

Heidemann, Kistemann, Stolbrink, Kasperkowiak, Heikrodt

Integrale Planung der Gebäudetechnik

Erhalt der Trinkwassergüte – Vorbeugender Brandschutz – Energieeffizienz

Vorwort: Prof. Dr.-Ing. U. Franzke



VDI

 Springer Vieweg

Integrale Planung der Gebäudetechnik

Achim Heidemann · Thomas Kistemann
Marc Stolbrink · Frank Kasperkowiak · Klaus Heikrodt

Integrale Planung der Gebäudetechnik

Erhalt der Trinkwassergüte – Vorbeugender
Brandschutz – Energieeffizienz

Achim Heidemann
Stockach, Deutschland

Frank Kasperkowiak
Attendorn, Deutschland

Thomas Kistemann
Bonn, Deutschland

Klaus Heikrodt
Detmold, Deutschland

Marc Stolbrink
Kalkar, Deutschland

ISBN 978-3-662-44747-5

ISBN 978-3-662-44748-2 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-662-44748-2

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Springer Vieweg

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2014

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer Vieweg ist eine Marke von Springer DE.
Springer DE ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media
www.springer-vieweg.de

Vorwort

Prof. Dr. Ing. U. Franzke

Vorwort



Technisch herausfordernde Bauprojekte wie das Gebäude-Ensemble am Potsdamer Platz in Berlin, der neue Hauptbahnhof daselbst oder das Militärhistorische Museum in Dresden, insbesondere die mit Bauverzögerungen kämpfende Hamburger Elbphilharmonie oder der neue Berliner Großflughafen – all dies sind exemplarische Großprojekte, die aus Planer-Sicht für einen in dieser Form noch nie da gewesenen Paradigmenwechsel stehen: Durch die zunehmenden Wechselwirkungen zwischen den Systemen der Technischen Gebäudeausrüstung sowie durch das immer komplexere

Anforderungsprofil aus sogar teilweise gegenläufigen Planungszielen wie Betriebssicherheit, Energieeffizienz, Erhalt der Trinkwassergüte oder dem vorbeugenden Brandschutz, bekommen Bauprojekte eine Dimension, die mit den herkömmlichen, »arbeitsteiligen« Planungsprozessen nicht mehr zu bewältigen ist.

Die Überschrift zu dem anstehenden Paradigmenwechsel muss also lauten: Integrale Planung!

Den Zwang zu einer interdisziplinären und fachübergreifenden Planung der Technischen Gebäudeausrüstung mit den genannten, spektakulären Großprojekten und ihrer öffentlichen Wahrnehmung zu begründen, wäre allerdings zu kurz gegriffen. Denn auch die »kleinen Katastrophen« im Planungsalltag, im anspruchsvoll ausgestatteten Ein- oder Zweifamilienhaus wie in Geschossbauten als Komfort-Residenzen für kaufkräftige »Best Ager« kennt jeder Fachplaner aus eigener Erfahrung: Der Architekt konstruiert eine dichte, energieeffiziente Gebäudehülle. Eine Lüftungsanlage soll den normativen Luftaustausch und die Nutzeransprüche an eine gute Luftqualität sicherstellen. Das Kanalsystem wiederum reduziert mit seiner »unerwarteten« Dimensionierung den Platz für die Trassenführung der Trinkwasserversorgung und die Heizwasserverteilung. Die daraus resultierenden höheren Wärmelasten wiederum beeinflussen negativ die Temperaturhaltung und damit die Hygieneanforderungen des Trinkwassers. Und zum guten Schluss sind die von Rohren, Leitungen und Kanälen durchbrochenen Brandschutzabschnitte auch noch »irgendwie« regelkonform zu sichern ...

Ein solch isoliertes Planen und sequenzielles Abarbeiten einzelner Baustufen führt zwangsläufig zu Planungsänderungen, die wiederum Verzögerungen und letztlich ungeplante Folgekosten nach sich ziehen. Treten im Verlauf des Baufortschritts auch noch geänderte Regelwerke in Kraft (beispielhaft ist die stetig weiterentwickelte EnEV), wird dieser »Rattenschwanz« noch länger. Das kann also nicht der Zukunftsweg sein!

Integrale Planung beugt einer solchen Entwicklung aber schon in der Konzeptiosphase des Objektes vor und ist als Grundsatz schon in der DIN 18205 »Bedarfsplanung im Bauwesen« verankert. Analog neuer Möglichkeiten der Gebäudeautomation und Vernetzung von Funktionen und Applikationen steigen auch die Ansprüche von Bauherren und Nutzern. Deshalb ist der Ansatz der Bedarfsplanung für die Gebäudetechnik mindestens ebenso ein Muss und ist in der im Jahr 2013 novellierten HOAI auch als »Besondere Leistung« erstmals aufgeführt.

Welcher Aufgabe hat sich in dieser Startphase des Projekts ein TGA-Fachplaner zu stellen? Anleihen lassen sich aus dem Bereich der Trinkwasserversorgung ziehen. Die VDI 6023 beispielsweise fordert als Grundlage für die Planung der Trinkwasser-Installation die übliche Nutzung in einem »Raumbuch« festzulegen, das dann den »Bestimmungsgemäßen Betrieb« definiert. Wird darauf aufbauend die Trinkwasserverteilung ausgelegt, stellt der Bestimmungsgemäße Betrieb den Hygiene-Erhalt des gezapften Wassers garantiert sicher. Dazu ist natürlich die Unterstützung eines TGA-Fachplaners erforderlich.

Die Beratungsleistung besteht hier aber nicht allein im Wissen um die technischen Möglichkeiten, die Wünsche des Bauherrn oder Nutzers gewerkeübergreifend umzusetzen. Vielleicht noch anspruchsvoller ist die erforderliche Fähigkeit des TGA-Fachplaners, die Komplexität der Gebäudetechnik in die doch eher laienhafte Vorstellungskraft des Bauherrn zu übersetzen. Denn erst, wenn feststeht, welchen Ansprüchen und Zwecken ein Gebäude genügen soll, ist eine integrale Planung möglich. Die Schwierigkeit ist dabei: Für eine solche Arbeitsweise – gerade in der herausfordernden Kommunikation mit Bauherren – stehen TGA-Fachplaner kaum Konzepte, geschweige denn geeignete Weiterbildungen zur Verfügung. Dennoch: Für das Bauingenieurwesen von morgen ist es »günstiger« bei der integralen Planung »Lehrgeld« zu bezahlen als im Nachhinein für aus dem Ruder gelaufene Baukosten geradezustehen ...

Neben der Bewusstseinsbildung für integrale Planung im Hochbau soll daher dieses Fachbuch auch die Lücke zwischen Wissen und Umsetzung schließen. Wenngleich zahlreiche Disziplinen der TGA bei der integralen Planung zu berücksichtigen sind, fokussieren sich namhafte Autoren in dieser Ausgabe auf praxisingerechte Lösungsansätze zur Implementierung von drei elementaren Fachbereichen: Trinkwasserhygiene, Brandschutz und Energieeffizienz. Denn gerade die dafür notwendigen Versorgungsnetze durchziehen jedes Gebäude vom Keller bis zum Dach – und bieten damit in jeder Hinsicht das größte Konfliktpotenzial.

