

Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 109 (1991)
Heft: 46

Artikel: Zuverlässigkeit bei den Konstruktionen des Hochbaues
Autor: Kammel, Dieter / Kobe, Joerg / Stoller, Hans
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-86050>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 16.05.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Schadstoff	bestehende Grundbelastung	Zusatzlast durch MVA
CO	823 000	320
SO ₂	17 000	320
HCl	23 000	160
HF	82	6,5
Schwebstaub	61 000	32
Pb	174	3,2
Cd	0,7	0,06

Tabelle 1. Zusätzliche Immissionen durch MVA (alle Werte in ng/m³) (Quelle: Humantoxikologisches Gutachten 1989 München)

Rauchgase und Abwässer

Bei der Verbrennung von Abfällen entstehen ca. 4000 bis 6000 m³ Abgase je Tonne Abfall, die sich im wesentlichen aus Stickstoff, Wasserdampf, Kohlendioxid und Sauerstoff zusammensetzen und weitere luftverunreinigende Stoffe enthalten. Die Zusammensetzung der Abgase wird massiv von den Bestandteilen der Abfälle beeinflusst. Die Emissionen von Kohlenmonoxid, orga-

nischen Verbindungen und z.T. auch der Stickstoffoxide können durch feuerungsseitige Massnahmen gering gehalten werden.

Zur Vermeidung und Begrenzung der Emissionen von Staub, Schwermetallen, Chlor- und Fluorwasserstoff sowie Schwefeldioxid werden Abgasreinigungseinrichtungen eingesetzt. Oftmals wird darauf hingewiesen, dass ein Grossteil der im Abfall enthaltenen Stoffe als staubförmige Abgasbestandteile weiträumig in der Umwelt verteilt wird und dies eine «Quasi-Ablagerung» in der Umgebung sei. Hierzu ist anzumerken, dass ca. 99,5% der staubförmigen Stoffe aus der Verbrennung durch Abgasreinigungseinrichtungen zurückgehalten werden.

Durch kontinuierliche Messung und Aufzeichnung der Staubgehalte im Reingas wird die Einhaltung der Emissionsgrenzwerte für Staub und der Staubinhaltsstoffe – hauptsächlich Schwermetalle und ihre Verbindungen – überwacht. Bis auf Quecksilber werden die im Abgas enthaltenen Schwermetalle vorwiegend partikelgebunden emittiert.

Immissionsbelastung durch Müllverbrennung vernachlässigbar

Immissionsbelastungen einer neuen Anlage zählen zu den umstrittensten Themen. Zur Versachlichung der Diskussion mögen folgende Zahlen beitragen, die durch unabhängige Mediziner und Toxikologen für ein Projekt in Bayern erhoben und errechnet wurden. Diese in Tabelle 1 wiedergegebenen Werte zeigen, dass die zusätzliche Immissionsbelastung um Faktoren zwischen 10- bis über 1000fach tiefer liegen als die bestehenden Immissionen.

Zusammenfassend kann festgehalten werden: Der Stand der Technik beim Bau von Müll- und Sondermüllverbrennungsanlagen, besonders die Prozessführung und Abgasreinigung, ist ausserordentlich hoch und kann strengste Umweltschutznormen erfüllen.

Adresse des Verfassers: Max Künzli, Ing. HTL, W+E Umwelttechnik AG, ABB-Gruppe, Max Höggerstrasse 6, 8048 Zürich.

Zuverlässigkeit bei den Konstruktionen des Hochbaues

Am Institut für Hochbautechnik HBT der ETHZ wird unter diesem Titel eine Untersuchung durchgeführt. Hier werden erste Ergebnisse vorgestellt.

Zuverlässigkeit ist als Funktionstüchtigkeit einer Konstruktion während der gesamten Dauer von Planung, Herstellung und Gebrauch definiert und kann nur durch definierte Eigenschaften bestimmt werden. Wir stellen dar, wie eine Leistungsdefinition erarbeitet werden kann, die diesen Anforderungen genügt.

Einleitung

Ausgangslage/Anlass

Anlass der nachfolgend vorgestellten Arbeit ist das Bemühen, die Zuverlässigkeit von Hochbaukonstruktionen zu

VON DIETER KAMMEL,
HORGEN,
JOERG KOBE,
ZÜRICH,
HANS STOLLER,
LENZBURG

verbessern. Hierzu wird unter Berücksichtigung bewährter Arbeitsweisen auch auf methodische Anregungen zu-

rückgegriffen, die in anderen technischen Disziplinen entwickelt wurden.

Aufgabenstellung/Ziel

Es ist zu prüfen, ob die Zuverlässigkeitstechnik methodische Anregungen zur Verbesserung der Zuverlässigkeit von Hochbaukonstruktionen bietet. Sofern solche Anregungen übernommen werden können, sind sie den fachspezifischen Bedingungen so anzupassen, dass sie sich in nachvollziehbare, systematische Konstruktionsabläufe einordnen. Nach rein statischen Gesichtspunkten zu bemessende tragende Gebäudestrukturen werden dabei nicht bearbeitet, da sie anderweitig determiniert sind.

