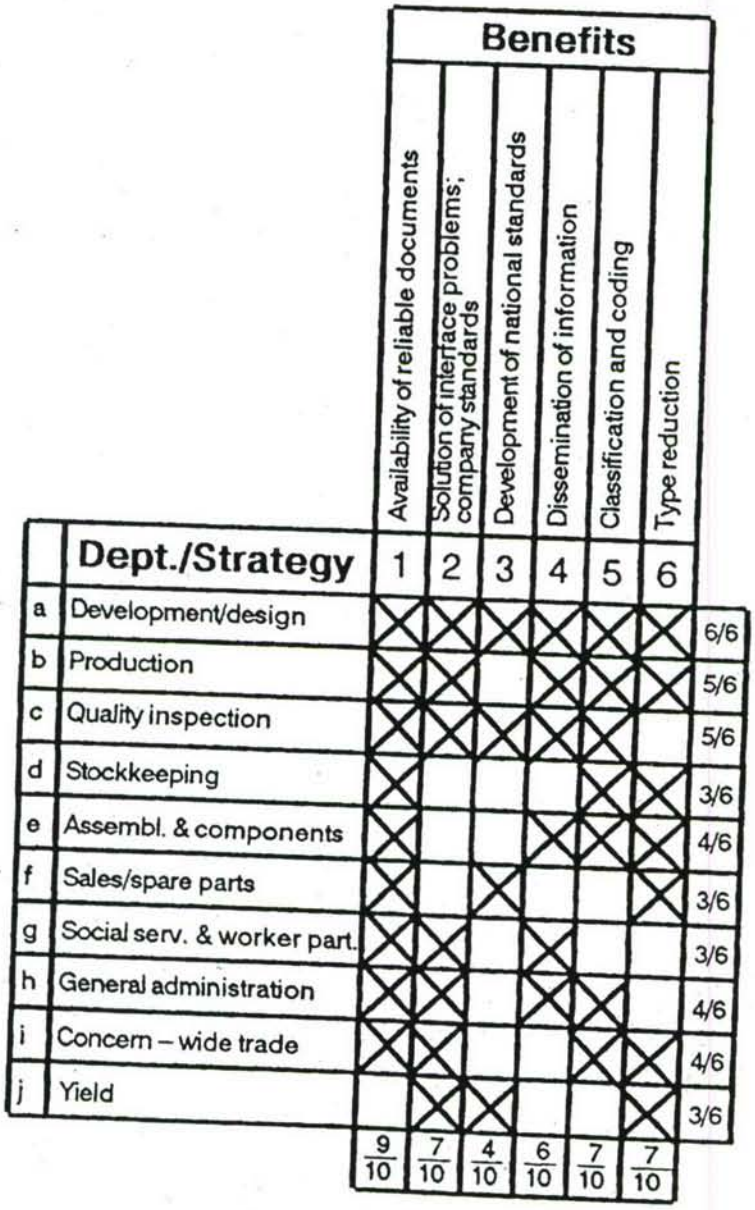


Fig 5: Qualitative Diagram

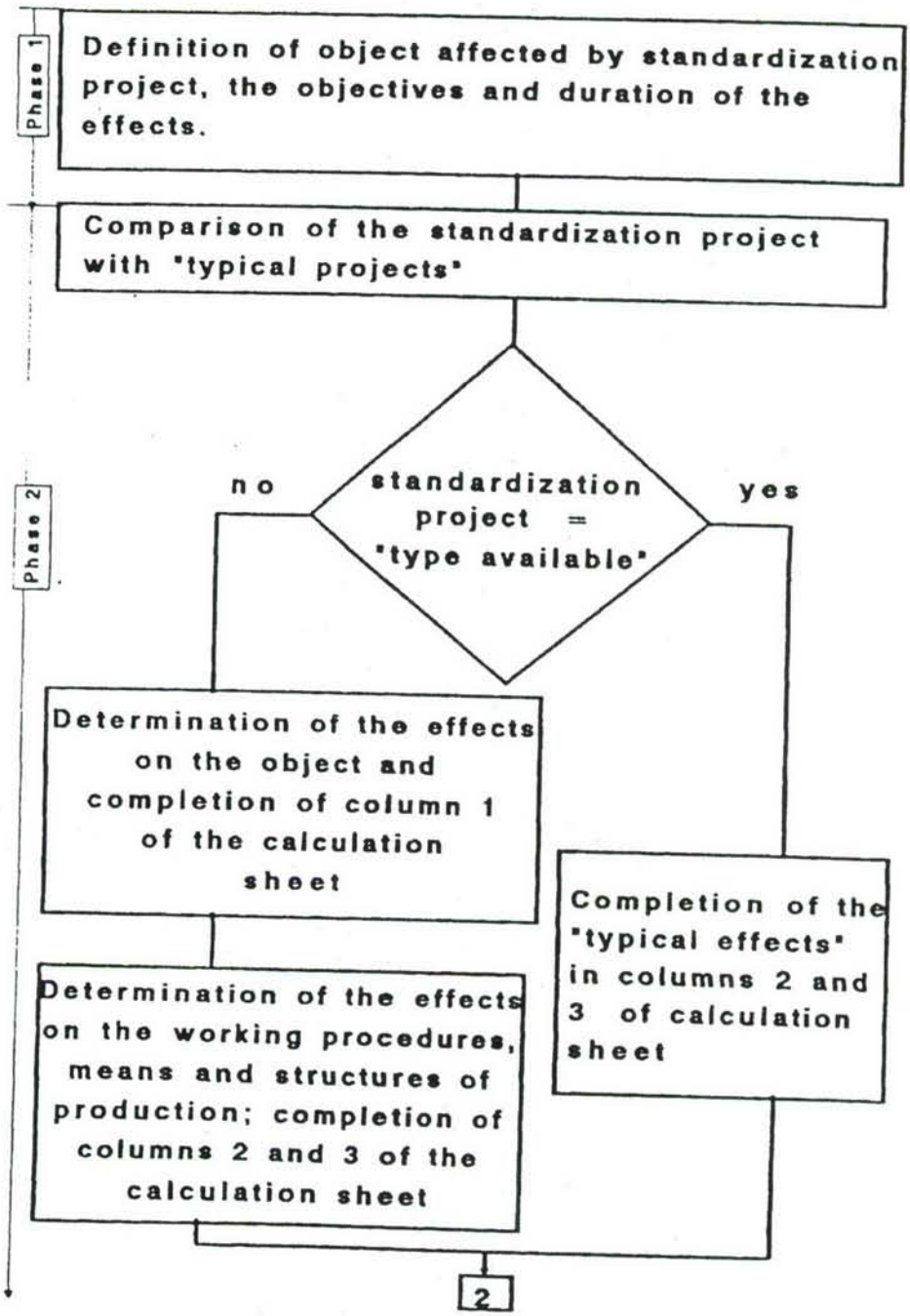


Fig 6: Flow chart of the IFAN method (1)

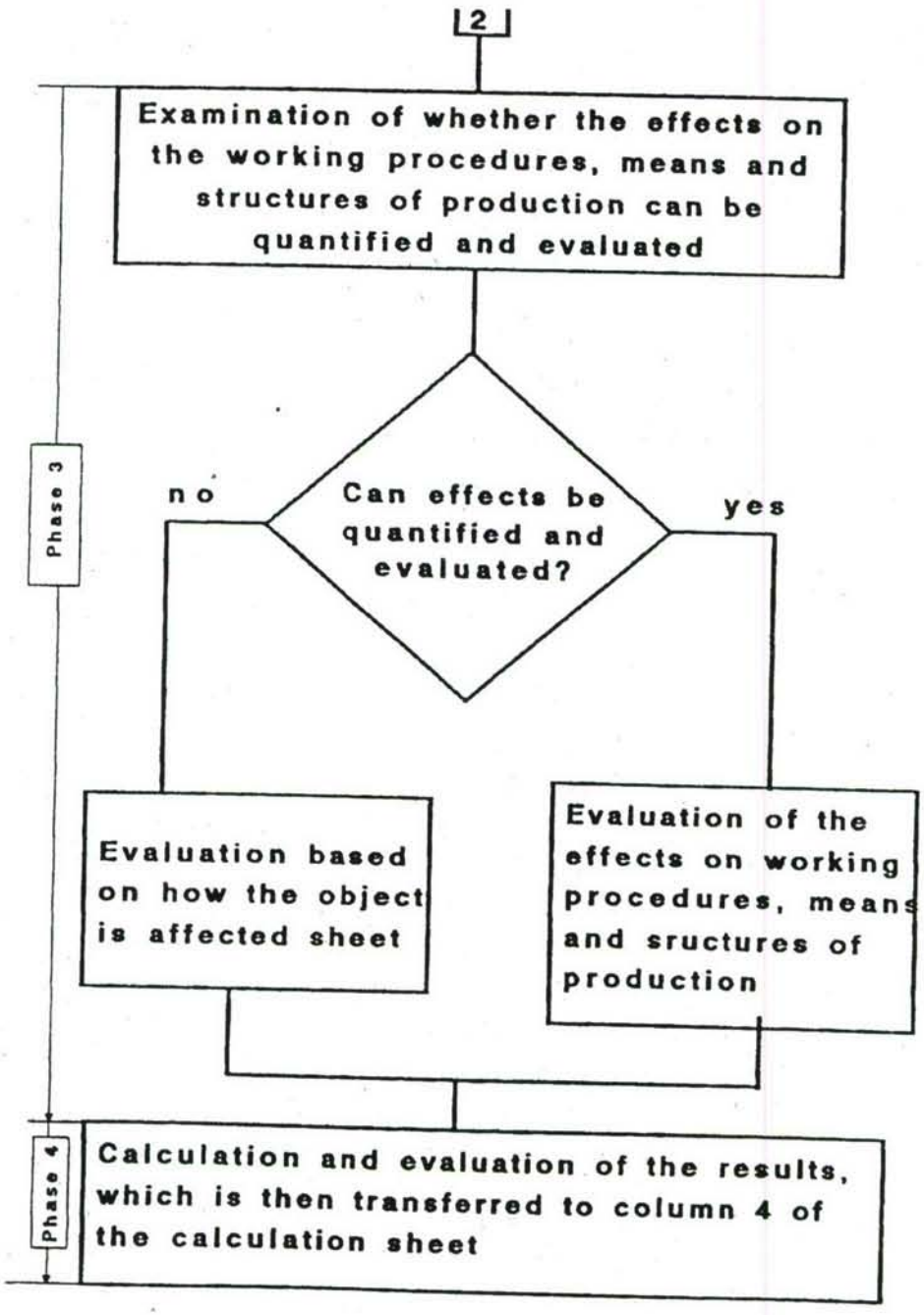


Fig 7: Flow chart of the IFAN method (2)

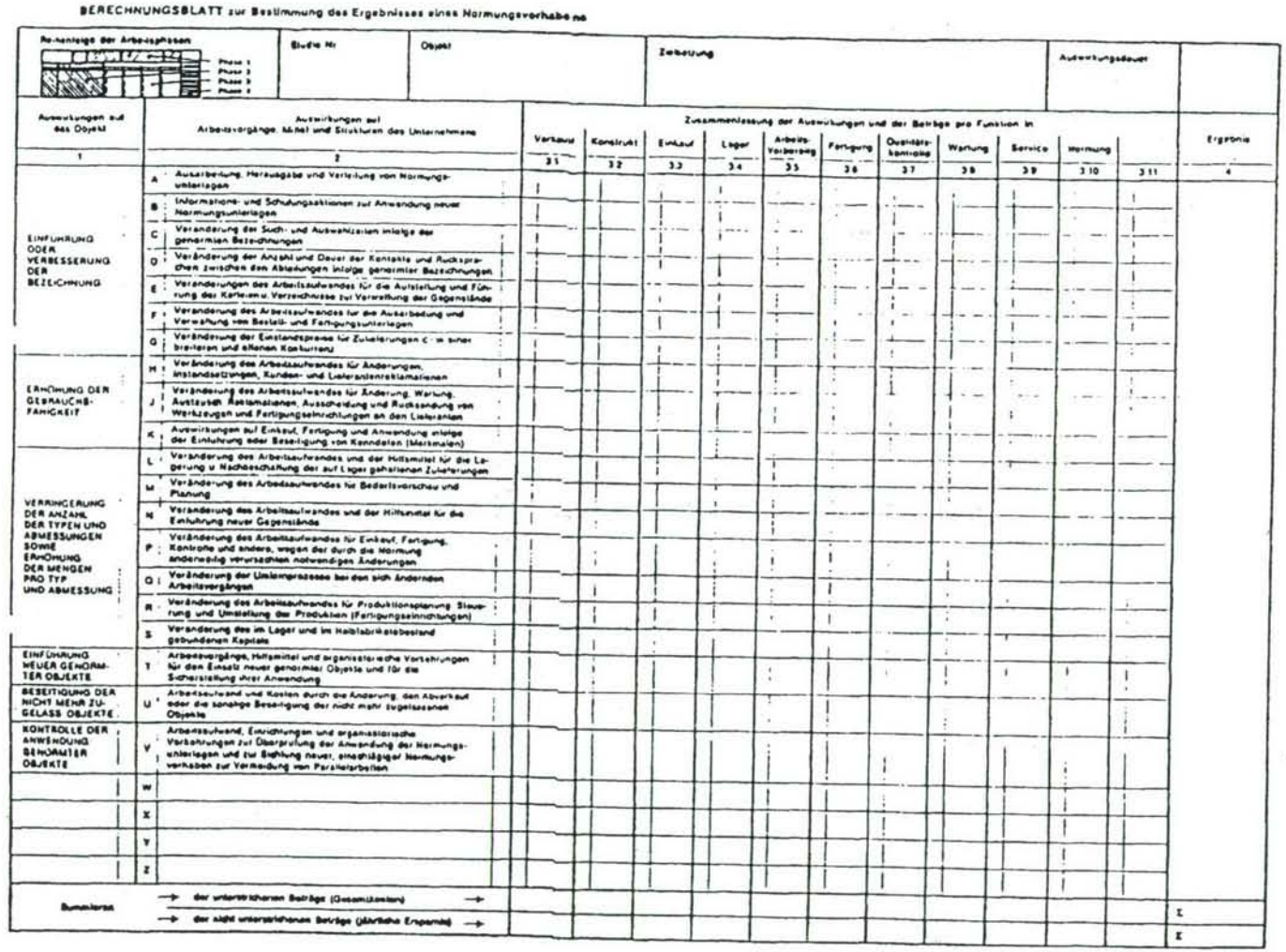


Fig 8: Calculation Sheet

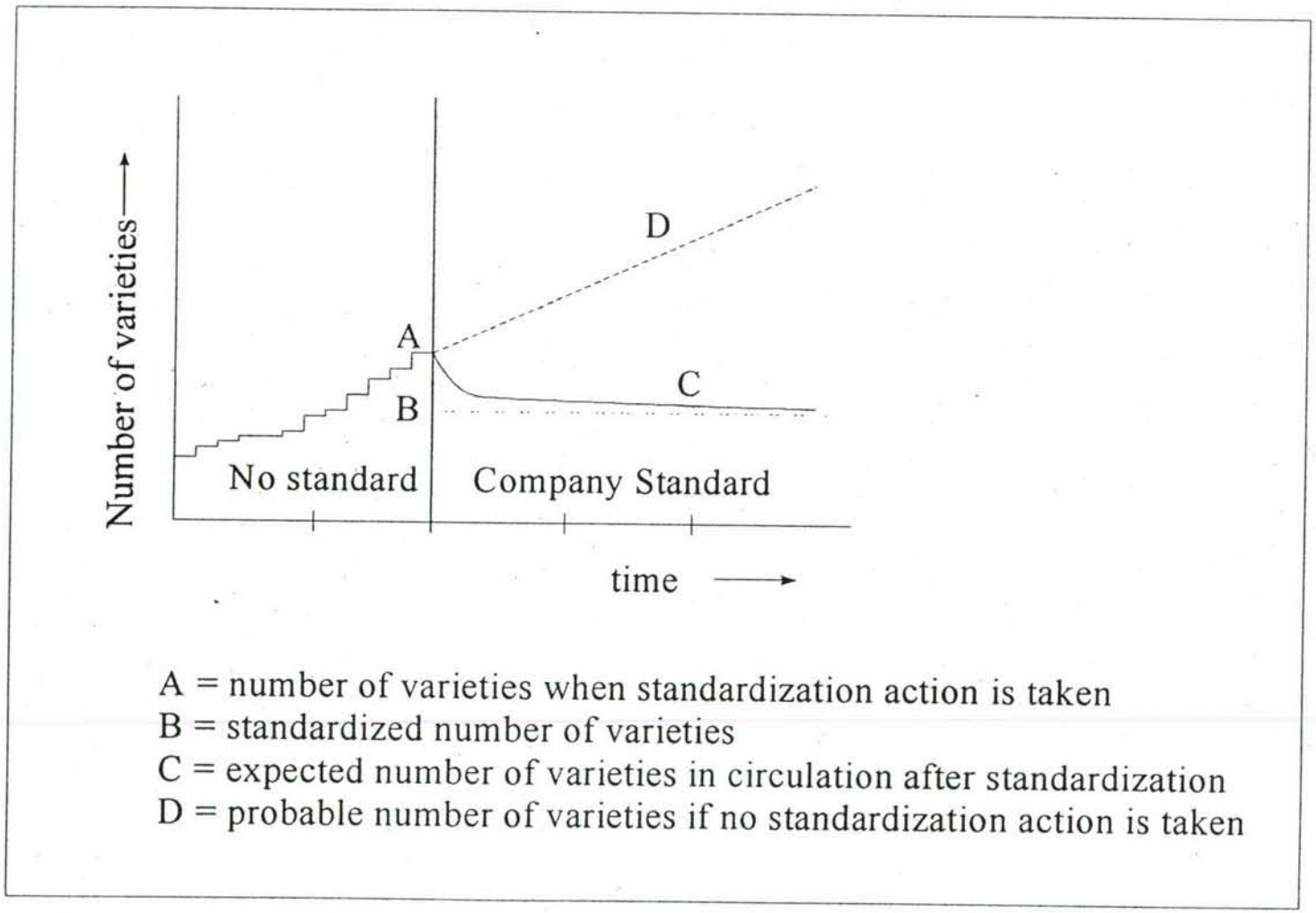


Fig 9: Variety Growth in a company

Final Products	8% to 10%
Procedures, layouts	6%
Electrical components	6%
Semi-manufactured products	5%
Basic features (e.g. screw heads)	4%
Test and analysis methods	3%

Fig 10: Variety growth at different levels

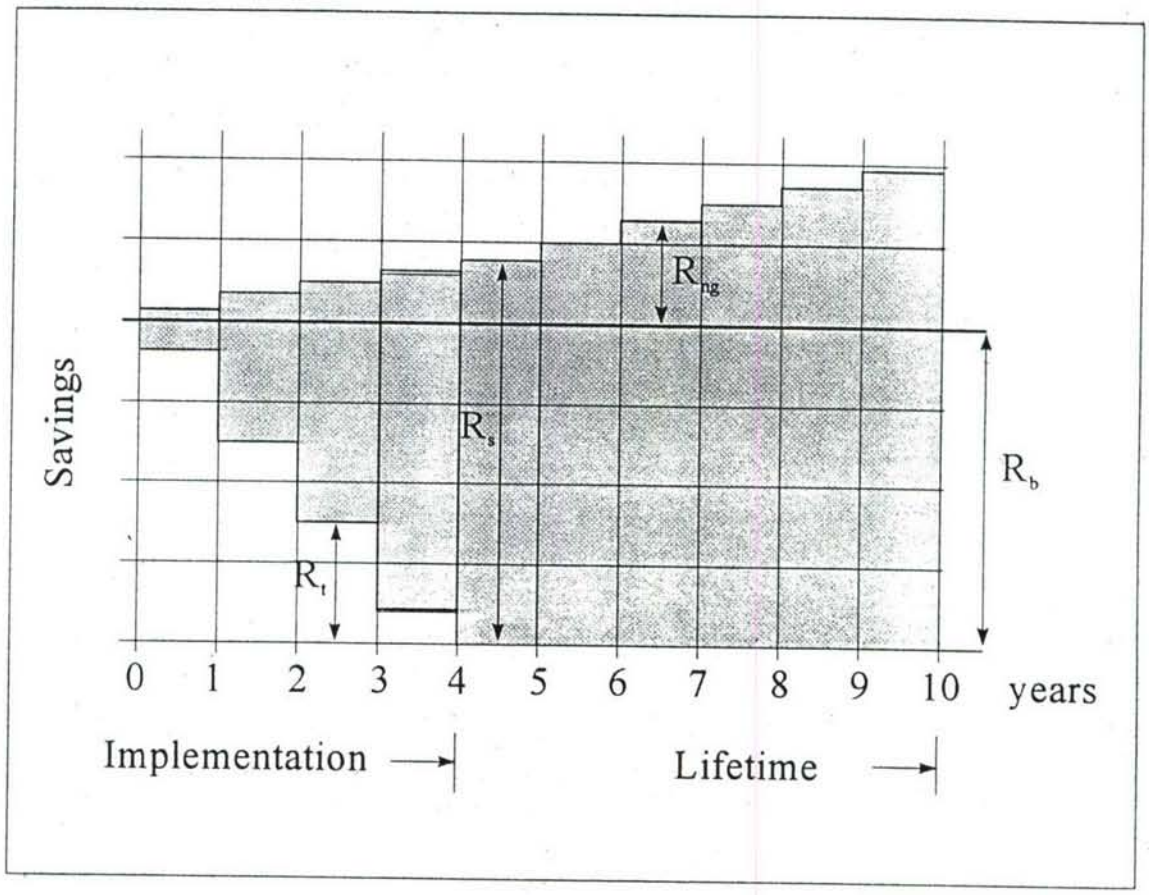


Fig 11: Trend in Savings

Parameters of the Variety-Reducing Effect of Standardization

Univ. Prof. Dr.-Ing. W. Hesser
Dipl.-Ing. Rolf Meyer

October 1994

Professur für Normenwesen und Maschinenzeichnen
Universität der Bundeswehr Hamburg
Holstenhofweg 85
22043 Hamburg
Germany
Tel. + Fax: ++49/40/6541-2861

Contents

1 Introduction 4

2 Preliminary Considerations 4

3 Sources of Data and Parameter Definitions 6

4 Variety Growth Analysis 8

5 The Efficiency of Variety-Reducing Standardization 10

6 Evaluation of the Benefits of Standardization 12

7 Summary 14

8. Figures 18

Figures:

1	Introduction
2	Preliminary Investigation
3	Sources of Data
4	Application Frequency and Variety Reduction
5	Variety Growth Analysis
6	Variety Growth Analysis - Standardization Effect
7	The Efficiency of Variety-Reducing Standardization
8	LCC-Structure of Components
9	Cost Categories and Equations
10	Case Studies - Evaluation
11	Summary - Efficiency Analysis
12	Summary - Evaluation of Standardization Projects

Parameters and Abbreviations:

E:	savings	n(t):	variety growth function
f_K, f_{AV}:	calculation coefficients	NQ:	standard parts ratio
f_{KB}:	corrective coefficient	PD:	parts designation
h:	application frequency	q:	variety reduction ratio
K_{B0}:	total procurement amount	SN:	stock number
k_{B0}:	average procurement amount	T_W:	period of effectiveness
MC:	manufacturer code	w:	variety growth rate
n:	number of variants	y:	learning-curve coefficient

1 Introduction

In national economies which are organized as free-markets every industrial activity is directed towards profit. The success of these acitvities should not be left purely to chance but be based on calculations. Therefore, industrial activities have to be calculated and evaluated. Standardization is an important industrial activity because of company efforts directed to internal standardization[1] and because of the role of industry's representatives within national, regional and international standardization.

Verification and calculation of economic effects of standardization requires a large amount of transferable empirical data. For this reason investigations were carried out at the "Universität der Bundeswehr" to find methods of using computer supported data bases for the analysis of standardization effects. Attention was focussed on the variety-reducing effect of product standards. The following lecture provides the necessary parameter definitions and the description of the data bases, data elements and methods of analysis as well as the main results of the investigation.

2 Preliminary Considerations

Economic analysis is easier for variety-reducing standardization than in other areas of standardization. In spite of this, there are no adequate methods to calculate the economic significance of a planned standardization project or even to prove the benefits of a finished project. Calculation, in particular, needs transferable empirical values, which are not yet available. The investigation carried out aimed to fill this gap by computer-aided analysis.

The long-term objective of the investigation can be described as a "theory of variety-reducing standardization" (figure 1), wherein the idea of "theory" includes all instruments that allow:

- the effects of variety reducing standardization to be described and demonstrated,

[1] The subject of internal standardization are ompany-specific standards and specifications. For reasons of abbreviation these documents are called "company standards".

- the factors influencing these effects to be determined,
- rough estimations for the effects of a planned project to be made, and ultimately
- strategic concepts for company standardization activities to be devised.

It would be unrealistic to expect these objectives to be completely fulfilled by the first approach. Some steps of iteration will be necessary to find consistent assumptions and considerations and to adapt these to the available methods of empirical verification. The following lecture refers to the problem of quantifying the standardization effect and to its evaluation in monetary terms.

To test the transferability of the results, an inquiry was performed, in which the companies were asked for global data about their variety growth. These data were compared to the relative data provided by ISO [ISO]. ISO quotes the annual variety growth rate in the case without standardization activities as approximately 5%.

With only a few exceptions (between 1 and 3 of 13 companies), the inquiry led to good agreement between results (figure 2), especially for the following items:

- There is a continuous input of new stock numbers, caused by the introduction of new components. The average value of this input over several years and for all companies amounts to about 5%, which confirms the ISO statement.

- Even in companies with standardization efforts this input is not compensated for by the number of deletions, so that it leads to a continuous increase in variety numbers in general.

Different results can only be found if thrusts of innovation have taken place or if large numbers of variants have been accumulated over long periods of time without standardization activities (increasing relative values).

3 Sources of Data and Parameter Definitions

In order to get a sufficiently large base of data, computer supported sources of data are to be used primarily. Practically, these sources are stock data bases and parts lists (figure 3). A stock data record is a description of a technical product for purposes of management and administration. The data record contains the ***stock number*** which identifies and - in most cases - classifies the product. The number of stock numbers within a defined quantity of data records is the ***number of variants*, n**. The number of variants is a measure of the diversity of the type spectrum which is given by the defined quantity of data records. The type spectrum may be the total quantity of all parts, components or final products within a company or a partial quantity of them. If a partial quantity of data records is concerned, this quantity may be defined by the classifying part of the stock number and called a ***material class*** (class of components or technical products. The ***standard parts ratio*, NQ,** expresses that share of the total number of variants, which is related to standard parts.

E.g.: The quantity of data records is defined by the classifying number "4711". The total number of variants, n, within this material class amounts to 100 parts, components or final products, 30 of which are standard parts and 70 are non-standard parts. The standard parts ratio is NQ = 0.3.

The ***parts designation*** is an alphanumerical key which describes the most important characteristics of the product. In the case of products which are procured by an external supplier, this supplier is referred to by the ***manufacturer code***. The ***date*** of the record's creation is also an important data element.

In many companies the stock data record contains an ***application list***. An application list is generated as follows:

In a design process either new parts are developed or existing parts are used repeatedly. The designers' decisions are documented in a ***parts list***. Parts lists can be used for various purposes and thus there are different types of parts lists. In this context a parts list is used to document the design process and its result which is a

technical product of high complexity. Each design decision about the application of a specified part leads to an entry in the parts list which is called a ***position*** in the parts list. A part can be applied in various positions and/or in various parts lists. Each entry in the application list of a part refers to one position in one parts list. Both the parts lists and the application list are generated automatically in a computer-supported design process.

The ***application frequency*, h,** is the average value of the number, p, of parts lists positions, referring to a number of variants, n, (figure 4): $h = p/n$.

It is assumed that the sum of all parts lists positions remains constant both with (p_N) and without (p_0) standardization. In other words the sum, p_N, of all parts lists positions which refer to a quantity of standardized variants is equal to the sum, p_0, which would refer to an equivalent quantity of non-standardized variants. The number of parts lists positions does not depend on the status, "standardized" or "non-standardized", of the variants which are referred to. If standardization causes variety reduction the number, n_N, of standardized variants must be less than the corresponding number, n_0, of non-standardized variants. Because the number, p, of parts lists positions is the same for both the number, n_N, of standardized and the number, n_0, of non-standardized variants, the application frequency h must vary according to the number of variants: $h_N/h_0 = n_0/n_N$.

The ***variety reduction ratio*, q,** is the difference between the number of variants, n_0, in the situation without standardization efforts (0) and the number of variants, n_N, in the case with standardization activities (N) related to the number of variants n_0: $q = 1 - (n_N/n_0)$.

The main idea of our investigations was to determine the variety reduction ratio, q, by using the application frequencies h_N and h_0: $q = 1 - (h_0/h_N)$.

Because the states 0 and N do not exist at the same time, the relative state 0 is derived from the design parts and the state N from the standard parts in a material class.

Defined quantities of variants have to be investigated to get information about the variety reducing-effect of standardization. The necessary data are found in stock data records and parts lists. The main characteristics of a quantity of variants are given by

- the number, n, of variants,
- the standard parts ratio, NQ,

- the application frequency, h, and
- the variety reduction ratio, q.

These parameters have to be defined with respect to some important theoretical considerations most of which can be found in the literature ([DIN], [ISO], [LIFFORD], [MEYER, pp 34-71] and [VERMAN]).

4 Variety Growth Analysis

The date given in stock data records can be used to determine the annual increase, Δn, of a number of variants, n. If an annual increase, Δn, is added to the amount of n at the beginning of that year, the number of variants at the beginning of the following year is computed. A chronological series of amounts of n is called the ***variety growth*** of the quantity of variants. The influence of variety growth upon the variety-reducing effect of standardization has already been given by ISO [ISO, pp 15 and 51].

The investigated quantity of variants can be a total material class, the standardized variants or the non-standardized variants of a material class. However, the procedure is only applicable if the quantity of variants contains enough variants to build up a continuous variety growth. In our investigation about 640 material classes with a total of more than 1 million data records were analyzed, more than 300 of which contain enough parts to compute a variety growth function for design parts. The standard parts ratio of 240 material classes allowed a variety growth function to be computed for standard parts too.

Figure 5 shows variety growths of various material classes with different standard parts ratios. In order to obtain comparable variety growths the annual values of n were divided by the starting values n(t=0). A continuous increase is found in all material classes. The variety growth rates are distributed in a range from 2% up to more than 10% per year. No standardization effect can be demonstrated because no influence of the standard parts ratio upon variety growth is visible.

Additional differentiation was carried out in figure 6 between standard parts and design parts within a material class. This differentiation leads to a variety growth rate of standard parts,

which is clearly less than the variety growth rate of design parts. Thus the influence of standardization is demonstrated. The variety growth, given by a series of annual numbers of variants, can be approximated by a regression equation which is called the ***variety growth function*, n(t)**. Variety growth of total material classes as well as variety growth of the quantity of design parts can reasonably be approximated by exponential functions. Exponential variety growth means that the variety growth rate is constant.

For standard parts, however, many cases were found in which application of exponential functions does not lead to suitable approximation. In these cases good results were obtained by using logarithmic functions (figure 6, lower graph) which means that the variety growth rate is not constant but varies. Moreover, it was found that very often variation of the variety growth rate refers to specific standardization projects. Within the first year after finishing a standardization project, the variety growth rate is very large. During the following years it decreases until it becomes nearly constant. In order to approximate this kind of variety growth, the year in which the standardization project was finished was set to $t = 0$ (figure 6, lower graph).

The variety growth analysis confirms the ISO statement concerning variety growth which is influenced by standardization [ISO, p 15]. Furthermore, the variation of the variety growth rate indicates a time-dependence of the variety-reducing effect of standardization. The standardization effect is very small during the first period from 1 to 3 years after completion of a standardization project, and then increases continuously until the standard is withdrawn.

Variety growth can be determined by using the date given in stock data records. Moreover, it can be approximated by using exponential variety growth functions for total material classes and design parts. Variety growth of standard parts often needs logarithmic functions to be approximated. Variety growth of total material classes is not suitable to demonstrate any standardization effect. It is necessary to differentiate between standard parts and design parts in order to obtain information about the influence of standardization upon variety growth. The variation of the variety growth rate for standard parts indicates the time dependence of the variety-reducing standardization effect.

5 The Efficiency of Variety-Reducing Standardization

In figure 6 the annual numbers of variants were divided by the starting value n(t=0), to give directly comparable variety growth functions. The influence of standardization upon the variety growth rate only correctly quantifies the variety-reducing effect of a standard if the relative values are equal:

$$n_0(t=0) = n_N(t=0).$$

This expression means that a standard replaces a defined number of design parts by an equal number of standard parts. The variety reduction caused by a standard would then be based only on the different variety growth rates for standard parts and design parts. However, it has to be assumed that even the definition of the standards variety spectrum is accompanied by a selection decision. The number of standardized variants is smaller than the number of replaced design parts. Variety growth analysis is a suitable method for investigating the time-dependence of the variety-reducing effect but not for investigating the total efficiency of variety-reducing standardization.

Variety reduction which is caused by the selection decision within a standardization project is called the ***selection effect*** of standardization. The selection effect is independent of time and thus of the variety growth rate. Therefore, it is the starting value, q(t=0), of the variety reduction ratio. The variety reducing effect of a standard results from the application of the standard parts in the design process, leading to parts lists including these standard parts. The first time a standard part is recorded in a parts list marks the beginning of the standard's effectiveness. Following these considerations, about 70 computer-supported parts lists were analyzed to determine the number of references to standard parts and design parts. The averaged value is assumed to be a suitable approximation for the ratio $n_N(t=0)/n_0(t=0)$. From this ratio the starting value of the variety reduction ratio q(t=0) can be computed as being equal to the quantity of the selection effect.

In addition, time-related values, q, of the variety reduction ratio can be determined from the application lists in the data records. A comparison of both types of values provides information about the variety reducing effect of standardization and its primary factors of influence:

Figure 7-1:

Each point in the upper graph symbolizes the average value of one material class. The graph demonstrates positive variety-reducing effects for most of the material classes containing standard parts. No further information is given by this graph because it shows very little structure. For this reason the scale of the standard parts ratio, NQ, was divided into classes. Each class contains a number of average values for the variety reduction ratio q and its starting value q(t=0). It can be seen that the analysis of parts lists leads to much fewer data than the analysis of application lists. The final class has no upper limit so that it contains an accumulation of values.

Figure 7-2:

The average values of each class are compiled as one value, the median, which can be seen as a measure of the effectiveness of standardization in the relevant range of the standard parts ratio. The maximum value of the variety reduction ratio is nearly constant up to standard parts ratios of 0.35. The minimum value is less than zero for all classes. At low standard parts ratios the points are found well into the negative range of the scale so that the difference between the minimum and maximum values of the variety-reduction ratio is very large. This is a result of material classes containing only very few standard parts so that the influence of chance factors upon the material-class-averaged value of the application frequency h_N increases. The median decreases at standard parts ratios over 0.15 while it varies between 0.2 and 0.5 for standard parts ratios less than 0.15. The most important fact is that the median becomes 0 or even negative for NQ>0.35.

Figure 7-3:

The starting values q(t=0) of the variety reduction ratio are larger than zero in all cases. Therefore a non-ignorable selection effect has to be estimated. As was the conclusion from the variety growth analysis, an influence of the standard parts ratio upon the variety reduction effect should not be estimated while the standard parts ratio amounts

to less than 0.35. At larger values of the standard parts ratio the standardization effect decreases and becomes more uncertain.

6 Evaluation of the Benefits of Standardization

Methods for analyzing the variety-reducing effects of standardization have been described above. Both the methods and the results of their application are of general validity. However, the evaluation of the standardization effects in monetary terms is the more important aspect. Like the methods of efficiency analysis the principles of evaluation may be applied generally but the results of their application are company-specific. Although the results of efficiency analysis are generally valid, those of evaluation are not. Moreover, evaluation of standardization benefits has to consider many factors which are company-specific.

Company standards cannot be sold. The benefits of company standardization are the costs which do not have to be paid because of a standardization project having taken place. To evaluate the benefits of variety-reducing standardization, a cost structure has to be developed. This cost structure may depend upon the technical products which are the subject of standardization. The research project in Hamburg aimed to develop a cost structure as a model [GOEBEL and UNIBWH, pp 78-112] that allows the **savings E**, which are the gross benefits of standardization, to be computed from the parameters defined above. This model is based upon a life-cycle cost structure [GOEBEL] which is shown in figure 8. The model is defined mathematically by the formulae in figure 9.

The first step was to classify the costs into three categories:

I: product-independent, non-material costs
are not influenced by any characteristics of the product but only by its existence or non-existence, these costs can be represented by a constant value;

II: product-dependent, non-material costs
are not influenced by any physical characteristics of the product but by its structural (e.g. single part or component, geometry), administrative (e.g. standard part or design

part) and economic (e.g. price) characteristics, these costs can be represented as an invariable share of the price or its annual total which is called the annual procurement volume.

III: product-dependent, material costs

are influenced by the physical characteristics (e.g. material, volume, weight) of the product, they may vary over a wide range even between similar products and can only be estimated by using cost progression equations which are related to the dependence between one parameter characterizing the product and its price.

The monetary values given in figure 9 to quantify the costs of category I were determined with respect to specific conditions and should not be applied to other cases without further consideration.

Calculating costs which refer to a specific product as an invariable share of the product's price is a usual method in cost accounting. The method is primarily applied to costs such as those of development, design or production preparation. The standardization effect is represented by parameters which refer to a defined quantity of variants. Therefore it is not reasonable to use the prices of single variants but the (annual) total amount. In the case of parts manufactured in house it is called the ***total production amount*** and in the case of bought-out parts it is called the ***total procurement amount***, K_{B0}. The **coefficients f_K and f_{AV}** determine the share of the manufacturer's costs for design, development and preparation of the procurement or production volume.

The most important cost progression equation in this context is the learning curve which determines the dependence of the product's price and its production quantity. The relevant relationships were investigated on complex products such as cars [DERNDINGER], aeroplanes [HOFMANN/SCHELLE] or micro-circuits [GRUBER]. The results were that duplication of the production quantity leads to a cost reduction in the range of 15% to 25%. It has to be assumed that the slope of the learning curve will be much less for simple products. Furthermore, it has to be considered that in the case of bought-out parts the procurement quantity is not equal to the production quantity of the manufacturer. The coefficient f_{KB} expresses that share of the manufacturer's total production volume which is equivalent to the

total procurement amount. Most of the category III equations in figure 9 were derived from the learning curve.

Figure 10 shows the results of the calculation for three case studies of standardization projects. As the data are to be treated confidentially, the values were divided by the average procurement amount k_{B0}. All costs and benefits are given as non-dimensional coefficients of the average procurement amount. The real values of the average procurement amount in examples 1, 2 and 3 have the ratio 18:12:1. The main conclusion of figure 10 is the dominant importance of standards preparation costs for the economics of standardization. This importance results from the payment of interest which has to be taken into account because of the chronological difference between the costs of standards preparation and the benefits of standardization. The best return on investment value is achieved by the lowest-cost project (example 3). Consequently, it has to be assumed that the economic benefits of standardization will decrease when the period of standards preparation becomes larger and both the costs and the chronological difference between costs and benefits of standardization increase.

7 Summary

The main object of the investigation was to ascertain whether quantifying methods of analysis are useful in describing the variety-reducing effect of standardization and its factors of influence. The special advantage of quantitative methods is their applicability to computer-supported data bases and thereby the possibility of using large data quantities for demonstrating the economic significance of variety-reducing standardization.

A precondition for the effective application of quantitative methods are parameters which are useful for the description of the subject and can be verified empirically. Thus the characteristic parameters were defined as:

- the number of variants, n,
- the variety growth rate, w_0 (for design parts),
- the application frequency, h_0 (for design parts) and
- the variety reduction ratio, q.

Variety growth analysis - that means the comparison between the variety growth functions for standard parts and design parts within a material class - is a reasonable way to demonstrate the variety reducing effect of standardization. The first step of the demonstration is carried out by proving the exponential variety growth of design parts. Differentiation between standard parts and design parts is necessary because the standard parts ratio of a material class is not significant for the effectiveness of standardization.

The demonstration of the variety reducing effect of standardization is qualitative and does not contain sufficient information about the quantity of this effect. Variety growth analysis leads only to the time-dependent part of variety reduction. The total quantity of the variety reduction contains another part which is independent of the variety growth, and thereby of time, and is called the selection effect.

The characteristic parameters of variety reduction effects are specific to the corresponding material class - or to certain characteristics of the corresponding components - and cannot be deduced from the standard parts ratio. The standard parts ratio was not found to be important provided the value is less than 0.25. In the range of standard parts ratios between 0.25 and 0.35 variety reduction decreases and it has to be estimated that the standardization effect will be negative at higher values of the standard parts ratio.

The results presented refer to the following items discussed in the introduction:

1. The reference state of variety growth was determined by demonstrating the exponential variety growth of the total number of variants in different companies and the number of variants in many material classes of one company.

2. The variety-reducing effect of standardization was demonstrated by comparing the variety growth functions for design parts and standard parts.

3. The variety reducing effect of standardization was described by the variety reduction ratio consisting of a time-dependent part resulting from the difference in the variety

growth functions for design parts and standard parts and the selection effect which is independent of time and variety growth.

4. The standard parts ratio was analyzed as an example of a parameter influencing the variety reduction ratio, similar analysis will be performed for the other parameters defined in section 3.

The results of future investigations concerning the defined parameters will lead to further information about the variety-reducing effect of standardization. We assume that this information can be combined as a first approach to a theory of variety-reducing standardization. The theory itself will have to be the subject of much more research effort in the field of standardization economics.

To evaluate the benefits of standardization a life cycle cost structure was developed and divided into three categories of costs:

- product-independent, non-material costs which were quantified as constant values,
- product-dependent, non-material costs which were represented by invariable shares of the price and
- product-dependent, material costs which were estimated on the basis of the learning curve.

The dominant importance of the costs and the period of preparing a standard was derived from the analysis of case studies. The chronological difference between the costs and the benefits of standardization in connection with the payment of interest leads to a best value of return on investment for the lowest-cost standardization project. The evaluation of the total standardization activities results in the return on investment of 330%.