In diesem Sinne wünsche ich dem interessierten Fachplaner viel Erfolg für seine Beratungsgespräche sowie eine spürbare Minimierung der hier ansatzweise beschriebenen Problemfelder in seinem Planungsalltag! Und allen Fachleuten des Bauwesens wiederum wäre es zu wünschen, wenn in den Geschichtsbüchern hinter den zuvor genannten Großprojekten beizeiten der Eintrag zu lesen wäre: »... gilt als Wendepunkt in der Bauplanung des 21. Jahrhunderts hin zur heute üblichen ‚Integralen Planung‘«.

Dresden, im Mai 2014



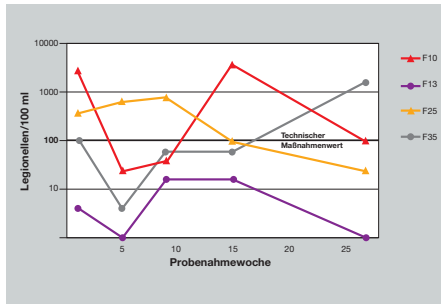
Prof. Dr.-Ing. U. Franzke
Vorsitzender des VDI-Fachbereichs TGA

Buchkapitel



1 Integrale Planung der TGA

A. Heidemann



2 Erhalt der Trinkwassergüte

T. Kistemann



3 Vorbeugender Brandschutz

M. Stolbrink



4 Brandschutztechnische Systemlösungen

F. Kasperkowiak

| Geplantes Gebäude | Geplantes Gebäude | Referenzgebäude |
|---|--|---|
| Gebäudeentwurf Geometrie, Abmessungen, Bauteile, Ausrichtung, Nutzung | Berechnung $Q_{n,geplant}$ Geplante Ausführung, Wärmeschutz, Anlagentechnik | Berechnung $Q_{n,Referenz}$ Technische Ausführung nach Referenztafeln, Wärmeschutz, Anlagentechnik |
| | | |
| bis 31.12.2015: $Q_{n,geplant} \leq Q_{n,Referenz} = Q_{n,ref}$ | | |
| ab 1.1.2016: $Q_{n,geplant} \leq Q_{n,Referenz} \cdot 0,75 = Q_{n,ref}$ | | |

5 EnEV 2014 – Energiekonzepte mit Zukunft

K. Heikrodt

Aus dem Inhalt

Seite

Die integrale Planung der TGA im Lebenszyklus von Gebäuden:
Konzeption – Planung – Errichtung – Betrieb & Nutzung
Methoden und Werkzeuge

7

Die Bedeutung der integralen Planung für die Trinkwassergüte
Der Wassersicherheitsplan – WSP
Prozessorientierte Qualitätssicherung im Betrieb
Stand der Trinkwasser-Hygiene

101

Vorbeugender Brandschutz in der Gebäudeplanung
Das Brandschutzkonzept als Bauvorlage
Schnittstellen zu Einzel-Gewerken im Planungsprozess

151

Brandschutzkonzepte aus Sicht von Architekten, TGA-Fachplanern
und Fachhandwerkern
Ausführungs- und Montageplanung
Anforderungen an Leitungsanlagen – Montagebeispiele

195

Energetische Bewertung von Gebäuden
Energieeinsparverordnung EnEV 2014
Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz EEWärmeG
EnEV 2014 – Kommentar des Fachverbandes SHK NRW

265

Index

397

1 Integrale Planung der TGA

A. Heidemann

Dieses Kapitel beschreibt die integrale Planung der TGA im Lebenszyklus von Gebäuden. Beginnend mit der Lebenszyklusphase Konzeption werden über die weiteren LC-Phasen Planung, Errichtung sowie Betrieb & Nutzung Prozesse, Methoden und Werkzeuge der integralen Planung vorgestellt und ihre Anwendung erläutert.

Entscheidende Bedeutung für den Erfolg integraler Planungsprozesse kommt dabei einem neuen Rollenverständnis des TGA-Fachplaners zu, indem er von Anfang an Verantwortung übernimmt und als gleichberechtigter Partner am Planungsprozess beteiligt wird.



Inhalt

Vorwort

1 Einleitung 11

2 Grundverständnis

| | |
|--|----|
| 2.1 Ziele integraler Planung | 14 |
| 2.2 Orientierung am Lebenszyklus | 15 |
| 2.3 Beteiligte an einer integralen Planung | 17 |
| 2.4 Wirtschaftlichkeit/Kosten | 21 |
| 2.4.1 Investitionskosten | 21 |
| 2.4.2 Nutzungskosten | 23 |
| 2.4.3 Lebenszykluskosten | 25 |

3 Konzeption

| | |
|---|----|
| 3.1 Projektanforderungen und -ziele | 29 |
| 3.2 Qualität eines Gebäudes | 31 |
| 3.2.1 Nutzwert | 33 |
| 3.2.2 Ökologische Nachhaltigkeit | 37 |
| 3.3 Bedarfsplanung | 39 |
| 3.3.1 Einführung | 39 |
| 3.3.2 Bedarfsplan | 40 |
| 3.3.3 Lastenheft | 41 |
| 3.4 Projektmanagement | 46 |
| 3.4.1 Einführung | 46 |
| 3.4.2 Projektmanagement im Lebenszyklus | 47 |
| 3.4.3 Projektorganisation | 49 |
| 3.4.4 Planerverträge bei einer integralen Planung | 63 |

| | |
|---|-----------|
| 4 Planung | |
| 4.1 Grundlagenermittlung | 67 |
| 4.2 Vorplanung | 69 |
| 4.2.1 Planungskonzept für die TGA | 70 |
| 4.2.2 Dokumentation | 83 |
| 4.2.3 Kostenschätzung | 85 |
| 4.3 Entwurfsplanung | 87 |
| 4.4 Ausführungsplanung | 92 |
| 4.5 Hinweise zu den der LPH Ausführungsplanung folgenden Planungsphasen . | 93 |
| | |
| 5 Literatur- und Quellenangaben | 96 |
| | |
| 6 Abkürzungen | 99 |

Vorwort

Schaut man heute in einen kurz vor der Fertigstellung stehenden Neubau eines Zweckgebäudes, z. B. eines Verwaltungsgebäudes, dann fallen vor allem die großen Mengen an Kabeln und Leitungen auf. Diese Kabel und Leitungen dienen zum einen dem Transport von Medien (z. B. Strom, Wärme, Kälte, Wasser), zum anderen zur Datenkommunikation zwischen den Geräten und Anlagen der Technischen Gebäudeausrüstung (TGA).

Mittlerweile bestimmen die installierten Geräte und Anlagen der TGA zur Beheizung, Belüftung, Beleuchtung, zum Sonnenschutz, Einbruchschutz, EDV, Telekommunikation etc. die Funktionalität von Gebäuden wesentlich. Die dadurch gestiegene Komplexität von Bauprojekten, einhergehend mit Anforderungen an kürzere Planungs- und Ausführungszeiträume und höhere Wirtschaftlichkeit, fordert ein Umdenken bei allen an der Planung und dem Bau Beteiligten. Nur durch eine Reformation der Planungsprozesse und auch der Organisationsstruktur können Störungen des Planungs- und Bauablaufs vermieden und kann Bauzeitverzögerungen und Kostenerhöhungen – insbesondere in Form von Nachträgen – vorgebeugt werden.