Grundlagen

Leistungsdefinitionen als Aufgabe des Architekten

Architektenleistungen beinhalten als eine wesentliche Aufgabe Leistungsdefinitionen, in der Regel also die zeichnerische und verbale Beschreibung aller im Zusammenhang mit einem Bauvorhaben zu erbringenden Bauleistungen (vgl. hierzu auch die Honorarordnungen «SIA 102» in der Schweiz und «HOAI» in der Bundesrepublik Deutschland). Die Honorarordnungen sehen hierfür jeweils entsprechende Anteile am Gesamt-Architektenhonorar vor.

Hierfür stehen ausgearbeitete und bewährte Arbeitsmittel und Informationsunterlagen zur Verfügung. Dies sind vor allem Werk- und Detailpläne, Normpositionenkatalog NPK (CH) und Standard-Leistungsbuch STL (BRD). Sie ermöglichen die Leistungsdefinition in Form von Plänen und Leistungsverzeichnissen, letztere aufgeteilt auf ca. 30 verschiedene Arbeitsgattungen und schon bei relativ kleinen Bauvorhaben auf mehrere hundert verschiedene Einzelpositionen.

Zuverlässigkeit als Eigenschaft

Die Zuverlässigkeit von Hochbaukonstruktionen kann als die Eigenschaft definiert werden, vorgegebene und aus der Nutzung von Räumen (also der Beanspruchung) abgeleitete Funktionen (Anforderungen) über einen vorgegebenen Zeitraum t ausfallfrei zu erfüllen. Die Leistungsdefinition (also die Definition der zu erfüllenden Funktionen bzw. Anforderungen) wird damit zur Voraussetzung für die Zuverlässigkeit einer Konstruktion.

Konstruktives Entwerfen und Leistungsdefinitionen

Komplementär zu der von uns entwickelten Leistungsdefinition ist der Prozess des «konstruktiven Entwerfens». Diesen Weg definiert H. Ronner so: «Der traditionellen Methode, bei der hergebrachte Lösungen an neu sich stellende Problemsituationen angepasst werden, stellt sie (die «Methodik des konstruktiven Entwerfens», d. Verf.) die Methode gegenüber, bei der, ausgehend von einer umsichtig formulierten Problemstellung, in Erfüllung eines Anforderungsprofils, von Grund auf eine Lösung neu erarbeitet wird.» Das so verstandene «konstruktive Entwerfen» stellt damit auch Anforderungen als Voraussetzung einer präzisen (Leistungs-) Definition in den Vordergrund.

Ausgangslage in der Praxis

Heutige Definitionen

Leistungsdefinitionen erfolgen wie beschrieben heute in der Regel in Form der arbeitstypusorientierten Leistungsverzeichnisse. Für ihre Ausarbeitung ist als Hilfsmittel die EDV eingeführt, dies in der Regel in Form PC – basierter sog. AVA-Programme (Programme für Ausschreibung/Vergabe/Abrechnung).

Probleme

Die Leistungsdefinition in Form von Leistungsverzeichnissen weist unter anderem folgende Probleme auf:

- Erheblicher Detaillierungsaufwand (Zerlegung von Bauvorhaben in sehr detaillierte Einzelpositionen).
- Hoher Koordinationsaufwand (einzelne Bauteile sind unter Heranziehung sehr vieler Einzelpositionen aus unterschiedlichen Arbeitstypen zu kontrollieren).
- Unklare Schnittstellen (die Leistungs- und Haftungsabgrenzung der einzelnen Teilleistungen verschiedener Arbeitstypen ist schwierig).
- Zu starke Aufsplitterung von Leistungen:

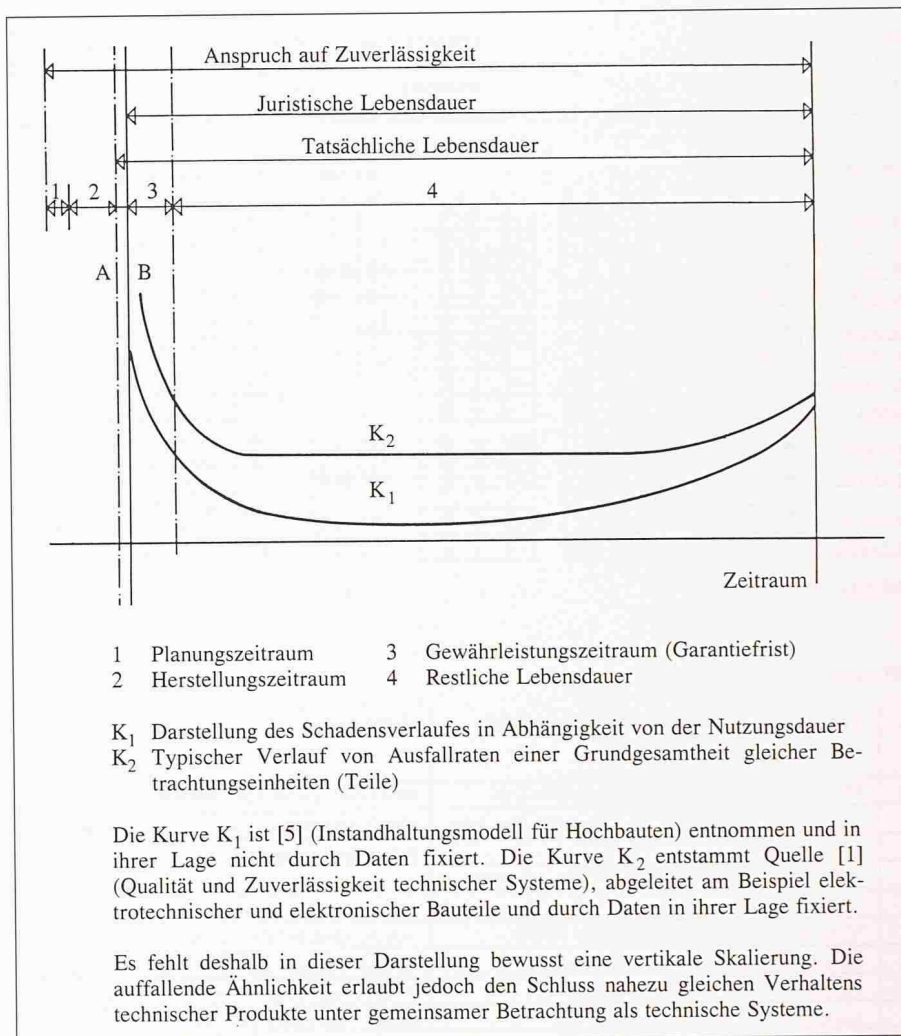


Bild 1. Zusammenhang zwischen Lebensdauer, Konstruktion, Planung Herstellung und Gebrauch

- Aufgliederung der Positionsbeschreibungen in Haupt- und Zuschlagspositionen.
- Aufgliederung zusammenhängender Leistungen in Einzelleistungen.
- Aufteilung zusammengehöriger Leistungen in einen Lieferungs- und einen Montageanteil.
- Teilweise arbeitstypusübergreifende Organisation des Bauhandwerks bzw. der Bauindustrie.
- Teilindustrialisierung des Bauwesens. Die Industrie liefert fertige Bauteile, keine Einzelpositionen.
- Bauschäden entstehen oft im Bereich der Fugen und Übergänge, die zu minimieren und in unkritische Bereiche zu legen sind.
- Neuere Rechtsentwicklungen im Bereich der Haftung des Architekten erfordern ein kontrolliertes, nachvollziehbares und an konkreten Anforderungen orientiertes Vorgehen.

Lösungskonzept

Sorgfältiges Konstruieren

Voraussetzung einer korrekten Leistungsdefinition, also der Erfüllung der

Aufgaben des Architekten nach SIA 102 bzw. HOAI, ist eine Verfahrensweise, die sich als sorgfältiges, nachvollziehbares und nachprüfbares Konstruieren bzw. Definieren umschreiben lässt. Wir verstehen «sorgfältiges Konstruieren» hierbei als auf die zuverlässige Funktionstüchtigkeit von Hochbaukonstruktionen ausgerichtete Vorgehen.

Um «sorgfältiges Konstruieren» zu gewährleisten, sind zwei Voraussetzungen notwendig:

- Die qualitative Beschreibung bzw. Definition (Weg- oder Zielvorgaben) und die
- quantitative Beschreibung bzw. Definition (Gewährleistung der Vollständigkeit).

Methodische Hilfsmittel

Zur Bearbeitung von Bauteilen werden folgende methodischen Hilfsmittel bzw. Bearbeitungsschritte vorgegeben:

- Eine Bauwerksgliederung
- Die Beanspruchungsanalyse
- Eine Entscheidungshierarchie
- Die Betrachtungsweise.

PROJEKT: HOTEL		EINBAUSITUATION: NICHTTRAGENDE METALLSTAENDERWAEENDE, MIT	
RAUM: HOTELZIMMER		GIPSKARTONPLATTEN BEPLANKT	
BAUTEIL: EINGANGSTUERE		BEARBEITER: X X X	

FUNKTION	PRIORITAET				ZEITPUNKT	F. EIGENSCHAFTEN
	1	2	3	4		
TR TRAGEN						AB FESTIGKEIT
GL GLIEDERN						BEWEGLICHKEIT
AB ABSCHL.						SCHALLDAEMMUNG
SC SCHUETZEN						ART DES VERSCHLUSSES
ES ERSCHL.						SC FEUERSICHERHEIT
OE OEFFNEN						RAUCHDICHTIGKEIT
VE VERSORGEN						EINBRUCHSICHERHEIT
AL ABLEITEN						ES OEFFNUNGSGROESSE
QU QUERBEZ.						ZUGAENGLICHKEIT, ANORDN.
UE UEBERGANG						QU ANSCHLUSS SCHLIESSANL.
SO SONDERW.						UB ZARGE / WAND + BODEN
RA RANDBED.						ZARGE / BLATT
						SO ART OBERFLAECHE
						1,2 KONTROLLE FAELE + DICHT.
						3 JAEHRL. NEULACKIERUNG