8. Figures

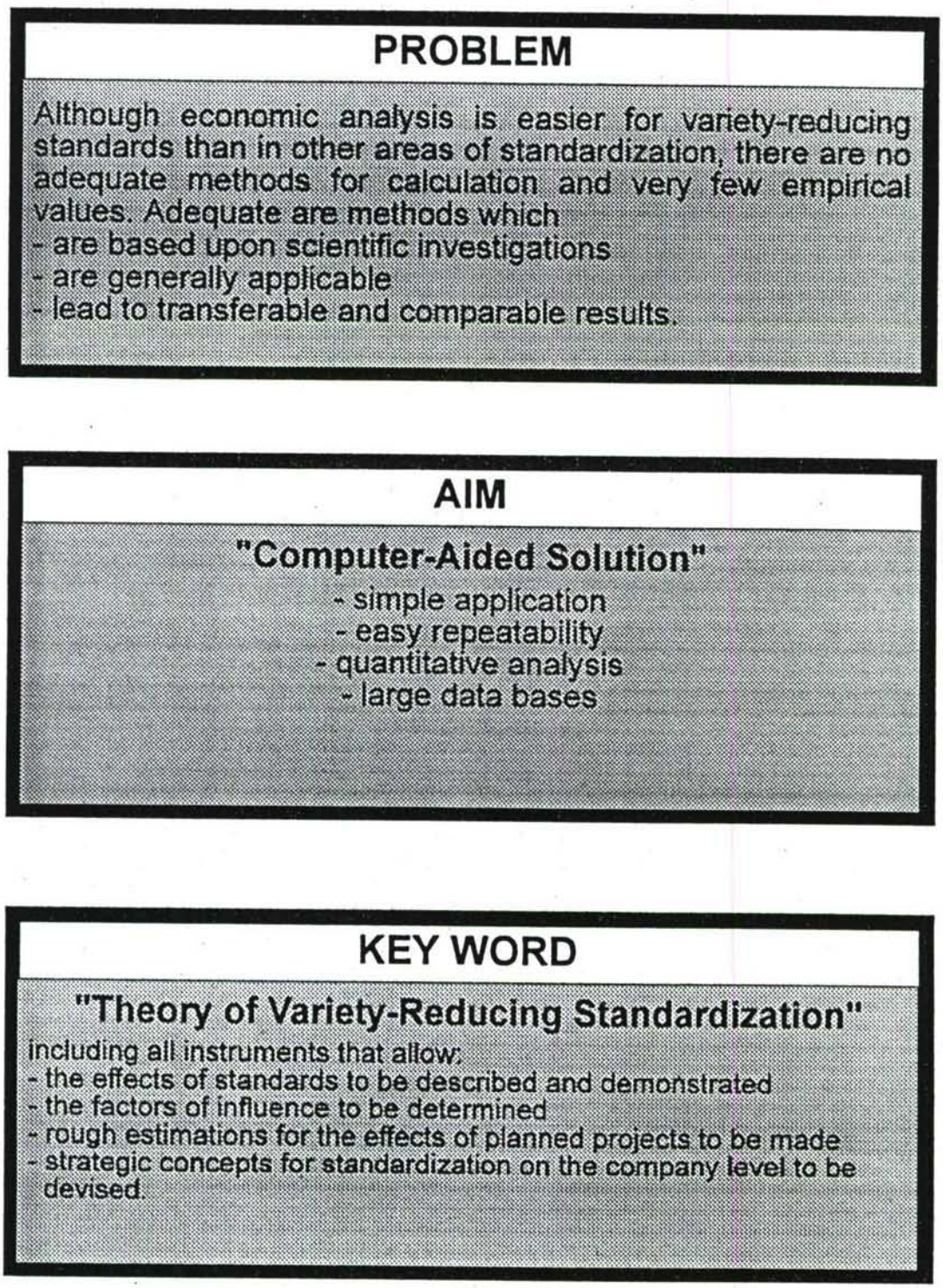


Figure 1: Introduction

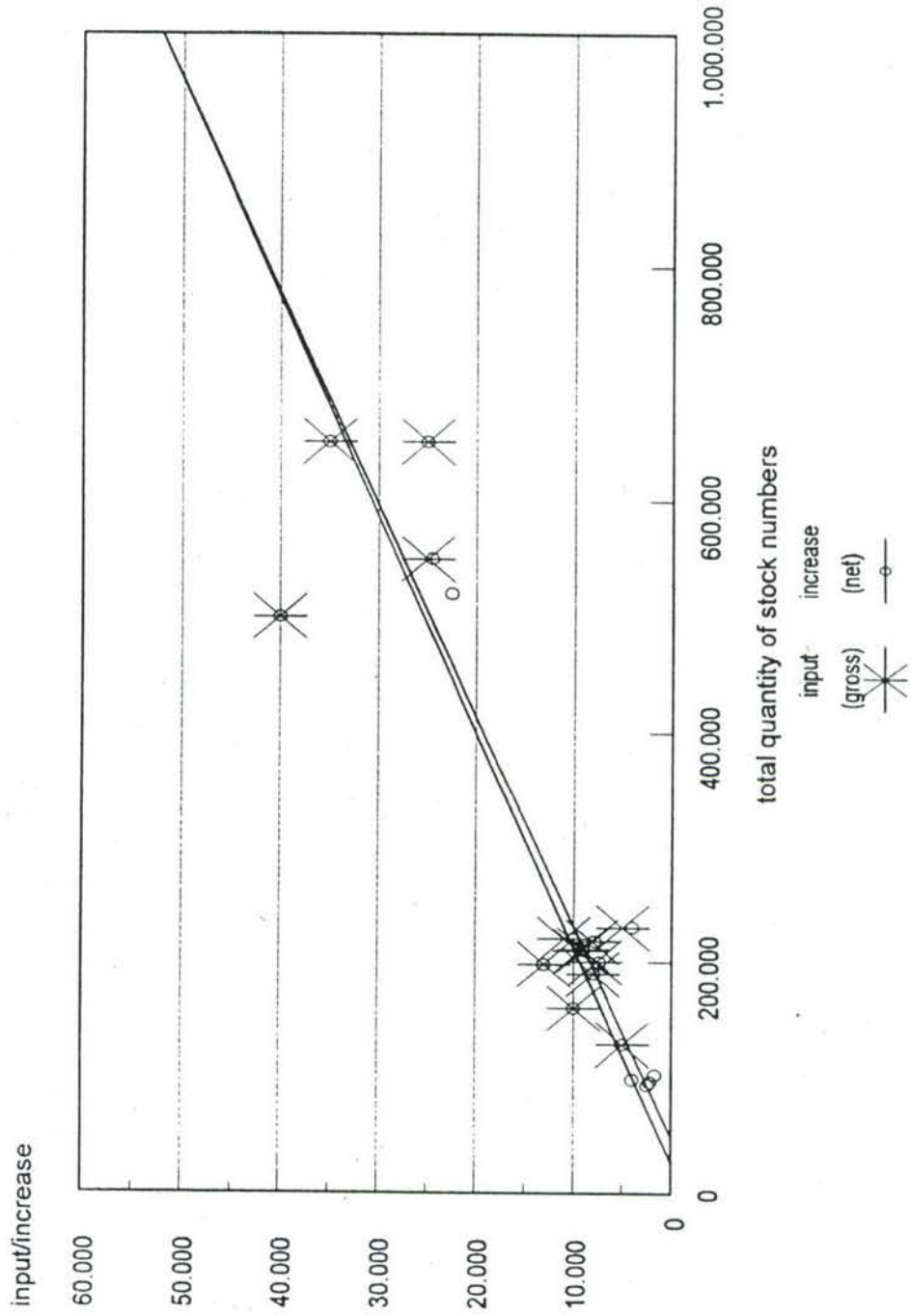


Figure 2: Preliminary Investigation

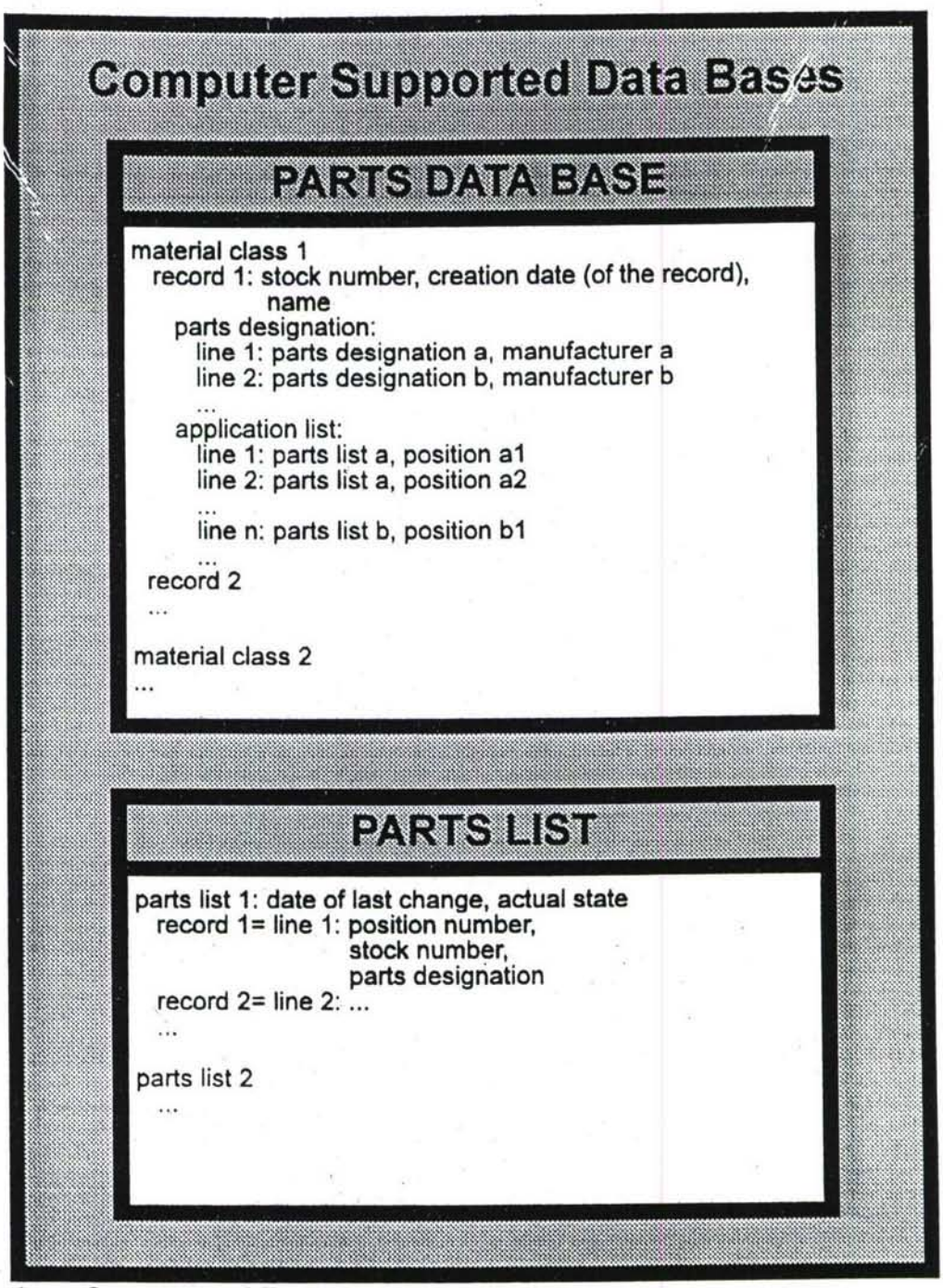
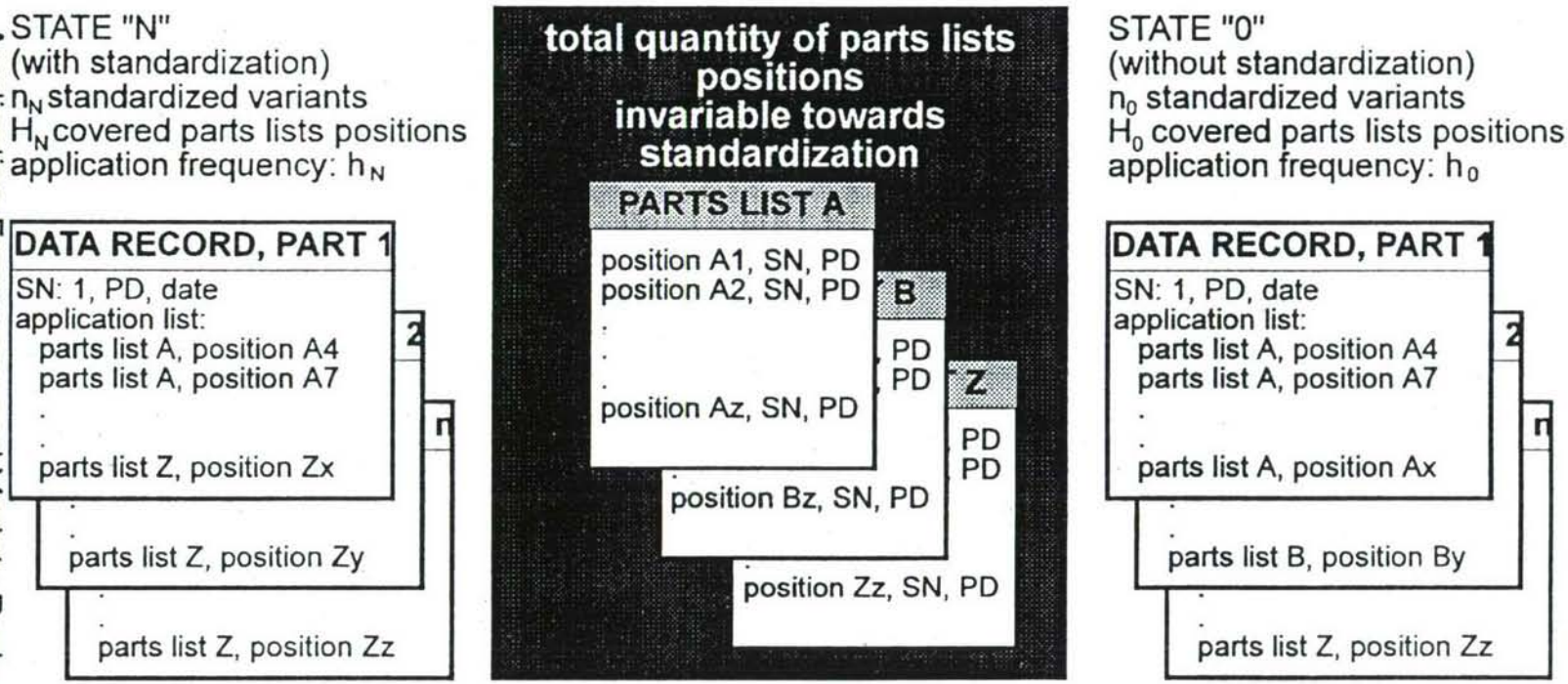


Figure 3: Sources of Data

Figure 4: Application Frequency and Variety Reduction



EQUIVALENCE RELATIONS:
H_N is equal to H_0
n_N is not equal to n_0
h_N is not equal to h_0
$h_N/h_0 = n_0/n_N$

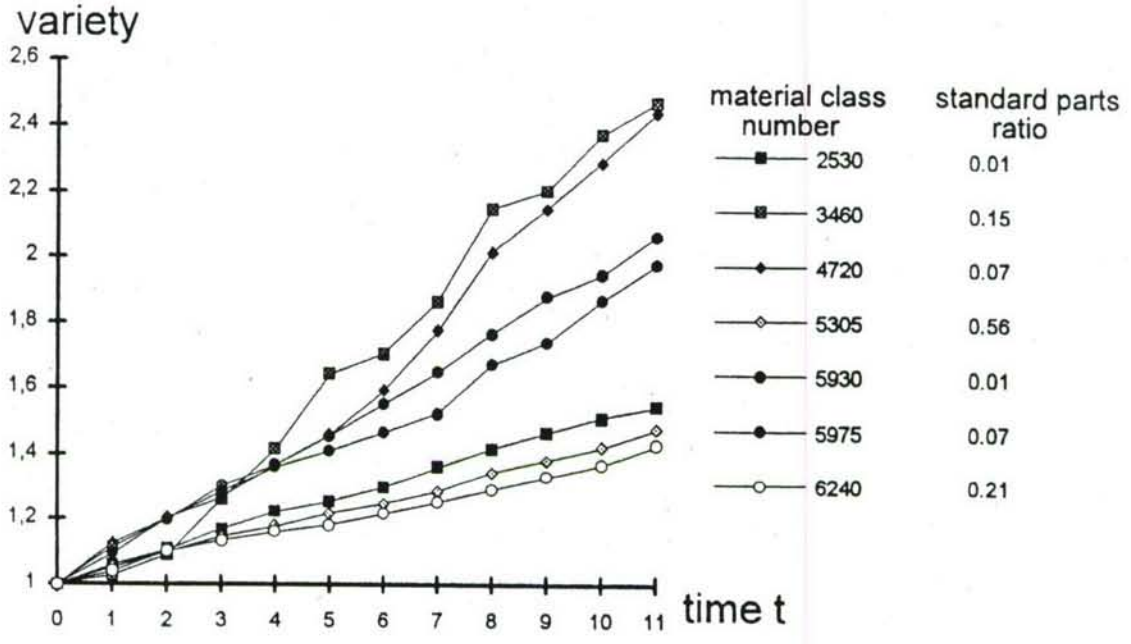


Figure 5: Variety Growth Analysis

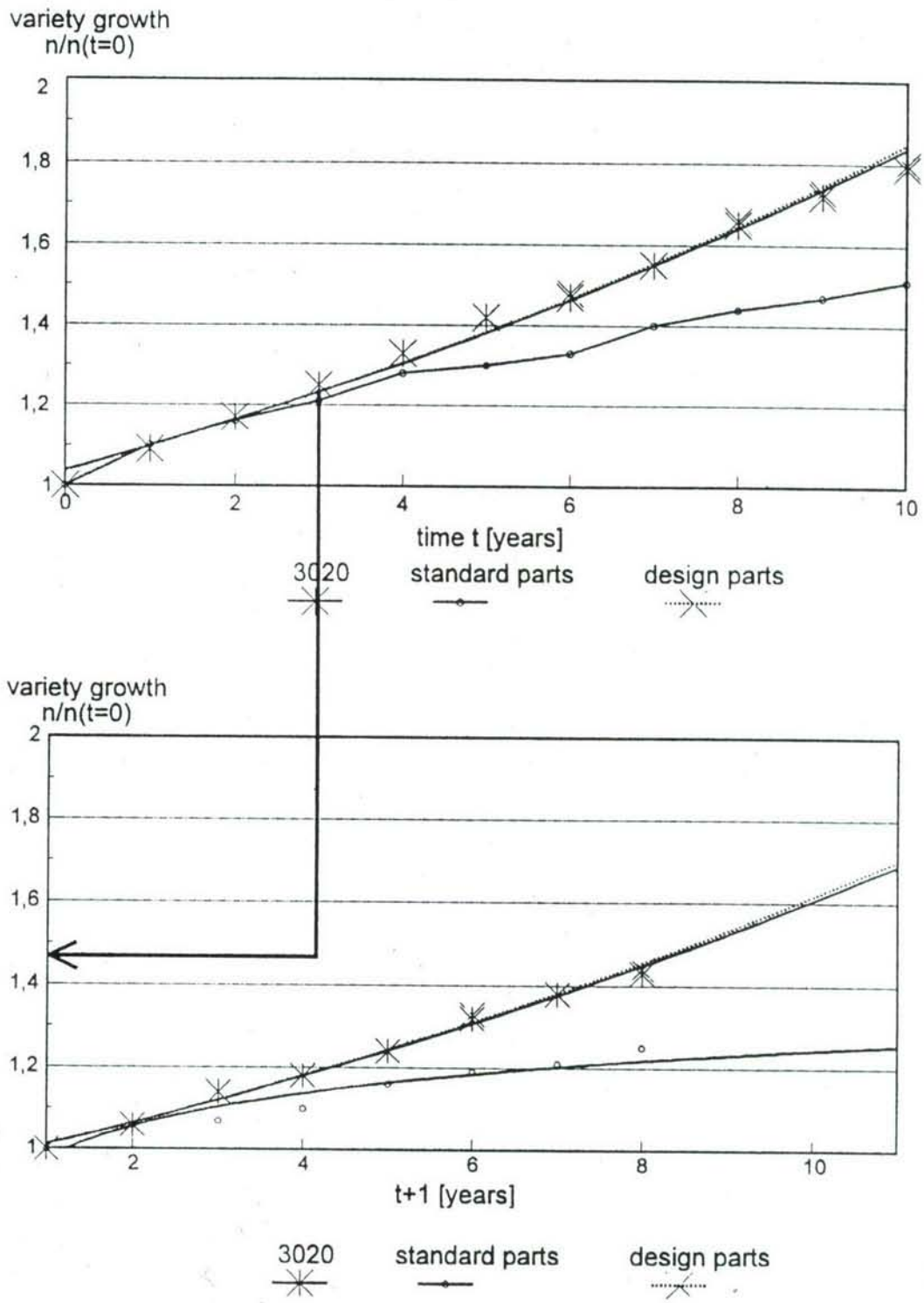


Figure 6: Variety Growth Analysis - Standardization Effect

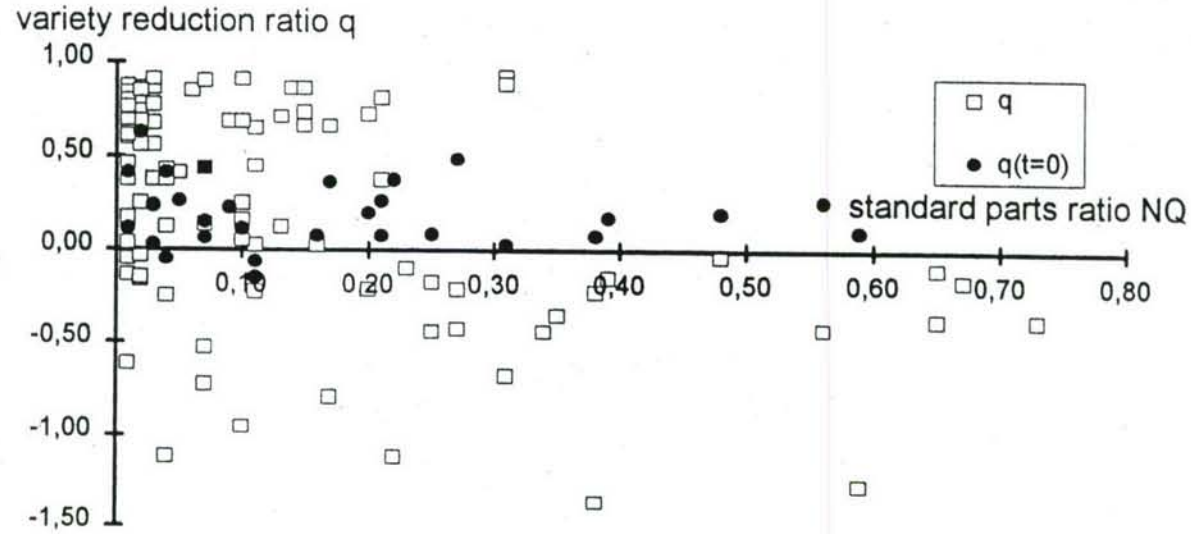


Fig. 7-1

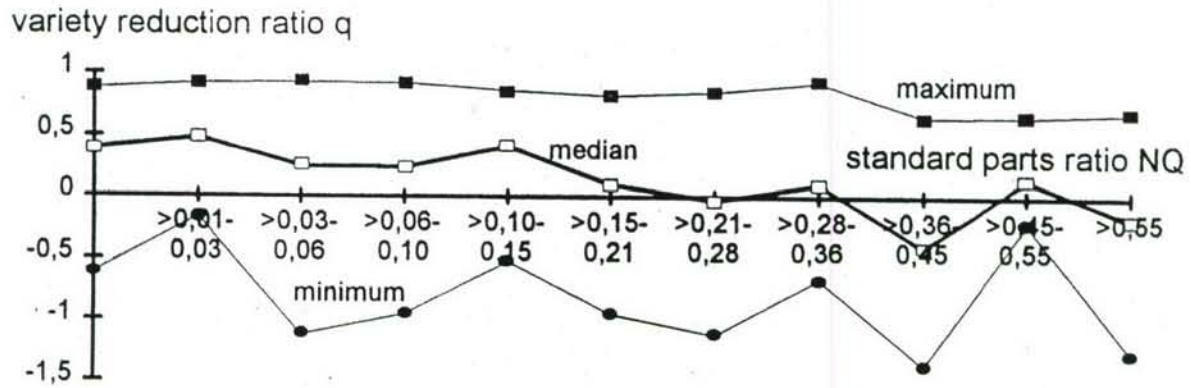


Fig. 7-2

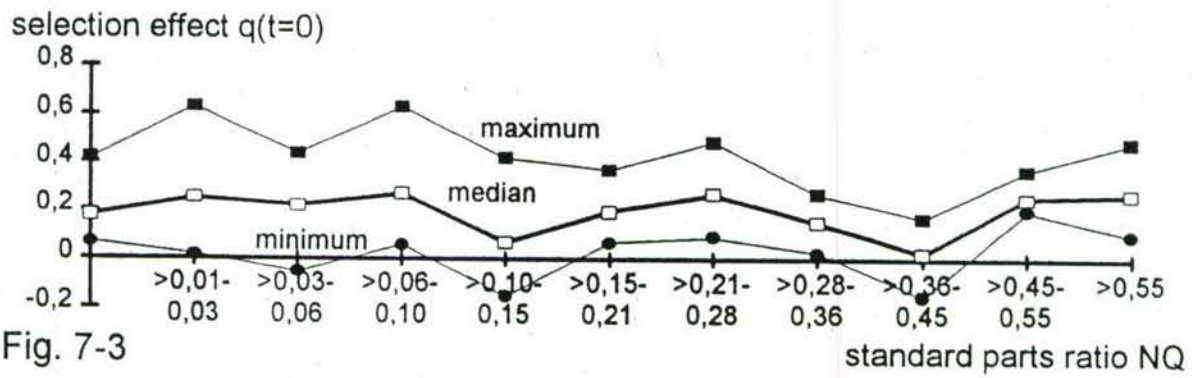


Fig. 7-3

Figure 7: The Effeciency of Variety-Reducing Standardization

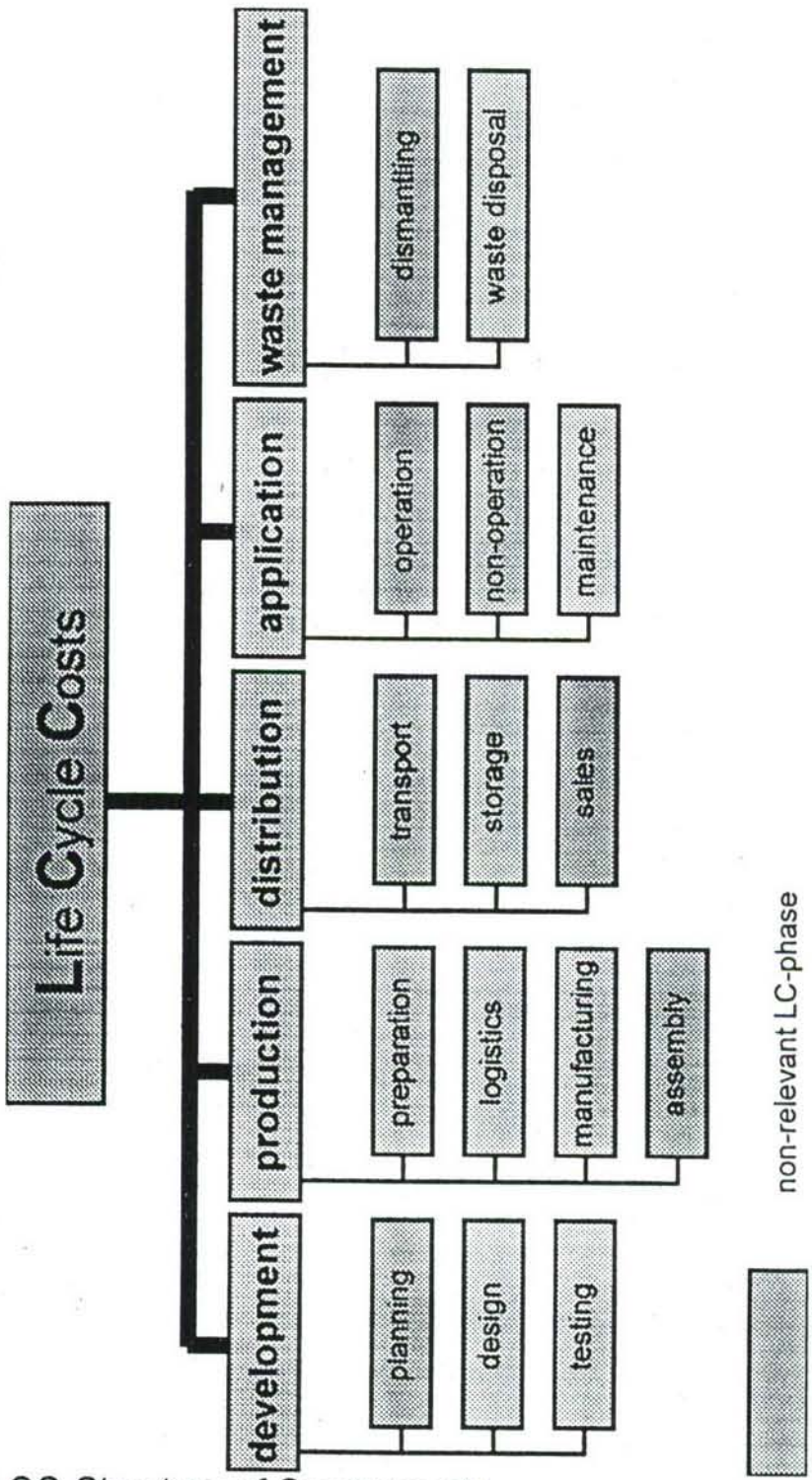


Figure 8: LCC-Structure of Components

category I: product-independent, non-material costs

(e.g.: procurement administration)
are evaluated with a constant amount

category II: **product-dependent, non-material costs**
(e.g.: development)
are evaluated with a constant share of the price

category III: **product-dependent, material costs**
(e.g.: manufacturing)
are evaluated with a cost-lowering equation (learning-curve)

cat.	costs of	to be evaluated by
I	master data record	50 DM/VA
I	technical manual	ca. 100 DM/position
I	procurement	420 DM/procurement
I	storage administration	80 DM/year (TSK-specific VA) 270 DM/year (Bw-unique VA)
II	design	$f_K \times K_B \times q$
II	preparation	$f_{AV} \times K_B \times q$
III	testing	$n_N \times k_P \times [0{,}5 + (\frac{q}{1-q})]$
III	manufacturing	$K_{B0} \times [\,1 - (\,1 + \frac{f_{KB} \times q}{1-q})^{-y}]$
III	transport	$0{,}0375 \times K_{B0} \times [1-(1+\frac{f_{KB} \times q}{1-q})^{-y}]$
III	maintenance	$WQ_{1i0} \times [\,1 - (h_{10}/h_{1N})^{y}]$

Figure 9: Cost Categories and Equations

Example 1: material class 2040, (Marine Hardware)
1 standard, costs: 4.29 k_{B0}
k_{B0} = 1; f_{KB} = 0.7; $f_{K\,AV}$ = 0.08;

years	n_N	n_0	q(t)	K_{B0}	rate o. i.	E_B	E_K+E_{AV}	E_P	E_V	total
			[%]	[DM]		[DM]	[DM]	[DM]	[DM]	[DM]
			22	9.0	1.4	0.7	0.2	1.6	0.0	2.6
		1	30	10.0	1.3	1.0	0.1	0.2	0.0	1.4
		1	20	10.0	1.2	0.5		0.1	0.0	0.7
		1	20	10.0	1.1	0.5			0.0	0.5
		1	20	10.0	1.0	0.5			0.0	0.5
tota						**3.3**	**0.3**	**2.0**	**0.0**	**5.8**
cost					**1.5**					**6.8**

Example 2: material class 4030, (Fittings for Rope, Cable and Chain)
3 standards, costs: 11.78 k_{B0}
k_{B0} = 1; f_{KB} = 0.05; $f_{K\,AV}$ = 0.05;

years	n_N	n_0	q(t)	K_{B0}	rate o. i.	E_B	E_K+E_{AV}	E_P	E_V	total
			[%]	[DM]		[DM]	[DM]	[DM]	[DM]	[DM]
	3	4	27	44.0	1.4	0.3	0.8	12.3	0.1	13.7
	3	4	28	46.0	1.3	0.3	0.0	0.6	0.1	1.2
	3	4	31	49.0	1.2	0.4	0.1	0.9	0.1	1.6
	3	5	35	52.0	1.1	0.4	0.2	1.0	0.1	1.9
	3	5	36	55.0	1.0	0.4	0.1	0.8	0.2	1.6
tota						**2.1**	**1.4**	**15.8**	**0.8**	**20.2**
cost					**1.5**					**18.7**

Example 3: material class 6240, (Electric Lamps)
1 standard, costs: 41.88 k_{B0}
k_{B0} = 1; f_{KB} = 0.05; $f_{K\,AV}$ = 0.05;

years	n_N	n_0	q(t)	K_{B0}	rate o. i.	E_B	E_K+E_{AV}	E_P	E_V	total
			[%]	[DM]		[DM]	[DM]	[DM]	[DM]	[DM]
	2	3	29	38.0	1.4	0.3	1.2	128.8	3.0	133.5
	2	4	30	40.0	1.3	0.3	0.1	7.3	3.0	10.7
	2	4	32	41.0	1.2	0.3	0.1	4.5	3.0	8.0
	2	4	33	42.0	1.1	0.3	0.0	4.1	3.0	7.6
	2	4	34	44.0	1.0	0.3	0.0	5.8	3.0	9.2
tota						**1.7**	**1.6**	**150.6**	**15.1**	**169.2**
cost					**1.5**					**66.5**

Figure 10: Case Studies - Evaluation

References:

DERNDINGER, H. O.:

Einfluß der Massenfertigung auf die konstruktive Gestaltung, in: wt - Zeitschrift für industrielle Fertigung, vol. 61 (1971); pp 284-287

DIN (editor):

Händel, S.; Kohlrautz, W.: Normungsprojekte - Praxis der Erfolgsberechnung, DIN-Fachbericht 26, Beuth Verlag, Berlin/Köln 1990

GOEBEL, C.:

Erarbeitung eines systemtheoretischen Nutzenmodells "Standardartikel" für die Einzelverbrauchsgüter der Bundeswehr, Studienarbeit, UniBw Hamburg, Hamburg 1992

GRUBER, H.:

The learning curve in the production of semiconductor memory chips, in: Journal of Applied Economics, vol 24 (1992); pp 885-894

HOFMANN, H. W.; SCHELLE, H. (editors):

Kosten in der Verteidigungsplanung, Verlag für Wehrwissenschaften, München 1985

ISO (editor):

Benefits of Standardization, ISO, Geneve 1988

LIFFORT, S.:

Variety Control in: Post Office Electrical Engineering Journal, Vol. 68, 1975, pp 49-54

MEYER, R.:

Parameter der Wirksamkeit von typenreduzierenden Normungsvorhaben - Ein Beitrag zu einer Theorie der typenreduzierenden Normung, Thesis (draft) UniBw Hamburg, Hamburg 1994

UNIBWH (Universität der Bundeswehr in Hamburg, editor):

Hesser, W.; Meyer, R.: Optimierung der Standardisierung und Normung von Einzelverbrauchsgütern (EVG) - Teil II: Wirtschaftlichkeit - (interim report) UniBw Hamburg, Hamburg 1993

VERMAN, L. C.:

Standardization - A New Discipline, Archon Books, Hamden 1973

Wirtschaftliche Aspekte der betrieblichen Normung

Eine Einführung

Working Paper 1/94

Univ.-Prof. Dr.-Ing. W. Hesser

Dipl.-Ing. Hendrik Adolphi

Professur für Normenwesen und Maschinenzeichnen
Univ.-Prof. Dr.-Ing. W. Hesser
Universität der Bundeswehr Hamburg
Holstenhofweg 85, 22043 Hamburg
Tel.: 040-6541-2376
Fax.: 040-6541-2861

Hamburg, im März 1994

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung **1**

2 Normung **2**

2.1 Der Begriff "Norm" 2

2.2 Normung 3
2.2.1 Begriffe und Definitionen 3
2.2.2 Klassifikation von Normen 6

3 Kostenrechnung **8**

3.1 Grundlagen 8
3.1.1 Begriffe und Definitionen 8
3.1.2 Kennzahlen 10
3.1.3 Betriebliches Rechnungswesen 13
3.1.4 Aufgaben und Prinzipien der Kostenrechnung 13
3.1.5 Kostengliederung 15
3.1.6 Kostenrechnungssysteme 18

3.2 Kostenartenrechnung 22
3.2.1 Materialkosten 22
3.2.2 Personalkosten 23
3.2.3 Dienstleistungskosten 23
3.2.4 Kalkulatorische Kosten 23

3.3 Kostenstellenrechnung 26
3.3.1 Kostenstellen 26
3.3.2 Betriebsabrechnungsbogen 27
3.3.3 Innerbetriebliche Leistungsverrechnung 28

3.4 Kostenträgerrechnung 29

4 Investitionsrechnung **32**

4.1 Grundlagen 32
4.1.1 Begriffe und Definitionen 32
4.1.2 Abgrenzung zur Kostenrechnung 32
4.1.3 Investitionsarten 33
4.1.4 Investitionsentscheidungen 35
4.1.5 Methoden der Investitionsrechnung 36
4.1.6 Investitionsausgaben 37

4.2 Statische Verfahren 38
4.2.1 Kostenvergleichsrechnung 38
4.2.2 Gewinnvergleichsrechnung 39
4.2.3 Rentabilitätsrechnung 39
4.2.4 Amortisationsrechnung 40

4.3 Dynamische Verfahren 40
4.3.1 Grundlagen 41
4.3.2 Kapitalwertmethode 43

4.4 Nutzwertrechnung 44

5 Betriebliche Normung **46**

5.1 Grundlagen 46
5.1.1 Begriffe und Definitionen 46
5.1.2 Ziele der Werknormung 47
5.1.3 Nutzen der Werknormung 48
5.1.4 Kosten der Werknormung 50

5.2 Normen erstellen 50
5.2.1 Innerbetriebliche Normung 51
5.2.2 Überbetriebliche Normung 53

5.3 Normenanwendung fördern 54

5.4 Normenanwendung überwachen 55

5.5 Aufbauorganisation 55

5.6 Ordnungssysteme 56
5.6.1 Nummernsysteme 57
5.6.2 Teileklassifikation 58

5.7 Produktgliederung 59
5.7.1 Erzeugnisgliederung 60
5.7.2 Stücklisten 61

6 Vielfaltreduzierende Normung **63**

6.1 Grundlagen 63
6.1.1 Begriffe und Definitionen 63
6.1.2 Eingrenzung des Begriffs "Vielfalt" 65
6.1.3 Reduzierung der Teilevielfalt 65

6.2 Normung von Einzelteilen 68

6.3 Typung 69
6.3.1 Baureihen 70
6.3.2 Baukastensysteme 71

6.4 Wirtschaftliche Bedeutung der Vielfalt 72
6.4.1 Sortimentsvielfalt 73
6.4.2 Teilevielfalt 75

7 Wirtschaftlichkeit der Werknormung **78**

7.1 Grundlagen 78

7.2 Kosten der betrieblichen Normung 79
7.2.1 Kosten der Normenerarbeitung und -bereitstellung 80
7.2.2 Kosten für die Normeneinführung 81
7.2.3 Kosten für die Normenanwendung 81
7.2.4 Kosten der Werknormabteilung 82

7.3 Nutzen der betrieblichen Normung 82
7.3.1 Quantitative Darstellung des Nutzens 83
7.3.2 Qualitative Darstellung des Nutzens 85

7.4 Wirtschaftlichkeitsrechnung nach IFAN 86

7.5 Wirtschaftlichkeitsrechnung nach ISO 87
7.5.1 Einsparungen 87
7.5.2 Kosten 87
7.5.3 Direkte Methode 89
7.5.4 Indirekte Methode 90
7.5.5 Berechnung der Rentabilität 93
7.5.6 Beispielrechnung 94

7.6 Problematik der Wirtschaftlichkeitsrechnung 95

8 Zusammenfassung **99**

9 Literatur **100**

10 Anhang **105**

1 Einleitung

Normung begleitet die Menschen seit Jahrtausenden. So wurden in Ägypten schon 7000 v. Chr. Ziegelsteine und Längenmaße genormt /Pul85/, und Gewichtsmaße aus dem Jahr 3500 v. Chr. sind in Indien gefunden worden /Ver73/. Den Beginn der "modernen Normung" in Deutschland markiert das Jahr 1893, in dem die Siemens-Werke in Berlin das erste "Normalienbüro" einrichteten.

Die Gründung des "Normalienausschusses für den deutschen Maschinenbau" - Vorläufer des DIN (Deutsches Institut für Normung e.V.) - erfolgte 1917, um die deutsche Wirtschaft auf den harten Konkurrenzkampf nach Kriegsende vorzubereiten. Das Ergebnis von über 80 Jahren Normungsarbeit in Deutschland sind ca. 21.000 DIN-Normen und ca. 4.500 Normentwürfe, sowie zahlreiche weitere technische Regeln und Richtlinien /DIN913/.

Die vorliegende Arbeit will eine Einführung in das Thema "Wirtschaftliche Aspekte der betrieblichen Normung" geben. Aus diesem Grund werden die einzelnen Bereiche relativ allgemein dargestellt; auf weiterführende Analysen wird in der Regel verzichtet. Gleichzeitig wird ein (wenn auch unvollständiger) Überblick über die Literatur geliefert.

Der zu behandelnde Themenkomplex kann in drei Abschnitte unterteilt werden. Nach einer kurzen Einführung in den Bereich "Normung" erfolgt im ersten Abschnitt eine ausführliche Darstellung der Kosten- und Investitionsrechnung, um die notwendigen betriebswirtschaftlichen Grundlagen zu vermitteln.

Im zweiten Abschnitt werden die Ziele und Aufgaben der betrieblichen Normung vorgestellt, von denen ein Ziel - die vielfaltreduzierende Normung - detaillierter dargestellt wird. Darauf aufbauend werden abschließend Fragen der "Wirtschaftlichkeit der Normung" behandelt, und ausgewählte Verfahren zur Ermittlung des quantitativen Nutzens der Normung vorgestellt. Eine kurze Darstellung von Problemen bei der Ermittlung der Wirtschaftlichkeit schließt die Arbeit ab.

(Diese Arbeit entstand parallel zur Einarbeitung in das Themengebiet "Wirtschaftlichkeit der Normung". Aus diesem Grund stehen die einzelnen Kapitel für sich, und bauen nicht aufeinander auf).

2 Normung

Um im Rahmen dieser Arbeit über eine einheitliche Terminologie zu verfügen, werden im folgenden Kapitel die wichtigsten Grundbegriffe definiert.

2.1 Der Begriff "Norm"

Das Wort "Norm" leitet sich vom lateinischen Wort "norma" - Winkelmaß, Regel - ab; allgemein wird dabei unter einer Norm eine allgemein anerkannte Regel bzw. Richtschnur verstanden.

In den verschiedenen Wissenschaften, wie der Philosophie, der Mathematik, den Rechtswissenschaften oder der Technik, werden voneinander abweichende Definitionen des Begriffes "Norm" verwendet, von denen hier drei unkommentiert wiedergegeben werden sollen /Bro94/:

> In den Sprachwissenschaften wird unter einer Sprachnorm das Regelsystem einer Sprache verstanden, über das alle Mitglieder einer Sprachgemeinschaft verfügen, und mit dessen Hilfe sie Äußerungen formulieren; in der Regel sind Sprachnormen verbindlicher für die geschriebene als für die gesprochene Sprache.
>
> Im Bereich der Ethik und der Philosophie gelten Normen als Maßstab für eine wertende Beurteilung menschlichen Handels im regulativen Sinne. Fünf verschiedene Begriffsverwendungen können unterschieden werden:
>
> - Norm im Sinne eines empirisch ermittelten Durchschnitts,
> - rechtliche Vorschrift,
> - soziale Konvention,
> - technische Maßstäbe, Regeln und Vorschriften (z.B. DIN-Norm) als orientierende Richtschnur oder Ideale technischen und wissenschaftlichen Handels
> - im ethischen Sinne als Handlungsorientierung (Tugenden, sittliche Motive und Pflichten) zur Realisierung menschlichen Gutseins.

(Wie sich aus diesen fünf verschiedenen Begriffsverwendungen des Begriffes "Norm" ergibt, ist die technische Definition dieses Begriffes (siehe Abschnitt 2.2) nur eine von mehreren möglichen).

In der Technik wird der Begriff "Normung" verwendet, um die "planmäßige, durch interessierte Kreise gemeinschaftlich durchgeführte einheitliche Festlegung (Norm) von Begriffen, Kennzeichen, Meßtechniken sowie produkt- oder materialspezifischen Eigenschaften (Qualität, Abmessung, Form, Farbe, Rezeptur, technische Leistungsparameter)" /Bro94/ zu bezeichnen.

2.2 Normung

Technische Begriffe werden vielfach in Normen definiert; so sind zwei Normen[1], die sich mit den Grundlagen der Normungsarbeit beschäftigen, Basis für die in Abschnitt 2.2.1 gegebenen Definitionen. Die Erstellung dieser Normen erfolgte dabei mit der Zielsetzung, im Rahmen der Normungsarbeit der entsprechenden Institutionen über eine einheitliche Terminologie zu verfügen. Aspekte außerhalb der eigentlichen Normungsarbeit wurden daher nur unzureichend berücksichtigt, so daß eine umfassende und in sich schlüssige Definition aller Begriffe aus dem Bereich der Normung in den erwähnten Normen nicht zu erwarten ist.

2.2.1 Begriffe und Definitionen

In der DIN 820 und der DIN EN 45 020 erfolgt die Festlegung der Begriffe der Normungsarbeit. So wird der Begriff "Normung" - der synonym zum Begriff "Normungsarbeit" verwendet werden kann - folgendermaßen definiert:

> "Tätigkeit zur Erstellung von Festlegungen für die allgemeine und wiederkehrende Anwendung, die auf aktuelle oder absehbare Probleme Bezug haben und die Erzielung eines optimalen Ordnungsgrades in einem gegebenen Zusammenhang anstreben" /DIN912/.

Die Definition einer Norm lautet:

> "Dokument, das mit Konsens erstellt und von einer anerkannten Institution angenommen wurde und das für die allgemeine und wiederkehrende Anwendung Regeln, Leitlinien oder Merkmale für Tätigkeiten oder deren Ergebnisse festlegt, wobei ein optimaler Ordnungsgrad in einem gegebenen Zusammenhang angestrebt wird", /DIN912/.

Vier wesentliche Merkmale prägen nach dieser Definition eine Norm[2]:

1. Dokument: Ein Norm muß als Dokument vorliegen, wobei unter einem Dokument "jeder Informationsträger verstanden wird" /DIN912/.