Der Begriff »integrale Planung« steht seit einigen Jahren allgemein für eine Lösung, die der gestiegenen Komplexität und den höheren Anforderungen an Ingenieure und Architekten gerecht wird. Das Problem ist jedoch, dass nirgends definiert ist, was genau unter einer integralen Planung zu verstehen ist, geschweige denn, welche Prozesse eine integrale Planung auszeichnen und in welcher Organisationsstruktur sie am besten umzusetzen ist. So ist der Begriff bisher eher als ein Mysterium anzusehen, ein Allheilmittel nach dem sich viele Planer sehnen, um den täglich zunehmenden Problemen in Bauprojekten Herr zu werden.

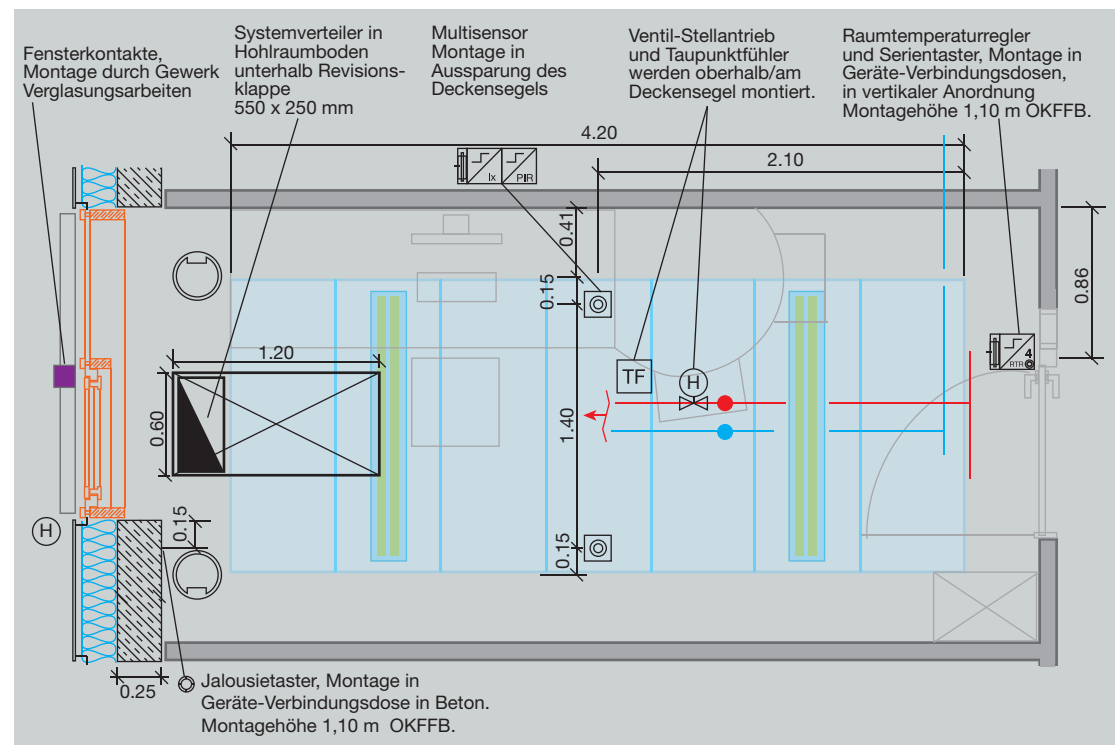
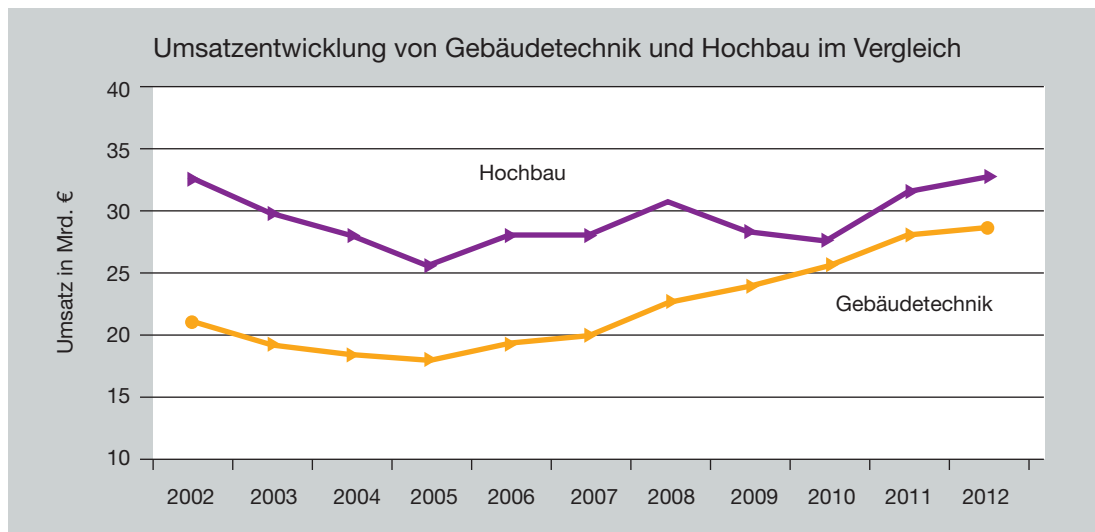


Abb. 1-1 Vorbildliche Planung der TGA – Beispiel Bürosegment [33]

1 Einleitung

Globale Trends und der technische Fortschritt haben unsere Welt in den vergangenen Jahren stark verändert. Dies macht sich auch in der Bau- und Immobilienbranche bemerkbar und bedingt ein Umdenken – vor allem in der Planung. Ingenieure und Architekten sind gefordert, geeignete Lösungen für Planungsprozesse zu entwickeln, um die geänderten Anforderungen erfüllen zu können und der Entwicklung Rechnung zu tragen.

Nach einer Statistik des BTGA¹ (vgl. Abb. 1–2) hat sich der Umsatz der Gebäudetechnik-Branche in Deutschland und damit der Einsatz von Technik in Gebäuden in den vergangenen Jahren rasant entwickelt. 2012 lag der Branchenumsatz um 37,5 % höher als 2002. Demgegenüber verzeichnete der Hochbau im Jahr 2012 nur einen um 0,3 % höheren Umsatz als 2002.



Die Gebäudetechnik in Deutschland entwickelt sich rasant

Bildquelle
In Anlehnung an BTGA¹

Abb. 1–2 Umsatzentwicklung Gebäudetechnik und Hochbau im Vergleich 2002 – 2012

Diese Entwicklung ist nicht abgeschlossen und entspricht den globalen Trends zu mehr Sicherheit, Nachhaltigkeit, Komfort etc., aber auch den ökonomischen Gesetzen und ihrer Forderung nach Kostenreduzierung. Zunehmend werden daher auch klassische »Baugewerke« technisiert, z. B. Fenster- und Türelemente, die mit Automationskomponenten wie Sensoren, Aktoren und sogar mikroprozessorbasierten Automationsstationen ausgestattet, mehr Sicherheit, weniger Energieverbrauch und hohen Wohn-/Arbeitskomfort (Wohlbefinden), durch passend dimensionierte Lüftung und Verschlussüberwachung sicherstellen. Die Technische Gebäudeausrüstung (TGA)² gewinnt zunehmend an Bedeutung. Blickt man auf die Entwicklung der Baubranche zurück und vergleicht, wie sich die Gebäude hinsichtlich ihrer Funktionalität in den vergangenen Jahren verändert haben, so lässt sich feststellen, dass heutige Gebäude eher einem technischen System wie z. B. einem Automobil entsprechen, als einem klassischen Bauwerk aus Stein, Holz und Glas.