ARBEITSSCHRITT	1	2	3	4	5
ARBEITSSCHRITT					

F.	EIGENSCHAFTEN	ZUGEORDNETE WERTE (ZIELVORGABEN)	KOMMENTARE
AB	FESTIGKEIT	TUERBLATT AUS 65 MM SPANPLATTE	SPEZIALBLATT (SIEHE SCHALLDAEMMUNG)
		TUERZARGE ALS 2 MM STARKE STAHLZARGE	ZARGE HINTERSTOPFEN (SCHALLD.) UND SOLIDE BEFESTIGEN (EINBRUCHSICHERHEIT)
	BEWEGLICHKEIT	KUGELGELAGERTE BAENDER, 180° OEFFNUNGSWINKEL, RECHTS/LINKS ANGESCHLAGEN	
	SCHALLDAEMMUNG	38 dB IM EINGEBAUTEN ZUSTAND	FUER DAS GANZE BAUTEIL, KONTROLLE
	ART VERSCHL.	SPEZIAL-HOTELZIMMERTUERSCHLOSS	DORNMASS BEACHTEN, PROFILZYL. UEBER SCHLIESSANLAGE
SC	FEUERSICHERHEIT	T 30	KONTROLLE DER FAELE IM GEBRAUCH, UNTERHALT
	RAUCHDICHTIGK.	RAUCHDICHT	KONTROLLE DER FAELE IM GEBRAUCH, UNTERHALT
	EINBRUCHSICH.	ANPRALLKRAFT GROESSER 50 N	VORGABEN F. BEFESTIGUNG ERFORDERLICH, VERDECKTE BEFESTIGUNG DER BESCHLAEGE
ES	OEFFNUNGSGR.	100 x 200 CM	LICHTMASS AB O.K. FFB
USW	USW	USW	USW

Bild 2. Formular für die Leistungsdefinition eines Bauteiles, dargestellt am Anwendungsbeispiel «Türen von den Hotelfluren zu den Zimmervorräumen»

Wir leiten aus dieser, anderweitig theoretisch begründeten Vorgehensweise ab, dass die nach SIA 102 und HOAI erforderliche Leistungsdefinition auch durch die Beschreibung einer übersichtlichen Zahl von Einheiten erreicht werden kann. Diese lassen sich im Bauegefüge abgrenzen und durch ihre Aufgaben definieren. Solche Einheiten werden in der Terminologie des Bauwesens als «Bauteile» bezeichnet. Die Anforderungen an ein Bauteil sind aus dem Raum (oder den Räumen) abzuleiten, dem (oder denen) das Bauteil zugeordnet ist und dessen (oder deren) Benutzung bekannt sein muss.

Einbezug der Zuverlässigkeit

Die Zuverlässigkeit ist so in die Definition von Hochbaukonstruktionen einzubeziehen, dass ihre Funktionstüchtigkeit über den gesamten Planungs-, Herstellungs- und Gebrauchszeitraum zu gewährleisten ist. Dieser Aspekt erfordert den Einbezug der Zeit (also der Lebensdauer) als wesentliches Element.

Unter Einbezug der Zeit (und damit des Unterhaltes) lässt sich der Zusammenhang zwischen Konstruktion, Planung, Herstellung und Gebrauch wie in Bild 1 feststellen.

Vorgehensweise

Die Leistungsdefinition eines Bauteiles erfolgt mit Hilfe des in Bild 2 (mit den Eintragungen des nach folgenden Beispielen) dargestellten Formulars in 6 Bearbeitungsschritten:

Arbeitsschritt 1

Sammlung der Grundfunktionen (Funktionsanalyse 1. Teil), gegliedert nach Prioritäten.

Zweck der Funktionsanalyse ist, die aus der beabsichtigten Nutzung abzuleitenden Beanspruchungen des Bauteiles zu erkennen und in Funktionen auszudrücken.

Vorgegeben werden hierzu:

- 8 Grundfunktionen, die Räume definieren und die die projekt-, herstellungs- und nutzungsbedingten Anforderungen erfassen.
- 2 Grundfunktionen, die raumübergreifend auf das ganze Gebäude bezogen sind.
- 2 den Grundfunktionen gleichwertige Kategorien zusätzlicher Informationen.

Eine Unterscheidung nach Prioritäten erlaubt die projekt- und anforderungsspezifische Gliederung.

Dabei wird unterschieden nach:

1. Priorität: Eigentlicher Anlass (Bemessungsgrundlage).
2. Priorität: Mit zu bearbeiten (in eine Bemessung mit einzubeziehen).
3. Priorität: Beachten (in eine Bemessung mit einzubeziehen).
4. Priorität: Pro Memoriam (entfällt in der weiteren Bearbeitung).

Arbeitsschritt 2

Kritische Überarbeitung (Funktionsanalyse 2. Teil)

Die in Schritt 1 aufgestellte Sammlung der Grundfunktionen und der zusätzlichen Informationen wird unter Berücksichtigung der projektspezifischen Randbedingungen überarbeitet. Es entsteht eine bereinigte hierarchische Ordnung als verbindliche Basis aller späteren Arbeitsschritte.