2. Konsens: Eine Norm muß nach dem Konsensprinzip erstellt werden. Konsens wird dabei folgendermaßen definiert: "Allgemeine Zustimmung, die

---

[1] DIN 820, Teil 3, "Normungsarbeit - Begriffe", /DIN911/ und DIN EN 45 020, "Allgemeine Fachausdrücke und deren Definitionen betreffend Normung und damit zusammenhängenden Tätigkeiten /DIN912/.

[2] siehe auch Nicolas /Nic88/ für weiterführende Erläuterungen.

durch das Fehlen aufrechterhaltenen Widerspruchs gegen wesentliche Inhalte seitens irgendeines wichtigen Anteiles der betroffenen Interessen und durch ein Verfahren gekennzeichnet ist, das versucht, die Gesichtspunkte aller betroffenen Parteien zu berücksichtigen und alle Gegenargumente auszuräumen" /DIN912/.

3. Institution: Eine Norm muß von einer anerkannte Institution angenommen worden sein; Institution ist dabei ein "Rechts- oder Verwaltungskörper, der bestimmte Aufgaben und eine bestimmte Zusammensetzung hat; Beispiele von Institutionen sind Organisationen, Behörden, Firmen und Stiftungen" /DIN912/.

4. Anwendung: Eine Norm wird für die "allgemeine und wiederkehrende Anwendung" /DIN912/ erstellt.

Ein weiterer wichtiger Aspekt von Normen - den die obige Definition nicht enthält - ist, daß ihre Anwendung (in Deutschland) freiwillig ist; Normen gelten als Empfehlungen und sollen den "Stand der Technik" wiedergeben /Gra86/. Einen zwingenden Charakter erhalten Normen erst, wenn sich

- Gesetze oder
- Verordnungen

auf sie beziehen /Ste89/.

Abzugrenzen von dem Begriff "Norm" ist der Begriff "Vorschrift", der folgendermaßen definiert wird:

> "Dokument, das verbindliche, rechtliche Festlegungen trifft und das von einer Behörde erstellt wird" /DIN912/.

Der Unterschied zwischen einer Norm und einer Vorschrift besteht somit sowohl in der rechtlichen Verbindlichkeit der Vorschrift, als auch in der Art der Erstellung; einer Vorschrift muß von einer Behörde, eine Norm wird dagegen von einer anerkannten Institution[3] erstellt.

Der Begriff "Werknorm" wird in der DIN 820, Teil 3 /DIN911/ definiert:

> "Werknorm ist das Ergebnis der Normungsarbeit eines Unternehmens (Betriebes, Werkes), einer Behörde oder einer Körperschaft (Verbandes, Vereins) für eigene Bedürfnisse."

Nach dieser Definition unterscheidet sich eine Werknorm von einer Norm vor allem in ihrem Anwendungsbereich; eine Norm wird für die Allgemeinheit, eine Werknorm aber für die eigenen Bedürfnisse erarbeitet. Über die Art der Erstellung (Konsens erforderlich oder nicht) wird nichts ausgesagt.

---

[3] Nach der Definition des DIN /DIN912/ ist auch eine Behörde eine anerkannte Institution; somit könnte auch eine Behörde eine Norm erstellen.

Der Begriff "Standard" wird in keiner Norm definiert, obwohl er in der Technik verwendet wird; so wird z.B. vom "IBM-Standard" gesprochen.

Nach Kleinemeyer /Kle93/ ist eine synonyme Verwendung der Begriffe "Norm" und "Standard" nicht zweckmäßig. Zahlreiche Vereinheitlichungen, wie z.B. die QWERTY-Schreibmaschinentastatur, der Uhrzeigersinn oder die CD-Technologie, sind nicht in Normen festgelegt, bzw. haben sich "zufällig" ergeben /42/. Eine Abgrenzung der Begriffe "Norm" und "Standard" erscheint daher notwendig.

Eine mögliche Abgrenzung zwischen Norm, Werknorm und Standard zeigt Tab. 2.1. Als Grundlage für diese Unterscheidung dienen dabei für die Norm und die Werknorm die vier Merkmale, wie sie sich aus der DIN 820, Teil 3, ergeben; (x = wird erfüllt; - = wird nicht erfüllt; ? = nicht definiert):

	Norm	Standard	Werknorm
1. Dokument	x	?	?
2. Institution (wer)	x	?	?
3. Konsens (wie)	x	?	?
4. Allgemeinheit (für wen)	x	x	-

Tab. 2.1: Abgrenzung von Norm, Werknorm und Standard, analog DIN 820

Eine Norm wird von einer Institution unter Berücksichtigung des Konsensprinzips für die Allgemeinheit erstellt, und liegt als Dokument vor (siehe DIN 820). Nach dieser Definition wären z.B. auch die vom VDI oder VDE erstellten Richtlinien Normen, da sie die obigen Kriterien einer Norm erfüllen. Um hier aber Probleme mit dem allgemeinen Sprachgebrauch zu vermeiden, müssen Normen von einer anerkannten Normenorganisationen (DIN, CEN, ISO) herausgegeben werden[4]. Die von anderen Institutionen veröffentlichten Dokumente, wie z.B. VDI oder VDE-Richtlinien, werden als "technische Regeln[5]" bezeichnet.

Ein Standard wird nach dieser Einteilung von der Allgemeinheit genutzt, feste Regeln für die Erstellung - von wem und wie - bestehen aber nicht. Ein Standard muß auch nicht als Dokument vorliegen.

Das entscheidende Kriterium von Werknormen ist, daß sie nicht für die Allgemeinheit erstellt werden. Regeln für ihre Erstellung oder ihre Form werden in keiner Norm festgelegt; betriebs-interne Regeln werden aber im allgemeinen bestehen.

---

[4] siehe auch Nicolas /Nic88/.

[5] Technische Regeln im Sinne dieser Arbeit sind alle Dokumente, die die Kriterien einer Norm nach Tab. 2.1 erfüllen; sie können sowohl von einer anerkannten Normeninstitution als auch von einer sonstigen Institution herausgegeben worden sein.

2.2.2 Klassifikation von Normen

Eine Klassifikation von Normen ist nach verschiedenen Kriterien möglich. Im Rahmen dieser Arbeit werden Klassifikationsmöglichkeiten nach

- den Zielen der Normen,
- den Normenarten,
- den Funktionen von Normen und
- der Normungsebene

vorgestellt.

Sieben verschiedene Ziele von Normen werden in der DIN EN 45 020 angegeben, wobei eine Norm eines oder mehrere dieser Ziele erfüllen kann /DIN912/:

- Gebrauchstauglichkeit,
- Kompatibilität,
- Austauschbarkeit,
- Verminderung der Vielfalt,
- Sicherheit,
- Umweltschutz,
- Schutz des Erzeugnisses.

In der DIN EN 45 020 erfolgt auch eine Klassifizierung nach den Normenarten; die folgenden Normenarten werden unterschieden /DIN912/:

- Grundnorm,
- Terminologienorm,
- Prüfnorm,
- Produktnorm,
- Verfahrensnorm,
- Dienstleistungsnorm,
- Schnittstellennorm,
- Norm für anzugebende Daten.

Darüber hinaus werden in der DIN 820, Teil 3, folgende Normenarten aufgeführt /DIN911/:

- Gebrauchstauglichkeitsnorm,
- Liefernorm,
- Maßnorm,
- Planungsnorm,
- Qualitätsnorm,
- Sicherheitsnorm,
- Stoffnorm,
- Verständigungsnorm.

In diesen beiden Normen werden zusammen 16 verschiedene Normenarten unterschieden, ohne daß ein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben wird. Der Wert dieser Klassifzierung

erscheint daher gering, da übergeordnete Ordnungskriterien fehlen. Darüber hinaus dürfte es sich als problematisch erweisen, eine Norm einer dieser Normenarten zuzuordnen.

Eine allgemeine Klassifikation nach den Funktionen von Normen wird in GEWIPLAN /GEW88/ vorgestellt. Normen können nach dieser Unterscheidung vier verschiedene Funktionen erfüllen:

- Informationsnormen,
- Vielfaltreduzierende Normen,
- Kompatibilitätsnormen,
- Qualitätsnormen.

Eine vierte mögliche Klassifizierung von Normen kann nach der Ebene ihrer Entstehung erfolgen; die folgende Einteilung basiert auf Verman /Ver73/:

- International,
- Regional,
- National,
- Verband,
- Unternehmen,
- Persönlich.

Für weiterführende Ausführungen zu der jeweiligen Klassifikation wird auf die dazugehörige Primärliteratur verwiesen.

3 Kostenrechnung

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit soll die Wirtschaftlichkeit der betrieblichen Normung betrachtet werden. Voraussetzung dafür sind Grundkenntnisse aus dem Bereich der Betriebswirtschaftsehre, insbesondere der Kosten- und der Investitionsrechnung. In diesem Kapitel werden daher die Grundzüge der Kostenrechnung vorgestellt, in Kap. 4 die Grundzüge der Investitionsrechnung.

3.1 Grundlagen

3.1.1 Begriffe und Definitionen

Im folgenden Abschnitt werden einige Grundbegriffe der Kosten- und Investitionsrechung definiert. Diese Definitionen dienen als Grundlage für die weiteren Ausführungen in Kap. 3 und Kap. 4.

Einleitend erfolgt die Abgrenzung der Begriffe "Betrieb" und "Unternehmung", wobei diese Begriffe analog zum täglichen Sprachgebrauch verwendet werden[6]. Danach wird Unternehmung als Oberbegriff und Betrieb als Unterbegriff aufgefaßt. Ein Betrieb ist somit ein technisch-produktionswirtschaftlicher Teilbereich einer Unternehmung /Hab90/.

Die Aufgabe eines Betriebes ist es, Güter und/oder Dienstleistungen zu produzieren bzw. abzusetzen /Hab82/. Dies geschieht durch die Kombination von Produktionsfaktoren, wobei zwischen elementaren Produktionsfaktoren (menschliche Arbeitsleistung, Betriebsmittel, Werkstoffe und Dienstleistungen) und dispositiven Faktoren (Betriebs- und Geschäftsleitung) unterschieden werden kann /Hab82, Hab90/.

Nach diesen allgemeinen Definitionen gibt Abb. 3.1 eine Übersicht über die wichtigsten Grundbegriffe des Rechnungswesen.

---

[6] In der betriebswirtschaftlichen Literatur sind unterschiedliche Definitionen der Begriffe "Betrieb" und "Unternehmung" zu finden, siehe Wöhe /Wöh86/.

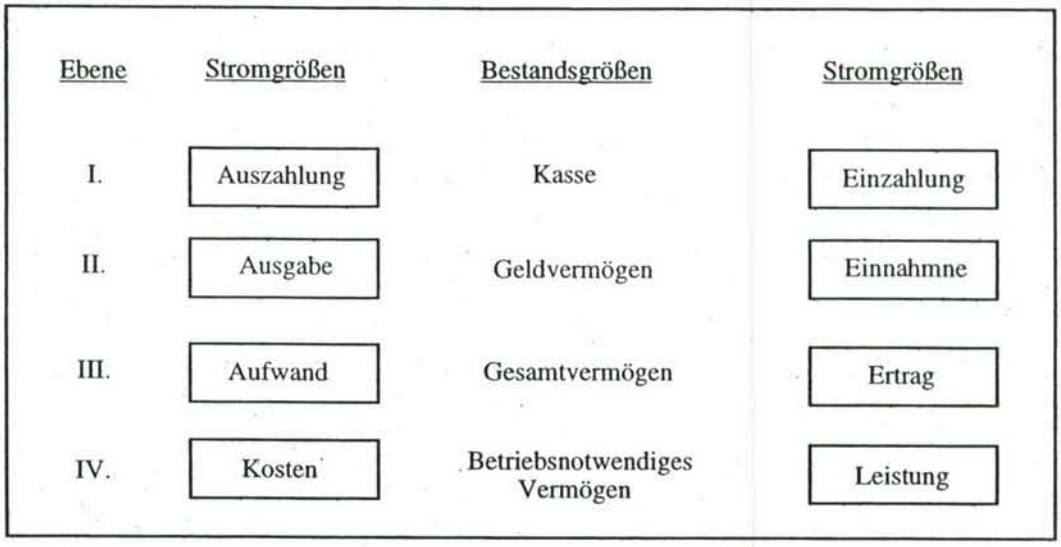


Abb. 3.1: Grundbegriffe des Rechnungswesen; /Hab90/

Grundsätzlich kann zwischen Strom- und Bestandsgrößen unterschieden werden. Strömungsgrößen sind dabei zeitraumbezogene Größen der Dimension Stück/Periode oder DM/Periode; eine Periode kann dabei eine Woche oder ein Quartal umfassen. Bestandsgrößen sind zeitpunktbezogene Größen der Dimension Stück oder DM; die Bestandsgrößen werden durch die Strömungsgrößen verändert /Böt93/.

Die Definition der einzelnen Begriffe lautet /Hab90/:

Strömungsgrößen:

- Auszahlung: Abgang liquider Mittel (Bargeld und Sichtguthaben) pro Periode
- Einzahlung: Zugang liquider Mittel (Bargeld und Sichtguthaben) pro Periode
- Ausgabe: Wert aller zugegangenen Güter und Diensleistungen pro Periode (= Beschaffungswert)
- Einnahme: Wert aller veräußerten Leistungen pro Periode (= Erlös, Umsatz)
- Aufwand: Wert aller verbrauchten Güter und Dienstleistungen pro Periode
- Ertrag: Wert aller erbrachten Leistungen pro Periode
- Kosten: Wert aller verbrauchten Güter und Dienstleistungen pro Periode und zwar für die Erstellung der "eigentlichen" (typischen) betrieblichen Leistungen
- Leistung: Wert aller erbrachten Leistungen pro Periode im Rahmen der "eigentlichen" (typischen) betrieblichen Tätigkeit

Bestandsgrößen:

- Kasse: Bestand an liquiden Mitteln (Bargeld und Sichtguthaben)
- Geldvermögen: Kasse (wie vorher) + Forderungen - Verbindlichkeiten
- Gesamtvermögen: Geldvermögen (wie vorher) + Sachvermögen (wie in der Bilanz angesetzt)

- Betriebsnotwendig. Vermögen: Gesamtvermögen (kostenrechnerisch bewertet) - nicht betriebsnotwendiges ("neutrales") Vermögen

Die Unterscheidung der vier Ebenen lautet:

- I/II: Ebene der Investitions-, Finanz- und Liquiditätsrechnung
- III: Ebene der Finanzbuchhaltung
- IV: Ebene der Kostenrechnung

3.1.2 Kennzahlen

Kennzahlen werden in der Betriebswirtschaft verwendet, um das Erreichen von Unternehmenszielen zu überprüfen /Olf83/. Grundsätzlich können zwei verschiedene Arten von Kennzahlen unterschieden werden /Olf83/:

- Absolute Kennzahlen: Absolute Kennzahlen, wie z.B. der Gewinn, sind Einzelzahlen, Summen oder Differenzen; ihre Aussagekraft ist begrenzt.
- Relative Kennzahlen: Relative Kennzahlen, wie z.B. die Wirtschaftlichkeit oder die Rentabilität, ergeben sich aus zwei Werten, die zueinander in Beziehung gesetzt werden; ihre Aussagekraft ist größer als die von absoluten Kennzahlen.

Der Gewinn als absolute Kennzahl wird folgendermaßen definiert /Olf83/:

(3.1) $$\text{Gewinn} = \text{Erträge} - \text{Aufwendungen}$$

Drei relative Kennzahlen sollen etwas näher betrachtet werden:

- Wirtschaftlichkeit,
- Produktivität,
- Rentabilität.

Die Wirtschaftlichkeit ist der Maßstab für die Einhaltung des Wirtschaftlichkeitsprinzips. Das Wirtschaftlichkeitsprinzip kann mit zwei unterschiedlichen Schwerpunkten formuliert werden /Olf83/:

Als Maximalprinzip fordert es, mit gegebenen Mitteln einen größtmöglichen (maximalen) Erfolg zu erzielen.

Als Minimalprinzip fordert es, einen bestimmten Erfolg mit geringstmöglichen (minimalen) Mitteln zu erreichen.

Die Notwendigkeit, die Wirtschaftlichkeit des Handels zu bestimmen, ergibt sich aus der Knappheit der Güter bei praktisch unbegrenzten menschlichen Bedürfnissen /Wöh86/.

Die rechnerische Ermittlung der absoluten Wirtschaftlichkeit ergibt sich aus dem Quotienten von Ertrag und Aufwendungen bzw. Leistungen und Kosten /OLf83/:

$$\text{absolute (Ertrags)} - \text{Wirtschaftlichkeit} = \frac{\text{Erträge}}{\text{Aufwendungen}} \tag{3.2}$$

$$\text{absolute (Kosten)} - \text{Wirtschaftlichkeit} = \frac{\text{Leistungen}}{\text{Kosten}} \tag{3.3}$$

Die Wirtschaftlichkeit ist dabei umso höher, je größer der sich ergebende Quotient ist.

Problematisch bei dieser Bestimmung der Wirtschaftlichkeit ist, daß bewertete Größen zueinander in Beziehung gesetzt werden /Olf83/. Verändert sich der Beschaffungs- oder Absatzpreis, verändert sich somit auch die Wirtschaftlichkeit. Eine mögliche Lösung dieses Problems ist die Verwendung der Soll- und Ist-Kosten[7], so daß sich die Wirtschaftlichkeit nach folgender Gleichung ergibt (auch hier ist die Wirtschaftlichkeit umso höher, je größer der Quotient ist):

$$\text{Wirtschaftlichkeit} = \frac{\text{Sollkosten}}{\text{Istkosten}} \tag{3.4}$$

Aber auch bei diesem Ansatz müssen evtl. schwankende Preise berücksichtigt werden. Weiterhin muß sichergestellt werden, daß die Sollkosten auf geeignete Weise ermittelt werden /Olf83/.

Die relative Wirtschaftlichkeit wird verwendet, wenn "zwei oder mehrere Vorhaben hinsichtlich konstanter Kosten oder Erträge miteinander verglichen werden" sollen /War80/. Bei gleichen Erträgen ergibt sich folgende Gleichung für die relative Wirtschaftlichkeit (Projekt B ist relativ zu Projekt A wirtschaftlicher):

$$\text{relative Wirtschaftlichkeit} = \frac{\text{Kosten Projekt A}}{\text{Kosten Projekt B}} < 1 \tag{3.5}$$

Die Produktivität wird oft als Teilproduktivität ausgedrückt, wie die folgenden Gleichungen es zeigen; Teilproduktivität bedeutet in diesem Zusammenhang, daß die erzeugte Menge auf einen Produktionsfaktor (z.B. Arbeit, Material) bezogen wird /Hab90, Olf83/.

$$\text{Materialproduktivität} = \frac{\text{Erzeugte Menge}}{\text{Materialeinsatz}} \tag{3.6}$$

---

[7] Problematisch bei diesen Ansatz kann insbesondere die Bestimmung der Soll-Kosten sein; auf welcher Grundlage sollen sie ermittelt werden?

$$\text{Arbeitsproduktivität} = \frac{\text{Erzeugte Menge}}{\text{Arbeitsstunden}} \tag{3.7}$$

Im Gegensatz zur Wirtschaftlichkeit wird auf eine Bewertung der Größen verzichtet; es wird direkt die mengenmäßige Relation gebildet. Die Bestimmung einer Produktivitätskennzahl allein ermöglicht keine Aussage /War90/; nur der Vergleich mit Produktivitätskennzahlen früherer Perioden oder vergleichbarer Prozesse ermöglicht eine Aussage. Darüber hinaus ergibt sich aus der obigen Definition, daß die Produktivität jeweils nur für einen Produktionsfaktor bezogen ist; die Berücksichtigung aller Produktionsfaktoren ist nicht möglich /Hab82, Olf83, War90/.

Die dritte relative Kennzahl, die betrachtet werden soll, ist die Rentabilität. Sie wird definiert als der Quotient aus dem Gewinn und einer weiteren Größe. Wie bei der Produktivität ermöglicht erst der Vergleich verschiedener Rentabilitätskennzahlen eine Aussage. Es können verschiedene Rentabilitätskennzahlen unterschieden werden /Hab82/:

$$\text{Umsatzrentabilität (in \%)} = \frac{\text{Gewinn}}{\text{Umsatz}} 100 \tag{3.8}$$

$$\text{Eigenkapitalrentabilität (in \%)} = \frac{\text{Gewinn}}{\text{Eigenkapital}} 100 \tag{3.9}$$

Abschließend soll die Frage erörtert werden, ob ein wirtschaftlicher Betrieb gleichzeitig unrentabel sein kann. Wie das folgende Beispiel zeigt, ist dies möglich /Hab82/:

> Ein Unternehmen produziert ein Produkt mit Sollkosten von DM 6,-. Abhängig von den Stückkosten[8] und dem Verkaufserlös sind vier Fälle möglich, wie in Tab. 3.1 dargestellt. In dieser Beispiel ist ein Produkt wirtschaftlich, wenn die Stückkosten (Istkosten) kleiner oder gleich den Sollkosten sind; ein Produkt ist rentabel, wenn der Verkaufserlös größer als die Stückkosten ist.

Fall	Verkaufserlös DM/Stück	Stückkosten DM/Stück	Ergebnis
1	10,-	6,-	wirtschaftlich und rentabel
2	10,-	8,-	unwirtschaftlich und rentabel
3	5,-	6,-	wirtschaftlich und unrentabel
4	5,-	8,-	unwirtschaftlich und unrentabel

Tab. 3.1: Gegenüberstellung von Wirtschaftlichkeit und Rentabilität; /Alt88/

[8] Die Stückkosten, auch Durchschnittskosten genannt, ergeben sich aus dem Quotienten von Gesamtkosten und Produktionsmenge; siehe auch Abschnitt 3.1.5.

3.1.3 Betriebliches Rechnungswesen

Die Aufgabe des betrieblichen Rechnungswesen ist die mengen- und wertmäßige Erfassung und Überwachung sämtlicher Vorgänge bei Beschaffung, Produktion, Absatz und Finanzierung /War90/. Tab. 3.2 zeigt eine mögliche Gliederung des betrieblichen Rechnungswesen:

Betriebliches Rechnungswesen			
Finanzrechnung	Kostenrechnung	Statistik	Budgetrechnung
- Geschäftsbuchhaltung - Bilanz (Bestandsrechnung) - Gewinn- und Verlustrechnung - Finanzierung	- Kostenartenrechnung - Kostenstellenrechnung - Kostenträgerrechnung (Betriebsabrechnung)	- Auswertung der Zahlen, Daten von Finanz- und Kostenrechnung zur Kontrolle der Wirtschaftlichkeit (Vergangenheits-rechnung)	- Erstellung der betrieblichen Teilpläne, z.B. Absatzplan, Produktionsplan (Zukunftsrechnung)

Tab. 3.2: Gliederung des betrieblichen Rechnungswesen; /War90/

Im Rahmen dieser Arbeit wird von diesen vier Bereichen des betrieblichen Rechnungswesen nur der Bereich der Kostenrechnung näher betrachtet. Während sich die Finanzrechnung - auch Finanzbuchhaltung bzw. Geschäftsbuchhaltung - vorwiegend an Außenstehende richtet, ist die Kostenrechnung - auch Betriebsbuchhaltung genannt - nach innen gerichtet. Weiterhin unterscheiden sich die Finanz- und Kostenrechnung hinsichtlich der Rechnunsperioden; während die Finanzrechnung eine Jahresrechnung ist, wird die Kostenrechnung als Monatsrechnung erstellt /Hab90/.

Die Aufgabe des Bereichs "Statistik" ist nach obiger Gliederung die Kontrolle der Wirtschaftlichkeit, basierend auf den Daten der Finanz- und Kostenrechnung. Während sich die "Statistik" auf die Vergangenheit bezieht, erstrecken sich die Aufgaben der Budgetrechnung in die Zukunft; es werden die Absatz- und Produktionspläne für die künftigen Perioden erstellt.

3.1.4 Aufgaben und Prinzipien der Kostenrechnung

Die Aufgaben der Kostenrechnung sind /War90/:

- Kontrolle der Wirtschaftlichkeit,
- Kalkulation des Angebotspreises,
- Unterlagen für die unternehmerische Disposition schaffen.

Drei verschiedene Teilbereiche der Kostenrechnung können unterschieden, wie in Abb. 3.2 dargestellt:

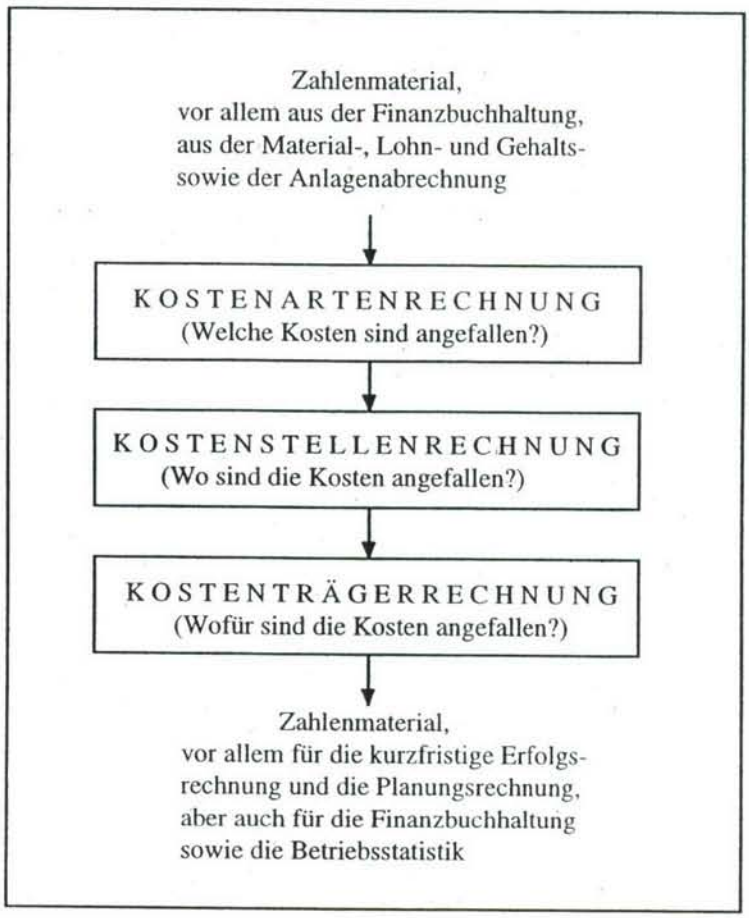


Abb. 3.2: Teilbereiche der Kostenrechnung; /Hab82/

Ausgangspunkt der Kostenrechung ist die Kostenartenrechnung. Sie dient der vollständigen Erfassung und Gliederung aller anfallenden oder angefallenen Kosten in der jeweiligen Periode /Hab82/.

Aufbauend auf die Kostenartenrechnung werden bei der Kostenstellenrechnung die Kosten den verursachenden Betriebsbereichen (Kostenstellen) zugeordnet /Hab82, War90/.

Abschließend erfolgt bei der Kostenträgerrechnung die Aufteilung der Kosten auf die erstellten Güter und Dienstleistungen (Kostenträger) /Hab82/, und ermöglicht somit die Ermittlung der Stückkosten.

Zahlreiche Prinzipien bilden die Grundlage für die Kostenrechnung, von denen hier drei kurz betrachtet werden sollen /Hab82, Hab90/:

1. Verursacherprinzip
2. Durchschnittsprinzip
3. Tragfähigkeitsprinzip

Das Verursacherprinzip besagt, daß einem Kostenträger nur die Kosten zugeordnet werden dürfen, die durch ihn direkt verursacht wurden; genauer: nur die Kosten, die durch die zusätzliche Herstellung eines Kostenträgers verursacht werden.

Das Durchschnittsprinzip wird angewendet, wenn eine Zuordnung der Kosten auf einzelne Kostenträger nach dem Verursacherprinzip nicht möglich ist. Die Verrechnung der Kosten erfolgt bei diesem Prinzip so, daß die anfallenden Kosten gleichmäßig auf alle Kostenträger verteilt werden.

Beim Trägfähigkeitsprinzip werden die nicht direkt zurechenbare Kosten nach der Belastbarkeit der einzelnen Kostenträger verrechnet. Grundlage dafür ist der Absatzpreis bzw. Deckungsbeitrag[9] der Kostenträger; die Kostenträger mit dem höheren Deckungsbeitrag tragen einen höheren Anteil der nicht zurechenbaren Kosten.

Von diesen Prinzipien hat das Verursacherprinzip die größte Bedeutung.

3.1.5 Kostengliederung

Kosten lassen sich nach verschiedenen Kriterien unterteilen. So ist eine Einteilung nach

- der Art der verbrauchten Produktionsfaktoren,
- der betrieblichen Funktion,
- der Art der Verrechnung,
- dem Verhalten bei Kapazitätsschwankungen und
- nach den Kostenträgern

möglich /Hab82/.

Nach der Art der verbrauchten Produktionsfaktoren können unterschieden werden /Hab82/:

- Personalkosten,
- Werkstoffkosten,
- Betriebsmittelkosten,
- Diensleistungskosten.

Ausführlicher werden diese einzelnen Kostenarten in Abschnitt 3.2, Kostenarten, beschrieben.

Die Einteilung nach der betrieblichen Funktion (siehe auch Abschnitt 3.3, Kostenstellen) ergibt folgende Gliederung /Hab82/:

- Beschaffungskosten,
- Fertigungskosten,
- Vertriebskosten,
- Verwaltungskosten.

---

[9] Der Deckungsbeitrag eines Kostenträgers ist definiert als die Differenz zwischen dem Umsatz und den variablen Kosten /War90/; siehe auch Abschnitt 3.1.6 sowie Tab. 3.4 für eine Definition der variablen Kosten.

Die Einteilung der Gesamtkosten nach der Art der Verrechnung in Einzel- und Gemeinkosten zeigt Tab. 3.3:

Gesamtkosten	
Einzelkosten	Gemeinkosten
sind alle Kosten, die einem Kostenträger direkt zugeordnet werden können	sind alle Kosten,die gemeinsam für mehrere Kostenträger anfallen
z.B. Fertigungsmaterial, Fertigungslohn	z.B. Raumkosten

Tab. 3.3: Abgrenzung von Einzel- und Gemeinkosten; /War90/

Nach dieser Abgrenzung können die Einzelkosten direkt einem Kostenträger zugeordnet werden, während die Gemeinkosten von mehreren Kostenträgern gemeinsam verursacht werden; die Zuordnung der Gemeinkosten auf die verursachenden Kostenträger ist nur mit Hilfe eines Verteilungsschlüssels möglich.

Die bei der Erstellung eines Produktes anfallenden Gesamtkosten lassen sich in fixe und variable Kosten unterteilen, wie Tab. 3.4 zeigt:

Gesamtkosten	
fixe Kosten	variable Kosten
fallen zeitabhängig an und verändern sich nicht mit dem Beschäftigungsgrad	sind mengenabhängig und verändern sich mit dem Beschäftigungsgrad
z.B. Gehälter, Abschreibungen	z.B. Akkordlöhne, Fertigungsmaterial

Tab. 3.4: Abgrenzung von fixen und variablen Kosten; /War90/

Die obige Abgrenzung der fixen und variablen Kosten bezieht sich auf den Beschäftigungsgrad (Kapazitätsauslastung). Demnach sind die fixen Kosten unabhängig vom Beschäftigungsgrad und für eine gegebene Zeitperiode (Monat, Jahr) konstant. Demgegenüber verändern sich die variablen Kosten mit dem Beschäftigungsgrad und sind direkt von den produzierten Stückzahlen abhängig.

Die hier gegebene Definition für die fixen und variablen Kosten gilt nur, wenn sie auf eine gegebene Zeitperiode bezogen wird. Werden dagegen die Kosten auf die Stückzahlen bezogen, ergibt sich eine veränderte Situation, wie Abb. 3.3 für die fixen und Abb. 3.4 für die variablen Kosten zeigt:

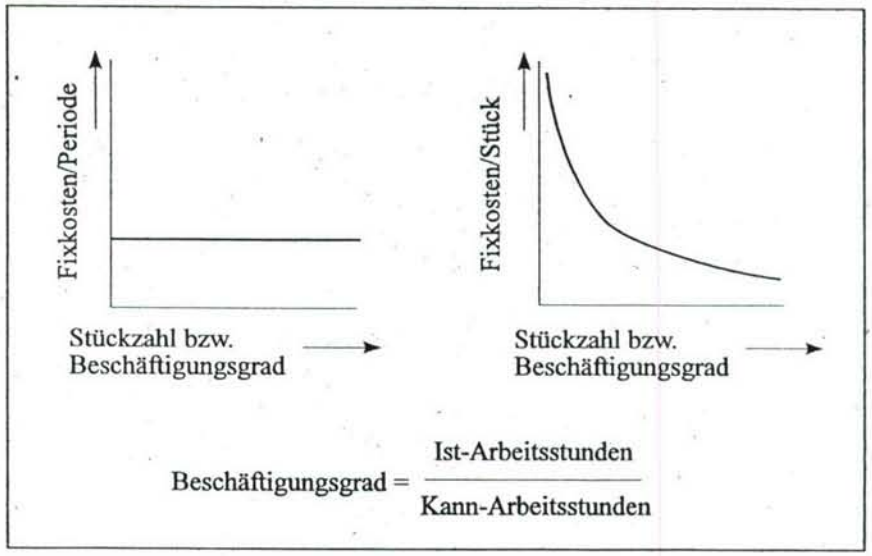


Abb. 3.3: Fixe Kosten in Abhängigkeit vom Beschäftigungsgrad; /War90/

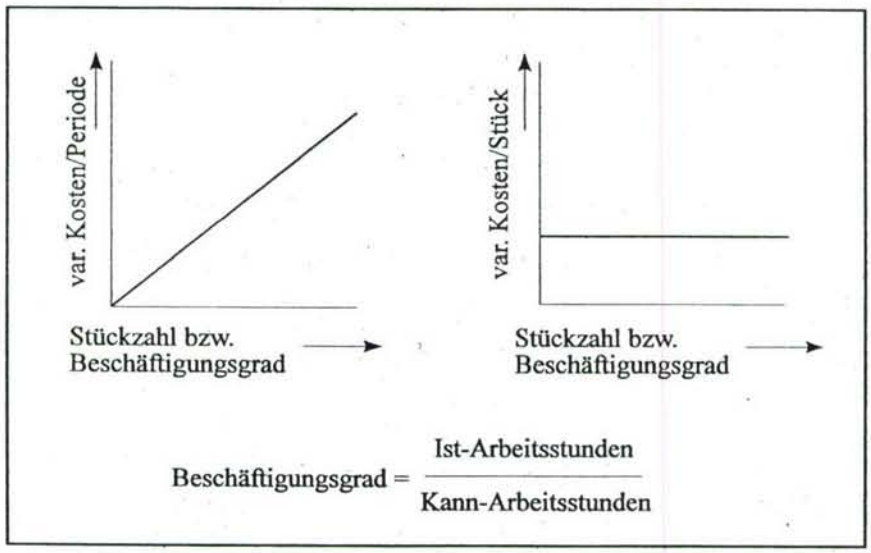


Abb. 3.4: Variable Kosten in Abhängigkeit vom Beschäftigungsgrad; /War90/

Abb. 3.5 zeigt die Abgrenzung zwischen Einzel- und Gemeinkosten auf der einen und variablen und fixen Kosten auf der anderen Seite.

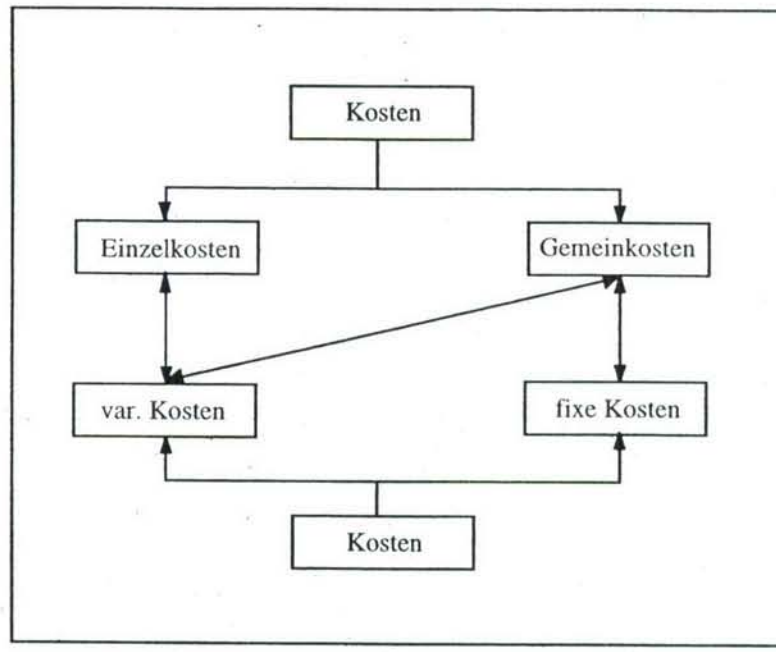


Abb. 3.5: Abgrenzung von Einzel-/Gemein- und var./fixen Kosten; /Hab82/

Es gilt dabei folgendes /Hab82/:

> "Fixkosten sind immer Gemeinkosten,aber
> Gemeinkosten sind nicht immer Fixkosten."

Die Gliederung der Gesamtkosten nach Kostenträgern ergibt folgende Struktur: /Hab82/

- Kosten des Produktes 1
- Kosten des Produktes 2, usw.

3.1.6 Kostenrechnungssysteme

Mit dem Begriff "Kostenrechnungssysteme" werden die verschiedenen Verfahren bezeichnet, die die Aufgaben der Kostenrechnung (wie in Abschnitt 3.1.4 beschrieben) durchführen. Prinzipiell können Kostenrechnungssysteme nach dem Zeitbezug und nach dem Umfang der verrechneten Kosten unterschieden werden. Die Unterscheidung nach dem Zeitbezug erfolgt in

- Istkostenrechnungssysteme
- Normalkostenrechnungssysteme
- Plankostenrechnungssysteme

Nach dem Umfang der verrechneten Kosten wird zwischen

- Vollkostenrechnungssystemen und
- Teilkostenrechnungssystemen

unterschieden. Kostenrechnungssysteme bestehen aus einer Kombination dieser beiden Kriterien, wie Tab. 3.5 zeigt; sechs verschiedene Varianten können unterschieden werden:

		Zeitbezug der Kosten		
		Istkosten	Normalkosten	Plankosten
Umfang der verrechneten Kosten	Vollkosten			
	Teilkosten			

Tab. 3.5: Kostenrechnungssysteme; /Hum86/

Grundlage für die Istkostenrechnung sind die tatsächlich angefallenen Kosten. Diese Kosten werden aus den Ist-Preisen[10] und den Ist-Verbrauchsmengen ermittelt. Zufällige Veränderungen der Preise (z.B. Preisschwankungen bei der Beschaffung) oder der Mengen (z.B. erhöhter Ausschuß) führen somit zu Schwankungen der Kosten. Die Vergleichbarkeit der Kosten verschiedener Planungsperioden ist somit nicht gegeben (Annahme: Preise und/oder Mengen schwanken). Die Vor- und Nachteile der Istkostenrechnung sind in Tab. 3.6 dargestellt /Hab82, Hum86, War70/.

Um Schwankungen der Kosten wie bei der Istkostenrechnung zu vermeiden, wird bei der Normalkostenrechnung mit durchschnittlichen Kosten gerechnet; es wird also der Durchschnitt (der statistische Mittelwert) der Istkosten vergangener Perioden gebildet. Die Ermittlung der Normal- bzw Durchschnittskosten muß aber nicht für alle Kostenelemente erfolgen. Die Vor- und Nachteile der Normalkostenrechnung sind ebenfalls in Tab. 3.6 aufgeführt /Hab82, Hum86, War70/.

Im Gegensatz zu den bereits vorgestellten Rechnungssystemen basiert die Plankostenrechnung nicht auf den (vergangenheitsbezogenen) Istkosten, sondern auf den (zukunftsorientierten) Plankosten. Die Plankosten werden dabei aus den geplanten Preisen und Mengen ermittelt, und können somit auch als Sollkosten bezeichnet werden. Ein Soll-Ist-Vergleich der Kosten ist somit möglich. Tab. 3.6 listet die Vor- und Nachteile der Plankostenrechnung auf /Hab82, Hum86, War70/.

	Vorteile	Nachteile
Istkostenrechnung	- einfache Anwendung - Nachkalkulation möglich	- fehlende Vergleichbarkeit verschiedener Perioden - keine Kostenkontrolle möglich, da Sollkosten fehlen
Normalkostenrechnung	- vereinfachte Abrechnung - geringere Zufallsschwankungen	- exakte Nachkalkulation nicht möglich
Plankostenrechnung	- unabhängig von Zufallsschwankungen - Soll-Ist-Vergleich möglich	

Tab. 3.6: Vor- und Nachteile verschiedener Kostenrechnungssysteme; /Hab82, Hum86, War70/

[10] "Preis ist der Geldbetrag, der am Markt für Wirtschaftsgüter entrichtet wird" /Däu92/.

Bei der Vollkostenrechnung werden alle anfallenden Kosten auf die Kostenträger verrechnet, sowohl variable als auch fixe Kosten. Insbesondere die Verrechnung der fixen Kosten kann dabei zu Problemen führen, da dies gegen das Verursacherprinzip (siehe Abschnitt 3.2.2) verstößt /Hab82/.

Fixe Kosten entstehen durch langfristige, betriebliche Entscheidungen über Betriebsmittel und Arbeitsplätze. Diese Kosten sind Periodenkosten, d.h. sie fallen proportional zur Abrechnungsperiode an. Bei der Vollkostenrechnung werden diese Kosten aber proportional zur Fertigungszeit verrechnet, obwohl diese Kosten unabhängig von der Fertigungszeit (bei gegebenen Kapazitäten) sind. Als besonders problematisch kann sich dies bei Entscheidungen über die Produktionseinstellung von Verlustartikeln erweisen. Auf Grund der Einstellung eines betreffenden Artikels erhöhen sich die Kosten der verbleibenden Artikel automatisch /War90/. Das folgende Beispiel verdeutlicht diesen Sachverhalt /War90/:

> "In der einer Maschinenfabrik angegliederten Gießerei wird neben der Eigengußerzeugung auch ein erhebliches Kundengußprogramm durchgeführt. Als die Eigengußerzeugung aufgrund einer Absatzkrise zurückging, überstiegen die Vollkosten aller Kundengußaufträge die Preise, so daß die meisten Aufträge zu "Verlusten" führten. Daraufhin traf die Geschäftsleitung die Entscheidung, die Kundengußproduktion ganz einzustellen. Hierdurch wurde jedoch der Verlust noch größer, da viele Kundengußaufträge neben den von ihnen verursachten proportionalen Kosten auch erhebliche Teile der fixen Kosten gedeckt hatten, die nun allein durch die Eigengußproduktion zu decken sind."

Eine mögliche Lösung dieses Problemes bietet die Teilkostenrechnung, bei der nur die variablen Kosten einer Periode auf die Kostenträger umgelegt werden /War90/. Es erfolgt also eine Aufteilung der Gemeinkosten in variable und fixe Gemeinkosten, wie Tab. 3.7 zeigt:

Einzelkosten	Gemeinkosten	
(variabel)	fix	variabel
- Fertigungsmaterial - Fertigungslohn	- zeitbedingte Abschreibungen - Zinsen - Mieten - Gehälter	- nutzungsbedingte Abschreibungen - Energiekosten - Betriebsstoffe - Hilfslöhne

Tab. 3.7: Aufteilung der Gemeinkosten bei der Teilkostenrechnung; /War90/

Die Aufteilung der Kosten in variable und fixe Kosten kann sich u.U. als problematisch erweisen. Eine mögliche Lösung ist die graphische Auftragung der Kosten über dem Beschäftigungsgrad, so daß durch eine Regressionsanalyse der Zusammenhang zwischen den Kosten und der Auslastung ermittelt werden kann, wie Abb. 3.6 zeigt.

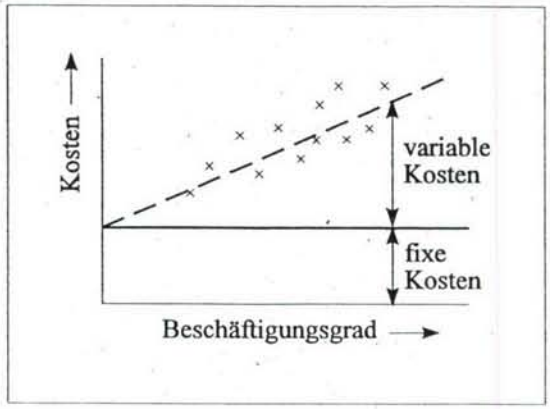


Abb. 3.6: Graphische Bestimmung der Kosten; /War90/

Neben diesen veränderten Kostenarten ergeben sich bei der Teilkostenrechnung u.U. auch Veränderungen bei der Kostenstellenrechnung, da die variablen Gemeinkosten verursachungsgerecht ermittelt werden müssen /War90/.