Die einzelnen Bestandteile eines technischen Systems beeinflussen einander und üben somit Wechselwirkungen aufeinander aus. Um ein technisches System – dessen Funktionen zudem im Wesentlichen automatisiert ablaufen – optimal zu nutzen, ist schon bei der Planung eine ganzheitliche Vorgehensweise erforderlich, bei der die einzelnen Systembestandteile im Sinne einer Optimierung aufeinander abgestimmt werden.

¹ BTGA = Bundesindustrieverband Technische Gebäudeausrüstung e. V.

² Den Begriff **Technische Gebäudeausrüstung (TGA)** definiert die DIN EN ISO 16484-2 als »im Gebäude installierte, verteilte Infrastruktureinrichtungen z. B. für Elektrizität, Gas, Heizung, Wasser und Kommunikation (Vergleiche Betriebstechnische Anlagen, BTA; Gebäudetechnische Anlagen, GTA)«.

Bei Gebäuden ist diese ganzheitliche Vorgehensweise insbesondere auch für ihren späteren nachhaltigen Betrieb erforderlich, bei dem vor allem Anforderungen an Zweckmäßigkeit, Funktionalität, Ökologie und Wirtschaftlichkeit während der Nutzung erfüllt werden müssen, die ohne den Einsatz von TGA nicht möglich sind. Insbesondere die Gebäudeautomation (GA) stellt eine wesentliche Grundlage des Betriebes dar.

Doch die Praxis sieht in der Regel anders aus: Nach wie vor dominieren die »klassischen« Baufachleute die Branche mit ihrem traditionellen »Gewerke-orientierten« Denken und Handeln und ihrem Fokus auf »schnell und günstig« (bauen). Doch diese Dominanz führt dazu, dass heutzutage in der Regel Gebäude geplant und errichtet werden, die unnötig hohe Kosten für die TGA erfordern – und zwar sowohl für den Bau (Investitionskosten) als auch bei der späteren Nutzung (Nutzungskosten) – und darüber hinaus häufig auch noch schlecht funktionieren sowie einen unnötig hohen Ressourcenverbrauch aufweisen. Kostenüberschreitungen durch Nachträge, Bauzeitverzögerungen und Mängel gehören »am Bau« – zum Leidwesen der Bauherren – zur Tagesordnung. Der in der Regel nicht fachkundige Bauherr zahlt für eine schlechte Qualität einen viel zu hohen Preis. Die TGA-Planer haben zwar häufig volle Auftragsbücher, die erwirtschafteten Erträge lassen jedoch zu wünschen übrig und die Planer sind in ihrer täglichen Arbeit häufig extremem Stress unterworfen.

Positiv zu bewerten ist die seit einiger Zeit zunehmend nachgefragte Nachhaltigkeitszertifizierung von Gebäuden, wie z. B. durch die Deutsche Gesellschaft für nachhaltiges Bauen e.V. (DGNB) [8] angeboten, die den bewussten Umgang mit Ressourcen in das Blickfeld vieler Bauherren und Planer gerückt hat. Bei dieser Nachhaltigkeitszertifizierung wird auch positiv berücksichtigt, wenn ein Projekt mit integraler Planung geplant wird. Allerdings werden die einzelnen Prozesse, die im Rahmen einer integralen Planung durchzuführen sind, nicht beschrieben und so bleibt ebenfalls offen, wie eine integrale Planung aus Sicht der DGNB [8] im Detail auszuführen ist.

Vor diesem Hintergrund hat das Team der Heidemann & Schmidt GmbH in den vergangenen Jahren als Integrationsplaner (TGA) und als Projektsteuerer mit einem ganzheitlichen, am Lebenszyklus von Gebäuden orientierten und Gewerke-übergreifenden Ansatz Prozesse entwickelt, die es ermöglichen, dem Stand der Technik entsprechende Konzepte für die TGA einschließlich der Automatisierungstechnik im Sinne der späteren wertschöpfenden Nutzung in ein Bauprojekt einzubringen. Dabei haben wir die TGA-Gesamtplanung mit einem integralen Ansatz so im Bauplanungsprozess positioniert, dass sie der Anforderung nach zweckmäßigen, funktionierenden und wirtschaftlichen Gebäuden genügt. Nach meiner Berufung an die Hochschule habe ich mich weiter der Optimierung der TGA-Gesamtplanung gewidmet und konnte durch meine Arbeit wertvolle Erkenntnisse erlangen.

Auf diesen Erfahrungen beruht mein Beitrag über die integrale Planung der TGA zu diesem Buch. Ich habe meinen Beitrag so aufgebaut, dass er die integralen Planungsprozesse der TGA am Lebenszyklus von Gebäuden spiegelt (vgl. Abb. 1–3).

Die dabei insbesondere zu berücksichtigenden Lebenszyklusphasen 1 bis 3 (Konzeption – Planung – Errichtung) umfassen den Zeitraum von der Projektidee bis zur Übergabe des Bauprojekts, also des fertig gestellten technischen Systems »Gebäude«, an seine Nutzung. In diesen drei Lebenszyklusphasen wird das Gebäude nach den Vorstellungen des Bauherrn geplant und errichtet und die Weichen für die weiteren Phasen (das »Gebäudeleben«), insbesondere für die kostenintensive Lebenszyklusphase »Betrieb & Nutzung« gestellt.

Der für den Erfolg einer Planung **wichtigen** Lebenszyklusphase »Konzeption« wird dabei besondere Beachtung geschenkt, da in diesem Zeitraum die Weichen für ein Bauprojekt und damit für die Erreichung der Ziele eines Bauherrn gestellt werden. Die Lebenszyklusphase »Konzeption« umfasst den Zeitraum von der Projektidee bis zum Beginn der Planungsleistungen von Ingenieuren und Architekten.

Zentraler Bestandteil in Bezug auf die TGA ist die – in der HOAI 2013 [27] erstmals aufgenommene – Bedarfsplanung (vgl. DIN 18205 »Bedarfsplanung im Bauwesen« [18]), in der die Anforderungen eines Bauherrn an das zu errichtende Gebäude erarbeitet und dokumentiert werden. Hier kann und muss

festgelegt werden, wie effizient oder wertschöpfend das zu planende Gebäude später einmal genutzt werden kann und welche Nutzungskosten, die in der Regel ein Vielfaches der Investitionskosten ausmachen, dabei entstehen.