Arbeitsschritt 3

Erstellung des Anforderungs-Blockdiagrammes

Das Anforderungs-Blockdiagramm umfasst:

- Die Darstellung der sich aus Schritt 2 ergebenden Hierarchie.
- Die Prüfung, welche untergeordneten Grundfunktionen von übergeordneten mit abgedeckt werden und daher in der weiteren Bearbeitung entfallen können.

- Das Einarbeiten von Vorgaben, die sich nicht aus der Nutzung ableiten lassen (z.B. Normen, Umweltverträglichkeit, sonstige Vorgaben).

Also: Die Kontrolle der sich aus Schritt 2 ergebenden Hierarchie unter dem Gesichtspunkt weiterer Anforderungen.

Arbeitsschritt 4 Festlegung der Bearbeitungs- bzw. Relevanzzeitpunkte

Den nach Schritt 1–3 übrigbleibenden Funktionen und den zusätzlichen Informationen werden diejenigen Zeitpunkte zugeordnet, zu denen sie bearbeitet werden müssen bzw. relevant werden. Hierbei ist der gesamte Planungs-, Herstellungs- und Gebrauchszeitraum zu berücksichtigen. Es werden also auch der Zeitbezug und der Unterhalt als Voraussetzungen für eine zuverlässige Konstruktion erfasst.

Arbeitsschritt 5 Feststellung der zu behandelnden Eigenschaften

Da die Qualität eines technischen Systems (somit auch eines Bauteiles) durch die Erfassung der Summe aller Eigenschaften definiert werden kann, sind diese Eigenschaften zu ermitteln.

Hierzu werden den in Schritt 3 ermittelten Funktionen diejenigen Eigenschaften zugeordnet und bearbeitet, die objektiv erforderlich sind, um das Bauteil umfassend und entsprechend den gestellten Anforderungen zu definieren.

Arbeitsschritt 6 Bestimmung der Zielvorgaben für das Bauteil und seine Komponenten

Den objektiv erforderlichen Eigenschaften gemäss Schritt 5 werden Grössen zugeordnet. Die Grössen sind teils messbar («38 dB Schalldämmung»), teils feststellbar («verschiessbar ja/nein»). Dabei sind Vorgaben des Bauherrn und Vorgaben aus Normen, Vorschriften usw. zu berücksichtigen.

Mit der so erfolgten Zuordnung der Werte

- sind die Zielvorgaben festgelegt,
- ist die erforderliche Qualität definiert,
- ist das Bauteil umfassend, nachvollziehbar und nachprüfbar beschrieben,
- ist durch das schrittweise Vorgehen gleichzeitig eine Kontrolle auf Vollständigkeit möglich.

Beispiel

Aufgabenstellung

Es soll eine Innentüre definiert werden, die in einem Hotel den Hotelflur mit

Literatur

- [1] Birolini, A.: «Qualität und Zuverlässigkeit technischer Systeme» (Grundlage), Berlin – Heidelberg – New York, 1988.
- [2] Birolini, A., und Hubka, Y.: «Zuverlässigkeit technischer Systeme» (hybride und technische Systeme), WDK 15, Zürich, 1988.
- [3] Hubka, Y.: «Allgemeines Vorgehensmodell des Konstruierens» (Grundlage), WDK 1, Goldach, 1980.
- [4] Hubka, Y.: «Fachbegriffe der wissenschaftlichen Konstruktionslehre in 6 Sprachen» (Definition Technischer Systeme), WDK 3, Zürich, 1980.
- [5] Jehle, P.: «Ein Instandhaltungsmodell für Hochbauten» (Schadensverläufe), Diss. Universität Essen, 1989.
- [6] Kammel, D.: «Verlässlichkeit und Sorgfalt bei Vergleich und Übertragung von Erfahrungswerten» (Sorgfalt), Konferenzinternes Papier, ICED 1983, Kopenhagen.
- [7] Kuhne, Y.: «Ein Instandhaltungsmodell für Hochbauten» – siehe auch Jehle – (Instandhaltungsstrategien), Festschrift «Innovative Bauerneuerung», IBETH, 1991.
- [8] Kobe, J.: «Kongresshalle Berlin – Ein Beitrag zur Diskussion über das Verhältnis von Konstruktion und Form in den 50er Jahren», (Wissenstransfer und Koordinationsfragen), Diss. ETH-Z, 1985.
- [9] Mittag, M.: «Arbeits- und Kontrollhandbuch zur Bauplanung, Bauausführung und Kostenplanung nach 15 HOAI und DIN 276» (aktuelle Bauinformationen), Loseblattsammlung, Zürich, 1991.
- [10] Müller, H. F. O.: «Methodik des Konstruierens und Wahl der Baustoffe» (Materialwahl), Stuttgart, 1990.
- [11] Peters, T.: «Die Entstehung des modernen Bauprozesses» (Konstruktionsentwicklungen), Diss. ETHZ, 1977.
- [12] Ronner, H.: «Zur Methodik des konstruktiven Entwerfens» (Zusammenhang Entwurf – Zuverlässigkeit), ETHZ, 1991.
- [13] Schaal, R., Kammel, D., Kobe, J.: «Glas als Baumaterial» (Baumaterial, technische und bauphysikalische Beanspruchungen), ETHZ, 1989.
- [14] Schaal, R., Kammel, D., Kobe, J.: «Fenster» (umfassende konstruktive Behandlung eines Bauteils), ETHZ, 1989.
- [15] Schweiz. Ingenieur- und Architektenverein SIA: «Ordnung für Leistungen und Honorare der Architekten» (Regelung von Rechten und Pflichten), SIA-Ordnung 102, Zürich, 1984.
- [16] Stoller, H.: «Haftungsfragen im Architekten- und Ingenieurvertrag» (Zuverlässigkeit und Rechtsfragen), Zürich, 1989, Manuskript im WEKA-Verlag.