Die Kostenträgerrechung wird bei der Teilkostenrechnung vielfach als Deckungsbeitragsrechnung bezeichnet /War90/. Der Deckungsbeitrag kann dabei nach folgender Gleichung ermittelt werden/War90/:

(3.10) Deckungsbeitrag = Umsatzerlös - variable Kosten

Abb. 3.7 erläutert die Berechnung des Deckungsbeitrags. Im ersten Fall deckt der Deckungsbeitrag nur einen Teil der Fixkosten. Im zweiten Fall ist der Deckungsbeitrag ausreichend, um die gesamten Fixkosten zu decken und einen Gewinn zu ermöglichen.

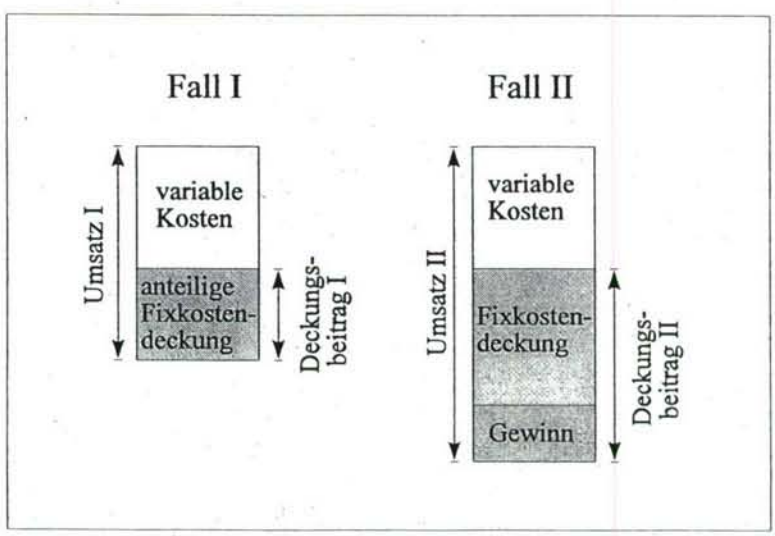


Abb. 3.7: Erläuterung des Deckungsbeitrags; /War90/

3.2 Kostenartenrechnung

Wie bereits in Abschnitt 3.1.4 erläutert, ist die Aufgabe der Kostenartenrechnung die vollständige Erfassung und Gliederung aller anfallenden oder angefallenen Kosten einer Periode. Zwei Grundsätze müssen dabei beachtet werden /Olf83/:

1: Grundsatz der Vollständigkeit
Es muß sichergestellt sein, daß alle Kosten erfaßt werden.

2. Grundsatz der Eindeutigkeit
Es muß sichergestellt sein, daß es zu keinen Überschneidungen zwischen verschiedenen Kostenarten kommt, und die Kosten eindeutig einer Kostenart zugeordnet werden können.

Aufbauend auf diese Grundsätze werden verschiedene Kostenarten gebildet. Bild 1 im Anhang zeigt einen Auszug aus dem Kostenartenplan des Gemeinschaftskontorahmen der Industrie, auf den hier nicht näher eingegangen werden soll. Im Rahmen dieser Arbeit werden nur folgende Kostenarten näher betrachtet:

- Materialkosten,
- Personalkosten,
- Dienstleistungskosten,
- kalkulatorische Kosten.

3.2.1 Materialkosten

Materialkosten ergeben sich aus dem Verbrauch von folgenden Gütern /Olf83, War90/:

Fertigungsmaterial (Rohstoffe)
Rohstoffe, wie Werkstoffe und Einbauteile, sind Hauptbestandteile des Produktes, und können als Einzelkosten abgerechnet werden.

Hilfsstoffe
Hilfsstoffe, wie z.B. Schrauben, Farben oder Verpackungsmaterial, sind unwesentliche Bestandteile des Produktes, in der Regel mit einem geringen wertmäßigen Anteil am Produkt. Sie werden daher oft als Gemeinkosten verrechnet.

Betriebsstoffe
Betriebsstoffe, wie z.B. Strom, Briefbögen oder Schmierstoffe, werden zur Herstellung des Produktes benötigt, sind aber nicht Bestandteil. Sie können nur als Gemeinkosten erfaßt werden.

Die Bestimmung der Materialkosten ergibt sich aus der Menge der verbrauchten Materialien und der anschließenden Bewertung. Insbesondere die Bewertung kann sich als problematisch erweisen, wenn die verbrauchten Materialien zu unterschiedlichen Preisen eingekauft wurden (siehe auch Abschnitt 3.1.6).

3.2.2 Personalkosten

Die Personalkosten setzen sich aus folgenden Anteilen zusammen /Olf83, War90/:

Löhne
Löhne werden als Akkord-, Prämien- oder Zeitlohn gezahlt. Es kann dabei zwischen Fertigungs- und Hilfslohn unterschieden werden. Fertigungslöhne (z.B. für Arbeiter an einer Drehmaschine oder einer Montagestraße) können direkt als Einzelkosten einem Kostenträger zugeordnet werden, während Hilfslöhne (z.B. für Lagerarbeiter oder Betriebsschlosser) in die Gemeinkosten einfließen.

Gehälter
Gehälter werden als Zeitlohn an Angestellte gezahlt und sind in der Regel Gemeinkosten.

Sozialkosten
Zu den Sozialkosten zählen einmal die gesetzlichen Sozialkosten, wie die Arbeitgeberanteile an der Arbeitslosen-, Kranken- und Rentenversicherung, dann aber auch freiwillige Sozialkosten, die auf Grund von Betriebsvereinbarungen gezahlt werden; zu den freiwilligen Sozialkosten zählen Beihilfen für Kuren, Jubiläen wie auch für Kindergärten oder Kantinen.

sonstige Personalkosten
In diesen Bereich der Personalkosten fallen Aufwendungen für die Anwerbung neuer Mitarbeiter oder Abfindungskosten.

3.2.3 Dienstleistungskosten

Unter dem Begriff Dienstleistungskosten werden die Kosten zusammengefaßt, die durch den Bezug von Leistungen anderer Unternehmen/Betriebe entstehen. Darunter fallen z.B. Miet-, Telefon-, Versicherungs- oder Patentkosten. Weiterhin können auch öffentliche Abgaben, wie Steuern oder Gebühren zu den Dienstleistungskosten gezählt werden, obwohl diesen Kosten keine Leistungen gegenüberstehen /Hab90/.

3.2.4 Kalkulatorische Kosten

Kosten, denen kein Aufwand/Leistung gegenübersteht, werden als kalkulatorische Kosten bezeichnet. Sie werden im Rahmen der Kostenrechnung verwendet, damit ein "ordnungsgemäßer" Verzehr der Produktionsfaktoren gewährleistet ist /Hab82/. Zu den kalkulatorischen Kosten zählen /Hab82/:

- kalkulatorische Abschreibungen,
- kalkulatorische Kosten,
- kalkulatorischer Unternehmenslohn,
- kalkulatorische Miete und
- kalkulatorische Wagnisse.

Von diesen fünf Kosten werden hier nur die kalkulatorischen Abschreibungen näher betrachtet.

Aufgabe der kalkulatorischen Abschreibung ist die Ermittlung des verursachungsgerechten Werteverzehrs von mehrperiodig nutzbaren und abnutzbaren Betriebsmitteln in der jeweiligen Abrechnungsperiode /Hab90/. Die Ziele der Abschreibung können dabei sein /Hab90/:

- Substanzerhaltung der Investitionsgüter,
- periodengerechte Anlagenbewertung zur Ermittlung des Unternehmensgewinns,
- periodengerechte Zuordnung der Kapitalkosten[11] auf die Kostenträger.

Drei Ursachen von Abschreibungen können unterschieden werden /Hab90, War90/:

- Abschreibungen technischer Art:
  - technischer Verschleiß,
  - natürlicher oder ruhender Verschleiß.

- Abschreibungen wirtschaftlicher Art:
  - Entwertung durch technischen Fortschritt,
  - Entwertung durch Bedarfsverschiebung am Markt,
  - Entwertung durch Preisänderungen.

- Abschreibungen zeitlicher Art:
  - Entwertung durch Fristablauf, z.B. von Patenten.

Grundlage für die Berechnung (genauer: Schätzung /Hab90/) der Abschreibung ist bei bekannten Anschaffungskosten[12] eine Abschätzung der voraussichtlichen Nutzungsdauer des Betriebsmittels. Die Nutzungsdauer ist dabei keine feste Größe, sondern hängt u.a. von der geplanten Auslastung des Betriebsmittels oder vom Aufkommen neuer Technologien ab /War90/. Richtwerte für die Nutzungsdauer können den amtlichen Abschreibungstabellen entnommen werden; Tab. 3. zeigt einen Ausschnitt aus diesen Tabellen für den Maschinenbau /War90/:

Investitionsgüter	Nutzungsdauer (Jahre)
Fabrikgebäude, massiv	40 - 20
Drehmaschinen	15 - 10
Pressen	12 - 10
Kräne	12
Drehautomaten	6 - 3
PKW	5 - 3
LKW	4 - 3

Tab. 3.8: Nutzungsdauer von Investionsgütern; /War90/

Die Berücksichtigung der jeweiligen betrieblichen Einsatzbedingungen erfolgt über Mulitplikatoren, wie die folgende Gleichung zeigt /War90/.

---

[11] "Kapitalkosten sind kalkulatorische Zinsen für Eigenkapital und Fremdkapital" /Däu92/.

[12] Oft werden anstelle der Anschaffungskosten auch die Wiederbeschaffungskosten verwendet.

(3.11) betriebliche Nutzungsdauer = Nutzungsdauer x Multiplikatoren

Tab. 3.9 zeigt Multiplikatoren, wie sie im Maschinenbau verwendet werden:

Betrieblicher Einsatz	Multiplikator
Einsatz von weniger als acht Stunden am Tag	1,2 - 1,8
Zwei-Schicht Einsatz	0,75 - 1
Drei-Schicht Einsatz	0,6 - 1
Einsatz in feuchten und staubigen Räumen	0,6 - 0,8

Tab. 3.9: Multiplikatoren zur Anpassung der Nutzungsdauer; /War90/

Verschiedene Methoden können zur Umrechnung der Anschaffungskosten auf die Abrechnungsperioden verwendet werden; im folgenden werden vier dieser Methoden kurz vorgestellt:

lineare Abschreibung
Bei dieser Methode werden die Anschaffungskosten gleichmäßig über die Nutzungsdauer verteilt; es wird also ein gleichmäßiger Werteverzehr angenommen. Evtl. wird auch ein erwarteter Verkaufserlös des Betriebsmittels berücksichtigt. Gleichung 3.12 zeigt die sich ergebende Abnutzung /Hab90/:

(3.12) $$a = \frac{A - L}{n}$$

mit

a	=	jährlicher Abschreibungsbetrag
A	=	Anschaffungskosten
L	=	Liquidationserlös
n	=	geschätzte Nutzungsdauer in Jahren

degressive Abschreibung
Bei der degressiven Abschreibung werden die Abschreibungskosten von Abrechnungsperiode zu Abrechungsperiode kleiner. Dies erfolgt unter der Annahme, daß ein neues Betriebsmittel in den ersten Jahren den größten Wertverlust hat, der dann gegen Ende der Nutzungsdauer kleiner wird.

progressive Abschreibung
Im Gegensatz zur degressiven Abschreibung steigt bei der progessiven Abschreibung der Werteverzehr je Abrechnungsperiode. Diese Methode wird kaum verwendet, da ihre Annahme (stärkere Abnutzung zum Ende der Nutzungsdauer) im Widerspruch zu den Grundsätzen der kaufmännischen Vorsicht steht; auch aus steuerlichen Gründen wird auf eine Anwendung dieser Methode oft verzichtet. /Olf83/.

variable Abschreibung
Bei der variablen Abschreibung erfolgt die Abschreibung unter Berücksichtigung der tatsächlichen betrieblichen Einsatzbedingungen. Eine vorausschauende Berechnung der jeweiligen Abschreibungskosten ist daher nicht möglich.

3.3 Kostenstellenrechnung

Die Kostenstellenrechnung baut auf die Kostenartenrechnung auf und ermöglicht eine verursachungsgerechte Verrechnung der Kosten auf die einzelnen Kostenträger.

Einzelkosten können (per Definition) unmittelbar den einzelnen Kostenträgern zugeordent werden. Gemeinkosten fallen dagegen für mehrere Kostenträger an. Eine pauschale Verrechnung dieser Gemeinkosten auf die Kostenträger steht im Widerspruch zum Verursacherprinzip (siehe Abschnitt 3.1.4), da die einzelnen Kostenträger einen unterschiedlich großen Anteil an der Entstehung der Gemeinkosten haben /Olf83/. Vorrangige Aufgabe der Kostenstellenrechnung ist es daher, diese Gemeinkosten verursachungsgerecht auf die Kostenträger zu verteilen. Abb. 3.8 zeigt diesen Zusammenhang.

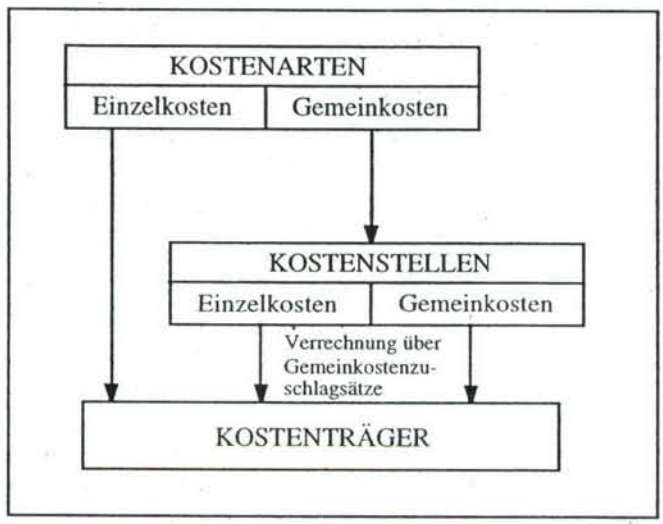


Abb. 3.8: Einordnung der Kostenstellenrechnung; /War90/

Folgende Aufgaben der Kostenstellenrechnung können unterschieden werden /Olf83/:

- Verteilung der Gemeinkosten aus der Kostenartenrechnung,
- Durchführung der innerbetrieblichen Leistungsverrechnung,
- Vorbereitung der Kalkulation,
- Kontrolle der Wirtschaftlichkeit.

3.3.1 Kostenstellen

Grundlage für die Kostenstellenrechnung ist die Bildung von Kostenstellen (Abrechnungsbereichen). Eine Kostenstelle ist dabei nach Haberstock /Hab82/ ein "betrieblicher Teilbereich, der kostenrechnerisch selbständig abgerechnet wird"; grundsätzlich wird der gesamte Betrieb in Kostenstellen gegliedert Bei der Bildung von Kostenstellen müssen nach Haberstock /Hab82/ folgende drei Grundsätze beachtet werden:

- "Jeder Kostenstelle müssen genaue Bezugsgrößen der Kostenverursachung zugeordnet werden."

- "Jede Kostenstelle sollte ein selbständiger Verantwortungsbereich sein, damit eine Wirtschaftlichkeitsrechnung möglich ist."

- "Nach dem Prinzip der Wirtschaftlichkeit ist jede Kostenstelle so zu bilden, daß sich alle Kostenbelege ohne große Schwierigkeiten verbuchen lassen."

Aus diesen Grundsätzen ergibt sich ein grundlegendes Optimierungsproblem bei der Bildung der Kostenstellen /Hab82/. Eine genaue Kostenkontrolle erfordert eine feine Kostenstelleneinteilung, verursacht aber gleichzeitig höhere Abrechnungskosten. Um dieses Problem zu lösen, wird in der Praxis eine unterschiedliche Einteilung im Fertigungsbereich und im Verwaltungsbereich gewählt. Während im Fertigungsbereich eine tiefgegliederte Kostenstelleneinteilung, oft sogar bis auf einzelne Maschinen, gewählt wird, erfolgt die Einteilung im Verwaltungsbereich wesentlich gröber, etwa auf der Abteilungsebene /Hab82/; der Grund für diese Einteilung im Verwaltungsbereich ist, daß verursachungsgerechte Bezugsgröße nur schwer ermittelt werden können.

Eine auf diesen Grundsätzen basierende Einteilung nach funktionellen Kriterien in Kostenbereiche zeigt Tab. 3.10:

Kostenbereich	zugeordnete Abteilungen
- Materialstelle	- z.B. Einkauf, Materiallager- und prüflabor
- Fertigungsstellen	- z.B. Arbeitsvorbereitung, Montage
- Vertriebsstellen	- z.B. Vertrieb, Verpackung
- Verwaltungsstellen	- z.B. Finanzbuchhaltung, Poststelle
- allgemeine Kostenstellen	- z.B. Stromversorgung, Gebäudereinigung
- Forsuchungsstellen	- z.B. Zentrallabor, Versuchswerkstatt, Werknormung?

Tab. 3.10: Kostenbereich; /Hab90/

Ein detallierter Kostenstellenplan, der auf der obigen Einteilung in Kostenbereiche basiert, ist in Bild 2 im Anhang dargestellt.

3.3.2 Betriebsabrechnungsbogen

Ausgehend vom Kostenstellenplan wird der Betriebsabrechnungsbogen (BAB), eine tabellarische Form der Kostenstellenrechnung, aufgestellt. In den Zeilen werden dabei die Kostenarten, in den Spalten die Kostenstellen eingetragen. Bild 3 im Anhang zeigt ein Beispiel für einen einfachen BAB. Die Aufgaben des BAB sind /Hab90, War90/:

1. die verursachungsgerechte Verteilung der Gemeinkosten auf die Kostenstellen,
2. die Durchführung der innerbetrieblichen Leistungsverrechnung,
3. die Bildung von Kalkulationssätzen.

Grundsätzlich werden im BAB, der in der Regel monatlich aufgestellt wird, nur die Gemeinkosten erfaßt /Hab82/; ggf. werden dennoch die Einzelkosten mit aufgenommen, um

die Berechnung der Kalkulationssätze zu ermöglichen. Im folgenden wird kurz die Berechnung der Gemeinkosten-Zuschlagsätze vorgestellt /War90/; der in Bild 3 dargestellt BAB dient dabei als Grundlage.

1. Aus der Kostenartenrechnung werden die Gemeinkosten entnommen und auf die einzelnen Kostenstellen verteilt.

2. Die Einzelkosten der Kostenstellen werden eingetragen.

3. Die Gemeinkosten-Zuschläge werden berechnet. Es werden dabei folgende Gleichungen verwendet /War90/:

$$\text{Fertigungsgemeinkosten} - \text{Zuschlagsatz} = \frac{\text{Fertigungsgemeinkosten}}{\text{Fertigungslöhne}} 100 \tag{3.12}$$

$$\text{Materialgemeinkosten} - \text{Zuschlagsatz} = \frac{\text{Materialgemeinkosten}}{\text{Fertigungsmaterial}} 100 \tag{3.13}$$

$$\text{Verwaltungsgemeinkosten} - \text{Zuschlagsatz} = \frac{\text{Verwaltungsgemeinkosten}}{\text{Herstellkosten}} 100 \tag{3.14}$$

$$\text{Vertriebsgemeinkosten} - \text{Zuschlagsatz} = \frac{\text{Vertriebsgemeinkosten}}{\text{Herstellkosten}} 100 \tag{3.15}$$

Bei dieser Berechnung der Gemeinkosten-Zuschlagsätze muß beachtet werden, daß die Gemeinkosten in der Regel fixe Kosten, die Einzelkosten aber variable Kosten sind. Verändert sich die Auslastung, verändern sich somit auch die Gemeinkosten-Zuschlagsätze; eine erneute Berechnung der Zuschlagsätze ist erforderlich.

Auf weitere Verfahren der Kostenstellenrechnung, wie die Platzkostenrechnung, die Berechnung von Maschinenstundensätzen oder Maschinenkosten, soll hier nicht näher eingegangen werden. Warnecke /War90/ stellt diese Verfahren aber ausführlich vor.

3.3.3 Innerbetriebliche Leistungsverrechung

Eine weitere Aufgabe der Kostenstellenrechnung ist die innerbetriebliche Leistungsverrechnung (ibL). Die Notwendigkeit der innerbetrieblichen Leistungsverrechnung ergibt sich aus der Tatsache, daß ein Unternehmen auch Leistungen erstellt, die nicht für den Markt bestimmt sind. Zu diesen innerbetrieblichen Leistungen zählen u.a. Werkzeuge, Vorrichtungen oder Reparaturen /War90/. Die Kosten für diese Leistungen müssen ermittelt werden, damit eine vollständige Berechnung der gelieferten Leistungen möglich ist. Weiterhin kann mit der ibL ermittelt werden, ob Eigenerstellung oder Fremdbezug bestimmter Leistungen wirtschaftlicher ist.

Probleme bei der ibL ergeben sich aus dem gegenseitigen Austausch von Leistungen zwischen den einzelnen Kostenstellen. So liefert die Schlosserei Leistungen an das Labor, bezieht aber gleichzeitig auch Leistungen vom Labor. Die Schlosserei kann aber erst dann ihre Kosten berechnen, wenn die Kosten des Labors bekannt sind. Das Labor wiederum kann seine Kosten erst berechnen, wenn die Kosten der Schlosserei bekannt sind. Zur Lösung dieses Problemes sind verschiedene Verfahren, wie das Gleichungsverfahren, das Stufenleiterverfahren oder das Anbauverfahren entwickelt worden, die in /Hab82, War90/ umfassend vorgestellt werden.

3.4 Kostenträgerrechnung

Das Ziel der Kostenträgerrechnung, als letzte Stufe der Kostenrechnung, ist die Verteilung der Kosten auf die einzelnen Kostenträger. Kostenträger sind dabei Leistungen, die ein Unternehmen produziert hat. Folgende Aufgaben der Kostenträgerrechnung können unterschieden werden /Hab82, Hab90/:

1. Ermittlung der Kosten der Kostenträger,
2. Bewertung der Bestände an Halb- und Fertigfabrikaten,
3. Bereitstellung von Informationen für die Preispolitik,
4. Bereitstellung von Informationen für die Programmpolitik.

Im Rahmen der Kostenträgerrechnung kann dabei zwischen der Kostenträgerzeitrechnung und der Kostenträgerstückrechnung unterschieden werden. Auf die Kostenträgerzeitrechnung, die als Periodenrechnung die in einer Periode für einen Kostenträger anfallenden Kosten ermittelt, wird im Rahmen dieser Arbeit nicht näher eingegangen.

Bei der Kostenträgerstückrechnung werden die Kosten jedes Kostenträgers ermittelt. Drei Arten der Kostenträgerstückrechnung lassen sich auf Grund des Kalkulationszeitpunktes unterscheiden /Hab82, War90/:

- Vorkalkulation,
- Zwischenkalkulation,
- Nachkalkulation.

Die Vorkalkulation erfolgt vor der Leistungserstellung und basiert auf einer möglichst genauen Schätzung der Kosten; die Genauigkeit ist deshalb begrenzt. Die Vorkalkulation dient vor allem der Angebotserstellung.

Die Zwischenkalkulation kann bei längeren Herstellungszeiten angewendet werden, um während der Herstellung die Kostenentwicklung zu überwachen; sie kann auch als Nachkalkulation der Halbfabrikate bezeichnet werden.

Nach der Leistungserstellung erfolgt die Nachkalkulation mit dem Ziel der Erfolgsermittlung und -kontrolle. Die Bedeutung der Nachkalkulation ist groß, da bei ihr die Soll- und Ist-Kosten verglichen werden. Es besteht so die Möglichkeit, Fehleinschätzungen oder Unwirtschaft-lichkeiten zu erkennen /Hab82/.

Neben diesen drei Arten der Kostenträgerstückrechnung können auch verschiedene Verfahren unterschieden werden /War90/:

- Divisionskalkulation,
- Zuschlagkalkulation,
- Kuppelkalkulation.

Die Divisionskalkulation findet vor allem bei einer einheitlichen Massenfertigung, wie z.B. bei Ziegeleien oder der Grundstoffindustrie, Anwendung. Grundlegendes Kennzeichen der Divisionskalkulation ist, daß nach Haberstock /Hab90/ die "Gesamtkosten des Betriebes oder einzelner Betriebsbereiche ohne Differenzierung in Einzel- und Gemeinkosten auf die hergestellten oder produzierten Produkte" umgelegt werden.

Bei der Zuschlagkalkulation erfolgt eine Trennung von Einzel- und Gemeinkosten; Voraussetzung ist also eine Kostenstellenrechnung, wie sie in Abschnitt 3.3 vorgestellt wurde. Die Einzelkosten werden dabei direkt den Kostenträgern zugerechnet, die Gemeinkosten indirekt über die Gemeinkostenzuschläge. Im folgenden wird kurz die differenzierte Zuschlagkalkulation vorgestellt:

Grundlage für die differenzierte Zuschlagskalkulation ist die Aufteilung der Gemeinkosten entsprechend ihrer Einflußgrößen in mehrere Gemeinkostenarten /War90/, wie in Bild 3 dargestellt. Bezugsgröße für die Berechnung der Gemeinkosten sind die in den jeweiligen Bereichen entstandenen Einzelkosten, wie bereits in Abschnitt 3.3 gezeigt. Tab. 3.11 zeigt das sich ergebende Schema zur Berechnung der Selbstkosten[13] bei der differenzierten Zuschlagkalkulation.

	Fertigungsmaterial	....	
+	Materialgemeinkosten	....	
=	Materialkosten		....
+	Fertigungslöhne	....	
+	Fertigungsgemeinkosten	....	
=	Fertigungskosten		....
=	Herstellkosten		....
+	Entwicklungskosten		....
+	Verwaltungsgemeinkosten		....
+	Vertriebsgemeinkosten		....
=	Selbstkosten		....

Tab. 3.11: Schema zur Berechnung der Selbstkosten; /War90/

Nach diesem Schema werden folgenden Kosten unterschieden /War90/:

(3.15) Materialkosten = Fertigungsmaterial + Materialgemeinkosten

[13] "Selbstkosten umfassen die Gesamtheit aller Kosten, die im Zusammenhang mit der Herstellung und dem Verkauf eines Gutes oder einer Dienstleistung anfallen, also Herstellkosten und Verwaltungs- und Vertriebskosten." /Däu92/

(3.16) Fertigungskosten = Fertigungslohn + Fertigungsgemeinkosten

(3.17) Herstellkosten = Materialkosten + Fertigungskosten

(3.18) Selbstkosten = Herstellkosten + Entwicklungskosten + Verwaltungsgemeinkosten + Vertriebsgemeinkosten

Das letzte hier vorgestellte Verfahren der Kostenartenstückrechnung ist die Kuppelkalkulation, die bei der Kuppelproduktion angewendet wird. Unter einer Kuppelproduktion versteht man Produktionsverfahren, bei denen aus technischen Gründen aus einem Ausgangsprodukt mehrere Produkte hergestellt werden, wie z.B. in einem Hochofen (Stahl, Schlacke und Gichtgas) oder in Raffinerien (Benzine, Öle, Gase) /Hab82/.

Prinzipiell ist bei Kuppelprodukten die Anwendung des Verursacherprinzipies (siehe Abschnitt 3.1.3) unmöglich, da nicht bestimmt werden kann, welches Produkt welchen Anteil an den Gesamtkosten hatte /Hab82/. Die verschiedenen Methoden der Kuppelkalkulation sollen hier nicht behandelt werden, sind aber /War90/ zu entnehmen.

4 Investitionsrechnung

4.1 Grundlagen

Aufgabe der Investitionsrechnung ist es, das Erfolgs- wie auch das Liquiditätsrisiko von Investitionen zu bestimmen. Die dazu angewendeten Verfahren werden in diesem Kapitel kurz vorgestellt.

Voraussetzung für jede Investition ist das Vorhandensein von "flüssigen Mitteln". Flüssige Mitteln können dabei sowohl Eigen- wie auch Fremdkapital sein. Auf die Kapitalbeschaffung, auch Finanzierung genannt, wird nicht weiter eingegangen; es wird vorausgesetzt, daß das benötigte Kapital vorhanden ist. Dennoch darf die Bedeutung der Finanzierung nicht unterschätzt werden, da der Zinssatz für die Rendite Berechnungen durch sie festgelegt wird.

4.1.1 Begriffe und Definitionen

In der betriebswirtschaftlichen Literatur werden unterschiedliche Definitionen des Begriffes "Investition" verwendet /Schi89, Wöh86/. Im Rahmen dieser Arbeit ist eine Investition "jede vorläufige oder endgültige Festlegung flüssiger Mittel, an die die Erwartung eines späteren Nutzens geknüpft ist" /Zol71/.

Weitere wichtige Begriffe der Investitionsrechnung wurden bereits im Abschnitt 3.1.1 definiert, wie z.B.:

- Wirtschaftlichkeit,
- Rentabilität oder
- Produktivität.

4.1.2 Abgrenzung zur Kostenrechnung

Die Investitionsrechnung kann eindeutig von der Kostenrechnung, wie sie in Kap. 3 behandelt wurde, abgegegrenzt werden /Däu89/. Während bei der Kostenrechnung die Ermittlung des Betriebserfolges im Vordergrund steht, wird bei der Investitionsrechnung die Vorteilhaftigkeit einer Investition geprüft. Dies geschieht auf Basis der "drei Z": der Zahlungen, deren zeitliche Verteilung und des Zinssatzes des Investors /Däu89/. Tab. 4.1 faßt die Unterschiede zwischen Kostenrechnung und Investitionsrechnung zusammen.

Abgrenzungskriterium	Kostenrechnung	Investitionsrechnung
- Regelmäßigkeit	wird regelmäßig in bestimmten Abständen erstellt	wird von Fall zu Fall, also diskontinuierlich, erstellt
- Planungsperiode	wird für die Planungsperiode durchgeführt	wird für die gesamte Nutzungsdauer, meist mehrere Perioden, durchgeführt
- Bezugsobjekt	Betrieb als Ganzes	einzelne Anlagen/Maschinen
- Rechnungszweck	kurzfristige Kontrolle und Steuerung des gesamten Betriebes	Bestimmung der absoluten oder relativen Vorteilhaftigkeit einer einzelnen Investition
- Rechnungselemente	Kosten und Leistungen	Kosten und Leistung, bzw. Einzahlungen und Auszahlungen[14]

Tab. 4.1: Abgrenzung von Kosten- und Investitionsrechnung; /Däu89/

4.1.3 Investitionsarten

Investitionen lassen sich nach verschiedenen Kriterien klassifizieren, wobei im folgenden die Klassifikation nach

- objektbezogenen Investitionen und
- wirkungsbezogenen Investitionen

behandelt werden soll.

Drei Arten von objektbezogenen Investitionen können unterschieden werden, wie Abb. 4.1 zeigt:

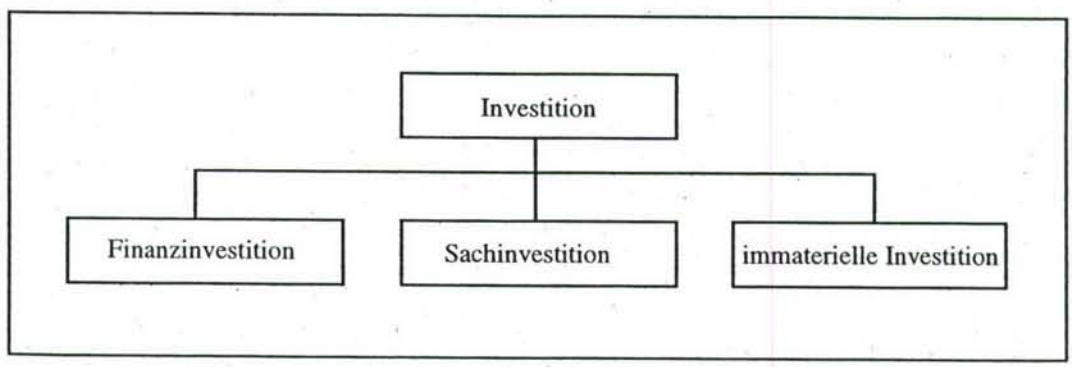


Abb. 4.1: Objektbezogene Investitionsarten; /Olf88/

Bei Finanzinvestitionen wird Kapital in Finanzprojekten, wie Wertpapieren oder Beteiligungen, angelegt /Olf88, War80/.

[14] siehe auch Tab. 4.3 zur Abgrenzung der statischen und dynamischen Verfahren.

Sachinvestitionen sind Investitionen, die den betrieblichen Produktionsprozeß verbessern bzw. erweitern /Däu89/. Beispiele für Sachinvestitionen sind Maschinen, Gebäude oder Werkzeuge.

Immaterielle Investitionen erfolgen vor allem in drei Bereichen /Olf88/:

Im Personalbereich dienen immaterielle Investitionen der Aus- und Weiterbildung von Mitarbeitern.

Die Entwicklung neuer Produkte oder verbesserter Produktionsverfahren im Forschungs- und Entwicklungsbereich sind immaterielle Investitionen.

Weiterhin werden Maßnahmen im Absatzbereich, wie Produktwerbung oder Public Relations, als immaterielle Investitionen bezeichnet.

Tab. 4.2 faßt die unterschiedlichen Ziele von Finanz- und Sachinvestitionen zusammen:

Investition	Ziele
- Finanzinvestition	- Kapitalverzinsung - Liquiditätsreserve - Ausnutzung steuerlicher Vorteile - Ausnutzung der wirtschaftlichen Machtstellung
- Sachinvestition	- Anpassung der Produktion an den technischen Fortschritt - Beseitigung von Engpässen - Erhaltung der Produktqualität - Herstellung neuer Erzeugnisse - Aufrechterhaltung der Produktionskapazität

Tab. 4.2: Investitionsziele; /War80/

Der Schwerpunkt der folgenden Betrachtungen liegt bei den Sachinvestitionen; sowohl Finanzinvestitionen wie auch immaterielle Investitionen werden nicht weiter betrachtet.

Aus den in Tab. 4.2 genannten Zielen für Sachinvestitionen ergeben sich die verschiedenen Arten von wirkungsbezogenen Investitionen, wie sie in Abb. 4.2 dargestellt sind.

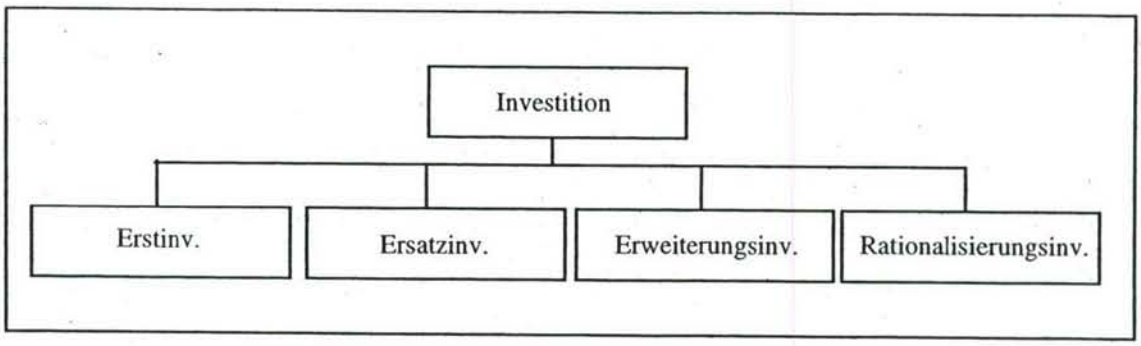


Abb. 4.2: Wirkungsbezogene Investitionen; /Olf88, War80/

Erstinvestitionen fallen (ausschließlich) bei der Gründung eines Unternehmens an.

Ersatzinvestitionen dienen der Erhaltung der Leistungsfähigkeit eines Unternehmens, indem eine alte Anlage durch eine neue, gleichartige Anlage (gleiche Kapazität, gleiche Qualität ohne besondere Rationalisierung) ersetzt wird.

Mit Erweiterungsinvestitionen wird eine Ausweitung der Produktionskapazität, ohne Veränderung der Produktqualität, erreicht.

Das Ziel von Rationalisierungsinvestitionen ist eine wirtschaftlichere Produktion.

Die hier vorgestellten Investitionsarten können in der Praxis oft nicht getrennt werden; es kommt zu Überschneidungen /War80/. So ist z.B. eine Ersatzinvestition oft auch eine Rationalisierung- und/oder eine Erweiterungsinvestition.

4.1.4 Investitionsentscheidungen

Investitionsentscheidungen lassen sich in drei Problembereiche einteilen /Olf48, War80/:

- Einzelinvestition,
- Auswahlproblem,
- Ersatzproblem.

Bei einer Einzelinvestition muß die Vorteilhaftigkeit einer einzelnen Investition, zu der es keine Alternative gibt, beurteilt werden. Es wird dabei eine ja/nein-Entscheidung getroffen; bei mangelhafter Vorteilhaftigkeit wird die Investition nicht ausgeführt.

Bei einem Auswahlproblem muß zwischen alternativen Investitionen gewählt werden. Es muß dabei die Investition ermittelt werden, die relativ zu den anderen Investitionen vorteilhafter erscheint. Ggf. wird keine der möglichen Investitionen realisiert; dies kann dann der Fall sein, wenn von keiner Alternative die geforderten Mindestbedingungen (wie z.B. eine festgelegte Mindestrentabilität) erfüllt werden.

Kennzeichen eines Ersatzproblems ist, daß eine bereits vorhandene, noch verwendbare, Anlage durch eine neue Anlage ersetzt werden soll. In diesem Fall wird der Istzustand (der vorhandenen Anlage) mit dem geplanten Sollzustand (der neuen Anlage nach der Investition) verglichen.

4.1.5 Methoden der Investitionsrechnung

Die Investitionsrechnung, auch Wirtschaftlichkeitsrechnung genannt /War80/, ist eine Vorausschau- oder Kontrollrechnung, die die Vorteilhaftigkeit von Investitionen untersucht; dabei müssen die betrieblichen Rahmenbedingungen, wie Unternehmensziele, beachtet werden. Darüber hinaus soll die Investitionsrechnung das Risiko einer Investition für das Unternehmen bestimmen. Zwei Faktoren müssen dabei besonders beachtet werden; zum einen die Art der Finanzierung (Fremd- oder Eigenfinanzierung), zum anderen der Amortisationszeitpunkt[15] der Investition; Investitionen mit einem späteren Amortisationszeitpunkt stellen ein größeres Risiko dar als Investitionen, deren Amortisationszeitpunkt früher ist.

Prinzipiell können drei Methoden der Investitionsrechnung unterschieden werden, wie Abb. 4.3 zeigt:

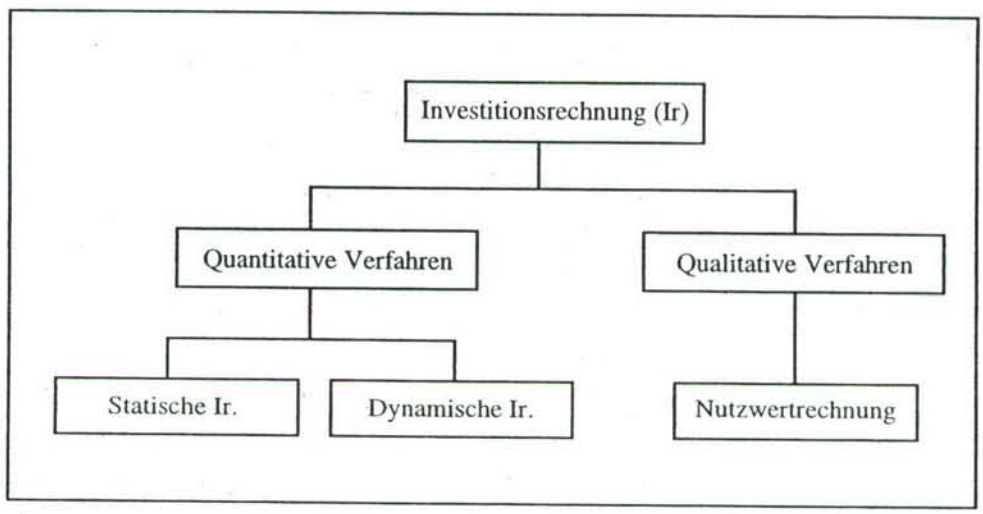


Abb. 4.3: Methoden der Investitionsrechnung; /Olf83/

Die einzelnen Methoden der Investitionsrechnung werden in den folgenden Abschnitten ausführlich dargestellt.

[15] siehe Abschnitt 4.2.4.

Tab. 4.3 zeigt die Abgrenzung der statischen von der dynamischen Verfahren:

Unterscheidungskriterium	Methoden	
	statische	dynamische
mathematische Basis	keine[16]	Finanzmathematik
Zeitbezug	Zeitpräferenz wird nicht oder nur unvollkommen berücksichtigt	Zeitpräferenz wird durch Auf- oder Abzinsung berücksichtigt
Rechnungselement	Kosten und Leistungen, Aufwand und Erträge	Ein- und Auszahlungen

Tab. 4.3: Abgrenzung von statischen und dynamischen Methoden; /Däu89/

4.1.6 Investitionsausgaben

Die folgende Übersicht zeigt die einzelnen Posten, die bei der Berechnung der Investitionsausgaben, auch Kapitaleinsatz genannt, berücksichtigt werden müssen /War80, Zol94/:

	Forschungs- und Entwicklungskosten
+	Kosten für die Beschaffung von Grundstücken
+	Kosten für die Beschaffung oder Herstellung von Maschinen und Anlagen
+	Kosten für die Beschaffung sonstigen Anlagevermögens
+	Kosten für die Beschaffung zusätzlichen Umlaufvermögens (z.B. Ersatzteile)
+	Kosten für künftige Ersatzinvestitionen und Reparaturen
+	Installierungskosten, incl. Abnahmekosten
=	Brutto-Investitionsausgaben
-	Erlöse aus dem Verkauf nicht mehr benötigter, alter Anlagen
-	Kosten für vermiedene Großreparaturen
=	Netto-Investitionsausgabe vor Steuern und Förderungsmaßnahmen
+	Ertragssteuern auf Liquidationserlöse
-	Einnahmen auf Grund staatlicher Förderungsmaßnahmen
=	Netto-Investitionsausgabe nach Steuern und Förderungsmaßnahmen

In dieser Übersicht werden auch Einnahmen auf Grund staatlicher Förderungsmaßnahmen mitaufgeführt. Diese Einnahmen können u.U. einen großen Anteil der geplanten Brutto-Investitionsausgaben betragen, ggf. bis zu 50% /Zol94/.

[16] bis auf die "normalen" Grundrechenarten

4.2 Statische Verfahren

Die statischen Verfahren, die in der Praxis häufig eingesetzt werden, zeichnen sich durch die fehlende Berücksichtigung der zeitlichen Unterschiede im Anfall der Kosten und Erträge aus. In der Regel wird mit den jährlichen Durchschnittswerten der ersten Nutzungsperiode gerechnet /War80/.

Der Vorteil der statischen Verfahren, die mit relativ wenig Datenmaterial auskommen, ist ihre einfache Anwendung. Sie werden daher vorrangig bei unsicheren Ausgangsdaten und bei Investitionen von geringer Bedeutung verwendet. Vier statische Verfahren können unterschieden werden:

- Kostenvergleichsrechnung,
- Gewinnvergleichsrechnung,
- Rentabilitätsvergleichsrechnung,
- Amortisationsvergleichsrechnung.

Im folgenden wird immer davon ausgegangen, daß es sich um ein Auswahlproblem, wie in Abschnitt 4.1.4 beschrieben, handelt.

4.2.1 Kostenvergleichsrechnung

Das einfachste Verfahren der statischen Investitionsrechnung ist die Kostenvergleichsrechnung. Bei diesem Verfahren werden die Kosten verschiedener Investitionen verglichen; die Investition mit den geringsten Kosten ist dabei die vorteilhafteste Investition. Vorausetzung für dieses Verfahren ist, daß gleich hohe Erträge der Investitionen angenommen werden.

Grundsätzlich sind alle Kosten zu berücksichtigen, die während der Nutzungsdauer anfallen. Dazu zählen:

- Kapitalkosten (z.B. Abschreibungen),
- Betriebskosten (z.B. Energiekosten, Werkzeugkosten, Löhne),
- Instandhaltungskosten (z.B. Materialkosten).

Mit den folgenden Gleichungen können die Kosten für die Kostenvergleichsrechnung bestimmt werden /Zol94/.