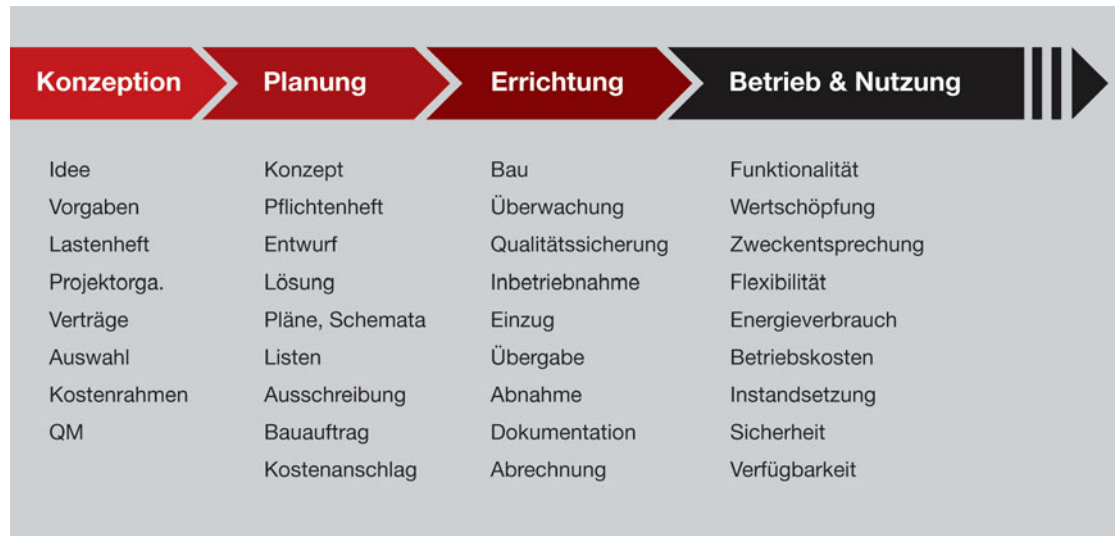


Abb. 1-3 Integrale Planungsprozesse im Lebenszyklus von Gebäuden [33]

Ebenfalls erfolgt in der Lebenszyklusphase »Konzeption« die Festlegung einer Organisationsstruktur für ein Bauprojekt einschließlich der Definition von Planungsprozessen, im Idealfall in einer Projektorganisation, in der integrale Planungsprozesse umgesetzt werden. Hierzu gehören insbesondere die im Projekt zu verwendenden Arbeitsmittel und Checklisten im Rahmen eines Projektmanagements wie z. B. Zeitpläne, Dokumentenmanagement, Vertragsmanagement, auf die ich später eingehen werde.

Die der Lebenszyklusphase »Konzeption« folgende Lebenszyklusphase »Planung« bildet die Grundlage für das Kapitel »Planung«, in dem insbesondere die Koordination der einzelnen Fachplanungen der TGA behandelt wird. Der Aufbau des Kapitels orientiert sich an den Planungsphasen, wie sie in der Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI) [27] dargestellt sind, wohl wissend, dass die HOAI lediglich Preisrecht darstellt.

2 Grundverständnis

2.1 Ziele integraler Planung

Eine integrale Planung soll zu zweckmäßigen, funktionierenden, wirtschaftlichen und ökologisch nachhaltigen Gebäuden führen.

Solche Gebäude werde ich im Folgenden als zeitgemäße Gebäude bezeichnen.

Zeitgemäße Gebäude sind aus Räumen aufgebaut, in denen häufig Wertschöpfung³ durch Menschen, Anlagen oder Maschinen stattfindet. Um diese Wertschöpfung nachhaltig zu verbessern, stellen zeitgemäße Gebäude die für den Wertschöpfungsprozess optimalen Raumkonditionen unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten sicher. Handelt es sich bei dem Wertschöpfungsprozess um Tätigkeiten wie z. B. Denkarbeit, dann ist dies die Schaffung von z. B. Behaglichkeit, Sicherheit und Wohlbefinden für die Menschen im Raum durch individuelle Klimatisierung, Blendschutz oder Beleuchtung – unter Berücksichtigung des optimalen (wirtschaftlichen) Energieeinsatzes. Handelt es sich um maschinelle oder durch Maschinen unterstützte manuelle Tätigkeiten, dann gehört auch die Schaffung der für die maschinellen Prozesse wirtschaftlichsten Raumbedingungen dazu, z. B. durch Generierung eines Reiraumklimas zur Sicherstellung der gewünschten Produktionsergebnisse.

Planungsziele
Flexibilität
Energieeffizienz
Sicherheit
Verfügbarkeit
Zweckentsprechung
Niedrige Lebenszykluskosten

Zeitgemäße Gebäude sind flexibel und lassen sich einfach umnutzen (ggf. auch umbauen) und damit an veränderte Anforderungen anpassen. In sich permanent verändernden Arbeitswelten und -organisationen, einhergehend mit häufigen Umstrukturierungen, kommt der Flexibilität eines Gebäudes mit seinen Räumen eine besondere Bedeutung zu. Umnutzungszeiten kürzer als zwei Jahre sind in Bürogebäuden keine Seltenheit. Flexibilität sichert zusätzlich die Investition in ein Gebäude ab, da es auch im Fall eines Verkaufs oder einer Vermietung universeller genutzt werden kann. Um größt mögliche Flexibilität zu ermöglichen, z. B. beim Versetzen von Wänden, sollten nur geringe zusätzliche Installationsarbeiten der TGA notwendig sein. Bei guter Planung kann z. B. die Anpassung sogar durch einfaches Montieren flexibler Wände und Umprogrammieren der Software der Gebäudeautomation erfolgen. Somit lassen sich Umbauten/Umnutzungen einfach, schnell und kostengünstig realisieren. Zusätzlich werden Ausfallzeiten und Beeinträchtigungen peripherer Gebäudebereiche reduziert.

In Gebäuden wird Energie verbraucht, um sie zu temperieren, zu belüften, zu beleuchten, zu verdunkeln u. v. a. m. Zeitgemäße Gebäude sind energieeffizient, d. h., sie verfügen über optimal aufeinander abgestimmten passiven Wärme-/Sonnenschutz mit intelligenten Energieeffizienzfunktionen der TGA und verbrauchen nur so viel Energie, wie tatsächlich für die gewünschte Nutzung erforderlich ist.

Zeitgemäße Gebäude zeichnen sich zudem durch Sicherheit, Verfügbarkeit, Zweckentsprechung und niedrige Nutzungskosten aus.

Zeitgemäße Gebäude sind energieeffizient

Mit integraler Planung wird demnach das Ziel verfolgt, zeitgemäße Gebäude mit einem ganzheitlichen Ansatz und einer solchen Qualität zu planen, dass sie der angestrebten Nutzung über einen definierten Zeitraum entsprechen und dabei die entstehenden Nutzungskosten wirtschaftlich zu berücksichtigen.

Die Planung der TGA besteht dabei im Wesentlichen aus einer Vielzahl von einzelnen Prozessen, die in zunehmend steigender Anzahl mehr oder weniger stark miteinander in Beziehung stehen. Die Qualität der Planung der TGA steigt mit der Abstimmung und Optimierung der Beziehungen dieser Prozesse. Will man also verstehen, was integrale Planung bedeutet, muss man sich mit den Prozessen einer integralen Planung beschäftigen. Diese Prozesse werde ich nachstehend als integrale Planungsprozesse bezeichnen.

Wesentliches Kriterium integraler Planung ist die möglichst frühe Bildung eines vollständigen Planungsteams sowie eine stärkere Fokussierung auf die Anforderungen eines Bauherrn, idealerweise unter Berücksichtigung des Lebenszyklus eines Gebäudes. Gegenüber dem heute üblichen Bauplanungsprozess, in dem zunächst ein Objektplaner (Architekt) eine Planung erarbeitet und danach Zug um Zug

³ Wertschöpfung ist in diesem Zusammenhang als Ziel von Prozessen zu verstehen, mit denen für eine Organisation Profite erwirtschaftet werden.

weitere Fachplaner hinzuzieht, werden bei einer integralen Planung Fachplaner auf Basis klarer Aufgabenstellungen bereits von Anfang an in den Planungsprozess eingebunden.