zugehörigen Treppenhäusern von den Gästezimmern trennt.

Die Türe soll als Ganzes, einschliesslich Zarge, Blatt, Beschlägen und fertig ausgeführter Oberfläche geliefert und montiert werden.

Die Beanspruchungen sind aus der Benutzung und den damit verbundenen Auflagen abzuleiten und zu definieren.

Bearbeitungsschritte (Bild 2)

Schritt 1

Unkritische Sammlung der Grundfunktionen

Ergebnis:

Von den 10 vorgegebenen Grundfunktionen müssen 3 nicht weiter bearbeitet werden, da sie irrelevant sind. Eine der zusätzlichen Informationen entfällt.

Schritt 2

Kritische Überarbeitung

Ergebnis:

Die Grundfunktion «Schützen» erhält 1. Priorität, da die Türe Individualzonen von Verkehrsräumen trennt, die auch der Personenrettung dienen. Die bauphysikalischen Konsequenzen sind zu beachten.

Schritt 3

Anforderungs-Blockdiagramm

Ergebnisse:

Die Grundfunktionen «Tragen» und «Gliedern» werden durch «Abschliessen» und «Schützen» mit abgedeckt (die Türe muss selbsttragend sein, um als Abschluss dienen zu können, sie schützt und gliedert gleichzeitig).

Die Grundfunktion «Öffnen» (z.B. für Warentransport) ist durch «Erschliessen» (z.B. Türgrösse) mit abgedeckt.

Ausschliesslich weiter zu bearbeiten sind mithin die Funktionen «Abschliessen», «Schützen», «Erschliessen», «Querbezüge», «Übergang» und die zusätzliche Information «Sonderwünsche».

Schritt 4

Bearbeitungs- bzw. Relevanzzeitpunkt

Ergebnisse:

Zuordnung der Zeitpunkte.

Erkennen, wofür späterer Unterhalt vorzusehen ist.

Schritt 5

Feststellung der zu behandelnden Eigenschaften

Festigkeit:	Blatt: Spanplatte, 65 mm stark; Zarge: Stahlzarge, 2 mm stark.
Beweglichkeit:	Links/Rechts angeschlagen, 180° Öffnungswinkel, kugelgelagerte Beschläge.
Schalldämmung:	38 dB (im eingebauten Zustand).
Verschlussart:	Hotelzimmer-Spezialschloss für Profilzylinder über Schliessanlage.
Feuersicherheit:	T 30.
Rauchdichtigkeit:	Rauchdichte Türe.
Einbruchsicherheit:	Einbruchhemmende Befestigung von Zarge und Beschlägen, Rosetten etc. verdeckt montiert, Anprallkraft grösser 50 N.
Öffnungsgrösse	200 x 86 cm i.Li.
Zugänglichkeit, Anordnung:	Gegeben durch den Einbauort.
Schliessanlage:	Bauseitiger Profilzylinder der Schliessanlage.
Anschlüsse:	Zarge / Wand: Versiegelung, Zarge / Boden: Absenkende Dichtung, Zarge/Blatt: Doppelter Falz mit Dichtungsprofilen
Oberfläche:	Mehrschichtiger Lackaufbau.

Tabelle 1. Daten des Anwendungsbeispiels «Türen von Hotelfluren zu den Zimmer-vorräumen»

Ergebnisse:

Zu behandelnde Eigenschaften für die Funktion «Abschliessen» sind:

- Festigkeit (z.B. Material, Stärke)
- Beweglichkeit (z.B. Drehrichtung, Art der Beschläge, Schliessvorgang)
- Schalldämmung
- Art des Verschlusses

Zu behandelnde Eigenschaften für die Funktion «Schützen» sind:

- Feuersicherheit
- Rauchdichtigkeit
- Einbruchssicherheit

Zu behandelnde Eigenschaften für die Funktion «Erschliessen» sind:

- Öffnungsgrösse
- Zugänglichkeit, Anordnung

Zu behandelnde Eigenschaft für die Funktion «Querbezüge» ist:

- Anschluss an die Schliessanlage

Zu behandelnde Eigenschaft für die Funktion «Übergang» ist:

- Anschlüsse Zarge/Wand, Zarge/Boden, Zarge/Türblatt

Zu behandelnde Eigenschaft für die Information «Sonderwünsche» ist:

- Oberfläche lackiert (als Forderung des Bauherren).