(4.1) $$\text{Kosten für die lineare Abschreibung} = \frac{I_o - L_T}{T}$$

(4.2) $$\text{Zinskosten} = \frac{1}{2}(I_o + L_T)\, i$$

(4.3) laufende, variable Kosten = K_L

mit

I_0	=	Investionskosten
L_T	=	Restwert
T	=	Laufzeit
i	=	Zinssatz

Es ergeben sich Gesamtkosten von:

$$K = \frac{I_0 - L_T}{T} + \frac{i}{2}(I_0 + L_T) + K_L \tag{4.4}$$

Mit Gleichung 4.4 können die Kosten jeder Investitionsalternative bestimmt und anschließend verglichen werden. Die Investition mit den geringsten Kosten ist die vorteilhafteste. Bei dieser Methode wird nicht die Wirtschaftlichkeit oder/und Rentabilität einer Investition berücksichtigt. Die Vorteile und Nachteile der Kostenvergleichsrechnung werden ausführlich in /Olf88, War80/ behandelt.

4.2.2 Gewinnvergleichsrechnung

Bei der Gewinnvergleichsrechnung werden neben den Kosten auch die Erträge der einzelnen Investitionen berücksichtigt; sie stellt somit eine Erweiterung der Gewinnvergleichsrechnung dar. Grundprinzip dieser Methode ist der Vergleich der Gewinne der verschiedenen Investitionen; Gewinn ist dabei die Differenz von Ertrag und Aufwand, wie in Abschnitt 3.1.1 definiert. Die Investition mit dem höchsten Gewinn ist die vorteilhafteste. Wie bei der Kostenvergleichsrechnung wird mit jährlichen Durchschnittswerten gerechnet.

Der Aufwand einer Investition wird bei der Gewinnvergleichsrechnung nach Gl. 4.4 berechnet. Der Ertrag muß abhängig von der Art der Investition bestimmt werden. Aus dem Aufwand und dem Ertrag kann dann nach Gl. 3.1 der Gewinn berechnet werden.

4.2.3 Rentabilitätsvergleichsrechnung

Basis der Rentabilitätsvergleichsrechnung ist die Bestimmung der Rentabilität jedes Investitionsvorhabens; die Rentabilität wird dabei nach Gl. 4.5 bestimmt /Olf88/:

$$R = \frac{G}{D}100 = \frac{E - K}{D}100 \tag{4.5}$$

mit

R	=	Rentabilität
G	=	Gewinn
D	=	durchschnittlicher Kapitaleinsatz
E	=	Ertrag
K	=	Kosten

Die Rentabilitätsrechnung baut auf den Zahlen der Gewinnvergleichsrechnung auf, und erweitert sie durch die Berücksichtigung des durchschnittlichen Kapitaleinsatzes. Das Investitionsvorhaben mit der höchsten Rentabilität gilt als die vorteilhafteste Investition.

4.2.4 Amortisationsvergleichsrechnung

Im Rahmen der Amortisationsrechnung wird der Zeitraum bestimmt, in dem das eingesetzte Kapital über die Erträge wiedergewonnen werden kann /War80/. Am vorteilhaftesten ist das Investitionsvorhaben mit der kürzesten Amortisationszeit. Diese Methode kann als Risikobetrachtung der einzelnen Investitionsvorhaben bezeichnet werden /Zol71/. Grundvoraussetzung jeder Investition ist, daß die Amortisationszeit kürzer als die Nutzungsdauer ist.

Mit der folgenden Gleichung kann die Amortisationszeit berechnet werden /Olf88/:

$$t_w = \frac{A - RW}{\varnothing\ Rückfluß} \tag{4.6}$$

mit

t_W	=	Amortisationszeit
A	=	Kapitaleinsatz
RW	=	Restwert[17]

Der durchschnittliche Rückfluß ergibt sich aus der Summe des durchschnittlichen jährlichen Gewinns und der jährlichen Abschreibungen.

4.3 Dynamische Verfahren

Dynamische Verfahren verwenden im Gegensatz zu den statischen Verfahren keine Durchschnittswerte, sondern berücksichtigen den zeitlichen und wertmäßigen Unterschied im Anfall der Einnahmen und Ausgaben. Mit diesen Verfahren kann daher die Vorteilhaftigkeit von Investitionen genauer bestimmt werden als mit statischen Verfahren, ihre Anwendung ist dafür aber auch aufwendiger /Olf88, War80/. Folgendes Beispiel mag dies verdeutlichen /War80/:

> "Bei statischer Betrachtung sind 1000 DM in zehn Jahren auch zum heutigen Zeitpunkt als 1000 DM zu bewerten, bei dynamischer Betrachtung dagegen haben diese 1000 DM heute nur einen Gegenwartswert von 463,20 DM."[18]

---

[17] Der Restwert einer Investition ist der Wert, der nach Ablauf der Nutzung für das Investitionsobjekt erzielt werden kann.

[18] bei diesem Beispiel wird ein Zinssatz von 8 % angenommen.

4.3.1 Grundlagen

Grundlage für die dynamischen Verfahren sind finanzmathematische Methoden, mit denen eine Vergleichbarkeit der unterschiedlichen Zahlungszeitpunkte erreicht wird. Dies kann mit dem Begriff Verzinsung beschrieben werden; es wird daher auch von Zinsrechnung gesprochen. Im folgenden werden einleitend die grundlegenden Begriffe der Finanzwirtschaft behandelt, um anschließend die einzelnen dynamischen Verfahren vorzustellen.

Voraussetzung für die Anwendung der dynamischen Verfahren ist die Festlegung eines Kalkulationszinssatzes, der sich an zwei Zinssätzen orientieren kann /Däu89, Olf88/:

1. Habenzinssatz
Wird eine Investition durch eigene Mittel finanziert, so kann der Habenzinssatz für diese Mittel als Basis für den Kalkulationszinssatz verwendet werden.

2. Sollzinssatz
Wird die Investition dagegen fremdfinanziert, kann der Sollzinssatz als Grundlage für den Kalkulationszinssatz dienen.

In vielen Fällen werden diese beiden Zinssätze auch noch um einen Risikozuschlag erhöht, um das mit der Investition verbundene Risiko zu berücksichtigen.

Die Bestimmung des Kalkulationszinssatzes hat weitreichende Konsequenzen für die Berechnung der Wirtschaftlichkeit von Investitionen und damit auch auf die Entscheidung über die Durchführung von Investitionen; bei einem zu hohen Kalkulationszinssatzes unterbleiben ggf. notwendige Investitionen, bei einem zu niedrigen Kalkulationszinssatzes werden u.U. "unnötige" Investitionen durchgeführt.

Weiterhin sollen hier zwei Begriffe der Finanzwirtschaft näher betrachtet werden:

- Barwert,
- Endwert.

Der Barwert eines nach n Jahren fälligen Betrages (einmalige Zahlung) ergibt sich durch Abzinsung nach

$$K_o = K_n \frac{1}{(1+i)^n} \tag{4.7}$$

mit

K_o	=	Barwert
K_n	=	Kapital am Ende des n-ten Jahres
i	=	Kalkulationszinssatz

Abb. 4.4 verdeutlich diesen Zusammenhang.

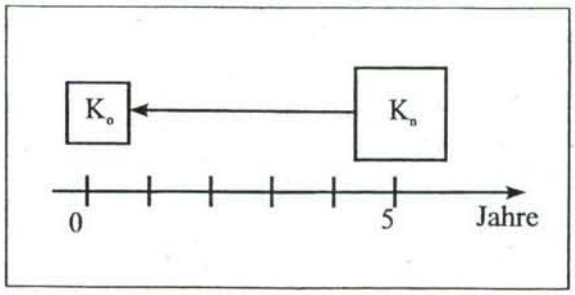


Abb. 4.4: Barwert bei einmaliger Zahlung; /Olf88/

Der Barwert bei mehrmaligen, gleichhohen Zahlungen kann nach Gl. 4.8 berechnet werden:

$$K_o = e\,\frac{(1+i)^n - 1}{i\,(1+i)^n} \tag{4.8}$$

mit

K_O	=	Barwert
e	=	jährliche Einnahmen
i	=	Kalkulationszinssatz
n	=	Anzahl der jährlichen Zahlungen

Abb. 4.5 stellt diesen Zusammenhang graphisch dar.

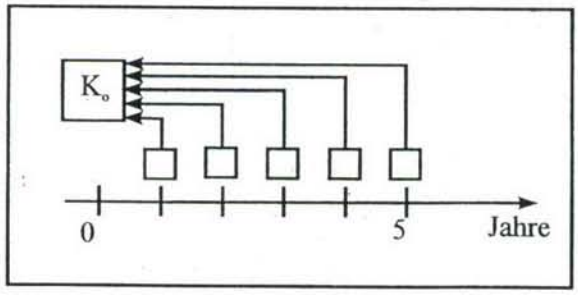


Abb. 4.5: Barwert bei mehrmaligen Zahlungen

Der Endwert einer einmaligen Einzahlung ergibt sich durch Aufzinsung nach Gl. 4.9:

$$K_n = K_o\,(1+i)^n \tag{4.9}$$

Abbildung 4.6 zeigt den Vorgang der Aufzinsung noch einmal graphisch:

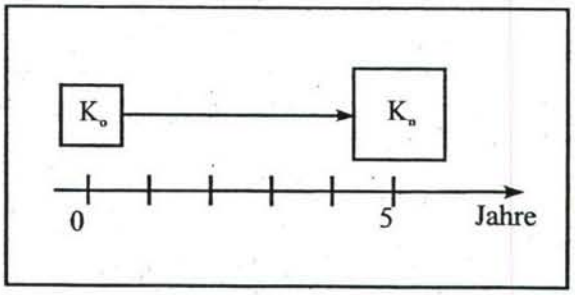


Abb. 4.6: Endwert bei einmaliger Zahlung

Bei mehrmaligen, gleich hohen Zahlungen, wie in Abb 4.7 dargestellt, wird der Endwert nach Gl. 4.10 bestimmt.

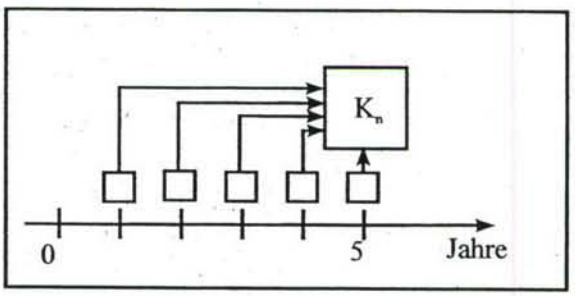


Abb. 4.7: Endwert bei mehrmaligen Zahlungen

(4.10) $$K_n = e\frac{(1+i)^n - 1}{i}$$

Drei verschiedene Verfahren der dynamischen Investitionsrechnung können unterschieden werden:

- Kapitalwertmethode,
- interne Zinsfußmethode,
- Annuitätenmethode.

Von diesen drei Verfahren wird im Rahmen dieser Arbeit nur die Kapitalwertmethode vorgestellt. Die anderen beiden Verfahren werden ausführlich bei /Olf88/ beschrieben.

4.3.2 Kapitalwertmethode

Bei der Kapitalwertmethode wird die Vorteilhaftigkeit einer Investition über den Kapitalwert zu Beginn der Nutzungsdauer bestimmt. Der Kapitalwert ist dabei die Differenz zwischen dem Barwert der investitionsbedingten Einnahmen und dem Barwert der investitionsbedingten Ausgaben, wie Gl. 4.11 in allgemeiner Form zeigt /Olf88/:

(4.11) $$C_o = C_e - C_a$$

mit

C_o = Kapitalwert
C_e = abgezinste Einnahmen (einschließlich Liquidationserlös)
C_a = abgezinste Ausgaben (einschließlich Anschaffungswert)

Eine Investition ist nach dieser Methode vorteilhaft, wenn der Kapitalwert nach Gl. 4.11 positiv ist, also die Einnahmen größer als die Ausgaben sind. Bei einer Einzelinvestition ergibt sich dann folgende Gleichung für C_o:

$$C_o = \frac{e_1 - a_1}{(1+i)} + \frac{e_2 - a_2}{(1+i)^2} + \ldots \frac{e_n - a_n}{(1+i)^n} + \frac{L}{(1+i)^n} - a_o \tag{4.12}$$

mit

e = Einnahmen in den Nutzungsjahren 1 ... n
a = Ausgaben in den Nutzungsjahren 1 ... n
a_o = Anschaffungswert
L = Liquidationserlös

Ergibt sich nach Gl. 4.12 ein positiver Wert für C_o, ist die Investition vorteilhaft. Gleichungen für Auswahl- und Ersatzprobleme können Olfert /Olf88/ entnommen werden.

4.4 Nutzwertrechnung

Sowohl die Verfahren der statischen wie auch der dynamischen Investitionsrechnung ermitteln die Vorteilhaftigkeit einer Investition auf Grund von quantitativen Aussagen. Oft ist aber eine Quantifizierung aller Bewertungskriterien nicht möglich. In diesen Fällen kann die Nutzwertrechnung angewendet werden, bei der der Nutzwert jeder Investitionsalternative ermittelt wird. Die Investition mit dem höchsten Nutzwert ist dann die vorteilhafteste Investition.

Die Nutzwertrechnung kann in drei Schritte gegliedert werden. Der erste Schritt umfaßt das Aufstellen der Bewertungskriterien. Im zweiten Schritt erfolgt eine Gewichtung der einzelnen Kriterien, so daß im dritten Schritt der Nutzwert der einzelnen Investitionen bestimmt werden kann. Das Verfahren der Nutzwertrechnung wird in abgewandelter Form auch im Rahmen der Konstruktionsmethodik angewendet, um eine Auswahl aus verschiedenen Alternativen zu treffen (siehe VDI-Rl 2225 /VDI84/). Aus diesem Grund werden hier nur die verschiedenen Bewertungskriterien vorgestellt.

Nach Olfert /Olf88/ können vier Gruppen von Bewertungskriterien unterschieden werden:

- wirtschaftliche Bewertungskriterien,
- technische Bewertungskriterien,
- rechtliche Bewertungskriterien,
- soziale Bewertungskriterien..

Tab. 4.4 listet mögliche Kriterien dieser vier Gruppen auf.

Bewertungsgruppen	Bewertungskriterien
wirtschaftliche Kriterien	- Marktanteil - Marktsättigung - Marktstrategie - Kundendienst - Garantie - Lieferzeit - Zuverlässigkeit
technische Kriterien	- Universalität - Automationsgrad - Kapazität(sreserve) - Störanfälligkeit - Energieverbrauch - Unfallsicherheit - Staubentwicklung - Bedienbarkeit
rechtliche Kriterien	- Patente - Lizenzen - Kartellgesetzte
soziale Kriterien	- Arbeitsmonotonie - Arbeitszufriedenheit - Arbeitsautonomie

Tab. 4.4: Bewertungskriterien; /Olf88/

5 Betriebliche Normung

Die für diese Arbeit erforderlichen Grundlagen über die betriebliche Normung werden in diesem Kapitel behandelt. Nach einer kurzen Abgrenzung der betrieblichen Normung von anderen Normungsebenen werden vorrangig die Aufgaben einer Werknormabteilung sowie ausgewählte Hilfsmittel vorgestellt.

5.1 Grundlagen

5.1.1 Begriffe und Definitionen

Wie bereits in Abschnitt 2.2.2 beschrieben können verschiedene Ebenen sowohl der Normung als auch von Normen unterschieden werden. Abb 5.1 zeigt diesen Sachverhalt:

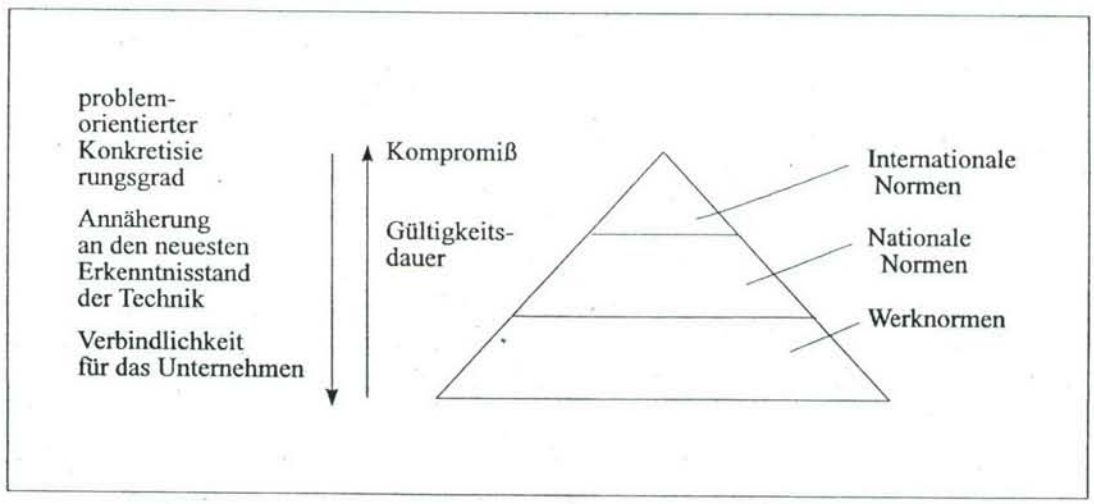


Abb. 5.1: Normenpyramide; /Gra86/

Prinzipiell können drei Ebenen von Normen unterschieden werden. Die unterste Ebene stellt dabei die Werknormung dar. Die nächste höherere Ebene ist die nationale Normung, auf die dann die internationale Normung aufbaut. Die regionale Normung (die in dieser Abbildung nicht berücksichtigt wurde) ist zwischen der nationalen und der internationalen Normung anzuordnen /Gra86/.

Wie aus Abb. 5.1 bereits zu erkennen ist, kann die Werknormung nicht isoliert betrachtet werden, sondern ist im Zusammenhang mit der nationalen und internationalen Normung zu sehen. Die Werknormung übernimmt nationale und internationale Normen und gibt gleichzeitig Anstöße für Normungsvorhaben auf nationaler und internationaler Ebene.

Aus der Abbildung wird auch das Verhältnis der verschiedenen Normen zueinander deutlich. So haben Werknormen eine größere Verbindlichkeit für das Unternehmen als nationale und internationale Normen, und auch ihre Aktualität ist wesentlich größer als bei den nationalen und internationalen Normen. Dafür ist z.B. in der Regel die Gültigkeitsdauer von internationalen Normen größer als die von Werknormen; siehe auch Abschnitt 5.2.1.

Der Begriff "Werknormung", der im Rahmen dieser Arbeit synonym zum Begriff "betriebliche Normung" verwendet wird, bezeichnet alle Normungsvorhaben auf betrieblicher Ebene; eine "offizielle" Definition des DIN oder von CEN/ISO für diesen Begriff liegt nicht vor.

Das Ergebnis der betrieblichen Normung sind nicht nur Werknormen, sondern auch technische Richtlinien, Spezifikationen oder Liefervorschriften. Für die Abgrenzung dieser Begriffe wird auf Abschnitt 2.2.1 bzw. DIN 820 /DIN911/ und DIN EN 45 020 /DIN912/verwiesen; weiterhin werden in Abschnitt 5.3 die verschiedenen Dokumente aufgeführt, die für die Werknormung von Bedeutung sind.

5.1.2 Ziele der Werknormung

Primäres Ziel der Werknormung ist die Einsparung von Kosten /Dor87/. Konkret ergeben sich aus diesem primären Ziel zwei sekundäre Ziele der Werknormung:

1. Vereinheitlichung von Gegenständen und Abläufen /Do87/
2. Bereitstellung von genormten Informationen[19] /Hes84/

Abb. 5.2 zeigt eine Übersicht über die Ziele der Werknormung:

[19] Mit dem Begriff "genormte Informationen" werden alle Dokumente bezeichnet, die in einem Unternehmen einen "offiziellen Charakter" besitzen; siehe auch Abschnitt 5.3. "Nicht genormte Informationen" sind dann z.B. solche Dokumente, die ein Mitarbeiter nur für eigene Zwecke erstellt, wie handschriftliche Notizen.

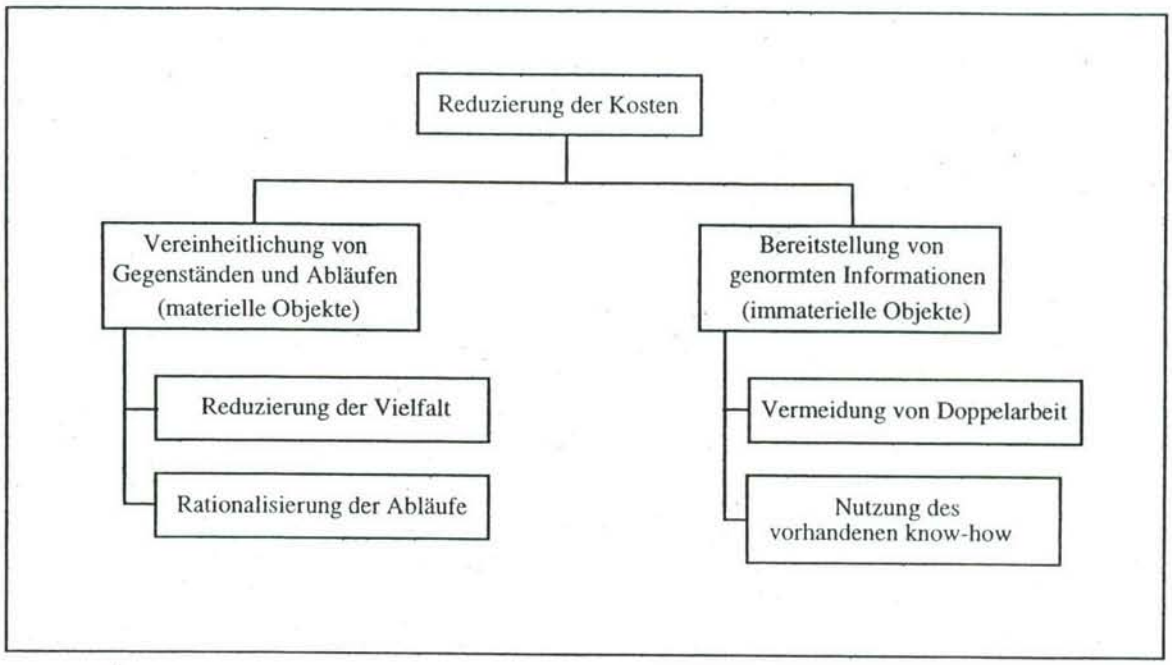


Abb. 5.2: Ziele der Werknormung; /Dor87, Hes84/

Aus diesen Zielen ergeben sich eine Reihe von Funktionen für die Werknormung, wie z.B. /Gra86, Pul85/:

- Erstellen von Werknormen für Gegenstände und Abläufe,
- Einführen von außerbetrieblichen Normen,
- Verwaltung von Normen,
- Verteilung von genormten Informationen.

Grundsätzlich lassen sich die verschiedenen Funktionen der Werknormung drei Funktionsbereichen zuordnen /Ado94/:

1. Normen erstellen
2. Normenanwendung fördern
3. Normenanwendung überwachen

5.1.3 Nutzen der Werknormung

Zahlreiche Veröffentlichungen beschäftigen sich mit dem Nutzen der Werknormung, von denen hier einige vorgestellt werden sollen. So werden in /Pul85/ folgende Vorteile der Werknormung aufgeführt:

Bereich	Veränderung	Grund
Entwurfsarbeit	vereinfacht	durch gleichbleibende einwandfreie Grundlage
Arbeitsaufwand	verkleinert	durch wirtschaftliche Arbeitsweise
Werkstoffverbrauch	verringert	durch zweckmäßige Gestaltung
Betriebskosten	herabgesetzt	durch vereinfachten Werkzeugpark
Prüfkosten	verringert	durch einheitliche Prüfkosten
Sicherheit im Betrieb	erhöht	durch einheitliche Bedienungsvorschriften
Beschäftigungsgrad	gleichmäßiger	durch Dämpfung der Saisoneinflüsse
Eindeutigkeit	erhöht	durch einheitliche Terminologie
EDV-Einsatz	erleichtert	durch bessere Ansprechbarkeit
Fertigung und Montage	verringert	durch einheitliche Baugruppen
Arbeitsbewertung	gerechter	durch geregelte Arbeitsbestimmungen
Leistungsfähigkeit	gesteigert	durch wirtschafltiche Arbeitsmittel
Kapitalertrag	erhöht	durch beschleunigte Auftragsdurchführung
Qualitätssicherung	erhöht	durch eindeutige Prüfbestimmungen

Tab. 5.1: Vorteile der Werknormung; /Pul85/

Nach dieser Aufzählung ist die Werknormung in der Lage, "alle Probleme eines Unternehmens zu lösen, oder wenigstens teilweise zu verbessern". Zumindest können aber aus dieser Aufstellung die verschiedenen Aspekte der Werknormung entnommen werden.

Einige Vorteile der Werknormung in den verschiedenen Abteilungen sind in Tab. 5.2 dargestellt:

Abteilung	Vorteile
- Entwicklung und Konstruktion	- Reduzierung der Variantenvielfalt - Verringerte Notwendigkeit von Test - Verbesserte Zuverlässigkeit - Vereinfachte Zertifizierung
- Produktion	- Normen können als Fertigungsrichtlinien dienen - Normen können bei der Werksplanung helfen
- Beschaffung, Einkauf	- Vergrößerte Einkaufsmenge bei geringeren Preisen - Verringerte Eingangskontrollen - Vereinfachte Zertifizierung von Zulieferern
- Logistik; Lager	- Einsparungen durch weniger Varianten - Verkleinerte Lager - Schnelleres Wiederauffinden von Teilen - Schnellere Inventur

Tab. 5.2: Vorteile der Werknormung in den Abteilungen; /Pul85/

Wiederhol- und Normteile sind ein Ergebnis der Werknormung. Die Vorteile, die sich durch ihre Verwendung ergeben können, sind in Tab. 5.3 zusammengefaßt.

Bauteil	Vorteil
Wiederholteil	- erprobte Qualität, Sicherheit und Funktion - benötigte Informationen für die Produktion, Montage und Qualitätssicherung sind bereits vorhanden - Mitarbeiter sind mit der Herstellung vertraut - größere Losgrößen, die damit preiswerter sind
Normteile	- vereinfachte Bestellung durch Verweis auf Norm - zahlreiche Lieferanten vorhanden

Tab. 5.3: Vorteile der Verwendung von Wiederhol- und Normteilen; /Pul85/

Neben den hier aufgeführten Vorteilen müssen auch noch weitere Aspekte der Werknormung berücksichtigt werden. So ist z.B. ein Unternehmen in der Lage, durch gezielte Normungsvorhaben einen Vorsprung gegenüber der Konkurrenz zu erlangen. Dies kann in zwei Richtungen erfolgen. Zum einen kann das Unternehmen durch die Mitarbeit in einem Normenausschuß versuchen eine Norm nach den eigenen Vorstellungen zu gestalten; die Ansichten von Konkurrenzunternehmen werden dann nur unzureichend berücksichtigt. Daneben ist ein Unternehmen aber auch in der Lage, durch Normungsvorhaben im eigenen Unternehmen die weitere technische Entwicklung von Produkten gezielter voranzutreiben; Negrete /Nrg91/ hat sich ausführlich mit dieser Thematik beschäftigt.

Graßmuck /Gra86/ betont darüber hinaus, daß überbetriebliche Normen als "'anerkannte Regeln der Technik' eingeführt werden und den 'Stand der Technik' unter Berücksichtigung der neusten wissenschaftlichen Erkenntnissen wiedergeben". (Auf eine Diskussion dieser Aussagen wird im Rahmen dieser Arbeit verzichtet, aber schon Abb. 5.1 zeigt, daß gerade überbetriebliche Normen nicht immer dem neusten Erkenntnisstand der Technik entsprechen).

5.1.4 Kosten der Werknormung

Die Kosten der Werknormung werden sehr anschaulich von Seßler /Seß86/ beschrieben:

> "- entweder Aufmerksamkeit, strategische Zielsetzung, technischen Vorsprung, Geduld, qualifiziertes Personal und Geld
> - oder Verlust an Informationen über den Stand der Technik, Entwicklungsflops, Verlust an Marktanteilen, zersplitterte Märkte, Mehraufwendungen in Entwicklung, Produktion und Vertrieb, Fehlinvestitionen und noch mehr Geld".

Die direkten Kosten, die durch die Werknormung in einem Unternehmen anfallen, ergeben sich in der Regel aus den Aufwendungen für die Normenabteilungen. Nach Händel /Hän80/ werden im Durchschnitt 0,1 % des Umsatzes für die Normung aufgewendet (bei einem Jahresumsatz von 200 Mio DM entspricht dies 200.000 DM). Dies kann aber nur als eine grober Richtwert betrachtet werden, da aus den Gegebenheiten der jeweiligen Unternehmen Abweichungen entstehen können.

Die Werknormung verursacht daneben auch indirekte Kosten; mit diesem Begriff sollen Kosten bezeichnet werden, die nicht direkt der Normenabteilung zugeordnet werden können. Hierzu zählen Aufwendungen anderer Abteilungen durch die Abstellung von Personal oder

aber Einführungskosten einer Norm. Kap. 7 beschäftigt sich detailliert mit den Kosten der Werknormung.

5.2 Normen erstellen

Der erste Funktionsbereich der Werknormung ist die Normung von wiederkehrenden Teilen, Regeln und Abläufen /Pah77/. Dies kann sowohl innerbetrieblich als auch überbetrieblich erfolgen. Voraussetzung in beiden Fällen ist, daß ein entsprechender Normungsbedarf besteht. Auf die Problematik bei der Feststellung eines Normungsbedarfes soll hier nicht weiter eingegangen werden, aber Negrete /Neg91/ hat sich ausführlich mit dieser Thematik befaßt. Im Rahmen dieser Arbeit wird auch nicht diskutiert, inwieweit alle Funktionen der Werknormung von der Normenabteilung übernommen werden sollten.

5.2.1 Innerbetriebliche Normung

Zwei Funktionsfelder der innerbetrieblichen Normung können unterschieden werden. Das erste Funktionsfeld ist die "Einführung" von DIN-Normen (bzw. EN- oder ISO-Normen) in das Unternehmen, das zweite ist die Erstellung von Werknormen. Unter der "Einführung" von DIN-Normen wird dabei die unveränderte Übernahme von Normen verstanden /Gra86, Ste89/.

Bei der Erstellung von Werknormen muß zwischen der Anpassung von DIN-Normen an die Bedürfnisse des Unternehmens und der eigenständigen Erarbeitung von Werknormen unterschieden werden. Im ersten Fall erfolgt eine Modifikation von DIN-Normen, wie z.B. die Vorauswahl von Varianten oder eine Reduzierung auf die erforderlichen Abschnitte; die Werknorm basiert aber weiterhin auf der DIN-Norm. Im zweiten Fall erfolgt die Erarbeitung der Werknorm unabhängig von einer DIN-Norm; dieser Fall ist dann denkbar, wenn keine DIN-Norm vorhanden ist, oder aber eine betreffende DIN-Norm als ungeeignet angesehen wird.

Im folgenden werden kurz die Unterschiede zwischen DIN- und Werknormen dargestellt /Gra86, Seß86/.

Werknormen werden im Unternehmen erstellt und entsprechen daher sehr genau den Bedürfnissen des Unternehmens; mit ihnen kann das firmenspezifische Know-How dokumentiert werden. Weiterhin erfolgt die Erstellung der Werknormen mit einem geringen Zeitverzug zu den Entwicklungen im Unternehmen; die Normen sind verfügbar, wenn sie benötigt werden. (Dies ist bei DIN-Normen nicht unbedingt der Fall, da der erforderliche Abstimmungsprozeß im zuständigen Normenauschuß u.U. sehr zeitaufwendig ist, und die entsprechenden DIN-Normen erst mit einer größeren zeitlichen Verzögerung zur aktuellen technischen Entwicklung vorliegen.) Werknormen werden in einem Konsensprinzip erarbeitet, so daß die betroffenen Abteilungen beteiligt werden sollten; aus diesem Grund ist auch die Akzeptanz von Werknormen im Vergleich zu DIN-Normen höher /Kar83/. Darüber hinaus ist eine Veränderung von Werknormen relativ einfach möglich. Werden Werknormen aber zu häufig verändert, kann dies zu großen Problemen führen. Jede gravierende Veränderung einer Werknorm kann mit der Einführung einer neuen Norm verglichen werden,

d.h. es fallen die gleichen Kosten wie bei der Einführung einer Norm an (siehe auch Abschnitt 7.2.3). Weiterhin können Werknormen auch als Technologietransfer zwischen verschiedenen Unternehmens-bereichen eingesetzt werden /Gra86/.

Werknormen haben nur eine begrenzte Verbindlichkeit; per Definition gelten sie nur für das Unternehmen. Zulieferer wie Kunden sind nur dann an sie gebunden, wenn sie vertraglich dazu verpflichtet werden können; dies wird bei größeren Unternehmen mit einer entsprechenden "Macht" eher der Fall sein als bei kleineren. Außerdem "können Werknormen, z.B. auf Grund der mangelnden Übereinstimmung mit den für DIN-Normen geltenden Grundsätzen [...] nicht als 'anerkannte Regeln der Technik' eingeführt werden" /Gra86/; Werknormen haben keine rechtliche Bedeutung. Weiterhin kann die Erstellung von Werknormen einen nicht unbeträchtlichen Aufwand im Unternehmen erfordern. Aus allen betroffenen Abteilungen sollten Mitarbeiter für die Normenerstellung freigestellt werden. Da die Normenerstellung eine Konsensfindung ist, kann dies u.U. eine beträchtliche Zeit in Anspruch nehmen, und damit hohe Kosten verursachen.

Grenzen der Werknormung ergeben sich auf Gebieten mit sozial-politischen Aspekten, wie der Sicherheit, dem Umweltschutz oder Ergonomie /Gra86/; der Grund dafür ist die bereits erwähnte begrenzte Verbindlichkeit von Werknormen.

Die Vorteile von DIN-Normen ist ihre sofortige Verfügbarkeit (hier: sie müssen im Unternehmen nicht erst erarbeitet werden) und ihre große Akzeptanz, auch außerhalb des Unternehmens. Darüber hinaus stellen sie den "Stand der Technik" /Gra86/ dar. Der Nachteil der DIN-Normen ist dagegen die nur unzureichende Berücksichtigung der betrieblichen Randbedingungen, und bei ihrer Erstellung die "großen Phasenverschiebung gegenüber den neuesten technisch-wissenschaftlichen Erkenntnissen" /Gra86/. Weiterhin stellen sie oft nur den kleinsten gemeinsamen Nenner aller Beteiligten dar; ggf. müssen also die unterschiedlichen Ansichten der beteiligten Unternehmen ausgeglichen werden.

Ob ein Unternehmen Werknormen erstellt oder nicht, hängt von zahlreichen Faktoren ab. So werden größere Unternehmen eher die Kapazitäten zur Erstellung von Werknormen haben als kleinere Unternehmen. Weitere wichtige Faktoren sind die Unternehmenspolitik und die eingesetzte Technologien. Die Erstellung von Werknormen bietet die Möglichkeit, sich gegenüber der Konkurrenz abzugrenzen (wie z.B. durch ein Baukastensystem), und es können sich Wettbewerbsvorteile (z.B. durch niedrigere Kosten) ergeben. Evtl. bestehen auch keine geeigneten DIN-Normen, auf die das Unternehmen zurückgreifen kann.

Eine Anpassung von DIN-Normen an die Erfordernisse des Unternehmens (und somit die Erstellung einer Werknorm) kann aus folgenden Gründen erforderlich werden:

- die DIN-Norm enthält zuviele Informationen,
- die DIN-Norm enthält zuviele Varianten,
- die DIN-Norm soll um firmenspezifisch genutzte Varianten ergänzt werden,
- die DIN-Norm soll um firmenspezifische Informationen erweitert werden.

Die Überarbeitung von DIN-Normen in Werknormen ist problemlos zu realisieren und nicht besonders zeitaufwendig. Da eine DIN-Norm die Basis für die Werknorm darstellt, ist auch die Zusammenarbeit mit Lieferanten bzw. Kunden relativ problemlos möglich.

Prinzipiell kann die Normung in drei verschiedenen Bereichen erfolgen /Neg91/:

- Normen für Komponenten,
- Verfahrensnormen,
- Produktnormen.

Im ersten Bereich erfolgt eine Normung für die Komponenten, die in einem Produkt verwendet werden; dies können sowohl Einzelteile als auch Baugruppen sein. Der zweite Bereich bezieht sich auf Verfahrensnormen, wie z.B. auf Fertigungsverfahren oder innerbetriebliche Abläufe; auch die Qualitätssicherung mit ihren Normen ist in diesem Bereich angesiedelt. (Dieser Bereich spielt durch die zunehmende Vernetzung von Datenbeständen in den Unternehmen eine immer wichtigere Rolle /Sen87/.) Im letzten Bereich erfolgt eine Normung von Produkten, z.B. ihre Kompatibilität.

Welcher dieser drei Bereiche für ein Unternehmen von großer Bedeutung ist, hängt u.a. auch vom Produktspektrum ab. Bei der Massen- und Batch-Fertigung wird z.B. die Verfahrensnormung eine größere Bedeutung spielen, während bei der Einzel- und Serienfertigung die Normung von Komponenten an Wichtigkeit gewinnt /Feu85/. Negrete /Neg91/ beschäftigt sich ausführlich mit der Normungspolitik eines Unternehmens.

Eine etwas andere Einteilung wird von der ISO /ISO82/ gewählt, die drei Ziele bzw. Bereiche der Werknormung unterscheidet. Zwischen diesen Bereichen gibt es eine Prioritätsreihenfolge, d.h. Maßnahmen des ersten Bereichs haben für das Unternehmen eine größere Priorität als Maßnahmen des zweiten oder dritten Bereichs. Die einzelnen Bereiche sind:

Der erste Bereich umfaßt Normungsvorhaben, die sich auf das eigene Unternehmen und seine Bauteile, Produkte und Verfahren beziehen. Das Ziel dieser Normungsvorhaben ist dabei die Verbesserung der Zusammenarbeit im Unternehmen.

Normungsvorhaben, die sich auf den Einkauf von Produkten und Leistungen beziehen, werden dem zweiten Bereich zugeordnet; mit diesen Aktivitäten sollen niedrigere Einkaufspreise und ein problemloserer Ablauf im Unternehmen erreicht werden.

Im dritten Bereich werden die Normungsvorhaben zusammengefaßt, die auf eine Vereinheitlichung der Kundenwünsche zielen; das Ergebnis ist eine Reduzierung des Produktspektrums des Unternehmens.

Unabhängig von diesen Einteilungen muß für jedes Normungsvorhaben der richtige Zeitpunkt für den Beginn der Normung festgelegt werden; dies ist u.U. problematisch. Durch eine zu frühe Normung wird ggf. die technische Entwicklung behindert, und bessere Lösungen werden blockiert. Erfolgt die Festlegung dagegen zu spät, ist das Erreichen eines Konsens' sehr schwierig, da evtl. bereits individuelle Lösungen erarbeitet worden sind /Seß86/.

5.2.2 Überbetriebliche Normung

Die Normenabteilung eines Unternehmens ist auch für die überbetriebliche Normung zuständig. Überbetriebliche Normung heißt dabei die Mitwirkung in den Normenausschüssen

der nationalen Normeninstitution (ggf. auch in internationalen Normenausschüssen als Vertreter der nationalen Normeninstitution).

Vorteile der überbetrieblichen Normung für das Unternehmen ergeben sich immer dann, wenn durch die Erarbeitung von gemeinsamen Normen die Zusammenarbeit mit Lieferanten bzw. Kunden vereinfacht wird. Ein weiterer Vorteil der Mitarbeit besteht darin, daß die Vorstellungen des Unternehmens in der zu erarbeitenden Norm wenigstens teilweise berücksichtigt werden können. Darüber hinaus ergibt sich ein wichtiger Zeitvorsprung gegenüber Konkurrenten, die nicht im Normenausschuß vertreten sind. Durch die ständige Mitarbeit kann das Unternehmen frühzeitig eine beginnende Entwicklung erkennen und darauf reagieren /Gra86/.

5.3 Normenanwendung fördern

Der zweite Funktionsbereich der Normenabteilung ist die Förderung der Normenanwendung im Unternehmen; dies entspricht folgenden zwei Aufgaben /Hes84, Pul85/:

- Archivierung von Dokumenten,
- technisches Informationszentrum.

In einem Unternehmen werden ständig Dokumente erstellt und verwendet. Die Normenabteilung ist die zentrale Abteilung zur Archivierung dieser Dokumente. Vorausetzung für die Archivierung ist ein funktionsfähiges Ordnungssystem, wie es in Abschnitt 5.6 beschrieben werden wird.

Zu den Dokumenten, die von einer Normenabteilung zu archivieren sind, zählen /Eve71/:

- Zeichnungen,
- Stücklisten/Ersatzteillisten,
- Werknormen,
- DIN-Normen; EN- und ISO-Normen,
- technische Richtlinien bzw. Spezifikationen,
- Konstruktionshandbücher,
- Produktionsanweisungen,
- Lieferantenkataloge,
- Liefervorschriften/-spezifikationen,
- Qualitätssicherungsunterlagen,
- Zertifizierungsunterlagen.

Darüber hinaus hat die Normenabteilung die Funktion eines "technischen Informationszentrums". Es hat die die betroffenen Mitarbeiter über vorhandene Normen/Richtlinien/ Vorschriften oder sich abzeichnende Entwicklungen zu informieren. (In diesem Zusammenhang muß erwähnt werden, daß auf Seiten der Mitarbeiter die Pflicht zur Anwendung von Werknormen besteht.) Um dieser Funktion gerecht zu werden, muß die Normenabteilung Informationen, vor allem von außerhalb des Unternehmens, sammeln, und sie anschließend zielgerichtet an die entsprechenen Abteilungen weitergeben. Weiterhin muß die

Normenabteilung auch die Anfragen der verschiedenen Abteilungen bzgl. unbekannter Normen oder ausländischer Richtlinien beantworten können.

5.4 Normenanwendung überwachen

Der dritte Funktionsbereich der Werknormung ist die Überwachung der Normenanwendung. Nur wenn sichergestellt ist, daß die vorhandenen Normen auch verwendet werden, ist der Sinn der Werknormung sichergestellt. Dieser Funktionsbereich wird oft mit dem Begriff "Freigabe" bezeichnet /Hes84, Sen87/.

Im Rahmen der Überwachung der Normenanwendung überprüft die Normenabteilung alle relevanten Dokumente[20], die im Unternehmen erarbeitet werden; ggf. übernehmen aber auch die einzelnen Fachabteilungen diese Aufgabe. Dies betrifft insbesondere die Dokumente, die von der Konstruktionsabteilung erstellt wurden. Bei diesen Dokumenten wird die Einhaltung der entsprechenden Normen überprüft, aber auch, ob nicht ggf. Konstruktionsteile durch Normteile ersetzt werden können. Weiterhin kann überprüft werden, ob eine Fertigung auf den vorhandenen Produktionsanlagen möglich ist.

Die Überwachung der Normenanwendung bezieht sich aber nicht nur auf neu erstellte Dokumente, sondern auch auf die Änderung von bereits existierenden Dokumenten.

Eine weitere Aufgabe im Zusammenhang mit der Überprüfung ist eine entsprechende Schlüsselung der Dokumente, so daß ein späterer Zugriff erleichtert wird. Abschnitt 5.7 behandelt ausführlich die Thematik von Ordnungssystemen.

5.5 Aufbauorganisation

Grundsätzlich kann die Einordung der Normenabteilung in die Unternehmenstruktur auf unterschiedliche Arten realisiert werden. Zum einen kann die Normenabteilung als Stabsstelle direkt der Geschäftsführung unterstellt werden, zum anderen kann sie als Linienabteilung der Konstruktion (oder anderen Abteilungen) zugeordnet werden. Beide Varianten haben ihre Vor- und Nachteile, die im folgenden kurz skizziert werden sollen /Feu86, Neg91/.

Wird die Normenabteilung als Stabsstelle der Geschäftsführung unterstellt, ist sie bei entsprechender Unterstützung durch die Geschäftsführung in der Lage, im ganzen Unternehmen Normungsvorhaben durchzuführen. Sie steht als Stabsstelle über den Linienabteilungen, und hat somit Zugang zu allen Abteilungen; sie kann damit ihrer zentralen Bedeutung für das ganze Unternehmen am besten gerecht werden. Nachteilig ist, daß sie direkt keine Weisungsbefugnis an die einzelnen Abteilungen hat; eine Stabsstelle hat nur beratende Funktion und ist somit auf die Unterstützung durch die anderen Abteilungen angewiesen.

---

[20] siehe Abschnitt 5.3.

Bei der Zuordnung der Normenabteilung zu einer Abteilung (also als Linienabteilung), in der Regel der Konstruktionsabteilung, ist die Umsetzung von Normungsvorhaben im Bereich der Konstruktion wesentlich leichter möglich. Dafür ist die Zusammenarbeit mit anderen Abteilungen wesentlich schwieriger, und es besteht die Gefahr, daß die Normung auf die Konstruktion beschränkt bleibt.