Dies führt insbesondere zu folgenden Vorteilen für Bauherren und TGA-Fachplaner

Bauherren

- Weniger (persönlicher) Zeiteinsatz durch klare Strukturen und Schnittstellen zum Planungsteam
- Bessere Qualitätskontrolle
- Bessere Projektübersicht
- Verlässliche Kosten, Termine und Qualität
- Niedrigere Investitionskosten
- Niedrigere Nutzungskosten

TGA-Fachplaner

- Klare Projektstruktur (Termine, Kosten, Ressourcen)
- Keine Mehrfachplanungen ohne Honorar
- Klare und verlässliche Vorgaben durch Entkopplung von »chaotischen« Architekten
- Höhere Wirtschaftlichkeit des Planungsbüros

2.2 Orientierung am Lebenszyklus

Unter einem ganzheitlichen Ansatz ist also auch eine Orientierung am Lebenszyklus eines Gebäudes zu verstehen.

Nach Definition des Deutschen Verbandes für Facility Management e.V. (GEFMA) [25] teilt sich der Lebenszyklus eines Gebäudes in folgende neun Phasen auf (vgl. auch Abb. 1–4)

- 1 Konzeption,
- 2 Planung,
- 3 Errichtung,
- 4 Vermarktung,
- 5 Beschaffung,
- 6 Betrieb & Nutzung,
- 7 Umbau/Umnutzung und Sanierung/Modernisierung,
- 8 Leerstand,
- 9 Verwertung.

Der Lebenszyklus eines Gebäudes beginnt üblicherweise mit einer Idee, in der Regel gekoppelt mit dem Bedarf an eine Räumlichkeit an einem Ort, um dort z.B. Wertschöpfungsprozesse stattfinden zu lassen.

Zunächst ist festzustellen, dass nur vier der neun Lebenszyklusphasen feste Bestandteile des Lebenszyklus eines Gebäudes darstellen, nämlich die Phasen 1 bis 3 und 9.

Nach der Idee als Ursprung jeden Bauprojekts folgt eine Phase der Konzeption (1), anschließend der Planung (2) und darauffolgend der Errichtung (3). Am Ende eines Gebäudelebens steht schließlich die Verwertung (9), in der das Gebäude rückgebaut wird.

Die Phasen 4 bis 8 können in unterschiedlicher Reihenfolge ablaufen und ggf. auch entfallen, in der Regel abhängig von Gebäudeart und Verwendungszweck. Lediglich Phase 6 stellt eine Ausnahme dar, da die Betriebs- und Nutzungsphase generell stattfindet (falls das Gebäude nicht nach Errichtung wieder verwertet wird).

Der Verlauf der Lebenszyklusphasen eines Gebäudes hängt primär vom jeweiligen Verwendungszweck ab. Ein für eine Kommune erbautes Verwaltungsgebäude – z.B. ein Rathaus – wird nach der Errichtung von der Lebenszyklusphase Errichtung (3) in die Lebenszyklusphase Betrieb & Nutzung (6) übergehen. In vielen Fällen wird bei Bauvorhaben der Bauherr auch gleichzeitig der Nutzer des Gebäudes sein. Aber auch sogenannte Investorenmodelle sind häufig anzutreffen, in denen ein Investor nur das Gebäude

errichtet mit dem Ziel, es zu vermarkten (Lebenszyklusphase 4) und dabei ggf. Leerstand (Lebenszyklusphase 8) in Kauf nehmen muss.

Umbauten und Sanierungen (Lebenszyklusphase 7) sind bei einem normal genutzten Gebäude unvermeidlich, Leerstand (Lebenszyklusphase 8) durchaus zu berücksichtigen.