Schritt 6

Zielvorgaben für das Bauteil und seine Komponenten

Ergebnis:

Im Ergebnis werden die anforderungsorientierten Daten in Tabelle 1 formuliert. Der vollständige Beschrieb (Tabelle 2) entspricht dem klassischen Positionstext eines Leistungsverzeichnisses. Im Unterschied zu diesem ist er jedoch anforderungs-(ziel-)orientiert. Die Angabe von Fabrikaten ist möglich, jedoch nicht notwendig, da das Bauteil durch die Beschreibung aller zu erfüllenden Anforderungen ausreichend genau definiert ist. Die Berücksichtigung der Definition aller Anforderungen an das Bauteil und an seine Komponenten gewährleistet Vollständigkeit.

Im Vergleich zu herkömmlichen Positionstexten ist mehr Arbeit in mehreren Teilschritten zu leisten.

Dem stehen folgende Vorteile gegenüber:

- Ein Bauteil wird über mehrere Arbeitsgattungen hinweg beschrieben (der hier dargestellte Positionstext entspricht mehreren Einzelpositionen in unterschiedlichen Arbeitsgattungen).
- Vollständigkeit wird gewährleistet.
- Es liegt ein klares und kontrollierbares Leistungsbild vor.
- Es wird eine klar definierte Schnittstelle zu anderen Arbeitsgattungen/Leistungen erreicht.

Da dem Unternehmer kein Fabrikat zwingend vorgegeben wurde, sind Kostenvorteile möglich.

Rechtliches

Die klare Leistungsdefinition ist im Werkvertrag Voraussetzung für den Vertragsabschluss, die Erstellung und die Abnahme des Werkes. Diese kann mit der hier vorgestellten Methode erreicht werden.

Bei Bauleistungen ergeben sich Schwierigkeiten an den Stellen oder Bereichen, an denen Leistungen verschiedener Verträge aneinandergrenzen und über die Grenze hinaus bestimmte Eigenschaften garantiert werden müssen (Schnittstellen).

Es wird zwischen der vertraglichen Schnittstelle, d.h. der Grenze eines Vertrags (der den Verantwortungsbereich des einzelnen Unternehmers definiert) gegenüber dem nächsten Vertrag und der technischen Schnittstelle, d.h. der Grenze zwischen Bauteilen oder ihren Komponenten, unterschieden.

Schnittstellen sind Schwachstellen der Konstruktion und der Haftung. Zur Sicherstellung der Zuverlässigkeit ist ihnen besondere Aufmerksamkeit zu schenken, denn ein Werk wird im Bereich der Schnittstelle unzuverlässig, wenn die einzelnen Komponenten oder Teile an der Schnittstelle nicht in der Lage sind, durch Reserven die Toleranzen und Mängel aufzufangen.

Die vertragliche Schnittstelle ist auch die Grenze zwischen verschiedenen Haftpflichtigen (Beispiel: Die Schnittstelle zwischen der Lieferung und der Montage der Türzarge, sofern diese Arbeiten verschiedenen Unternehmern übertragen werden.) Im Falle eines Versagens der Schnittstelle kann der Bauherr die sich daraus ergebenden Nachteile nur schwer oder gar nicht abwenden.

Schnittstellen verlangen vom Bauherrn und insbesondere von seinem Vertreter, dem Ingenieur und Architekten, sorgfältige:

- Definition der Anforderungen,
- Kontrolle, ob die Anforderungen auch erfüllt werden,
- Korrekturen und deren Durchsetzung, falls die Anforderungen nicht erfüllt werden.

Der Ingenieur oder Architekt kann diese Aufgabe nur wahrnehmen, wenn die Zahl der Schnittstellen und ihre Komplexität eine klare Definition überhaupt erlauben. Die Zahl der vertraglichen Schnittstellen ist daher auf das Notwendige zu beschränken, sie sind möglichst nicht in den Bereich einer Hauptbeanspruchung zu legen.

Am Beispiel des Bauteils Türe kann nachgewiesen werden, dass allein bei einer Trennung in Lieferung und Mon-

tage von Türblatt, Zarge und Zylinder durch verschiedene Unternehmer theoretisch 21 vertragliche Schnittstellen entstehen. Davon liegen deren 4 im Bereich einer Hauptbeanspruchung (zwischen Türblatt und Zarge).

Durch die Zusammenfassung zum Bauteil «Türe» kann die Zahl der vertraglichen Schnittstellen dagegen drastisch auf 2 reduziert werden (Schnittstelle gegen die Wand und gegen den Boden). Die Zahl der technischen Schnittstellen bleibt hierbei unverändert. Sie liegen aber im Kompetenz- und Verantwortungsbereich eines, nicht mehrerer, Unternehmers.