Welche dieser beiden Möglichkeiten in einem Unternehmen gewählt wird, hängt von zahlreichen Faktoren ab; z.B. spielen die vorhandene Organisationstruktur (wie z.B. Matrixorganisation) und die Größe des Unternehmens eine große Rolle. Weiterhin wird die Bedeutung der Normung für das Unternehmen unterschiedlich stark beurteilt, woraus sich neben der Einordnung der Normenabteilung auch ihre Unterstützung durch die Geschäftsleitung ableitet.

Daneben können auch verschiedene Ausbaustufen von Normenabteilungen unterschieden werden. Hesser /Hes81/ differenziert zwischen:

- Normenstelle 1. Ebene,
- Normenstelle 2. Ebene,
- Normenabteilung,
- Normenzentrale.

Die Normenstelle 1. Ebene umfaßt nach dieser Einteilung einen Mitarbeiter, der bestimmte Teilaufgaben der Werknormung für eine Abteilung durchführt. Im Gegensatz dazu umfaßt die Normenstelle 2. Ebene schon mehrere Mitarbeiter, die auch für weitere Abteilungen tätig sind. Die Normenabteilung ist eine selbständige Abteilung, die auch außerbetriebliche Aufgaben wahrnimmt. Die letzte Ausbaustufe stellt die Normenzentrale dar, die in einem Konzern den jeweiligen Normenabteilungen der Betriebe übergeordnet ist, und die Koordination zwischen den Normenabteilungen sicherstellt /Hes81/.

5.6 Ordnungssysteme

Wie bereits in Abschnit 5.4 erwähnt, ist ein Ordnungssystem die Voraussetzung für die Anwendung von Werknormen. Aufgabe des Ordnungssystemes ist es, das Wiederauffinden von Dokumenten zu ermöglichen. Über die Dokumente ist damit ein Zugriff auf das vorhandene Teilespektrum und die in den Dokumenten beschriebenen Verfahren und Regeln möglich. Der sinnvolle Aufbau eines Ordnungssystems hat somit eine große Bedeutung, um die Ziele der Werknormung zu erreichen.

Zwei verschiedene Ordnungssysteme sollen im folgenden vorgestellt werden:

- sprachgestützte Schlüsselungssysteme,
- Nummernsysteme[21].

[21] Nummernsysteme werden nicht nur für Dokumente, sondern auch für Aufträge, Arbeitsplätze oder Mitarbeiter verwendet.

Sprachgestützte Schlüsselungssysteme befinden sich noch in der Entwicklung. Basis für diese Systeme ist die in einem Unternehmen verwendete Sprache, so daß eine Verwendung von (nichtssagenden) Nummernsystemen nicht mehr erforderlich ist /Hes92/.

Am häufigsten werden in der Industrie Nummernsysteme zur Ordnung der Dokumente eingesetzt, die daher im nächsten Abschnitt ausführlicher vorgestellt werden.

5.6.1 Nummernsysteme

Grundsätzlich können drei Aufgaben von Nummernsystemen unterschieden werden /Ste89/:

- Klassifikation,
- Identifikation,
- Information.

Mit dem Begriff "Klassifikation" wird die Zuordnung des zu benummernden Objektes zu einer (oder mehreren) Gruppen nach vorgegebenen Gesichtspunkten bezeichnet. Voraussetzung für die Klassifikation von Objekten ist ein entsprechendes Klassifizierungssystem, wie es in Abschnitt 5.6.2 vorgestellt wird.

Der Begriff "Identifikation" wird dagegen für die eindeutige Kennzeichnung der Objekte verwendet. Die entsprechenden Nummern dürfen also nur einmal vergeben werden, wie auch jedes Objekt nur eine identifizierende Nummer aufweisen sollte.

Nummern können auch direkt Informationen enthalten; dies ist z.B. bei Konfektionsgrößen oder Autokennzeichen der Fall. Entsprechende Nummern werden als "sprechende Nummer" bezeichnet.

Vier verschiedene Arten von Nummernsystemen können unterschieden werden, wie Abb. 5.3 zeigt:

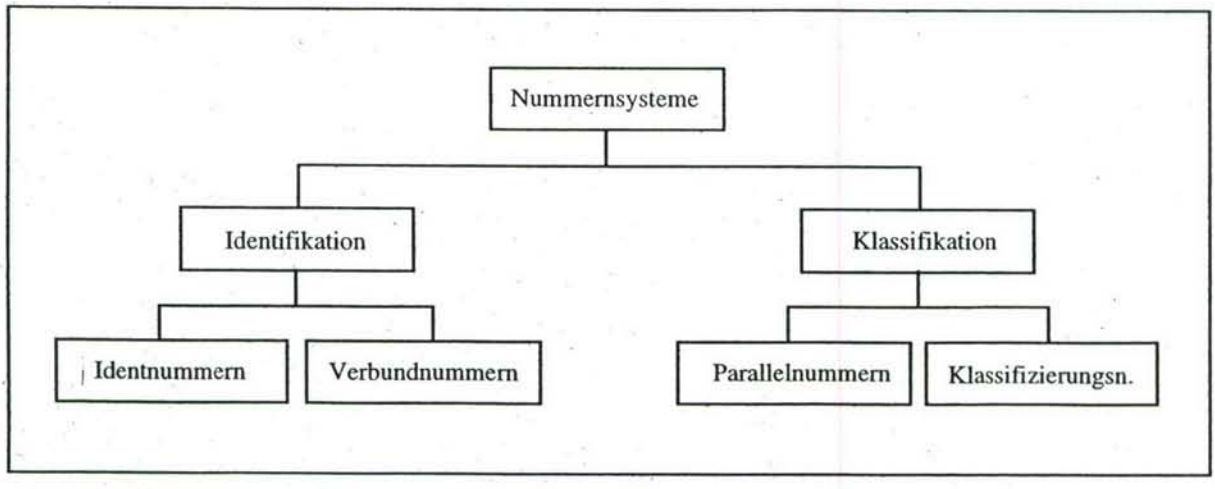


Abb. 5.3: Arten von Nummernsystemen; /Ste89/

Identnummern dienen nur der Identifizierung von Objekten; die Vergabe der Nummern erfolgt meistens fortlaufend, wie Tab. 5.4 zeigt:

Nummer	Objekt
2452	Blech
2453	Lager
2454	Bolzen

Tab. 5.4: Beispiel für Identnummern; /Ste89/

Verbundnummern bestehen aus einer Klassifikations- und einer Zählnummer, wobei es für jede Klassifikationsnummer ein eigenes System von Zählnummern gibt. Die Identifikationsnummer setzt sich dann aus der Klassifikations- und der Zählnummer zusammen. Abb. 5.4 zeigt den prinzipiellen Aufbau eines Verbundnummernsystemes:

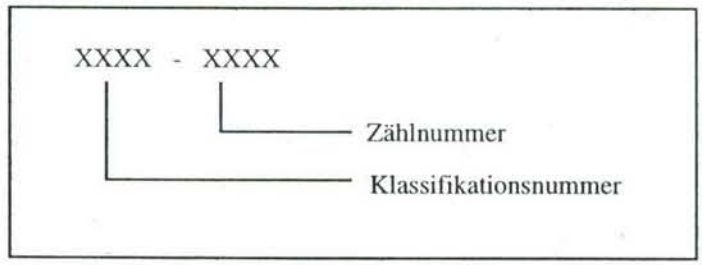


Abb. 5.4: Verbundnummernsystem; /Ste89/

Parallelnummern dienen wie Verbundnummern sowohl der Identifizierung als auch der Klassifizierung. Im Gegensatz zu den Verbundnummern ist aber die Identifikationsnummer unabhängig von der Klassifikationsnummer; es bestehen zwei unabhängige Nummernsysteme.

Klassifizierungsnummern dienen, wie der Name schon sagt, nur der Klassifizierung der einzelnen Objekte. Eine Identifizierung von Objekten ist nur möglich, wenn die Klassifikation so weit gegliedert ist, daß jedes Objekt eine eindeutige Klassifikationsnummer hat; auf Grund des großen erforderlichen Aufwandes kann dieses Verfahren in der Praxis kaum angewendet werden.

Auf die Probleme bei der Auswahl eines Nummernsystems für ein Unternehmen wie auch die Vor- und Nachteile der einzelnen Nummernsysteme soll hier nicht weiter eingegangen werden.

5.6.2 Teileklassifikation

Voraussetzung für die Klassifikation von Bauteilen, wie sie in Abschnitt 5.6.1 angesprochen wurde, ist ein Teileklassifikationssystem. Mit diesem System werden ähnliche Teile zu Gruppen zusammengefaßt und geordnet. Ein Unternehmen ist somit in der Lage, ähnliche oder gleiche Teile zu erkennen; die Teilevielfalt kann reduziert und Abläufe können vereinfacht werden /Ste89, Wie89/. Folgende Vorteile können sich daraus ergeben:

In der Konstruktion und Entwicklung wird Doppelarbeit vermieden, da eine Neukonstruktion bereits vorhandener Bauteile entfällt, bzw. nur geringe Veränderungen erforderlich sind.

In der Arbeitsplanung wird der notwendige Planungsaufwand reduziert, da bereits entsprechende Unterlagen vorhanden sind.

In der Produktion ergeben sich größere Serien, die günstiger produziert werden können. Darüber hinaus sind die Mitarbeiter bereits mit der Produktion des entsprechenden Bauteils vertraut, und nur eine minimale Einarbeitungszeit ist erforderlich.

Über vierzig verschiedene Klassifizierungssysteme für Einzelteile sind entwickelt worden, dennoch existiert bisher kein universell einsetzbares System /Wie89/. Ein Grund für diese Vielfalt sind die unterschiedlichen Anforderungen, die an ein Klassifizierungssystem gestellt werden. Für die Produktgestaltung sind insbesondere konstruktive Merkmale, wie z.B. Abmessungen oder Funktion, von Interesse, während die Fertigung mehr an der Beschreibung fertigungsbedingten Eigenschaften, wie z.B. erforderliche Verfahren oder Zerspanungseigenschaften, interessiert ist /Wie89/.

Von diesen vierzig Systemen soll an dieser Stelle nur das Klassifizierungssystem von Opitz vorgestellt werden, das relativ weit verbreitet ist /Wie89/. Dieses System basiert auf der Formbeschreibung von Bauteilen und kann nur auf mechanisch bearbeitete Teile des Maschinenbaus angewendet werden; es verwendet neun Stellen, die in zwei Bereich unterteilt sind. Die ersten fünf Stellen (Formenschlüssel) beschreiben dabei die Form des Einzelteils, die letzten vier Stellen (Ergänzungsschlüssel) dienen der Beschreibung von Werkstoff, Ausgangsform oder Genauigkeit.

Beim Formschlüssel gibt die erste Stelle Auskunft darüber, ob es sich um ein Rotations- oder um ein Nichtrotationsteil handelt, und in welchem Verhältnis die Hauptabmessungen zueinander stehen. Mit der zweiten Stelle wird die Außenform beschrieben, mit der dritten Stelle die Innenform. Die vierte Stelle enthält Informationen über notwendige Flächenbearbeitungen, während die fünfte Stelle Aussagen über Hilfsbohrungen oder Verzahnungen enthält.

In der Praxis hat sich gezeigt, daß dieses System für eine Werkstückklassifizierung nicht ausreicht, da eine Beschreibung der einzelnen Arbeitsvorgänge nicht vorgesehen ist /Wie89/.

5.7 Produktgliederung

Die Gliederung eines Produktes bzw. Erzeugnisses in einzelne Einheiten ist Voraussetzung für die industrielle Produktion /Wie89/. Durch diese Gliederung können die einzelnen Einheiten eines Erzeugnisses getrennt konstruiert werden, und auch in der Produktion können die einzelnen Einheiten unabhängig voneinander fabriziert werden. Im Rahmen dieses Abschnitt soll neben der eigentlichen Erzeugnisgliederung auch der Aufbau von Stücklisten behandelt werden.

5.7.1 Erzeugnisgliederung

Folgende Ziele sollen nach Eversheim/Wiendahl /Eve71, Wie89/ durch eine geeignete Erzeugnisgliederung erreicht werden:

- Schaffung einer Grundlage für einen einheitlichen Zeichnungs- und Stücklistenaufbau,
- Erleichterung der Angebotskalkulation durch einheitliche Baugruppenabgrenzungen,
- Förderung der Wiederverwendung von Baugruppen in der Konstruktion,
- Beschleunigung der Materialdisposition für Rohmaterial und Zukaufteile,
- Verbesserung der Fertigungs- und Montagesteuerung.

Grundsätzlich kann eine Erzeugnisgliederung nach funktionsorientierten oder nach fertigungs- bzw. montagegerechten Gesichtspunkten erfolgen /Pah77/.

In der Konstruktion/Entwicklung wird eine funktionsorientierte Gliederung bevorzugt, um Funktionen (wie z.B. ein Brems- oder Steuerungssystem) in Gruppen zusammenzufassen und den Zeichnungsaufwand zu minimieren /Ste89/. Diese funktionsorientierte Gliederung ist aber für die Arbeitsvorbereitung und die Montage nur bedingt geeignet, die daher eine montageorientierte Gliederung bevorzugen.

Um Veränderungen der Erzeugnisgliederung während des betrieblichen Auftragsdurchlaufs zu vermeiden, müssen bei der Aufstellung der Erzeugnisgliederung sowohl Aspekte der Konstruktion als auch der Montage berücksichtigt werden. Wiendahl /Wie89/ schlägt für diese einheitliche Gliederung folgende vier Gruppenarten vor:

- Vormontagegruppe,
- Fertigungsgruppe mit Zwischenlagerung,
- Gruppen mit geschlossenen Funktionen,
- Ersatzteil- und Verkaufsgruppen.

Die wichtigste Gruppenart ist die Vormontagegruppe, die nach ihrem Zusammenbau komplett in die nächst höhere Einheit eingebaut wird. Fertigungsgruppen mit Zwischenlagerung erlangen ihre Bedeutung durch die Tatsache, daß eine Identifizierung im Produktionsprozeß erforderlich ist; dies ist z.B. für die beiden Teile eines Getriebegehäuses notwendig, die nach einer gemeinsamen Bearbeitung getrennt weiterbearbeitet werden. Als Gruppe mit geschlossenen Funktionen werden Gruppen bezeichnet, die sich über mehrere andere Gruppen erstrecken; sie sind daher nicht vormontierbar; ein Beispiel dafür ist das Bremssystems eines Autos. Die letzte Gruppe, die Ersatzteil- und Verkaufsgruppe, ergibt sich aus den Forderungen des Vertriebs bzw. des Ersatzteildienstes. Zu dieser Gruppe zählen Baugruppen und Elemente, die direkt vom Kunden bezogen werden /Eve71, Wie89/.

Eine andere Möglichkeit der Erzeugnisgliederung basiert auf der Komplexität der einzelnen Komponenten eines Erzeugnisses. So kann nach Roth /Rot82/ zwischen Einzelteilen, Teileverbänden und Baugruppen unterschieden werden:

Einzelteil:
"Ist ein stoffschlüssig zusammenhängendes Fertigungsteil, dessen Oberfläche hier Konturfläche genannt wird. Sie umschließt ein Volumen, von dem ein Teil den Wirkraum bildet. Die Darstellung des Einzelteils in einem Riß ergibt stets einen

geschlossenen Linienzug, die Teilekontur. In der Fertigungszeichnung werden in der Regel Einzelteile festgelegt. Die Einzelteile werden zu Teileverbänden zusammengesetzt."

Teileverband:
"Ist eine durch Verbindung zusammengefaßte Einheit von Einzelteilen."

Baugruppe:
"Ist eine Zusammenfassung von Teileverbänden, die eine vorgegebene Teilfunktion erfüllt. Die Baugruppe ist eine Funktionseinheit, die im Hinblick auf den Zusammenbau geschaffen wurde."

Eine weitere Unterscheidungsmöglichkeit von Einzelteil und Baugruppe könnte darin bestehen, daß Einzelteile nicht zerstörungsfrei demontierbar sind. Dies bedeutet aber, daß ein aus mehreren Komponenten zusammengeschweißtes Gehäuse als Einzelteil bezeichnet wird.

Eine Unterscheidung zwischen Einzelteil und Baugrupppe ist u.U. auch über die zugehörigen Stücklisten möglich. Für Baugruppen existieren in der Regel Stücklisten, für Einzelteile nicht; d.h. ein Einzelteil liegt dann vor, wenn keine Stückliste vorhanden ist. Problematisch wird diese Unterscheidung aber bei Kaufteilen, wie z.B. bei Getrieben. Für beide Produkte existieren evtl. keine Stücklisten im einkaufenden Unternehmen, obwohl diese Produkte aus mehreren Komponenten bestehen.

5.7.2 Stücklisten

Die Stückliste ist "ein formalisiertes Verzeichnis der eindeutig bezeichneten Bestandteile einer Einheit des Erzeugnisses bzw. einer Baugruppe mit Angabe der zu seiner bzw. ihrer Herstellung erforderlichen Menge." /Ste89/

Aus dieser Definition ergeben sich die drei wesentlichen Elemente von Stücklisten /Ste89/:

1. Jede Stückliste bezieht sich auf ein Erzeugnis bzw. eine Baugruppe, die in der Stückliste angegeben werden muß.

2. In der Stückliste werden die eindeutig bezeichneten Bestandteile (Komponenten) des Erzeugnisses bzw. der Baugruppe aufgeführt.

3. Für jede Komponente wird ihre Anzahl angegeben.

Folgende Aufgaben von Stücklisten können unterschieden werden/Ste89/:

In der Stückliste wird die Erzeugnisstruktur des Produktes dargestellt.

Mit Hilfe der Stückliste erfolgt die Bestimmung der benötigen Mengen der einzelnen Bestandteile.

Die Stückliste dient als Bestellunterlage für Zukaufteile.

Verschiedene Stücklistenarten können unterschieden werden, die hier nur kurz behandelt werden sollen. Bei der Mengenstückliste werden alle Bestandteile des Produkts und ihre Anzahl unstrukturiert aufgezählt. Die Strukturstückliste enthält dagegen die hierarchische Beziehung der einzelnen Bestandteile zueinander; es ist also ersichtlich, daß die Baugruppe A sich aus den Bestandteilen B, C und D zusammensetzt. Die Baukastenstückliste kann als Variante der Strukturstückliste bezeichnet werden. Bei der Baukastenstückliste wird für jede Baugruppe eine eigene Stückliste angelegt, d.h. die Baukastenstückliste ist einstufig aufgebaut /Ste89, Wie89/.

6 Vielfaltreduzierende Normung

Wie bereits in Abschnitt 5.1.2 beschrieben, ist ein Ziel der Werknormung die Reduzierung der Vielfalt. In diesem Kapitel wird dieses Ziel ausführlich behandelt.

6.1 Grundlagen

6.1.1 Begriffe und Definitionen

Dieses Kapitel ist mit "vielfaltreduzierende Normung" überschrieben; bevor dieser Begriff näher erläutert werden soll, erfolgt die Definition der Begriffe

- Typ,
- Variante und
- Baureihe.

Dirzius /Dir71/ definiert diese Begriffe wie folgt:

Typen:
"Als Typen werden gleichartige Erzeugnisse, die sich jedoch in ihren Einzelteilen und Baugruppen wesentlich voneinander unterscheiden, bezeichnet." Weiterhin gibt Dirzius an, daß "ein Typ ein verkaufsfähiges, in sich geschlossenes Erzeugnis sein soll." Beispiele sind: Typ A: Seilbagger, Typ B: Hydraulikbagger.

Baureihe[22]:
"Von einem Typ können verschiedene Größen gebaut werden. Sie werden als Baureihe eines Typs definiert."

Varianten[23]:
"Die verschiedenen Ausführungen einiger Komponenten innerhalb eines Typs und einer Größenordnung werden als Varianten bezeichnet."

---

[22] siehe auch Abschnitt 6.3.1.

[23] Die Definition des Begriffes "Variante" nach DIN 199, Teil 2, lautet: "Gegenstände ähnlicher Form und/oder Funktion mit einem in der Regel hohen Anteil identischer Gruppen oder Teile".

Das folgende Beispiel und Abb. 6.1 dienen zur Verdeutlichung dieser Definitionen.

> Ein häufig verwendetes Maschinenelement sind Wälzlager. Bei Wälzlagern können verschiedene Typen unterschieden werden, wie z.B. Kugel-, Tonnen- oder Rollenlager. Von jedem Typ sind Varianten vorhanden, z.B. Kugellager mit oder ohne Dichtlippe. Weiterhin liegt jeder Typ als Baureihe vor, da von jedem Lager verschiedene Größenabmessungen produziert werden.

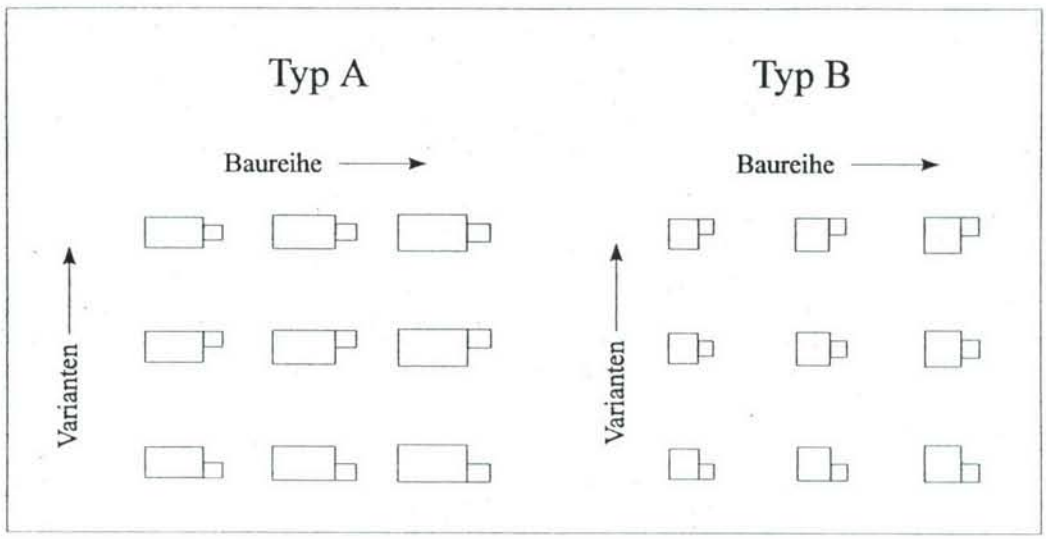


Abb. 6.1: Abgrenzung von Typ, Variante und Baureihe; /Dir73/

Hesser/Meyer /Hes931/ verwenden anstelle des Begriffes "vielfaltreduzierende Normung" den Begriff "typenreduzierende Produktnormung", und bezeichnen damit alle Maßnahmen, "die durch Festlegung bestimmter Merkmale eines technischen Produktes auf der Ebene von Halbzeugen und Bauelementen das mögliche Variantenspektrum dieses Produkts sinnvoll begrenzen".

Wie sich aus dieser Definition ergibt, ist der Begriff "typenreduzierende Produktnormung" wesentlich enger gefaßt als der Begriff "vielfaltreduzierende Normung". Der zweite Begriff kann neben der Normung von Bauelementen auch die Normung von Endprodukten[24] umfassen; außerdem fällt die Einschränkung der Typenreduzierung weg. Eine synonyme Verwendung der beiden Begriffe ist nicht möglich.

Die Verwendung des Begriffes "vielfaltreduzierende Normung" ergibt sich auch aus der englischen Bezeichnung "variety reduction", der sowohl von der ISO /ISO82/ als auch von GEWIPLAN /GEW88/ verwendet wird.

Der Begriff "vielfaltreduzierende Normung" bezieht sich somit auf alle Maßnahmen in einem Unternehmen zur Reduzierung der Vielfalt. Der folgende Abschnitt dient der näheren Abgrenzung des Begriffs "Vielfalt".

---

[24] Im Rahmen dieser Arbeit bezeichnet der Begriff "Produkt" das verkaufsfähige Endprodukt eines Unternehmens, und nicht Halbzeug oder Bauelemente.

6.1.2 Eingrenzung des Begriffs "Vielfalt"

Hirchert /Hir85/ unterscheidet vier verschiedene Problemfelder der Vielfalt:

- Sortiment,
- Kunden,
- Teile,
- Aufträge.

Probleme mit der Sortimentsvielfalt entstehen, wenn ein Unternehmen zu viele Produkte mit kleinem Umsatz anbietet, oder aber Varianten in zu geringer Stückzahl produziert werden.

Mit dem Problemfeld "Kundenvielfalt" werden die Auswirkungen von Kunden mit kleinen Umsätzen bei hohem Betreuungsaufwand oder aber von Kunden in unattraktiven Marktfeldern bezeichnet.

Eine zu große Teilevielfalt kann aus einer mangelhaften Normung und/oder einem unzureichendem Baukastensystem entstehen. (Mit dem Begriff "Teile" - im folgenden wird synonym der Begriff "Bauteil" verwendet - werden hier alle in einem Unternehmen vorhandenen Einzelteile, Komponenten oder Baugruppen bezeichnet. Kennzeichen eines Bauteils ist eine eigenständige Identnummer.)

Ursache für eine Auftragsvielfalt können z.B. Fertigungsaufträge mit einer nicht produktionsgerechten Losgröße sein.

Obwohl diese vier Problemfelder der Vielfalt getrennt dargestellt wurden, bestehen doch Zusammenhänge zwischen ihnen. So kann sich aus einer zu großen Kundenvielfalt eine zu große Auftragsvielfalt ergeben, und die Ursache für eine zu große Teilevielfalt ist u.U. eine zu große Sortimentsvielfalt.

Daneben kann sich der Begriff "Vielfalt" auch auf Betriebsmittel oder Materialen beziehen /Bra85/.

In den weiteren Ausführungen wird von diesen Problemfeldern vorrangig das Problem einer zu großen Teilevielfalt behandelt. Eine Ausnahme bildet dabei Abschnitt 6.4, der sich auch mit der Sortimentsvielfalt beschäftigt.

6.1.3 Reduzierung der Teilevielfalt

Die Notwendigkeit zur Reduzierung der Teilevielfalt ergibt sich aus zwei Tatsachen. Zum einen wächst die Teilevielfalt in Unternehmen ohne Normungsaktivitäten stetig an, zum anderen verursacht diese Teilevielfalt Kosten; siehe auch Abschnitt 6.4.2. Abb. 6.2 zeigt das Wachstum der Teilevielfalt in einem Unternehmen und die durch Normungsaktivitäten erzielbaren Veränderungen der Teilevielfalt.

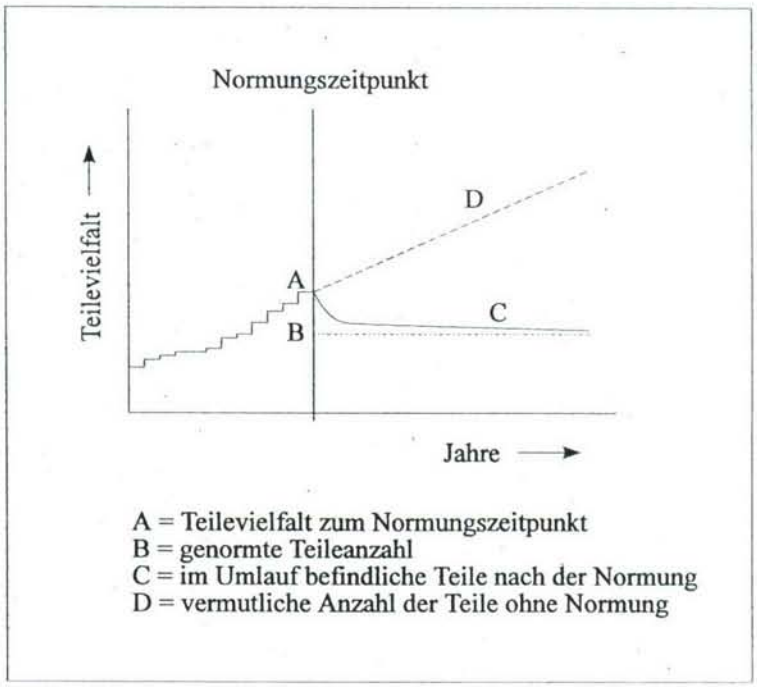


Abb. 6.2: Wachstum der Teilevielfalt; /ISO82/

Wie aus Abb. 6.2 ersichtlich wird, wächst in einem Unternehmen die Teilevielfalt kontinuierlich; siehe auch Abschnitt 6.4.2. Durch Normungsaktivitäten, die sich auf eine Reduzierung der Teilevielfalt beziehen, können zwei Effekte erreicht werden. Zum einen wird ein weiteres Wachstum der Teilevielfalt verhindert, zum anderen wird die tatsächlich genutzte Teileanzahl reduziert.

Im Gegensatz zu dem in Abb. 6.2 dargestellten Sachverhalt (der ja eindeutige Einsparungen durch vielfaltreduzierende Normung aussagt) wird in der ISO-Veröffentlichung (ohne Begründung) angegeben /ISO82/, daß sich durch Normen zur Reduzierung der Vielfalt nur geringe Einsparungen erzielen lassen. Weiterhin beträgt nach dieser Quelle die durchschnittliche Lebenszeit entsprechender Normen fünf Jahre, wobei die Umsetzung der Norm in einem Unternehmen in der Regel sechs bis zwölf Monate erfordert. /ISO82/.

Vorteile durch eine Reduzierung der Teilevielfalt können sich im ganzen Unternehmen ergeben /ISO82/. Im Einkauf werden weniger Teile in größeren Mengen bestellt. In der Produktion ergeben sich größere Fertigungslose, und Rüstzeiten können vermieden werden. Und für den Kundendienst müssen weniger Ersatzteile bevorratet werden.

Grundsätzlich können zwei Arten der Reduzierung der Teilevielfalt unterschieden werden, wie Abb. 6.3 zeigt:

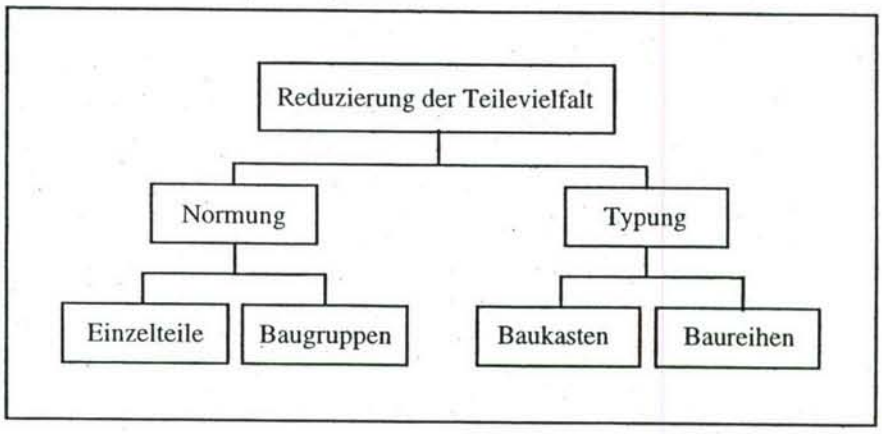


Abb. 6.3: Arten der vielfaltreduzierenden Normung; /Jac90/

In dieser Darstellung wird zwischen Normung[25] und Typung unterschieden, wobei diese Differenzierung in der betriebswirtschaftlichen Literatur gebräuchlich ist. Mit dem Begriff "Normung" werden dabei Maßnahmen bezeichnet, die sich auf die "Vereinheitlichung von Einzelteilen" /Jac90/ beziehen. Der Begriff "Typung" wird dagegen für Maßnahmen verwendet, die sich auf die Vereinheitlichung des fertigen Produktes erstrecken. Das Kriterium für die Unterscheidung zwischen diesen beiden Arten ist, ob die Vereinheitlichung Auswirkungen auf den Absatz hat. Ist dies der Fall, wird von Typung gesprochen. Hat die Vereinheitlichung dagegen nur Wirkung auf den Produktionsbereich, wird der Begriff "Normung" verwendet. Bei der Normung bleibt die Funktion des Enderzeugnisses gleich, und auch die Breite des Funktionsprogrammes wird nicht berührt. Maßnahmen der Normung haben keine Auswirkungen auf den Kunden. Vielfach wird auch der Begriff "Standardisierung" als Oberbegriff für Normung und Typung verwendet /Jac90/.

Die Maßnahmen der Normung können sich theoretisch sowohl auf Einzelteile als auch auf Baugruppen beziehen. Insbesondere die Normung von Baugruppen - ohne Auswirkungen auf das Enderzeugnis - könnte sich in der Praxis als schwierig erweisen, da durch die höhere Komplexität von Baugruppen gegenüber Einzelteilen die Funktion des Enderzeugnisses wesentlich stärker beeinflußt werden kann.

Im Bereich der Typung können zwei Maßnahmen unterschieden werden, zum einen die Entwicklung von Baureihen, zum anderen die Entwicklung von Baukastensystemen. Mit der Entwicklung von Baureihen wird versucht, das Produktspektrum zu diskretisieren /Opl84/. Steinbuch/Olfert /Ste89/ verstehen unter einem Baukastensystem "ein Ordnungssystem, welches den Aufbau einer begrenzten oder unbegrenzten Zahl verschiedener Dinge aus einer Sammlung genormter Bausteine auf Grund eines Programmes oder Baumusterplanes in einem bestimmten Anwendungsbereich darstellt". In den Abschnitten 6.3.1 und 6.3.2 werden die Eigenschaften von Baureihen und Baukastensystemen ausführlich dargestellt.

---

[25] Die Verwendung des Begriffes "Normung" stimmt in diesem Kapitel nicht mit der in Abschnitt 2.2.1 gegebenen Definition überein. Die hier verwendete Definition wird in der betriebswirtschaftlichen Literatur verwendet, siehe Hansmann /Han84/, Jacob /Jac90/ und Wöhe /Wöh86/.

6.2 Normung von Einzelteilen

Wie bereits in Abschnitt 6.1.3 dargestellt, wird mit dem Begriff "Normung" die "Vereinheitlichung von Einzelteilen " /Jac90/ bezeichnet.

Folgende Vorteile der Normung können sich ergeben /Jac90, Ste89/:

- geringere Kosten in der Entwicklung und Konstruktion,
- größere Serien,
- kürzere Lieferzeiten,
- bessere Nachlieferbarkeit,
- erleichterte Kalkulation.

Nachteile aus der Normung ergeben sich u.U. für den Konstruktionsbereich, da aus einer begrenzten Anzahl von möglichen Lösungen eine Lösung ausgewählt werden muß. Der Konstrukteur hat nicht mehr die Freiheit, die technisch optimale Lösung zu suchen.

In der obigen Aufzählung werden die Vorteile qualitativ beschrieben, eine quantitative Darstellung fehlt. Erste Ansätze zu einer quantitativen Beschreibung der Wirkung der Normung liefern Hesser/Meyer /Hes931, Hes932/ in ihren Aufsätzen, deren wichtigsten Ergebnisse hier kurz vorgestellt werden sollen. (Grundlage für diese Aufsätze ist ein Forschungsvorhaben an der Professur für Normenwesen und Maschinenzeichnen, das im Mai 1994 abgeschlossen wurde).

Ziel der in den Aufsätzen beschriebenen Arbeiten war es, überbetrieblich verwendbare Parameter zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit von Normungsvorhaben zu ermitteln; diese Parameter sollten dabei schnell und einfach bestimmbar sein. Um allgemeingültige Ergebnisse zu erlangen, sollte die wirtschaftliche Bewertung der Parameter - die von den Gegebenheiten des jeweiligen Unternehmens abhängt - von ihrer Ermittlung getrennt werden.

Ausgangspunkt der Arbeiten war die Bestimmung der Wachstumsrate der Materialstammdatenbestände von zwölf Unternehmen. Bei allen untersuchten Unternehmen konnte eine Wachstumsrate von ca. 5% festgestellt werden; dies entspricht ungefähr den Angaben der ISO /38/, die von einer Wachstumsrate von 5% für Unternehmen ohne Normung ausgehen. Da in den untersuchten Unternehmen aber "genormt" wurde, kann die ISO-Angabe sogar als zu niedrig betrachtet werden.

Überraschend an diesem Ergebnis ist, daß die Wachstumsrate von 5% bei allen Unternehmen ungefähr gleich hoch war. Da die Unternehmen aus unterschiedlichen Branchen kamen und ihre "Normungsbemühungen" unterschiedlich groß waren, wären stärkere Abweichungen bei der Wachstumsrate zu erwarten gewesen. Auf Grund der fehlenden Vergleichsmöglichkeit mit Unternehmen ohne Normung (jedes Unternehmen ist im Bereich der Normung aktiv, und wenn es nur die Verwendung von Normteilen ist) können aus diesem Ergebnis keine Rückschlüsse auf die Wirksamkeit von Normungsvorhaben gezogen werden.

Nach der allgemeinen Betrachtung der Wachstumsrate der Materialstamm-Datenbestände erfolgte eine differenzierte Betrachtung einzelner Materialklassen. Es wurden dabei nur Materialklassen betrachtet, die Einzelteile oder kleine Baugruppen umfassen; Basis für diese Untersuchung war der Stammdatenbestand eines Unternehmens mit ca. 200.000 Datensätzen.

Einleitend wurde für die verschiedenen Materialklassen die jeweilige Normteilquote ermittelt; die Normteilquote gibt dabei das Verhältnis von Normteilen zu Konstruktionsteilen an. Der anschließende Vergleich von Normteilquote und Wachstumsrate der jeweiligen Materialklassen ergab, daß zwischen diesen beiden Kennwerten kein Zusammenhang existiert; die Wachstumsrate ist unabhängig von der Normteilquote. Dieses Ergebnis überrascht, da zu erwarten gewesen wäre, daß eine höhere Normteilquote (= "mehr Normteile") zu einer niedrigeren Wachstumsrate führt.

Unterschiede in der Wachstumsrate zeigten sich erst bei der getrennten Betrachtung der Wachstumsrate von Norm- und Konstruktionsteilen. Normteile weisen eine um etwa 30% bis 70% geringere Wachstumsrate als Konstruktionsteile auf; dies kann als ein Erfolg der Normung betrachtet werden.

Die abschließenden Untersuchungen, die sich vorrangig mit dem Einfluß der Anfangsbedingungen auf die Normungsvorhaben beschäftigen, wurden nicht veröffentlicht.

6.3 Typung

Im Gegensatz zur Normung bezieht sich die Typung auf die Vereinheitlichung ganzer Erzeugnisse, hinsichtlich ihrer Größe, Art oder Ausführungsform /Ste89/. Das Ziel ist dabei die Verminderung der angebotenen Varianten eines Grundproduktes /Jac90/; nach dieser Definition beinhaltet die Typung nicht die Reduzierung von Typen.

In Tab. 6.1 sind die Vorteile der Typung aufgeführt.

Vorteil	erzielt durch
1. Steigerung der Rentabilität	- Lagervereinfachung - Vermeidung häufiger Programmwechsel - Personalersparnis, da die Fertigung automatisiert werden kann - bessere Kapazitätsausnutzung, da eine längerfristige Fertigungsplanung möglich ist
2. Senkung von Kosten	- Personalumstrukturierung, da angelernte Kräfte oft Routinearbeiten übernehmen können - günstigere Beschaffung, da größere Mengen zu beschaffen sind - Vereinfachung des Kundendienstes
3. Verringerung der Investitionen	- genauere Planung der Kapazitäten bei Serien- und Massenfertigung möglich
4. Vereinfachung der Verwaltung	- durch Systematisierung von Beschaffung, Lagerung und Distribution

Tab. 6.1: Vorteile der Typung; /Ste89/

Nachteile der Typung ergeben sich aus dem verringerten Produktspektrum, das ein Unternehmen anbieten kann. Es ist somit nicht in der Lage, für jeden Kundenwunsch eine maßgeschneiderte Lösung anzubieten; siehe auch Abschnitt 6.4.1 Sortimentsvielfalt.

Prinzipiell kann zwischen der überbetrieblichen und der innerbetrieblichen Typung unterschieden werden. Während bei der überbetrieblichen Typung die Vereinheitlichung durch Kooperation branchengleicher Unternehmen, Forderungen von Großabnehmern oder die Arbeit von Verbänden erfolgt, handelt es sich bei der innerbetrieblichen Typung immer um Maßnahmen, die sich nur auf die Erzeugnisse eines Unternehmens beziehen /Ste89/.

In den weiteren Ausführungen wird die überbetriebliche Typung nicht weiter behandelt; der Schwerpunkt liegt bei der innerbetrieblichen Typung mit ihren verschiedenen Maßnahmen. Dennoch sollten hier kurz die Nachteile der überbetrieblichen Typung angeführt werden, die durch die breite Wirkung der Typung auf zahlreiche Unternehmen hervorgerufen werden können /Ste89/:

- Beschränkung des Wettbewerbs,
- Hemmung des technischen Fortschritts,
- Gefahr der Uniformierung.

Im folgenden werden ausführlich zwei Maßnahmen der innerbetrieblichen Typung - die Entwicklung von Baureihen und von Baukastensystemen - beschrieben.

6.3.1 Baureihen

Baureihen sind nach Pahl/Beitz /Pah77/ "technische Gebilde (Maschinen, Baugruppen oder Einzelteile), die

- dieselbe Funktion,
- mit der gleichen Lösung,
- in mehreren Größenstufen,
- bei möglichst gleicher Fertigung

in einem weiten Anwendungsbereich erfüllen".

Ausgangspunkt für die Entwicklung von Baureihen ist ein Grundentwurf, von dem nach bestimmten Gesetzmäßigkeiten Folgeentwürfe abgeleitet werden /Pah77/. Diese Folgeentwürfe haben die gleiche Funktion des Grundentwurfes bei Verwendung der gleichen Lösung, variieren aber in der Größe.

Pahl/Beitz /Pah77/ behandeln ausführlich die technische Entwicklung von Baureihen, basierend auf Ähnlichkeitsgesetzen und dezimalgeometrischen Normzahlen; diese Ausführungen werden hier nicht weiter betrachtet. Die wirtschaftlichen Randbedingungen bei der Entwicklung von Baureihen werden von Pahl/Beitz aber nicht berücksichtigt. Im Rahmen dieser Arbeit geschieht dies in Abschnitt 6.4.

Durch die Verwendung von Baureihen ergibt sich eine "Rationalisierung im Konstruktions- und Fertigungsbereich" /Pah77/. Konkret können sich für einen Hersteller folgende Vorteile ergeben /Pah77/:

- es ist nur die Entwicklung eines Grundentwurfs notwendig,
- es ergeben sich größere Losgrößen, deren Fertigung wirtschaftlicher ist,
- eine höhere Qualität ist leichter zu erreichen.

Für den Anwender können folgende Vorteile entstehen /Pah77/:

- Preisgünstiges, qualitativ gutes Produkt,
- kurze Lieferzeit,
- problemlose Ersatzteilbeschaffung und Ergänzung.

Der Nachteil von Baureihen - sowohl für den Hersteller als auch für den Anwender - ist die eingeschränkte Größenwahl, so daß nicht für jede Aufgabe eine optimale Lösung möglich ist; verschlechterte Betriebseigenschaften müssen ggf. akzeptiert werden.

6.3.2 Baukastensysteme

Pahl/Beitz /Pah77/ verstehen unter einem Baukasten (Baukastensystem) "Maschinen, Baugruppen und Einzelteile, die

- als Bausteine mit oft unterschiedlichen Lösungen durch Kombination
- verschiedene Gesamtfunktionen erfüllen."

Ausgangspunkt für die Entwicklung eines Baukastensystems ist die Überlegung, für wiederkehrende Aufgaben standardisierte Lösungen zu verwenden, und so die jeweilige Neukonstruktion zu vermeiden. Grundlage dafür ist die Analyse häufiger Aufgabenstellungen, so daß wiederkehrende Funktionen ermittelt werden können. Für jede dieser Funktionen wird ein Baustein gebildet, so daß alle Bausteine zusammen alle Funktionen der Aufgabenstellungen realisieren. Die Bausteine müssen dabei über genormte Schnittstellen verfügen, so daß eine Kombination der einzelnen Bausteine zu einer Gesamtlösung problemlos möglich ist.

Das Ziel eines Baukastensystems ist dabei, die Vorteile der Standardisierung wahrzunehmen, ohne die Nachteile der Beschränkung der Typenvielfalt in Kauf nehmen zu müssen /Jac90/. Dies wird durch folgendes Beispiel verdeutlicht /Jac90/: Liegen fünf Baugruppen in jeweils drei Ausführungsformen (Varianten) vor, können damit $3^5 = 243$ verschiedene Varianten des Endproduktes gebildet werden.