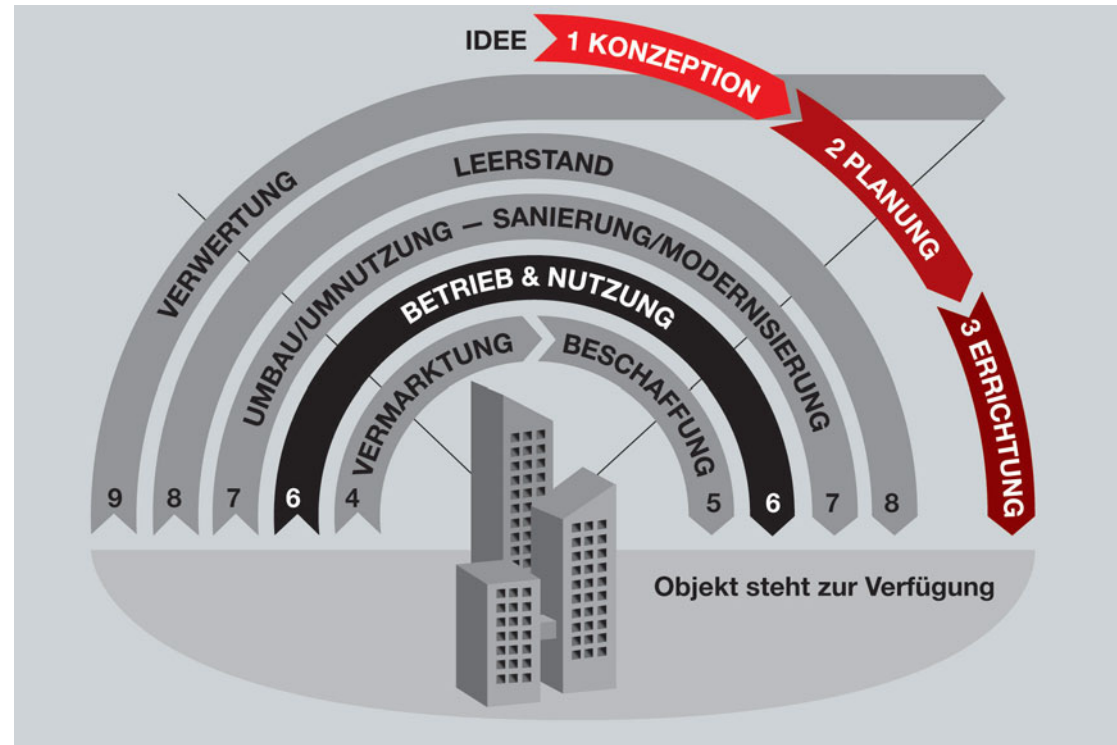


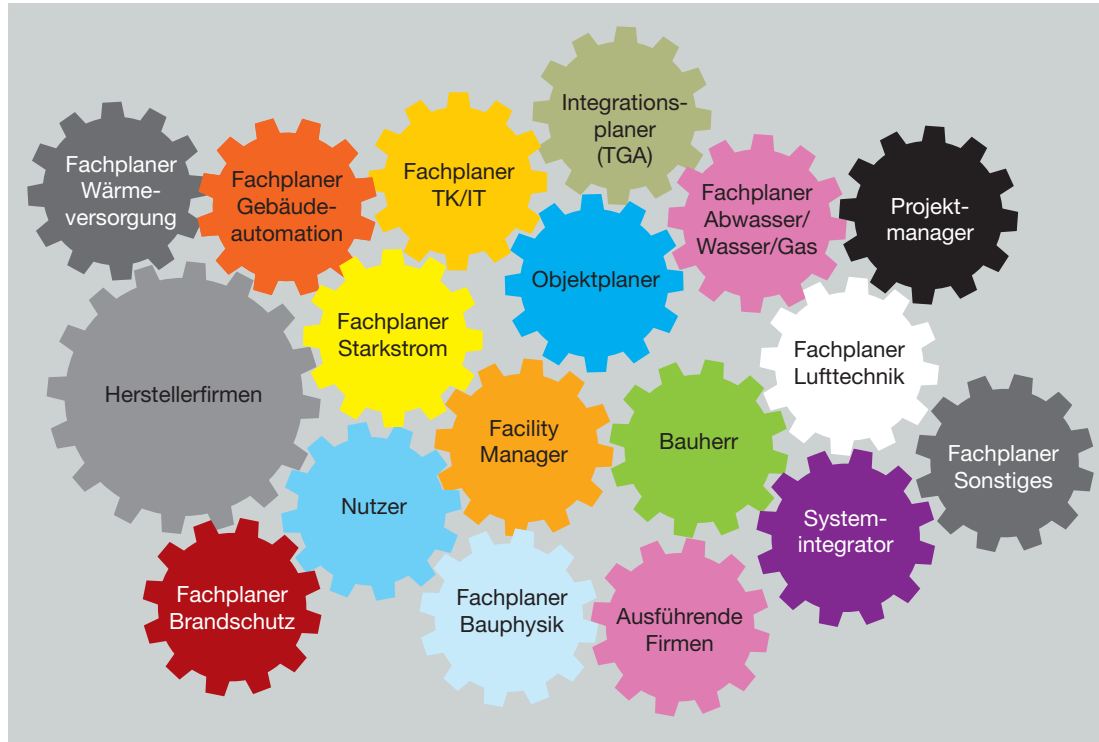
Abb. 1–4 Lebenszyklusphasen im Facility Management [33]

Zu beachten ist, dass die Abb. 1–4 die Zeiträume optisch stark verfälscht, denn im Lebenszyklus umfassen Konzeption, Planung und Errichtung nur einen deutlich kürzeren Zeitraum als die anschließende Phase Betrieb & Nutzung. Wenn üblicherweise, je nach Komplexität des Bauvorhabens, mit einem Zeitraum von 1 bis 3 Jahren für Konzeption, Planung und Errichtung auszugehen ist, umfassen Betrieb & Nutzung häufig einen Zeitraum von bis zu 50 Jahren, teilweise sogar von über 100 Jahren. Allerdings werden vor allem während der Konzeptionsphase und der darauf aufbauenden Planung (und in sehr geringem Maße auch noch der Errichtung) die Weichen für die Qualität der späteren langjährigen Nutzung und den Betrieb gestellt.

Aus der Lebenszyklusbetrachtung wird ersichtlich, dass eine integrale Planung nur Erfolg haben kann, wenn Sie aus der Lebenszyklusphase »Konzeption« (1) notwendige Vorgaben erhält und bei der Erbringung der Planungsleistungen in der Lebenszyklusphase »Planung« (2) bereits die folgenden Lebenszyklusphasen berücksichtigt.

2.3 Beteiligte an einer integralen Planung

Die Beteiligten an einer integralen Planung sollten also mit einem ganzheitlichen Ansatz zeitgemäße Gebäude oder Teile davon bauen lassen, entwickeln, planen, errichten, sanieren, finanzieren, kaufen, verkaufen oder ganz einfach nutzen.



Viele Beteiligte, schlechtes Zusammenspiel

Abb. 1–5 Beteiligte am Bau, Betrieb & Nutzung von Gebäuden

Die Qualität einer Planung steht und fällt mit der Qualifikation der einzelnen Beteiligten und der Art und Weise ihrer Zusammenarbeit im Planungsteam. Grundsätzlich lässt sich diese Zusammenarbeit in zwei Themenbereiche aufteilen:

1. Die Organisationsform (Projektorganisation)
2. Die Planungsprozesse (Prozessbeschreibungen einschl. zugehöriger Arbeitsmittel und Checklisten).

Da der Begriff »integrale Planung« einen Unterschied zur »normalen« Planung suggeriert darf folglich davon ausgegangen werden, dass sich eine integrale Planung hinsichtlich

- der Qualifikation der Beteiligten,
- der Organisationsform,
- der Planungsprozesse

von einer »klassischen Planung« unterscheidet. Hierauf werde ich in den späteren Kapiteln eingehen.

Da sich in der Praxis verschiedene Begriffe für Beteiligte an Konzeption, Planung und Errichtung von Gebäuden etabliert haben, die teilweise neu und für viele unklar sind oder auch wegen unterschiedlicher Anwendung häufig zu Missverständnissen führen, soll an dieser Stelle zunächst eine Erklärung der Begriffe so erfolgen, wie ich sie in diesem Beitrag verwende.

Bauherren (auch als Investoren)

Als Bauherren bezeichne ich natürliche oder juristische Personen, die Bauprojekte umsetzen (lassen) wollen, unabhängig davon, ob sie ein zu errichtendes, umzubauendes oder zu sanierendes Gebäude später selbst nutzen. Hierzu gehören auch Investoren, die »nur« eine Vermarktung anstreben. Eine integrale Planung ermöglicht es Bauherren, ein gutes Preis-Leistungs-Verhältnis für ihr Bauprojekt zu erzielen, den späteren »Nutzwert«⁴ und die ökologische »Nachhaltigkeit«⁵ ihres Gebäudes sicherzustellen und damit ihre Bauinvestition für die Zukunft absichern und/oder den Vermarktungswert ihres Gebäudes zu steigern. Da Bauherren diejenigen sind, die durch ihre Vorgaben und Verträge mit Projektmanagern und Planern die Anforderungen für die Funktionalität ihres neuen Gebäudes festlegen, möchte ihnen dieser Beitrag Möglichkeiten aufzeigen, durch geeignete Methoden und Verträge die Erfüllung entsprechender Anforderungen durch integrale Planungsprozesse sicherzustellen.

Projektmanager

Als Projektmanager bezeichne ich natürliche oder juristische Personen, die für die Projektleitung und/oder Projektsteuerung eines Bauprojekts verantwortlich sind. Dies kann auch ggf. ein Planer (s. unten) oder der Bauherr selbst in Personalunion sein, wenn kein externer Projektmanager beteiligt wird. Da Projektmanager diejenigen sind, die mit ihrem Wissen Planungsteams zusammenstellen, liegt es in ihrer Verantwortung, ein Projekt mit einer integralen Planung umzusetzen.

Planer

Als Planer bezeichne ich natürliche oder juristische Personen, die die Planung eines zu errichtenden Gebäudes oder eines Teils davon durchführen. Hierbei handelt es sich in der Regel um Ingenieure und Architekten. Als Planung bezeichne ich dabei die Leistung der Planer im Zeitraum von der »Grundlagenermittlung«⁶ (Einarbeitung in die Aufgabenstellung) bis zur Mitwirkung bei der Vergabe⁷ (Erteilung eines Bauauftrags an eine ausführende Firma). Es können ein oder mehrere Planer an einem Bauprojekt beteiligt sein, in der Regel mit unterschiedlichen Verantwortungen.

Auch während der Ausführung des Bauauftrags durch eine ausführende Firma können noch Planungsleistungen erbracht werden, die sich jedoch bei einer integralen Planung ausschließlich auf die Überwachung der Einhaltung der Planungsvorgaben beschränken.