Ausblick

Zu dieser ersten Rezension der Arbeit zum Thema «Zuverlässigkeit bei den Konstruktionen des Hochbaues» ist eine ausführliche Publikation im Rahmen der Schriftenreihe des Instituts für Hochbautechnik zum Winter 91/92 in Arbeit. Darin werden die Grundlagen, Arbeitshilfen, zukünftige Entwicklungen und Anwendungsbeispiele dargestellt, insbesondere

Grundlagen:

- Zeitliche und inhaltliche Definition von Hochbaukonstruktionen.
- Die Konstruktionsmethodik des Maschinenbaues (methodisches Konstruieren) und Vorgehensweisen in der Zuverlässigkeitstechnik der Elektronik (Definition von Anforderungen, Redundanzen, Logistik) als Grundlagen eines methodischen und nachvollziehbaren Bearbeitungsablaufes.
- Bereich der zu bearbeitenden Konstruktionen, Abgrenzungen dazu.
- Die zentrale Rolle des Raumes und die Umsetzung seiner Nutzung in Anforderungen an seine Konstruktion.
- Als Nachweis der Wirtschaftlichkeit des vorgeschlagenen Verfahrens: die Darstellung der Honoraranteile, die in den Honorarordnungen anteilig für Leistungsdefinitionen vorgesehen sind.

Arbeitshilfen:

- Bauwerksgliederung, Beanspruchungsanalyse, Entscheidungshierarchie und Betrachtungsweise als Grundlagen und Hilfen im Bearbeitungsablauf.
- Die Definition aller Funktionen (Grundlage der ihnen zugeordneten Eigenschaften).

Lieferung und Montage von schallhemmenden Türen, die folgende Anforderungen erfüllen, in fix und fertiger Ausführung:

Abmessungen:	86 x 200 cm i.L. (lichtes Durchgangsmass).
Schallschutz:	R'w = 38 dB (im eingebauten Zustand)
Brandschutz:	T 30
Rauchdichtigkeit:	Rauchdichte Türe.
Einbruchsicherheit:	Die geschlossene Türe muss an jeder Stelle einer Anprallkraft von 50 N widerstehen.

Die Türen sind unter Berücksichtigung folgender Material- und Ausführungsvorgaben in 155 mm starke, nichttragende und doppelt mit Gipskartonplatten beplankte Metallständerwände einzubauen:

Zarge:	Doppelt überfälzte Stahlzarge aus 2 mm Stahlblech, hinterstopft mit schwerer Mineralwolle, mit der Unterkonstruktion kraftschlüssig verbunden. Zusätzliche Unterkonstruktion aus Rechteck-Stahlrohr, mit der Rohdecke bzw. dem Rohboden gleitend verschraubt.
Türblatt:	65 mm starkes Spezialtürblatt, entsprechend den Schallschutzanforderungen, mit umlaufendem Hartholz-Umleimer.
Fälze:	Doppelte Falzausbildung mit EPDM - Dichtungen, umlaufend, Farbton nach gesonderter Angabe.
Untere Türblattdichtung:	Eingefräste, selbstständig absenkende untere Dichtung im Türblatt.
Fugen (Übergänge):	Zarge/Wandoberfläche: Versiegelung.
Bänder:	Kugelgelagerte Bänder, Anzahl und Dimensionierung entsprechend Türblattgewicht, einbrennlackiert, Farbton nach gesonderter Angabe.
Beschläge:	Spezial - Hotelzimmertürschloss, mit bauseitigem Profilzylinder einer Schliessanlage. Höhe Drückerachse 1050 mm ü. O.K. FFB.
Oberfläche (Blatt):	Grundierfolienbeschichtung + zweimal mit Kunstharzlack gespritzt. Farbton nach gesonderter Angabe.
Oberfläche (Zarge):	Verzinkt + grundiert + zweimal mit Kunstharzlack gespritzt. Farbton nach gesonderter Angabe.

Tabelle 2 . Vollständiger Baubeschrieb des Anwendungsbeispiels «Türen von den Hotellfluren zu den Zimmervorräumen»

- Die Liste der Eigenschaften von Bauteilen als Grundlage für die Zuordnung von Werten.
- Die Bearbeitung von Bauelementen, die Gerätemontagen beinhalten oder voraussetzen.
- Der Einbezug der Zeit und des Unterhaltes als Voraussetzung für dauerhaft zuverlässige Konstruktionen.
- Die grundlegende Bedeutung der Schnittstellen.

Zukünftige Entwicklungen

- Die Einbindung in EDV-Systeme und CAD-Bearbeitungsabläufe.
- Anforderungs- und Erfüllungsprofile deuten und in Form eines Bewertungssystems darstellen.
- Der Zusammenhang zwischen Gestaltung und Zuverlässigkeit.

Adressen der Verfasser: *D. Kammel*, Dipl. Ing. Architekt, wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Hochbautechnik ETHZ, Einsiedlerstrasse 31, 8810 Horgen ZH;

Dr. J. Kobe, Dipl. Arch. ETH/SIA, freier Architekt, Dufourstrasse 97, 8008 Zürich und Leibnizstrasse 2, D-6800 Mannheim 1;

H. Stoller, Dipl. Arch. ETH/SIA, lic. iur., Büro für Baumanagement und Baurecht, Mattenweg 28, 5600 Lenzburg AG.

Kontaktadresse: Institut für Hochbautechnik HBT, Arbeitsgruppe Zuverlässigkeit, ETH-Hönggerberg, 8093 Zürich.