Die Bildung eines Baukastensystems setzt eine entsprechende, umfangreiche Planung der vorkommenden Aufgabenstellungen voraus, damit die einzelnen Funktionen exakt bestimmt werden können. Pahl und Beitz /Pah77/ haben sich ausführlich mit der Problematik bei der Entwicklung von Baukastensystemen beschäftigt; im Rahmen dieser Arbeit soll darauf nicht weiter eingegangen werden.

Der große Vorteil von Baukastensystemen ist es, daß sie zwischen Standardlösungen und individuellen Lösungen angesiedelt sind. Standardlösungen sind im Vergleich zu Baukastenlösungen in der Regel teurer, dafür enthalten sie aber auch Funktionen, für die der

Anwender keine Verwendung hat. Der Vorteil der Baukastensysteme im Vergleich zu individuellen Lösungen ist, daß sie preiswerter sind.

Folgende Vorteile können sich für ein Unternehmen durch die Entwicklung eines Baukastensystems ergeben: /Ste89/

- Senkung der Konstruktionskosten,
- Senkung der Fertigungskosten,
- Verminderung des Ausschusses,
- Vereinfachung der Lagerhaltung,
- Bildung eines Firmenimages.

Diesen Vorteilen stehen aber auch einige Nachteile gegenüber. So erfordert die Entwicklung eines Baukastensystems einen relativ großen Aufwand, und das Produktspektrum wird eingeschränkt.

Für den Anwender ergeben sich folgende Vorteile eines Baukastensystems: /Ste89/

- Möglichkeit stufenweiser Anschaffung,
- Möglichkeit einer bedarfsbedingten Anpassung,
- Möglichkeit vielfältiger Kombinationen.

Der Nachteil eines Baukastensystems ist demgegenüber, daß u.U. nicht benötigte Funktionen mitgekauft werden müssen und die Lösung aus den vorhandenen Bausteinen zusammengesetzt werden muß.

6.4 Wirtschaftliche Bedeutung der Vielfalt

Wie bereits in Abschnitt 6.1.2 angesprochen, können Probleme der Vielfalt auf verschiedenen Gebieten auftreten. Dementsprechend unterschiedlich sind auch die wirtschaftlichen Auswirkungen der Vielfalt, die im folgenden kurz behandelt werden sollen.

Das Ziel eines Unternehmens muß es sein, eine "optimale Vielfalt[26]" zu erreichen /Hir85/. Bei der Bestimmung der optimalen Vielfalt müssen neben der Veränderung der Vielfalt auch die sich daraus ergebenden Konsequenzen berücksichtigt werden. Dies kann neben sinkenden Kosten auch ein Rückgang des Umsatzes sein, wie in Abb. 6.3 dargestellt.

[26] Vielfalt bezieht sich hier auf alle vier Problemfelder, die in Abschnitt 6.1.2 vorgestellt wurden.

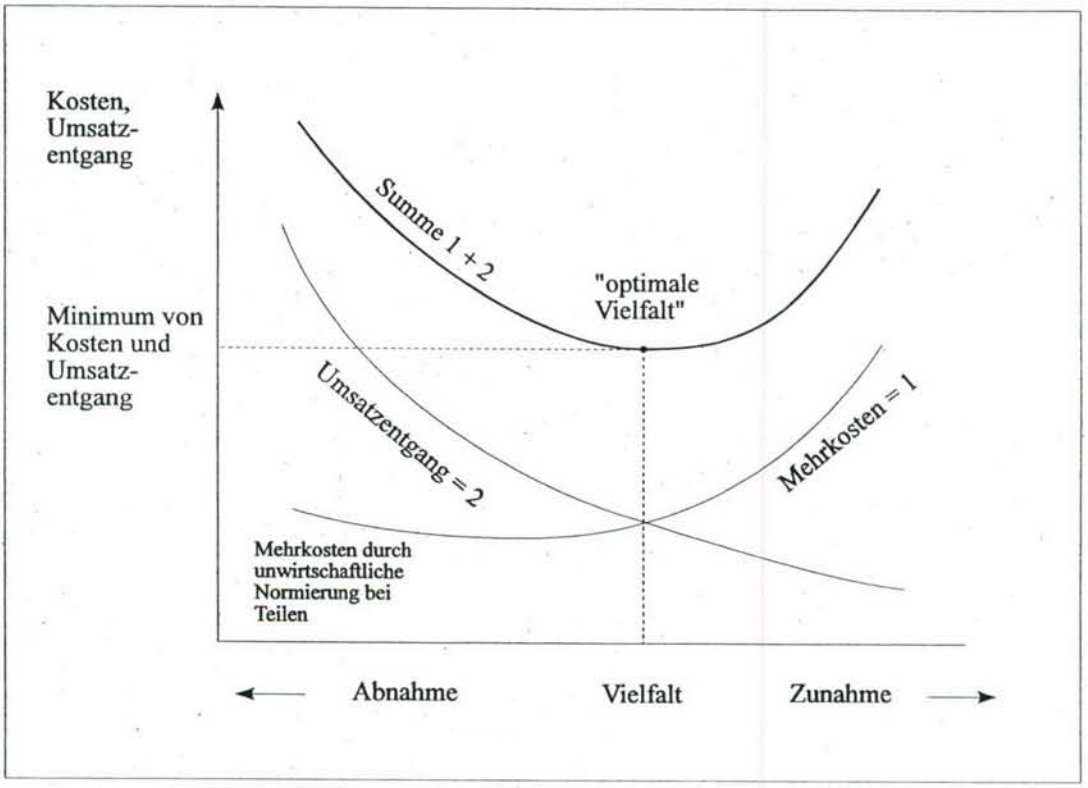


Abb. 6.3: Bestimmung der optimalen Vielfalt; /Hir85/

In Tab. 6.2 werden die Konsequenzen der vier Problemfelder der Vielfalt sowohl für die Kosten als auch für den Umsatz zusammengefaßt:

Problemfeld	Kosten	Umsatz
Sortiment	erhöhter Konstruktionsaufwand	Wegfall nicht gängiger Varianten
Kunden	unwirtschaftlicher Betreuungsaufwand	Streichung nicht interessanter Kleinkunden
Teile	erhöhter Fertigungs- und Beschaffungsaufwand	evtl. entgehendes Ersatzteilgeschäft
Aufträge	unwirtsch. Auftragsabwicklung	Verzicht auf Kleinbestellungen

Tab. 6.2: Konsequenzen der Problemfelder der Vielfalt; /Hir85/

Im Rahmen der weiteren Ausführungen sollen von diesen vier Problemfeldern nur die Bereiche der Sortiments- und Teilevielfalt weiter behandelt werden.

6.4.1 Sortimentsvielfalt

Die Sortimentsvielfalt (auch Erzeugnisvielfalt genannt) hat vor allem Auswirkungen auf den Umsatz, da durch eine größere Anzahl an Produkten in der Regel der Umsatz gesteigert werden kann. Die Bestimmung der Sortimentsvielfalt kann auch als eine strategische Entscheidung des Unternehmens hinsichtlich seiner Marktpolitik aufgefaßt werden /Hir85, Hir861/. Hierbei muß das Unternehmen entscheiden, inwieweit Marktnischen abgedeckt werden sollen, oder ob nur ein Standardprogramm angeboten werden soll.

Der Zusammenhang zwischen der Sortimentsvielfalt und dem Umsatz ist in Abb. 6.4 dargestellt.

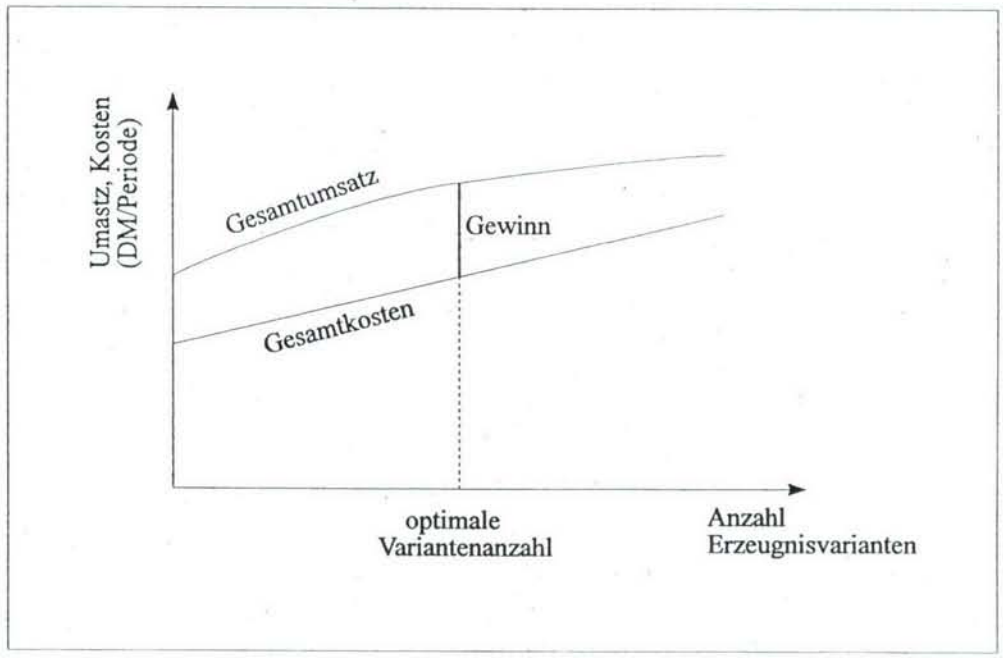


Abb. 6.4: Zusammenhang zwischen Variantenanzahl und Umsatz; /Hir862/

Wie aus Abb. 6.4 deutlich wird, ist der größte Gewinn bei der optimalen Anzahl an Varianten zu erwarten. Wird die Variantenanzahl über diesen Punkt hinaus vergrößert, steigt zwar der Umsatz, der Gewinn reduziert sich aber. Die Bestimmung dieses Punktes ist schwierig, da drei Bereiche dabei berücksichtigt werden müssen /Hir862/:

> Der erste zu beachtende Bereich ist der Markt für die Produkte. Es muß geklärt werden, inwieweit der Markt, also die Kunden, eine bestimmte Variantenanzahl erwarten, und entsprechend honorieren.
>
> Der zweite Bereich umfaßt die Wettbewerber, und ihre Anzahl an Varianten.
>
> Der letzte Bereich ist das eigene Unternehmen. Hierbei muß ermittelt werden, welche Kosten die einzelnen Varianten verursachen, und welchen Beitrag zur Kostendeckung sie liefern.

Hirchert hat sich in seiner Artikelserie ausführlich mit dieser Problematik beschäftigt, und zeigt Möglichkeiten auf, wie ein Unternehmen die optimale Erzeugnisvielfalt unter gleichzeitiger Berücksichtigung dieser drei Bereiche bestimmen kann. Er schlägt zwei einfache Verfahren für eine erste Untersuchung der Sortimentsvielfalt vor; dies ist neben einer ABC-Analyse eine Zeitreihenanalyse.

Mit Hilfe einer ABC-Analyse kann der Umsatzanteil der einzelnen Artikel bestimmt werden. Es können sowohl die Artikel mit dem höchsten Anteil am Umsatz (oder am Deckungsbeitrag) ermittelt werden, wie als auch die Artikel mit einem geringen Anteil. In einem zweiten Schritt können dann die Artikel mit einem geringen Anteil näher betrachtet werden; ggf. kann ihre Produktion eingestellt werden, ohne daß dies größere Auswirkungen

auf den Umsatz/Deckungsbeitrag hat. Nach Hirchert /Hir85/ ergab die Untersuchung eines Unternehmens des Apparatebaus, daß 80% der Artikel nur zu 8% am Umsatz und nur zu 6% am Deckungsbeitrag beteiligt waren.

Während die ABC-Analyse eine Momentaufnahme darstellt, wird bei der Zeitreihenanalyse die Entwicklung der Artikelanzahl über mehrere Jahre betrachtet und mit dem Umsatz pro Artikel verglichen. Ergibt sich bei dieser Analyse ein eindeutiger Umsatzrückgang pro Artikel, ohne daß sich daraus Vorteile für das Unternehmen (z.B. ein größerer Marktanteil) ergeben, sollten die Gründe für diese Entwicklung näher untersucht werden.

Ein weiteres Verfahren zur Bestimmung der optimalen Erzeugnisvielfalt zeigt Oplatka /Opl50/, der sich mit der Bildung von wirtschaftlichen Typenreihen beschäftigt; dieses Verfahren soll hier nicht weiter vorgestellt werden.

6.4.2 Teilevielfalt

Im Gegensatz zur Sortimentsvielfalt hat die Teilevielfalt vor allem Auswirkungen auf die Kosten. Die Bestimmung der Kosten der Teilevielfalt ist aber problematisch, da die erforderlichen Daten nicht ohne weiteres von der Kostenrechnung zur Verfügung gestellt werden können /Hir85/. An dieser Stelle soll noch einmal darauf hingewiesen werden, daß sich eine zu große Teilevielfalt u.U. aus einer zu großen Sortimentsvielfalt ergeben kann.

Zahlen über die Entwicklung der Teilevielfalt können durch eine Analyse der Sachnummernanzahl ermittelt werden, da jedes neue Bauteil eine neue Sachnummer erfordert. Steigt die Anzahl der Bauteile an, steigt gleichzeitig auch die Anzahl der Sachnummern.

Vor einer Analyse des Sachnummernbestandes sollten aber die Gründe für die Einführung von neuen Bauteilen betrachtet werden. Die Entwicklung neuer Produkte führt automatisch zu neuen Bauteilen, da das neue Produkt in der Regel nicht nur aus den vorhandenen Bauteilen konzipiert werden kann; andernfalls müßte es als Variante eines bereits bestehenden Produktes bezeichnet werden. Ersetzt das neue Produkt ein bereits bestehendes Produkt, so wird in der Regel die Produktion der Bauteile für das alte Produkt eingestellt, bis auf den Ersatzteilservice; dies kann u.U. über zehn Jahre der Fall sein. Erst nach diesem Zeitraum könnten die nicht mehr benötigten Sachnummern gelöscht werden. Für den Zeitraum von zehn Jahren sind somit die Sachnummern sowohl für das alte als auch für das neue Produkt vorhanden.

In der ISO-Veröffentlichung sind dazu Angaben enthalten, welche jährliche Wachstumsrate in einem Unternehmen ohne Normung zu erwarten ist. Nach diesen Angaben wächst die Sortimentsvielfalt (Endprodukt) doppelt so schnell wie die Teilevielfalt (Komponenten).

Bauteil	Wachstumsrate
Komponenten	5%
Endprodukt	8 - 10%

Tab. 6.3: Wachstumsrate; /ISO82/

Einen ersten Überblick über die Kostenentwicklung der Teilevielfalt kann die Zeitreihenanalyse liefern, wie sie bereits in Abschnitt 6.4.1 vorgestellt wurde. Basis für die Untersuchung der Teilevielfalt ist dabei die Entwicklung der Sachnummernanzahl in einem Unternehmen über mehrere Jahre. Sinkt der Umsatz pro Sachnummer stetig, hat die Erhöhung der Sachnummernanzahl (und damit der Teile) nicht zu einer entsprechenden Umsatzverbesserung beigetragen.

Eine weitere interessante Frage ist, welche Kosten eine Sachnummer (und somit das dazugehörige Bauteil) verursacht. Grundsätzlich können die Kosten einer Sachnummer in zwei Bereiche unterteilt werden, in die einmaligen und in die laufenden Kosten.

Einmalige Kosten fallen bei der Eröffnung einer Sachnummer an; sie sind somit abhängig von der Anzahl der Sachnummerneröffnungen /Hir861/. Zu diesen Kosten zählen:

- Kosten für die Entwicklung des Teils,
- Kosten für Werkzeugkonstruktion und -bau,
- Kosten für die Einführung der Sachnummer.

Die laufenden Kosten, die von der Anzahl der bestehenden Sachnummern abhängig sind, umfassen /Hir861/:

- Kosten für Konstruktions- und Werkzeugänderungen,
- Kosten für die Lagerung,
- Kosten für die Verwaltung der Sachnummern.

Hirchert /Hir861/ hat in einer Untersuchung für ein Unternehmen der Elektrogerätebranche Kosten von 1.722 DM für die Eröffnung einer Sachnummer und von 1.747 DM für die laufende Verwaltung pro Jahr ermittelt.

Diese Zahlenangaben wurden über alle Sachnummern gemittelt und sind daher nur begrenzt aussagefähig. Zwischen den verschiedenen Sachnummerngruppen gibt es große Unterschiede; so verursacht ein Normteil Sachnummereröffnungskosten von 197 DM, ein sperriges Eigenfertigungsteil dagegen von 2.515 DM. Ebenfalls große Unterschiede ergeben sich bei den Sachnummernpflegekosten, die von 573 DM für Normteile bis 2.902 DM für Geräte schwanken. Weiterhin sind diese Zahlen unternehmenspezifisch geprägt, so daß sich bei anderen Unternehmen ein abweichendes Bild ergeben wird.

Hirchert unterteilt die Sachnummernpflegekosten noch weiter in Durchführungskosten (wie z.B. Lager, Fertigung, Montage) und in Planungs-/Dispositionsaufwand. Dies ist eine wichtige Differenzierung, werden doch die Durchführungskosten direkt durch das Bauteil verursacht; ist kein Exemplar des entsprechenden Bauteils vorhanden (also weder in der Fertigung noch im Lager), fallen diese Kosten nicht an. Die Kosten für die Planung und Disposition sind dagegen unabhängig vom Vorhandensein eines entsprechenden Bauteils; sie ergeben sich allein durch den Verwaltungsaufwand für Unterlagen und Zeichnungen. (Kosten für "Karteileichen" fallen z.B. in die letzte Kategorie.)

Hirchert unterscheidet somit zwischen:

- Sachnummern-Eröffnungskosten (einmalig),
- Sachnummern-Pflegekosten (laufend),
    - Durchführungsaufwand (abhänig von der Existenz eines Bauteils),
    - Planungs-/Dispositionsaufwand (unabhängig von der Existenz eines Bauteils).

Aus den von Hirchert ermittelten Zahlen können erste Schwerpunkte für Normungsaktivitäten in einem Unternehmen gebildet werden. So besteht ein größeres Einsparungspotential bei Geräten als bei Normteilen. Weiterhin zeigen diese Zahlen, daß die laufenden Kosten für Normteile unter den Kosten für andere Bauteile liegen; somit ergeben sich schon durch den geringeren Verwaltungsaufwand von Normteilen Einsparungen gegenüber von Konstruktionsteilen.

Mit den von Hirchert genannten Zahlen ist es auch möglich, eine Kosten-Nutzen-Analyse vor der Einführung eines neuen Bauteils zu erstellen. Da die Kosten aus den vorhandenen Zahlen ermittelt werden können, kann bei bekannter Stückzahl der Mindestnutzen des neuen Bauteils bestimmt werden. Das folgende Beispiel verdeutlicht dies /Hir861/:

> Die durchschnittlichen einmaligen Kosten einer Sachnummer betragen 1.722 DM. Wird diese Sachnummer vier Jahre genutzt, ergeben sich laufende Kosten von 4 * 1.747 DM; die Gesamtkosten belaufen sich somit auf 8.710 DM. Der Nutzen durch die Einführung des neuen Bauteils muß also größer als 8.710 DM sein; dies entspricht bei einer geplanten Stückzahl von 9.000 ein Vorteil von ca. 1 DM pro Bauteil.

Maßnahmen zur Reduzierung der Teilevielfalt können in drei Gruppen unterteilt werden. Bei der ersten Gruppe wird die zusätzliche Einführung von Bauteilen vermieden, da bereits vorhandene Bauteile verwendet werden können. Zur zweiten Gruppen zählen Maßnahmen, bei denen vorhandene Bauteile durch ebenfalls vorhandene, gleichartige Bauteile ersetzt werden; dies setzt die Austauschbarkeit der Bauteile voraus, da andernfalls ein größerer Änderungsaufwand erforderlich ist. Maßnahmen, die sich auf nicht mehr benötigte Bauteile beziehen, zählen zur dritten Gruppe; dies entspricht der Aussonderung nicht mehr benötigter Bauteile.

Wird der sich aus diesen Maßnahmen ergebende Kosteneffekt betrachtet, so ergeben sich im ersten Bereich die größten Einsparungen, da sowohl die einmaligen als auch die laufenden Kosten vermieden werden. Bei der zweiten Gruppe werden dagegen nur die laufenden Kosten eingespart, wobei ggf. zusätzliche Kosten für notwendige Änderungen anfallen. Die geringsten Einsparungen ergeben sich bei der dritten Gruppe, da hier nur ein Teil der laufenden Kosten für die Verwaltung der Unterlagen/Zeichnungen entfallen.

Bei diesen Kostenbetrachtungen muß berücksichtigt werden, daß die laufenden Kosten invariant gegen kleine Änderungen der Sachnummernanzahl sind. Signifikante Einsparungen ergeben sich erst, wenn ein größere Anzahl an Sachnummern gelöscht wird. In diesem Fall werden weniger Mitarbeiter für die Verwaltung der Sachnummern benötigt, und auch die benötigten Ressourcen (wie z.B. Datenverarbeitungseinrichtungen) verringern sich.

7 Wirtschaftlichkeit der Werknormung

Nachdem in den einleitenden Kapiteln die Grundlagen der Kosten- und Investitionsrechnung sowie die Grundzüge der Werknormung vorgestellt wurden, wird in diesem Kapitel die Wirtschaftlichkeit der Werknormung betrachtet.

7.1 Grundlagen

Wie bereits in Abschnitt 3.1.2 definiert, ist die Wirtschaftlichkeit der Maßstab für die Einhaltung des Wirtschaftlichkeitsprinzips. Die rechnerische Ermittlung der absoluten Wirtschaftlichkeit ergibt sich dabei auf der Ebene der Kostenrechnung aus dem Quotienten aus Leistungen und Kosten.

"Normung" wurde in Kap. 2 definiert als Tätigkeit zur Erstellung von Festlegungen für die allgemeine und wiederkehrende Anwendung, die auf aktuelle oder absehbare Probleme Bezug haben und die Erzielung eines optimalen Ordnungsgrades in einem gegebenen Zusammenhang anstreben /DIN912/.

Der Begriff "Wirtschaftlichkeit der Normung" beinhaltet somit folgende Aussagen:

1. Die Einhaltung des Wirtschaftlichkeitsprinzips in bezug auf die Normung soll ermittelt werden.

2. Wirtschaftlichkeit wird in Zahlen ausgedrückt.

Die volkswirtschaftliche Bedeutung der Normung ergibt sich aus der Tatsache, daß sich nach Händel /Hän80/ die Ausgaben für die Normung in Deutschland im Jahre 1980 auf mindestens 2 Mrd. DM belaufen haben; dies entspricht ca. 0,2% des Industrieumsatzes. Der Nutzen aus diesen Normungsvorhaben beläuft sich auf 0,7% - 1,2% des Umsatzes[27]; dies entspricht einer Verzinsung (auch ROI = Return of Investment genannt) von 350% bis 600%.

Aus welchen Gründen ist eine Bestimmung der "Wirtschaftlichkeit der betrieblichen Normung" erforderlich? Unternehmen handeln nach dem Wirtschaftlichkeitsprinzip und sind bestrebt, ihre Kosten so gering wie möglich zu halten. Weiterhin stehen einem Unternehmen

[27] Diese große Spannbreite ergibt sich aus den verschiedenen Untersuchungen, die Händel zitiert; siehe auch Händel /Hän80/.

nicht unbegrenzte Mittel zur Verfügung, so daß die Verwendung dieser Mittel begründet erfolgen sollte; siehe auch Abschnitt 3.1.2.

Mittel werden daher nur für die Funktionen eines Unternehmen aufgewendet, die eine "Existenszberechtigung" haben. Diese ist bei den sogenannten "Kernfunktionen" (wie z.B. Entwicklung/Konstruktion, Fertigung) ohne Frage gegeben, bei den sogenannten "Supportfunktionen" (wie z.B. Qualitätssicherung, Normung) aber nicht a priori /Stüt88/. Die "Supportfunktionen" müssen daher "beweisen", daß sie einen Nutzen für das Unternehmen haben, und daß dieser Nutzen höher ist als die Kosten.

Übertragen auf die Werknormung bedeutet dies, daß eine Kosten-Nutzen-Analyse erfolgen muß. Liegt der Nutzen über den Kosten, ist die Werknormung für das Unternehmen wirtschaftlich. Andernfalls ist die Werknormung unwirtschaftlich, und ein Unternehmen müßte die Werknormung (aus Sicht der Kostenrechnung) einstellen.

Bei den obigen Ausführungen wurde immer die Annahme unterstellt, daß Wirtschaftlichkeit in Geld ausgedrückt wird. Dies ergibt sich aus den Definitionen, die in Abschnitt 3.1.2 gegeben wurden. Durch die Bewertung in Geld wird erst die Vergleichbarkeit von Kosten und Nutzen möglich. Die Vergleichbarkeit von verbalen Aussagen bzgl. der Kosten und des Nutzens der Normung ist nur eingeschränkt gegeben.

Da sich die Wirtschaftlichkeit aus dem Quotienten von Leistung zu Kosten ergibt, liegt der Schwerpunkt der folgenden Ausführungen bei der Bestimmung der Leistungen bzw. der Kosten; anstelle des Begriffs "Leistung" wird in den folgenden Ausführungen der Begriff Nutzen verwendet. Die Ermittlung der Wirtschaftlichkeit der Normung ergibt sich dann automatisch aus den ermittelten Kosten bzw. dem ermittelten Nutzen.

Die getrennte Betrachtung der Ermittlung der Kosten und des Nutzens ist möglich, da die Kosten unabhängig vom Nutzen sind und vice versa.

7.2 Kosten der betrieblichen Normung

Normung ist nicht kostenlos, sondern erfordert nach Seßler /Seß86/ "Investitionen in verschiedenen Währungen:

- Aufmerksamkeit,
- Personal und
- Geld."

Da aus betriebswirtschaftlicher Sicht aber auch die Investitionen in "Aufmerksamkeit" und Personal in Geld bewertet werden können ("Zeit ist Geld"), werden sich die folgenden Ausführungen nur auf Investitionen in Geld beziehen.

Normen verursachen während drei verschiedenen Phasen Kosten (siehe auch Abschnitt 7.5.2):

- bei ihrer Erarbeitung und Bereitstellung,
- bei ihrer Einführung und
- bei ihrer Anwendung.

Im folgenden werden diese Kosten und zusätzlich die Kosten einer Werknormabteilung betrachtet.

7.2.1 Kosten der Normenerarbeitung und -bereitstellung

Kosten für die Bereitstellung von Normen fallen für ein Unternehmen in verschiedenen Bereichen an. Zum einen verursacht die Mitarbeit im Normenauschuß Kosten, zum anderen die Erarbeitung von Werknormen. Weiterhin müssen Mittel für die Bereitstellung von Normen aufgewendet werden /Stüb84/.

Die Mitarbeit in einem Normenausschuß verursacht Kosten, da das Unternehmen einen oder ggf. mehrere Mitarbeiter für die Normungsarbeit abstellen muß. Die Mitarbeiter nehmen an Ausschußsitzungen an wechselnden Orten teil, und die dabei anfallenden Unkosten müssen erstattet werden. Weiterhin erarbeitet der Mitarbeiter evtl. während seiner Arbeitszeit im Unternehmen Vorlagen für den Auschuß, so daß er nicht nur für die Zeit der Sitzungen, sondern auch darüber hinaus nicht für das "Alltagsgeschäft" zur Verfügung steht[28].

Die Ermittlung dieser Kosten ist relativ problemlos möglich, da sich sowohl die aufgewendete Arbeitszeit (und damit die Kosten des Mitarbeiters) als auch die anfallenden Unkosten festellen lassen.

Die Kosten bei der Erarbeitung von Werknormen entstehen durch die Freistellung von Mitarbeitern für die erforderlichen Arbeiten. Da Normen im Konsensprinzip erarbeitet werden, sind an der Erarbeitung von Werknormen Mitarbeiter verschiedener Abteilungen beteiligt, und es fallen Kosten in allen beteiligten Abteilungen an. Bei der Ermittlung der Kosten einer Werknorm reicht also eine isolierte Betrachtung der Werknormabteilung nicht aus; alle beteiligten Abteilungen müssen mit einbezogen werden.

Die Bereitstellung von Normen umfaßt mehrere Kostenblöcke. Zum einen fallen Kosten für den Kauf von überbetrieblichen Normen (z.B. DIN-, CEN- oder ISO-Normen) an, zum anderen müssen diese Normen auch den Mitarbeitern im Unternehmen zugänglich gemacht werden. Dazu müssen die Normen ggf. vervielfältigt und verteilt werden, und u.U. ist auch die Erstellung von betriebsinternen Rundschreiben bzgl. aktueller Normungsvorhaben erforderlich.

Weiterhin müssen Normen regelmäßig geprüft werden; in einem Unternehmen sind davon nur die Werknormen betroffen, da DIN- oder ISO-Normen von den entsprechenden Normeninstitutionen überarbeitet werden. Werknormen müssen dagegen von der Normenabteilung in regelmäßigen Abständen geprüft und ggf. überarbeitet werden, um sie den aktuellen

---

[28] Eine interessante Frage in diesem Zusammenhang ist, ob Unternehmen, die an der Erarbeitung einer Norm beteiligt sind, diese kostenlos nutzen dürfen?

Entwicklungen anzupassen. Basieren die Werknormen auf anderen Normen, muß bei einer Überarbeitung der Ausgangsnorm auch die Werknorm überarbeitet werden.

7.2.2 Kosten für die Normeneinführung

Kosten für die Normeneinführung können unterteilt werden in /ISO82/:

1. Kosten für die Vorstellung der Norm,
2. Kosten für Veränderungen an Abläufen und Dokumenten,
3. Kosten für Produktänderungen.

Normen müssen in einem Unternehmen den zuständigen Mitarbeitern vorgestellt werden, damit die Anwendung der entsprechenden Norm gewährleistet ist; dies ist sowohl für DIN-Normen als auch für Werknormen erforderlich. Diese Vorstellungen müssen bei der Einführung einer neuen Norm, aber auch nach der Überarbeitung einer bereits bestehenden Norm erfolgen.

Wird eine existierende Norm durch eine neue Norm ersetzt, kann sich daraus ein großer Änderungsbedarf ergeben; insbesondere können davon betroffen sein /IOS82/:

- Änderung von Dokumenten (Zeichnungen, Arbeitspläne),
- Änderung von Testverfahren,
- Änderung der Produktionsbedingungen,
- Änderung des Ersatzteildienstes,
- Änderung der Instandhaltung.

Diese Kosten können u.U. sehr groß sein, abhängig vom Anwendungsbereich der zu ersetzenden Norm.

Beziehen sich Normen konkret auf Bauteile oder Produkte in einem Unternehmen, müssen diese ggf. geändert werden, damit die Anforderungen der Norm erfüllt werden. Im Extremfall müssen die Bauteile oder Produkte ausgesondert werden, wenn sie nicht mehr mit der Norm übereinstimmen. Die Höhe dieser Kosten ist in der Regel gering.

7.2.3 Kosten für die Normenanwendung

Nach Händel /Hän83/ unterteilen sich die Kosten für die Normenanwendung in drei Bereiche:

1. Suchen der benötigten Norm,
2. Auswählen der gesuchten Informationen,
3. Anwenden dieser Informationen.

Der erste Bereich umfaßt die Kosten, die für das Suchen der benötigten Norm anfallen. Dazu zählen das Auswählen der gesuchten Norm, das Herbeiholen dieser Norm wie auch die Bestimmung des gewünschten Abschnittes in der Norm.

Zum zweiten Bereich zählen die Kosten, die für Entnehmen der gesuchten Information aus der Norm und das anschließende Formulieren dieser Information als Antwort anfallen.

Die Kosten der abschließende Anwendung der gefundenen Informationen werden im dritten Bereich zusammenfaßt.

Wie Händel /Hän83/ und Stübler /Stüb84/ im Rahmen einer Industrieuntersuchung ermittelt haben, fallen 50% der Kosten für die Normenanwendung im zweiten Bereich, beim Auswählen der gesuchten Informationen, an; dieses Ergebnis zeigt, welcher Bedeutung der Gestaltung von Normen zukommt. Ein weiteres Ergebnis dieser Untersuchungen war, daß die Anwendungs-kosten immer höhen sind als die Kosten für die Erarbeitung von Normen.

Kosten für die Normenanwendung fallen in zahlreichen Abteilungen an. Nach Stübler /Stüb84/ sind das vor allem folgende Abteilungen (beginnend mit dem größten Anteil):

- Entwicklung und Konstruktion,
- Arbeitsvorbereitung,
- Qualitätsprüfung,
- Vertrieb,
- Einkauf und
- sonstiges.

7.2.4 Kosten der Werknormabteilung

In den Abschnitten 7.2.1 und 7.2.2 wurden die Kosten für die Normenerstellung, -bereitstellung und -anwendung ermittelt. Von diesen Kosten werden vor allem die Kosten für die Normenerstellung und -bereitstellung wie auch Kosten für die Präsentation in der Werknormabteilung anfallen. Darüber hinaus fallen aber noch weitere Kosten in der Werknormabteilung an.

Dazu zählen einmal Mitglieds- und Förderbeiträge für Normenorganisationen bzw. für Institutionen im Umfeld der Normungsarbeit /Stüb84/. Weiterhin werden in der Werknormabteilung nicht nur Normen erstellt und verwaltet, wie die Ausführungen in Kap. 5 gezeigt haben. Für alle dort aufgeführten Tätigkeiten der Werknormabteilung fallen Kosten an, so daß die Ermittlung der Kosten einer Werknormabteilung nur bei Berücksichtigung der vielfältigen Aufgaben zu korrekten Ergebnissen führt. Hesser /Hes81/ macht in seiner Arbeit Angaben, wie hoch die Kosten einer Werknormabteilung in Abhängigkeit von der Betriebsgröße sind.

7.3 Nutzen der betrieblichen Normung

Die innerbetriebliche Normung ist eine Dienstleistung, die von einer Abteilung des Unternehmens (der Werknormabteilung) für andere Abteilungen erbracht wird. Daraus ergibt sich, daß der Nutzen der Normung nicht in einer, sondern in mehreren Abteilungen anfällt. Für die Bestimmung des Nutzens der Normung ist also die isolierte Betrachtung der Werknormung nicht ausreichend.

Vorher soll eine mögliche Definition des Begriffs "Nutzen" zitiert werden. Nutzen ist danach "die auf der subjektiven Werteinschätzung beruhende Eigenschaft eines Gutes, zur Bedürfnisbefriedigung eines Wirtschaftssubjektes beizutragen; mit Nutzen wird sowohl diese Eigenschaft selbst als auch das Ausmaß der Bedürfnisbefriedigung bezeichnet." /Bro94/

Grundsätzlich kann der Nutzen der Normung quantitativ wie auch qualitativ dargestellt werden, wie Abb. 7.1 zeigt:

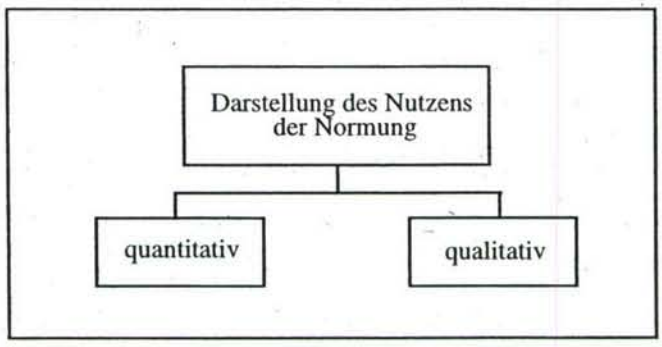


Abb. 7.1: Darstellung des Nutzen der Normung; /Agu88/

Bei der quantitativen Darstellung wird der Nutzen der Normung in Zahlen ausgedrückt. Nur bei der quantitativen Darstellung ist die Berechnung der Wirtschaftlichkeit, wie in Abschnitt 3.1.2 definiert, möglich. Die qualitative Darstellung beruht dagegen auf verbalen Aussagen über den Nutzen der Normung. Diese Aussagen können wichtige Aspekte der Normung beinhalten, eine bewertende Gegenüberstellung mit den verursachenden Kosten ist aber nicht möglich.

Stübler /Stüb84/ gibt ein Verhältnis von Kosten und Nutzen von 7 bis 12 an, d.h. den Kosten steht das 7 bis 12fache an Einsparungen gegenüber.

7.3.1 Quantitative Darstellung des Nutzens

Grundsätzlich entspricht der quantitative Nutzen der betrieblichen Normung Einsparungen, die durch die Anwendung von Normen erzielt werden; Normung ist vorbeugende Kostensenkung /Kap83/. Diese Einsparungen können sich durch eine Reduzierung der Teilevielfalt, die Verwendung von Norm- anstellen von Konstruktionsteilen oder durch vereinheitlichte Abläufe ergeben. Aus dieser - unvollständigen - Aufzählung ergeben sich schon die Probleme bei der Ermittlung der durch Normung erreichbaren Einsparungen. So werden sich Einsparungen in verschiedenen Abteilungen ergeben, die vollständig berücksichtigt werden müssen. Weiterhin werden sich diese Einsparungen über einen längeren Zeitraum erstrecken, so daß die Betrachtung nur eines Zeitpunktes (z.B. bei der Einführung der Norm) nicht ausreicht. Darüber hinaus ergeben sich durch jede Art von Normen unterschiedliche Einsparungen. Durch die Reduzierung der Teilevielfalt ergeben sich andere Kosteneinsparungen als durch eine Prüfnorm; und die durch die Vereinheitlichung von Abläufen erreichten Einsparungen müssen wiederum differenziert betrachtet werden.

Bei der Ermittlung der Einsparungen müssen somit folgende Punkte beachtet werden:

- Einsparungen ergeben sich über mehrere Jahre,
- Einsparungen fallen in verschiedenen Abteilungen,
- unterschiedliche Normen ergeben unterschiedlichen Nutzen.

Das wesentliche Problem bei der Ermittlung der Einsparungen ist aber, daß sie sich in der Regel nicht ohne weiteres aus der Kostenrechnung ermitteln lassen. Die Gliederung in Kostenstellen ist nicht in der Lage, diese Art von Einsparungen eindeutig aufzuzeigen. In den meisten Fällen werden sich die Einsparungen in den indirekten Kosten verbergen, so daß eine Ermittlung dieser Einsparungen nur schwer möglich ist.

Vielfach werden Normungsvorhaben auch als Investitionen betrachtet. Diese Betrachtung ergibt sich daraus, daß Normen eine einmalige Investition (bei ihrer Erstellung) erfordern, Rückflüsse (Einsparungen) aber über einen längeren Zeitraum erfolgen. Somit müssen - nach der Ermittlung der Einsparungen - auch die Bedingungen der Investitionsrechnung (siehe Kapitel 4) berücksichtigt werden.

Verschiedene Verfahren zur quantitativen Bestimmung des Nutzens der betrieblichen Normung wurden entwickelt, wie Abb. 7.2 zeigt:

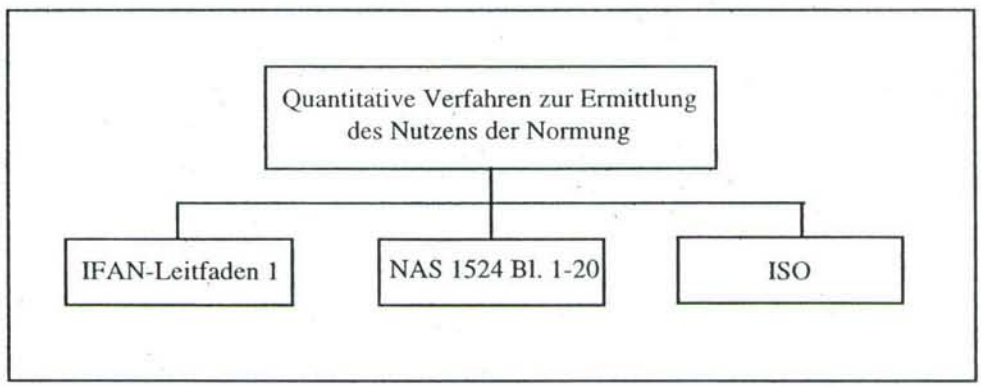


Abb. 7.2: Quantitative Verfahren zur Ermittlung des Nutzens der Normung; /Agu88/

Von diese drei Verfahren wird der IFAN-Leitfaden 1 in Abschnitt 7.4 und die ISO-Methode in Abschnitt 7.5 dargestellt. Das in der NAS (National Aerospace Standard) 1524 Bl. 1-20 vorgestellte Verfahren wird nicht weiter behandelt.

Neben diesen drei Verfahren, die speziell für die Belange der betrieblichen Normung entwickelt wurden, können u.U. auch die folgenden Methoden zur Ermittlung von Einsparungen verwendet werden /Agu88/:

- Wertanalyse,
- Nutzwertanalyse (siehe Abschnitt 4.4),
- VDI 2225 /VDI84/.

7.3.2 Qualitative Darstellung des Nutzens

Wie die Ausführungen in Abschnitt 5.1.3 bereits gezeigt haben, läßt sich oft der Nutzen der Normung nicht quantitativ ausdrücken. Im Gegenteil, vielfach ist nur eine verbale Beschreibung des Nutzens möglich. Karpinski /Kap83/ meint zu diesem Thema:

> "Dabei lassen sich Aspekte, wie die Minderung von Risiken im technischen, kaufmännischen und juristischen Bereich, hier das Stichwort Produzentenhaftung, ebenso schwer in Kostenaussagen erfassen wie der geschädigte Ruf eines Unternehmens als Folge einer Qualitätsminderung."

Die unstrukturierte Aufzählung der Vorteile der Normung, wie in Abschnitt 5.1.3, ist für eine systematische Betrachtung des Nutzens unzureichend. Eine systematische, qualitative Betrachtung der Normung erlaubt ein Verfahren, das Shearer /She80/ vorschlägt. Grundlage für dieses Verfahren ist das Diagramm, das in Abb. 7.3 dargestellt ist.

	Vorliegen zuverlässiger Dokumentations-Unterlagen	Erarbeitung von nationalen Normen	Lösung von Schnittstellen-Problemen, Werknormen	Verbreitung von Informationen	Klassifizierung und Kodierung	Typenbeschränkung
Entwicklung/Konstruktion						
Fertigung						
Qualitätskontrolle						
Materialverwaltung						
Anlagen und Geräte						
Verkauf/Ersatzteile						
Sozialleistungen						
allg. Verwaltung						
interner Konzernhandel						
Ertrag						

Abb. 7.3: Qualitatives Verfahren zur Bestimmung des Nutzens der Normung; /She80/

In diesem Diagramm werden in den Zeilen die einzelnen Abteilungen des Unternehmens aufgeführt, in den Spalten sechs verschiedene Nutzen der Normung. Ergibt sich für die Abteilung ein Vorteil aus diesem Nutzen der Normung, so ist dies durch ein Kreuz gekennzeichnet. Dieses Diagramm, das jedes Unternehmen individuell erstellen muß, gibt einen Überblick, welche Abteilungen auf welche Normen zurückgreifen bzw. welche Abteilungen durch bestimmte Normungsvorhaben berührt werden. Für eine weiterführende Beschreibung dieses Verfahrens wird auf Shearer /She80/ verwiesen.

7.4 Wirtschaftlichkeitsrechnung nach IFAN

Grundlage für das in diesem Abschnitt vorgestellte Berechnungsverfahren ist der IFAN[29]-Leitfaden 1 "Wirtschaftlichkeitsrechnung von Normungsvorhaben".

Das in diesem Leitfaden vorgestellte Verfahren basiert auf der Annahme, daß Normungsvorhaben mit beliebigen Investitionen in einem Unternehmen vergleichbar sind /Imb771, Imb772/. Es gliedert sich dabei in vier Phasen:

> In der ersten Phase erfolgt die Definition des durch das Normungsvorhaben betroffenen Objektes, der Zielsetzung und der Auswirkungsdauer des Vorhabens.
>
> Die zweite Phase umfaßt die qualitative Bestimmung der Auswirkungen des Normungsvorhabens. Um ein vollständiges Erfassen aller Auswirkungen zu gewährleisten, wurde ein entsprechendes Berechnungsblatt entwickelt.
>
> In der dritten Phase erfolgt die quantitative Bestimmung der Auswirkungen des Normungsvorhabens; Basis für diese Bestimmung sind die in der zweiten Phase ermittelten Auswirkungen des Normungsvorhabens.
>
> In der abschließenden vierten Phase erfolgt die Bewertung der in der dritten Phase ermittelten Werte.

Kern dieses Verfahren ist ein Berechnungsblatt; dieses Berechnungsblatt soll sicherstellen, daß alle Auswirkungen eines Normungsvorhabens vollständig erfaßt werden. In den Spalten sind dabei die verschiedenen Abteilungen eines Unternehmens eingetragen, die von Normungsvorhaben betroffen sein könnten. In den Zeilen sind mögliche Auswirkungen von Normungsvorhaben aufgetragen.

Nachdem in der zweiten Phase mit Hilfe des Normungsblattes alle Auswirkungen ermittelt wurden, werden in der dritten Phase in die einzelnen Felder die Kosten bzw. Einsparungen eines Normungsvorhabens systematisch eingetragen; die Kosten werden dabei negativ, die Einsparungen positiv dargestellt. Durch die Eintragung in Geldeinheiten wird die notwendige Vergleichbarkeit der Kosten und der Einsparungen sichergestellt; es ergibt sich eine vollständige Übersicht über das Normungsprojekt.

---

[29] IFAN = Internationale Föderation der Ausschüsse Normenpraxis.

Diese Vorgehensweise entspricht einem Vorher-Nachher-Vergleich; es wird die Situation nach der Einführung der Norm mit der Situation vor der Einführung verglichen.

Aufbauend auf die mit Hilfe des Berechnungsblatts ermittelten Kosten und Einsparungen erfolgt in der vierten Phase die Berechnung der folgenden vier Kennzahlen:

1. Einsparungshöhe (BE)
Diese Zahl gibt die Höhe der Einsparungen durch das Normungsprojekt an.

2. Gesamtaufwand (A)
Der Gesamtaufwand umfaßt alle Ausgaben, die zur Erreichung der unter 1 angegebenen Einsparungen aufgewendet wurden.

3. Projektrentabilität (-Wirtschaftlichkeit)[30]

$$W = \frac{BE}{A} 100 \qquad (7.1)$$

4. Produktivitätsveränderung ($P_{1,2}$)
Die Produktivitäts-Veränderung gibt, an, in welchen Maße sich durch das Normungsprojekt die Produktivität einer Gruppe, Abteilung oder Unternehmen von Periode 1 (vorher) zu Periode 2 (nachher) verändert hat.

$$P_{1,2} = \left[\left(\frac{\text{Leistung}_2}{\text{Leistung}_1} \frac{\text{Aufwand}_1}{\text{Aufwand}_2} \right) - 1 \right] 100 \qquad (7.2)$$

Mit diesen vier Kennzahlen ist eine Berechnung der Wirtschaftlichkeit von Normungsvorhaben möglich.

7.5 Wirtschaftlichkeitsrechnung nach ISO

In der von der ISO herausgegebenen Broschüre "benefits of standardization" /ISO82/ wird u.a. ein quantitatives Berechnungsverfahren für Normungsvorhaben vorgestellt, das im folgenden kurz dargestellt werden soll.

7.5.1 Einsparungen

Ausgangspunkt für dieses Berechnungsverfahren ist die Bestimmung der Einsparungen, die durch ein Normungsprojekt erreicht werden können. In Gl. 7.3 sind die einzelnen Anteile der

[30] siehe auch Abschnitt 3.1.2.

Einsparungen aufgeführt (um die Vergleichbarkeit mit der ISO-Veröffentlichung zu gewährleisten, werden die dort eingeführten Formelzeichen verwendet):

(7.3) $$R_s = R_b + R_{ng} - R_t$$

mit

R_S = Summe der Einsparungen
R_b = Basis-Einsparungen
R_{ng} = Einsparungen durch vermindertes Wachstum der Vielfalt
R_t = verminderte Einsparungen durch verzögerte Umsetzung der Norm

Der Anteil $\underline{R_b}$ gibt die Einsparungen wieder, die sich bei der sofortigen Umsetzung der Norm ergeben würden. Mit $\underline{R_{ng}}$ werden die Einsparungen bezeichnet, die sich aus dem verminderten Typenwachstum durch die Einführung der Norm im Vergleich zu der Situation ohne Norm ergeben. Normen haben nicht sofort nach ihrer Einführung ihre volle Wirksamkeit; die daraus resultierende verminderte Einsparung wird durch $\underline{R_t}$ ausgedrückt. Abb. 7.4 stellt diesen Zusammenhang graphisch dar.

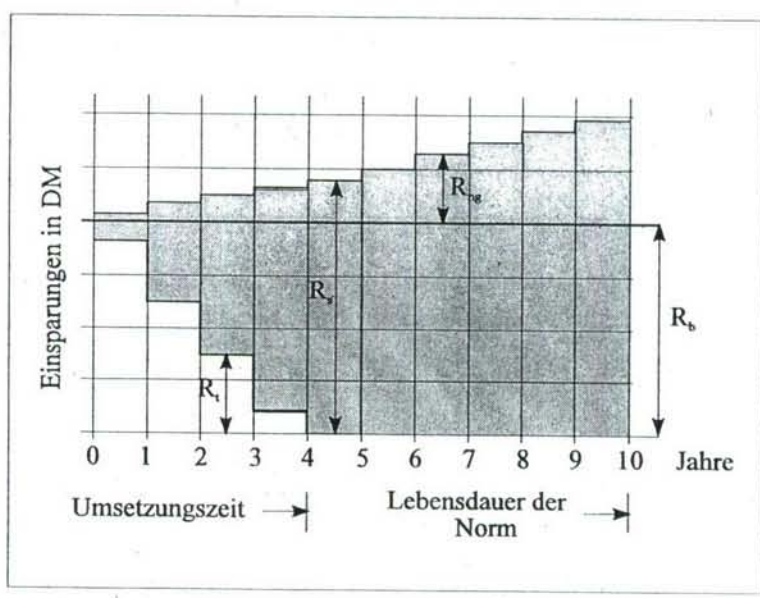


Abb. 7.4: Zeitliche Darstellung der Einsparungen; /ISO82/

Zwei Verfahren zur detaillierten Berechnung der Einsparungen werden von der ISO vorgeschlagen, die in Abschnitt 7.5.3 und 7.5.4 vorgestellt werden.

7.5.2 Kosten

Die Kosten eines Normungsprojektes setzen sich aus folgenden Anteilen zusammen:

(7.4) $$C = C_{inv} + C_a$$

mit

C_{inv} = Investitionskosten (nähere Aufschlüsselung siehe Gl. 7.5)

C_a = jährliche Kosten einer Norm

Die Investitionskosten werden nach Gl. 7.5 berechnet:

(7.5) $$C_{inv} = C_d + C_i$$

mit

C_d = Entwicklungskosten einer Norm
C_i = Einführungskosten einer Norm

Die Einführungskosten können dabei nach Gl. 7.6 bestimmt werden:

(7.6) $$C_i = C_p + C_r + C_c$$

mit

C_p = Präsentationskosten
C_r = Revisionskosten
C_c = Produktkosten

Für eine nähere Erläuterung der in Gl. 7.6 aufgeführten Kosten siehe Abschnitt 7.2.3.

Abb. 7.5 zeigt den zeitlichen Verlauf der einzelnen Kosten.

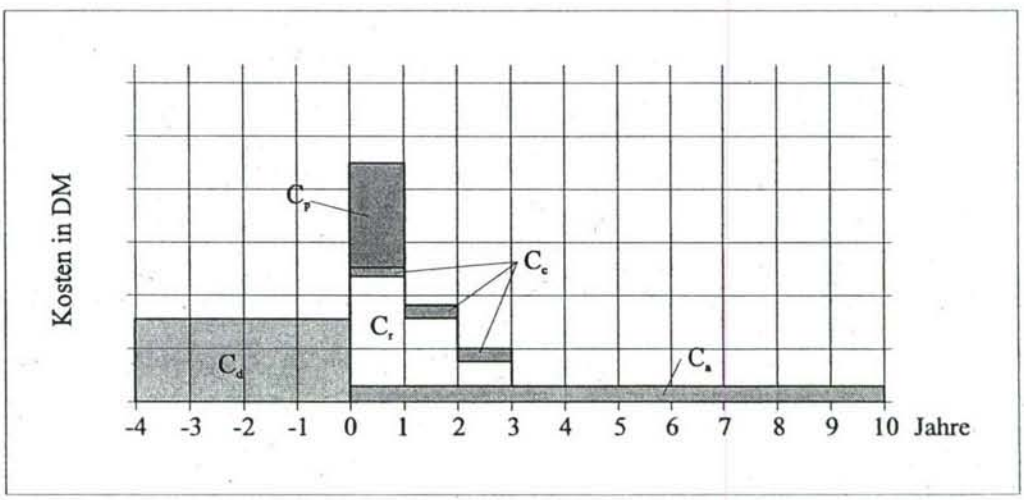


Abb. 7.5: Zeitlicher Verlauf der Kosten; /ISO82/

7.5.3 Direkte Methode

Bei der direkten Methode werden alle Einsparungen und Kosten ohne Berücksichtigung des Zeitpunkts ihres Anfalls berechnet. Das in Abschnitt 7.4 vorgestellte IFAN-Verfahren kann als direkte Methode bezeichnet werden.

Drei Arten der Einsparungen werden bei dieser Methode unterschieden /ISO82/:

Verminderung der Bestell- und Lagerkosten

$$\frac{C_0 - C_1}{C_0} = 1 - \left(\frac{P_0}{P_1}\right)^{-0,5} \tag{7.7}$$

mit

C_0	=	Gesamtkosten vor der Normung
C_1	=	Produktionskosten nach der Normung
P_0	=	Teileanzahl vor der Normung
P_1	=	Teileanzahl nach der Normung

Verminderung der Produktionskosten

$$\frac{C_0 - C_1}{C_0} = 1 - \left(\frac{P_0}{P_1}\right)^{-0,25} \tag{7.8}$$

Einsparungen durch reduzierte Sicherheitsmengen

Auf Grund der verringerten Teileanzahl kann in der Regel die Sicherheitsmenge, die im Lager für die sofortige Lieferung vorgehalten wird, reduziert werden.

7.5.4 Indirekte Methode

Vor der Betrachtung der indirekten Methode müssen drei Begriffe definiert werden, Aktivität, Aktivitätsvolumen und Aktivitätsebene.

Mit dem Begriff "Aktivität" werden alle Operationen oder Prozesse bezeichnet, die einen Beitrag zur Herstellung, Vertreibung oder Instandhaltung eines Produktes oder eines Services haben.

Das Aktivitätsvolumen, Q, gibt den Wert dieser Aktivitäten wieder.

Der Begriff "Aktivitätsebene", z, bezeichnet eine "Ebene" (Abteilung) in einem Unternehmen, die regelmäßig eine Aktivität ausführt. Eine Normungsvorhaben ist umso "wertvoller", je mehr Aktivitätsebenen davon betroffen sind.

Bei der Berechung der Einsparungen wird bei der indirekten Methode zwischen den jährlichen Einsparungen, R, und dem Barwert aller Einsparungen, S, unterschieden. Der Zusammenhang zwischen diesen Größen wurde in Abschnitt 4.3.1, Abb. 4.5 näher dargestellt.

Die jährlichen Einsparungen einer Norm können nach folgender Gleichung berechnet werden:

(7.9) $$R = r\,Q$$

mit

R	=	jährliche Einsparungen
r	=	jährlicher Einsparfaktor, (siehe Gl. 7.10)
Q	=	Aktivitätsvolumen

Der Einspar-Faktor r wird nach dem Schema von Gl. 7.3 gebildet:

(7.10) $$r = r_b + r_{ng} - r_t$$

mit

r_b	=	Basisfaktor
r_{ng}	=	Einsparfaktor durch vermindertes Wachstum der Vielfalt
r_t	=	Umsetzungsfaktor

Entsprechend kann der Barwert aller Einsparungen berechnet werden:

(7.11) $$S_a = s_a\,Q$$

mit

S_a	=	Barwert aller Einsparungen
s_a	=	Einsparfaktor (siehe Gl. 7.12)

s_a wird nach Gl. 7.12 gebildet.

(7.12) $$s_a = s_b + s_{ng} - s_t$$

mit

s_b	=	Basisfaktor
s_{ng}	=	Einsparfaktor durch vermindertes Wachstum der Vielfalt
s_t	=	Umsetzungsfaktor

Die folgenden drei Gleichungen dienen der Berechnung von r_b.

(7.13) $$r_b = 1 - v^{-g}$$

(7.14) $$g = \frac{4\,z}{7\,(z+7)}$$

(7.15) $$v = \frac{P_0}{P_1}$$

mit

v	=	Vielfaltreduzierungsfaktor
g	=	Exponent
z	=	Anzahl der Aktivitätsebenen
P_0	=	Teilevielfalt vor der Normung
P_1	=	Teilevielfalt nach der Normung

s_b wird nach Gl. 7.16 berechnet:

$$s_b = r_b \left[\frac{1-(1+i)^{-n}}{i} \right] \tag{7.16}$$

mit

i	=	Zinssatz
n	=	"Lebensdauer" der Norm

Gl. 7.17 gibt die Berechnung von s_{ng} wieder:

$$s_{ng} = 1 - r_b \left[\frac{1-(1+i)^{-n}}{i} - \frac{1-(1+q)^{-n}}{q} \right] \tag{7.17}$$

mit

$$q = (1+i)\,(1+n\,p)^{\frac{g}{n}} - 1 \tag{7.18}$$

s_t wird nach Gl. 7.19 berechnet:

$$s_t = d \left[\frac{1-(1+k)^{-t}}{k} \right] - (1-r_b) \left[\frac{1-(1+i)^{-t}}{i} \right] \tag{7.19}$$

mit

$$k = (1+i)\,(1-n_b)^{\frac{-1}{t}} - 1 \tag{7.20}$$

$$d = \frac{1+(1-n_b)^{\frac{-1}{t}}}{2} \tag{7.21}$$

Der durchschnittliche Einsparfaktor r_a kann nach Gl. 7.22 aus s_a (s_a nach Gl. 7.12) berechnet werden:

(7.22) $$r_a = \frac{i\, s_a}{1-(1+i)^{-n}}$$

Gl. 7.22 schließt die Berechnung der Einsparungen ab.

7.5.5 Berechnung der Rentabilität

Nachdem in Abschnitt 7.5.2 die Kosten und in Abschnitt 7.5.4 die Einsparungen des Normungsprojektes bestimmt wurden, kann in diesem Abschnitt die Rentabilität berechnet werden. Im folgenden werden fünf Gleichungen für fünf verschiedene Betrachtungen der Rentabilität eines Normungsprojektes vorgestellt; diese Gleichungen gelten nur für die indirekte Methode nach Abschnitt 7.5.4.

Barwert aller Einsparungen

(7.23) $$S_n = s_a\, Q - C_n$$

durchschnittliche jährliche Einsparungen

(7.24) $$R_a = r_a\, Q - C_a$$

Barwert des Gewinns

(7.25) $$P = S_n - C_{inv}$$

Verzinsung (ROI = return of investment)

(7.26) $$R_{inv} = \frac{R_a}{C_{inv}}$$

Rückzahlungszeitraum

(7.27) $$T_{pb} = \frac{C_{inv}}{R_a}$$

7.5.6 Beispielrechnung

Mit diesen Gleichungen ist nun die Berechnung eines Beispiels möglich. Die folgenden Werte wurden direkt der ISO-Veröffentlichung /ISO82/ entnommen.

Gegeben:

Teileviefalt vor der Normung , $P_0 = 35$
Teilevielfalt nach der Normung, $P_1 = 19$
Anzahl der Aktivitätsebenen, $z = 9$
Lebensdauer der Norm, $n = 10$ Jahre
Umsetzungszeit, $t = 5$ Jahre
Wachstumsrate der Teilevielfalt, $p = 0{,}02$
Zinsrate, $i = 0{,}1$
Aktivitätsvolumen, $Q = 125 \times 10^6$ DM
Investitionskosten, $C_{inv} = 30 \times 10^6$ DM
jährliche Kosten, $C_a = 1{,}0 \times 10^6$ DM
Barwert der laufenden Kosten, $C_n = 6{,}1 \times 10^6$ DM

Nach Gl. 7.15 ergibt sich der vielfaltreduzierende Faktor v zu:

$$v = \frac{35}{19} = 1{,}84$$

Der Exponent kann nach Gl. 7.14 berechnet werden:

$$g = \frac{4\,z}{7\,(z+7)} = \frac{4\,x\,9}{7\,x\,16} = 0{,}32$$

r_b ergibt sich nach Gl. 7.13 zu:

$$r_b = 1 - v^{-g} = 1 - 1{,}84^{-0{,}32} = 0{,}177$$

s_a kann nach Gl. 7.12 berechnet werden zu:

$$s_a = s_b + s_{ng} - s_t = 0{,}873$$

Damit ist auch die Berechnung von r_a nach Gl. 7.21 möglich:

$$r_a = \frac{i\,s}{1-(1+i)^{-n}} = 0{,}142$$

Mit diesen Faktoren ist dann die Berechnung der fünf Kennzahlen möglich.

Barwert aller Einsparungen (Gl. 7.22)

$$S_n = s_a\, Q - C_n = 81{,}2\ x\ 10^6\ DM$$

durchschnittliche jährliche Einsparungen (Gl. 7.23)

$$R_a = r_a\, Q - C_a = 13{,}2\ x\ 10^6\ DM$$

Barwert des Gewinns (Gl. 7.24)

$$P = S_n - C_{inv} = 51{,}2\ x\ 10^6\ DM$$

Verzinsung (Gl. 7.25)

$$R_{inv} = \frac{R_a}{C_{inv}} = 0{,}44$$

Rückzahlungszeitraum (Gl. 7.26)

$$T_{pb} = \frac{C_{inv}}{R_a} = 2{,}3\ Jahre$$

7.6 Problematik der Wirtschaftlichkeitsrechnung

In den Abschnitten 7.4 und 7.5 wurden zwei Verfahren zur quantitativen Bestimmung der Wirtschaftlichkeit der betrieblichen Normung vorgestellt. Die Anwendung dieser Verfahren in der Praxis wird sich vermutlich aus einer Reihe von Gründen als problematisch erweisen.

So erfordert die IFAN-Methode, daß die sich aus einem Normungsvorhaben ergebenden Einsparungen in den jeweiligen Abteilungen individuell berechnet werden. Auch wenn inzwischen ausführliche Beispielrechnungen /Imb772/ vorliegen, ist die Berechnung der einzelnen Einsparungen schwierig und darüber hinaus auch sehr aufwendig; die IFAN-Methode ermöglicht keine schnellen, überschlägigen Rechnungen. Der große Vorteil dieser Methode ist aber, daß durch die Verwendung des Berechnungsblattes eine vollständige Übersicht über alle möglichen Einsparungen gegeben wird.

Im Gegensatz zur IFAN-Methode gibt die ISO eine Reihe von Gleichungen an, um die Einsparungen zu berechnen; zahlreiche dieser Gleichungen dienen aber nur zur Berücksichtigung des zeitlichen Anfalls der Einsparungen. Weiterhin können mit diesem

Verfahren nur Einsparungen durch die Reduzierung der Teilevielfalt berechnet werden. Einsparungen anderer Art, wie z.B. durch Vereinheitlichung der Abläufe, werden nicht berücksichtigt.

Ein wesentlicher Unterschied zwischen diesen beiden Verfahren ist, daß bei der ISO-Methode der zeitliche Anfall der Einsparungen berücksichtigt wird. Voraussetzung dafür ist die Angabe eines Zinssatzes, wie es bei der Investitionsrechnung üblich (und zwingend notwendig) ist. Weiterhin benötigt die ISO-Methode Angaben über die Anzahl der Aktivitätsebenen, die Lebensdauer der Norm, die Umsetzungszeit und die Wachstumsrate der Teilevielfalt. Die Wirtschaftlichkeit von Normungsvorhaben hängt von jedem dieser Faktoren ab; verändert sich einer dieser Faktoren, kann aus einem bisher wirtschaftlichen Normungsvorhaben ein unwirtschaftliches werden.

Als ein großes Problem kann sich dabei die Bestimmung dieser Faktoren erweisen, insbesondere ihre Genauigkeit. Hierbei sollte das "Pareto-Prinzip" beachtet werden /Stüt88/:

> "Bei der Beschaffung von 100% der möglichen Informationen über eine Sache erhält man 80% Information in 20% der insgesamt benötigten Zeit.
>
> Für die restlichen 20% der möglichen Informationen benötigt man aber 80% der insgesamt benötigten Zeit."

Iaccoca/Iac89/ hat zu dieser Problematik folgende Aussage gemacht:

> "... Du hast 95% (aller Fakten), aber du brauchst ein weiteres halbes Jahr, um auch noch die letzten fünf Prozent zu kriegen. Und wenn du sie endlich hast, dann werden deine Fakten veraltet sein, weil sich der Markt inzwischen weiterbewegt hat. ..."

Diese Aussagen lassen den Schluß zu, daß bei der Bestimmung der Ausgangsdaten für eine Wirtschaftlichkeitsrechnung eine 100%ige Genauigkeit unmöglich ist; es muß mit ungenauen Daten gerechnet werden. Stützle /Stüt88/ faßt dies folgendermaßen zusammen:

> "Die Rechnung muß nicht so genau wie möglich sein, sondern so genau wie für den vorgesehenen Zweck notwendig."

In der folgenden Tabelle werden einige der Ausgangsdaten für die ISO-Methode leicht variiert, so daß die sich daraus ergebenden Veränderungen ersichtlich werden (für die Berechnungen wird auf Abschnitt 7.5 verwiesen). Es wurde jeweils nur ein Wert verändert, die drei verbleibenden blieben unverändert.

Lebensdauer der Norm [Jahre] [n]	Umsetzungszeit [Jahre] [t]	Wachstumsrate der Teilevielfalt [p]	Zinsrate [i]	Barwert aller Einsparungen [DM] [S_n]
10	5	0,02	0,1	210x 10^6[31]
15	5	0,02	0,1	241 x 10^6
10	**2**	0,02	0,1	231 x 10^6
10	5	**0,05**	0,1	205 x 10^6
10	5	0,02	**0,15**	207 x 10^6

Tab. 7.1: Abhängigkeit der Einsparungen von den Ausgangswerten[32]

Wie aus Tab. 7.1 zu erkennen ist, verändern sich die Einsparungen um bis zu 15%. Diese Beispielrechnung zeigt die große Abhängigkeit der sich ergebenden Einsparungen von den Ausgangswerten. Weiterhin muß beachtet werden, daß in diesem Beispiel nur ein Ausgangswert verändert wurde; werden mehrere Ausgangswerte verändert, können sich die resultierenden Veränderungen u.U. addieren, so daß sich wesentliche größere Abweichungen als in diesem Beispiel dargestellt ergeben können.

Neben dieser Problematik erlaubt weder die IFAN- noch die ISO-Methode eine schnelle Bestimmung von Bereichen, in denen ein Normungsbedarf besteht. Gerade dies ist aber erforderlich, um die Wirtschaftlichkeit von Normungsvorhaben im Rahmen einer Vorkalkulation (siehe Abschnitt 3.4) zu bestimmen.

Obwohl es zahlreiche Veröffentlichungen zum Thema "Wirtschaftlichkeit der Normung" gibt, sind überbetriebliche, allgemeingültige Aussagen kaum vorhanden. Nur die Veröffentlichungen von Hesser/Meyer /Hes931, Hes932/ zeigen erste Ansätze, welchen Nutzen die Normung für ein Unternehmen haben kann. Mehrere Gründe lassen sich für das Fehlen entsprechender Aussagen anführen:

1. Der Nutzen von Normungsaktivitäten ergibt sich über einen längeren Zeitraum und ist nur mit einem großen Aufwand zu ermitteln.

2. Auf Grund dieser großen Zeitspanne ist ein Vorher-Nachher-Vergleich nur eingeschränkt zu realisieren; zu viele Randbedingungen können sich während dieses Zeitraumes verändern.

3. Es ist nicht möglich, zwischen Unternehmen mit und ohne Normung zu vergleichen; jedes Unternehmen führt Normungsaktivitäten durch, und wenn es nur die Verwendung von Normteilen ist.

Diese Ausführungen zeigen einen großen Bedarf an allgemeingültigen, quantitativen Aussagen über den Nutzen der Normung, die (mit ggf. erforderlichen Einschränkungen) auf beliebige Unternehmen übertragen werden können. Um diese Übertragbarkeit sicherzustellen, müssen diese Untersuchungen unabhängig von den jeweiligen betrieblichen Rahmenbedingungen sein. Aus diesem Grund heraus erscheint auch die Bewertung des

---

[31] Der in Abschnitt 7.5.6 angegebene Barwert von 81,2 x 10^6 DM wurde direkt der ISO-Veröffentlichung entnommen, und konnte nicht verifiziert werden.

[32] Die veränderten Werte sind fett markiert.

Nutzens in Geld problematisch, da bei einer Bewertung zu viele betriebsspezifische Faktoren eine Rolle spielen.

Die Ergebnisse dieser weiterführenden Untersuchungen sollten dabei einem Unternehmen erste Anhaltspunkte geben, welche Einsparungen sich in der gegebenen Situation aus bestimmten Normungsvorhaben ergeben können. Weiterhin wäre es hilfreich, den Unternehmen Hinweise auf die Normungswürdigkeit bestimmter Themengebiete zu geben.

8 Zusammenfassung

Die innerbetriebliche Normung ist eine Dienstleistung, die in einem Unternehmen in der Regel von einer Abteilung (Werknormabteilung) für andere Abteilungen erbracht wird; Normung ist dabei kein Selbstzweck. Vielmehr sind Normungsvorhaben in einem Unternehmen nur dann zu rechtfertigen, wenn sich im Rahmen einer Kosten-Nutzen-Analyse Vorteile für das Unternehmen ergeben.

Verschiedene Ziele der betrieblichen Normung - wie Vereinheitlichung von Gegenständen und Abläufen oder die Bereitstellung von "genormten Informationen" - können unterschieden werden. Von diesen Zielen wurde im Rahmen dieser Arbeit insbesondere die Reduzierung der Vielfalt ausführlicher dargestellt, da sich für ein Unternehmen durch die Wiederverwendung von Bauteilen große Kostenersparnisse ergeben können.

Trotz dieser großen Bedeutung fehlen aussagekräftige, quantitative Untersuchungen zu diesem Themenkomplex. In vielen Quellen wird der sich ergebende Nutzen nur qualitativ dargestellt, oder aber die Ergebnisse sind nur begrenzt auf andere Unternehmen übertragbar. Ein Grund für diesen Sachverhalt können die Probleme sein, die bei der Bestimmung von quantitativen Wirkungen von Normungsvorhaben gelöst werden müssen.

Die Wirkung von Normungsvorhaben erstreckt sich über einen längeren Zeitraum, so daß die Betrachtung eines Zeitpunktes nicht ausreicht. Weiterhin ergeben sich Auswirkungen in verschiedenen Abteilungen, so daß die vollständige Erfassung der Wirkung von Normen schwierig ist. Darüber hinaus fehlt die Vergleichsmöglichkeit zwischen Unternehmen mit und ohne Normung, da jedes Unternehmen Normungsaktivitäten (und wenn es nur die Verwendung von Normteilen ist) durchführt.

Die im Rahmen dieser Arbeit vorgestellten Verfahren zur Ermittlung der Wirtschaftlichkeit von Normungsvorhaben lösen diese Probleme nur in Ansätzen, und liefern keine allgemeingültigen, übertragbaren Aussagen. Darüber hinaus erlauben diese Verfahren nicht die Bestimmung von "normungswürdigen" Bereichen in Unternehmen.

Wie diese Aussagen zeigen, besteht ein Bedarf an weiterführenden Untersuchungen zum Themenkomplex "vielfaltreduzierende Normung und ihre Wirkung". Der Schwerpunkt dieser Arbeiten sollte dabei insbesondere auf der Ermittlung von quantitativen und übertragbaren Ergebnissen liegen, die unternehmensübergreifende Aussagen über den Nutzen von Normungsaktivitäten liefern können.

9 Literatur

/Ado94/ **Adolphi**, H. u.a., "Funktionen nationaler Normeninstitutionen", EURAS Discussion Paper Series, Volume 2, Hamburg, 1994.

/Agu88/ **Agus**, S., "Methodik zur Entwicklung von Normen", DIN-Normungskunde, Bd. 23, Berlin, Köln: Beuth 1988. zugl. Diss. TU Berlin, 1987.

/Alt88 / **Altrogge**, G.,"Investition", München: Oldenbourg, 1988.

/Blo88/ **Blohm**, H., "Investition", 6. überarb. u. erw. Aufl., München: Vahlen, 1988.

/Böt93/ **Böttcher**, T. "Vorlesungsunterlagen zur Vorlesung Rechnungswesen I", Universität der Bundeswehr Hamburg, Wintertrimester 1993.

/Bra85/ **Brauchle**, H., "Aufgaben und Struktur einer Normenabteilung", in: DIN-Handbuch der Normung, Band 4, 2. Aufl., Berlin: Beuth, 1985.

/Bro94/ **Brockhaus-Enzyklopädie**: in 24 Bd. - 19., völlig neubearb. Aufl. - Mannheim: Brockhaus, 1994.

/DIN911/ **DIN 820, Teil 3**, "Normungsarbeit - Begriffe", Berlin: Beuth, 1991.

/DIN912/ **DIN EN 45 020**, "Allgemeine Fachausdrücke und deren Definition betreffend Normung und damit zusammenhängende Tätigkeiten", Berlin: Beuth, 1991.

/DIN913/ **DIN (Hrsg.),** Rechnergestützte Dokumentbearbeitung von Normen, DIN-Fachbericht 27, Berlin: Beuth, 1991.

/DIN80/ **DIN**, "Bericht über die 3. Internationale Konferenz der Internationalen Föderation der Ausschüsse Normenpraxis", Berlin, Köln: Beuth, 1980.

/Dir73/ **Dirzius**, E., "Umstellung auf ein neues Sachnummernsystem", Essen: Giradet, 1973.

/Däu89/ **Däumler**, K., "Grundlagen der Investitions- und Wirtschaftlichkeitsrechnung", 6., überarb. Aufl., Herne, Berlin: Verl. Neue Wirtschafts-Briefe, 1989.

/Däu92/ **Däumler**, K. und J. **Grabe**, "Kostenrechnungslexikon: ABC der Kostenrechnung",
Herne, Berlin: Verl. Neue Wirtschafts-Briefe, 1992.

/Dor87/ **Dorn**, G., "Nutzen der technischen Normung für Wirtschaft und Wissenschaft und

ihre Kosten", Schweißen und Schneiden 39 (1987), Heft 9, S. 458-461.

/Eve71/ **Eversheim**, W. und H.-P. **Wiendahl**, "Rationelle Auftragsabwicklung im Konstruktionsbereich", Essen: Giradet, 1971.

/Feu85/ **Feuchter**, H., "Technische Organisation", in: DIN-Handbuch der Normung, Band 2, 5. Aufl., Berlin: Beuth, 1985.

/GEW88/ **GEWIPLAN**, "The 'cost of non-Europe': some case studies on technical barriers", in Research on the "cost of non-Europe", Basic Findings Volume 6, Hrsg.: Commission of the European Communities, Brüssel, 1988.

/Gra86/ **Graßmuck**, J.und W. **Heller**, "Inner- und überbetriebliche Normung - Gegensatz oder gegenseitige Ergänzung", DIN-Mitt. 65 (1986), Nr. 11, S. 561-565.

/Hab82/ **Haberstock**, L., "Grundzüge der Kosten- und Erfolgsrechnung", 3., verb. Aufl., München: Vahlen, 1982.

/Hab90/ **Haberstock**, L., "Kostenrechnung", 8. , durchges. Aufl., Hamburg: S + W Steuer- und Wirtschaftsverlag, 1990.

/Hän80/ **Händel**, S., "Gedanken über die Wirtschaftlichkeit der Normung", DIN-Mitt. 59 (1980), Nr. 11, S. 659-665.

/Hän83/ **Händel** S., "Kostengünstigere Gestaltung und Anwendung von Normen (manuell und rechnergestützt)", DIN-Mitt. 62 (1983), Nr. 10, S. 565-571.

/Hän90/ **Händel**, S. und G. **Kohlrautz**, "Normungsprojekte - Praxis der Erfolgsberechnung", DIN-Fachbericht 26, Berlin, Köln: Beuth, 1990.

/Han84/ **Hansmann**, K.-H., "Industriebetriebslehre", München, Wien; Oldenbourg, 1984.

/HES81/ **Hesser**, W., "Untersuchung zum Beziehungsfeld zwischen Konstruktion und Normung", Hrsg: DIN, Berlin, Köln: Beuth, 1981.

/Hes82/ **Hesser**, W., M. **Hüllenkremer** und K. **Viehmann**, "Kostenreduzierung durch Standardisierung und Normung", VDI-Z 124, 1982, Nr. 5, S. 153-156, Düsseldorf: VDI-Verlag.

/Hes84/ **Hesser**, W.und E. **Dubhorn**, "Aufbau einer Normenabteilung in der Industrie", DIN-Mitt. 63 (1984), Nr. 1, S. 8-14.

/Hes92/ **Hesser**, W. und B. **Düsterbeck**, "Perspektiven für eine CIM-orientierte Schlüsselung und Identifzierung", CIM-Management 6/92, S. 42-49.

/Hes931/ **Hesser**, W. und R. **Meyer**, "Das Wachstum der Typenvielfalt als überbetrieblich verwendbarer Parameter", DIN.-Mitt. 72 (1993), Nr. 6, S. 349-354.

/Hes932/ **Hesser**, W. und R. **Meyer**, "Die Wachstumsrate der Typenvielfalt in einzelnen

Bauelementarten", DIN.-Mitt. 72 (1993), Nr. 8, S. 451-461.

/Hir85/ **Hichert**, R., "Probleme der Vielfalt, Teil 1: Soll man auf Exoten verzichten?", Zeitschrift für Industrielle Fertigung, 75, p. 235 - 237, 1985.

/Hir861/ **Hichert**, R., "Probleme der Vielfalt, Teil 2: Was kostet eine Variante?", Zeitschrift für Industrielle Fertigung, 76, p. 141 - 145, 1986.

/Hir862/ **Hichert**, R., "Probleme der Vielfalt, Teil 3: Was bestimmt die optimale Erzeugnisvielfalt?", Zeitschrift für Industrielle Fertigung, 76, p. 673 - 673, 1986.

/Hir87/ **Hichert**, R., "Probleme der Vielfalt, Teil 4: Erzeugnisvielfalt im Wettbewerbsvergleich", Zeitschrift fur Industrielle Fertigung, 77, p. 223 - 227, 1987.

/Hum86/ **Hummel**, S. und W. **Männel**, "Kostenrechnung", 4. völlig neu bearb. u. erw. Aufl., Wiesbaden: Gabler, 1986.

/Iac89/ **Iaccoca**, L. und W. **Novak**, "Iaccoca - Eine amerikanische Karriere", Frankfurt/M., Berlin: Ullstein, 1989.

/Imb771/ **Imberty**, M., "Darstellung der Methode zur Bewertung des wirtschaftlichen Nutzens der Normung für ein Unternehmen", DIN-Mitt. 56 (1977), S. 449-464.

/Imb772/ **Imberty**, M., "Konkrete Anwendung der Bewertung des wirtschaftlichen Nutzens der Normung für ein Unternehmen", DIN-Mitt. 56 (1977), N. 9, S. 465-468.

/ISO82/ **ISO**, "Benefits of Standardization", Genf 1982.

/Jac90/ **Jacob**, H. (Hrsg.), "Industriebetriebslehre", 4. über. u. erw. Aufl. - Wiesbaden: Gabler, 1990.

/Kap83/ **Karpinski**, H., "Werknormung zur Kostensenkung im Unnternehmen", DIN-Mitteilungen 62 (1983), Nr. 7, S. 383-386.

/Kil87/ **Kilger**, W., "Einführung in die Kostenrechnung", 4., durchges. Aufl., Wiesbaden: Gabler, 1987.

/Kle93/ **Kleinemeyer**, J., "Analyse der Standardisierung mit Hilfe ökonomischer Methoden
- Ein Überblick über die Literatur", Uni Bw Hamburg, 1993 - unveröffentlicht.

/Mel811/ **Mellerowicz**, K, "Betriebswirtschaftslehre der Industrie", Bd. 1, 7. neubearb. Aufl., Freiburg im Breisgau: Haufe, 1981.

/Mel812/ **Mellerowicz**, K, "Betriebswirtschaftslehre der Industrie", Bd. 2, 7. neubearb. Aufl., Freiburg im Breisgau: Haufe, 1981.

/Mun77/ **Munz**, M. und H. **Winkel**, "Lexikon der Kostenrechnung", 3. erw. und verb. Auflage. - Ludwigshafen: Kiehl, 1977.

/Neg91/ **Negrete**, M.R., "Aufbau der Normenorganisation in einem Produktionsunternehmen", DIN-Mitt. 70 (1991), Nr. 9, S. 473-480.

/Nic88/ **Nicolas**, F.und J. **Repussard**, "Gemeinsame Normen für die Unternehmen", Kommision der Europäischen Gemeinschaft, 1988.

/Olf88/ **Olfert**, K., "Investition", 4., durchg. Aufl., Ludwigshafen (Rhein): Kiehl, 1988.

/Olf83/ **Olfert**, K., "Kostenrechnung", 5., überarb. Aufl., Ludwigshafen: Kiehl, 1983.

/Opl84/ **Oplatka**, "So ermitteln Sie wirtschaftliche Typenreihen", Management-Zeitschrift io (1984), Nr. 9, S. 396-402.

/Pah77/ **Pahl**, G. und W. **Beitz**, "Konstruktionslehre - Handbuch für Studium und Praxis", Berlin, Heidelberg: Springer, 1977.

/Pul85/ **Pullwitt**, E., "Die innerbetriebliche Normung", in: DIN-Handbuch der Normung, Band 2, 5. Aufl., Berlin: Beuth, 1985.

/Rot82/ **Roth**, K., "Konstruieren mit Konstruktionskatalogen", Berlin, Heidelberg, New York: Springer, 1982.

/RKW60/ **RKW (Rationalisierungs-Kuratorium der deutschen Wirtschaft)**, "Typenvielfalt - Vorteil für den Betrieb", Berlin: Schmidt, 1960.

/Schi89/ **Schierenbeck**, "Grundzüge der Betriebswirtschaftslehre", Übungsbuch. 5., völlig überarb. Auflage. - München, Wien: Oldenbourg 1989.

/Scha86/ **Schaefer**, K., "Das Sachgebiet 'Normung' im Unternehmen", DIN-Mitt. 65 (1986), Nr. 5, S. 259-260.

/Sen87/ **Senk**, G., "Werknormung für den Rechnereinsatz", DIN-Mitt. 66 (1987), Nr. 7, S. 320-329.

/Seß86/ **Seßler**, W., "Normung als strategische Aufgabe des Managements", DIN-Mitt. 67 (1986), Nr. 4, S. 195-198.

/She80/ **Shearer**, A.J., "Was bringen Normen an Einsparungen? - Ein qualitatives Verfahren", DIN-Mitt. 59 (1980), H. 10, S. 596/570.

/Ste89/ **Steinbuch**, P.A. und K. **Olfert**, "Fertigungswirtschaft", 4., überarb. u. erw. Aufl. Ludwigshafen (Rhein): Kiehl, 1989.

/Stüb84/ **Stübler**, H., G- **Kohlrautz** und S **Händel**, "Kosten und Nutzen der Normung in der Bundesrepublik Deutschland", DIN-Mitt. 63 (1984), Nr. 11, S. 593-597.

/Stüt88/ **Stützle**, W., "Wirtschaftlichkeit der Werknormung", DIN-Mitt. 67 (1988), Nr. 2, S. 72-74.

/Swo86/ **Swoboda**, P., "Investition und Finanzierung", 3., neu bearb. Aufl., Göttingen:

Vanderhoeck und Ruprecht, 1986.

/Toth84/ **Toth**, R. B., "The economics of standardization", Minneapolis, 1984.

/VDI84/ **VDI-Richtlinie 2225**, Blatt 1: "Technisch-wirtschaftliches Konstruieren - Vereinfachte Kostenermittlung", VDI-Verlag 1984.

/Ver73/ **Verman**, L., "Standardization - A new discipline", Hamden 1973.

/War90/ **Warnecke**, H.J., "Kostenrechnung für Ingenieure", 3., überarb. Aufl., München: Hanser 1990.

/War80/ **Warnecke**, H.J., "Wirtschaftlichkeitsrechnung für Ingenieure", München: Hanser, 1980.

/Wie89/ **Wiendahl**, H.-P., "Betriebsorganisation für Ingenieure", 3., überarb. u. erw. Aufl., München, Wien: Hanser, 1989.

/Wöh86/ **Wöhe**, G., "Einführung in die allgemeine Betriebswirtschaftslehre", 16., überarb. Aufl., München: Vahlen, 1986.

/Zol94/ **Zoller**, K., "Vorlesungsunterlagen zur Vorlesung Betriebswirtschaftslehre III, Investition", Universität der Bundeswehr Hamburg, Wintertrimester 1994.

10 Anhang

Bild 1: Kostenartenplan 106

Bild 2: Auszug aus einem Kostenstellenplan 107

Bild 3: Beispiel eines einfachen Betriebsabrechnungsbogens 108

Bild 1: Kostenartenplan - Auszug, nach /Olf83/

Kostenartenplan	
40 Stoffkosten 400 Stoffverbrauch-Sammelkonto 403 Rohstoffe 404 Hilfsstoffe 405 Betriebsstoffe 42 Brennstoffe, Energie 420 Brenn- und Treibstoffe 43 Personalkosten 430 Löhne-Sammelkonto 431 Fertigungslöhne 432 Hilfslöhne 44 Sozialkosten und andere Personalkosten 440 Sozialkosten 440 Gesetzliche Sozialkosten 447 Gesetzliche Sozialkosten 45 Instandhaltung, verschiedene Leistungen 450 Instandhaltung 455 Allgemeine Dienstleistungen 456 Entwicklungs-, Versuchs- und Konstruktionskosten 457 Ausschuß	46 Steuern, Gebühren, Versicherungen 560 Vermögens-, Grundsteuer 561 Gewerbesteuern 464 Allgemeine Abgaben und Gebühren 469 Versicherungsprämien 47 Mieten, Verkehrs-, Büro-, Werbekosten 470 Raum-, Maschinenmieten 472 Allgemeine Transportkosten 473 Versandkosten 474 Reisekosten 475 Postkosten 476 Bürokosten 48 Kalkulatorische Kosten 480 Verbrauchsbedingte Abschreibungen 482 Betriebsbedingte Zinsen 483 Unternehmerlohn 49 Innerbetriebliche Kosten- und Leistungsverrechnung

Bild 2: Auszug aus einem Kostenstellenplan, nach /Hab90/

1 Allgemeiner Bereich

11 Gruppe Forschung, Entwicklung, Konstruktion
- 111 Leiter der Gruppe
- 112 Zentrallabor
- 113 Konstruktionsabteilung
- 114 Versuchswerkstatt
- 115 Patentstelle

12 Gruppe Raum
- 121 Grundstücke und Gebäude
- 122 Heizung und Beleuchtung
- 123 Reinigung
- 124 Bewachung

13 Gruppe Energie
- 131 Wasserverteilung
- 132 Stromerzeugung und -verteilung
- 133 Dampferzeugung und -verteilung

14 Gruppe Instandhaltung
- 141 Werkstättenleitung
- 142 Bauabteilung
- 143 Schlosserei
- 144 Tischlerei
- 145 Elektrowerkstatt

Bild 3: Beispiel eines einfachen Betriebsabrechnungsbogens, nach /War90/

Kostenarten	Zahlen d. Buch-haltung	Kostenstellen					
		Fertigungsbereich			Material-bereich	Verwalt.-bereich	Vertr.-bereich
		FK St 1	FK St 2	FK St 3			
1. Gehälter	2600	300	400		200	1200	500
2. Hilfslöhne	1800	800	200	200	300	100	200
3. Soz. Aufwendungen	900	300	150	150	50	180	70
4. Betriebsstoffe	500	100	100				300
5. Büromaterial	400				100	200	100
6. Fremdreparaturen	400			300			100
7. Energieverbrauch	350	50	100	50	20	80	50
8. Abschreibungen	250	40	60	50	20	40	40
9. Steuern	100					100	
10. Postgebühren	150					50	100
11. Werbekosten	350						350
12. Sonst. Kosten	200	10	40	50	10	30	60
Summe der GK	8000	1600	1050	800	700	1980	1870
Fertigungslöhne	4500	2000	1000	1500			
Fertigungsmaterial	5350				5350		
Herstellkosten						14000	14000
GK-Zuschlagsätze		80,0%	105,0%	53,3%	13,1%	14,1%	13,4%

In Bild 3 verwendete Abkürzungen:

GK	=	Gemeinkosten,
FK St 1	=	Fertigungskostenstelle 1,
FK St 2	=	Fertigungskostenstelle 2,
FK St 3	=	Fertigungskostenstelle 3.