Folgende Planer werden in der Regel unterschieden

■ **Objektplaner**

Als Objektplaner bezeichne ich natürliche oder juristische Personen, die die Planung eines zu errichtenden »Bauwerks«⁸ (fachlich: Gebäude und raumbildende Ausbauten) einschließlich der Integration der Planungen der Fachplaner (s. unten) übernehmen. Dabei handelt es sich in der Regel um »klassische«⁹ Architektenaufgaben. Durch die zunehmende Technisierung von Gebäuden, kommt dieser Integration der Planungen der Fachplaner für die TGA eine zunehmende Bedeutung zu, der die integrale Planung Rechnung trägt.

■ **Fachplaner**

Als Fachplaner bezeichne ich natürliche oder juristische Personen, die die Planung von Teilen eines zu errichtenden Gebäudes wie Tragwerk oder Teilen der TGA übernehmen.

Bei der TGA wird noch einmal unterschieden zwischen Fachplanern für

- Abwasser-, Wasser- und Gasanlagen,
- Wärmeversorgungsanlagen,
- Lufttechnische Anlagen,
- Starkstromanlagen,
- Fernmelde- und informationstechnische Anlagen,
- Förderanlagen,
- Nutzungsspezifische Anlagen, wie z. B. Fachplaner Küchentechnik, Fachplaner Fördertechnik etc.,
- Gebäudeautomation.

⁴ Unter dem Nutzwert eines Gebäudes verstehe ich seine Beschaffenheit oder Eigenschaft im Hinblick auf die durch einen Bauherrn gestellten Anforderungen oder Erwartungen. Hierzu gehören z. B. Flexibilität, Zweckentsprechung, Sicherheit oder Gestaltung.

⁵ Unter ökologischer Nachhaltigkeit verstehe ich eine Aussage über den Verbrauch nicht regenerativer Rohstoffe im Lebenszyklus eines Gebäudes. Ein Gebäude mit hoher ökologischer Nachhaltigkeit weist einen niedrigen Verbrauch nicht regenerativer Rohstoffe auf.

⁶ Bezeichnungen analog zur Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI)

⁷ Bezeichnungen analog zur Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI)

⁸ Auch: umzubauenden oder zu sanierenden

⁹ Als »klassisch« bezeichne ich die heute übliche Vorgehensweise bei der Planung von Gebäuden, mit den in diesem Beitrag beschriebenen Nachteilen.

Aus dem Portfolio der Fachplaner wird nachstehend der Fachplaner für Gebäudeautomation näher beschrieben. Für andere Fachplaner gilt entsprechend Ähnliches.

■ **Fachplaner Gebäudeautomation (GA)**

Als Fachplaner Gebäudeautomation (GA) bezeichne ich natürliche oder juristische Personen, die die Planung von Gebäudeautomationssystemen übernehmen. Hierzu gehören die Planung der Anlagenautomation, der Raumautomation und des GA-Managements. Insbesondere für die Gebäudeautomation ist eine integrale Planung von besonderer Wichtigkeit, da ein Gebäudeautomations-system für zeitgemäße Gebäude Gewerke-übergreifend geplant und koordiniert werden muss.

■ **Integrationsplaner (TGA)**

Als Integrationsplaner (TGA) bezeichne ich natürliche oder juristische Personen, die die Koordination der Fachplaner der Technischen Gebäudeausrüstung übernehmen. Besonderheit der Integrationsplanung (TGA) ist eine Gewerke-übergreifende Fachplanung der Gebäudeautomation mit einem ganzheitlichen, am Lebenszyklus von Gebäuden orientierten Ansatz. Ein Integrationsplaner (TGA) übernimmt zum Projektbeginn die Federführung bei der Erarbeitung eines Gewerke-übergreifenden Gesamtkonzepts für die TGA und stimmt dieses mit dem Objektplaner ab. Anschließend koordiniert er die Fachplanungen der TGA-Fachplaner. Hierbei kommt der Koordination der Schnittstellen¹⁰, insbesondere zur Gebäudeautomation, eine besondere Bedeutung zu.

Facility Manager und Betreiber

Als Facility Manager bezeichne ich natürliche oder juristische Personen, die während des gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes alle Management-Leistungen erbringen, die für die Wirtschaftlichkeit und optimale Nutzbarkeit des Gebäudes erforderlich sind. Hierzu beschäftigen sie sich mit allen Bereichen, die zur Errichtung, zum Betrieb und zur Nutzung von Gebäuden einer Nutzerorganisation während des gesamten Lebenszyklus gehören¹¹, auch mit dem Erstellen von Vorgaben für die Planung. Eine integrale Planung ermöglicht es Facility Managern, Betriebs- und Nutzungsprozesse effizienter umzusetzen. Betreiber übernehmen während des Betriebs eines Gebäudes die Teilleistung »Betreiben« des Facility Managers.

Nutzer

Als Nutzer bezeichne ich natürliche oder juristische Personen, die ein fertiggestelltes Gebäude oder Teile davon entsprechend ihres Nutzzwecks (be)nutzen. Zum Beispiel wird ein Produktionsgebäude in seiner Hauptnutzung zum Produzieren durch Facharbeiter an Maschinen genutzt, aber auch zu Nebennutzungen wie Reinigung, ggf. Werksführung für Besucher etc. Eine integrale Planung ermöglicht **Nutzern**, wie z. B. Unternehmen oder Behörden mit ihren Mitarbeitern, schon in einem frühen Stadium den Nutzwert »ihres« Gebäudes (schon vor dessen Errichtung) zu sichern. Da Nutzer Gebäude für ihre Nutzzwecke, z. B. für Wertschöpfungsprozesse, verwenden, möchte ihnen dieser Beitrag nahebringen, wie sie ihre Anforderungen an die Nutzung des fertiggestellten Gebäudes bereits in seinen integralen Planungsprozess einbringen können.

Herstellerfirmen

Als Herstellerfirmen bezeichne ich natürliche oder juristische Personen, die Produkte, z. B. Geräte, Softwareprogramme, Dienstleistungen, die zur Errichtung eines Gebäudes verwendet werden, herstellen und liefern.

Ausführende Firmen

Als ausführende Firmen bezeichne ich natürliche oder juristische Personen, die die Errichtung eines Gebäudes oder eines Teils davon durchführen, in der Regel auf Basis von Planungsunterlagen, die ein Planer erstellt hat, und unter Verwendung von Produkten der Herstellerfirmen (s. oben). Eine integrale Planung der TGA ermöglicht es ausführenden Firmen der TGA schneller und effizienter zu arbeiten, da die Schnittstellen zu anderen ausführenden Firmen (Gewerken) bereits in der Planungsphase abgestimmt und festgelegt wurden. Bauzeiten und -kosten können eingehalten und Nachträge auf ein Minimum reduziert werden.

¹⁰ Als Schnittstelle bezeichne ich in diesem Fall die Leistungsabgrenzung und das Zusammenwirken zwei oder mehrerer Beteiligter bei der Bearbeitung einer gemeinsamen Aufgabe. Aus technischer Sicht ist gemäß DIN IEC 60050-351 (Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Teil 351: Leittechnik – IEC 60050-351:2006 – Deutsches Institut für Normung e. V., Beuth, Berlin, 06/2009) eine Schnittstelle auch »ein gedachter oder tatsächlicher Übergang an der Grenze zwischen zwei gleichartigen Einheiten, wie Funktionseinheiten, Baueinheiten oder Programmabusteinen, mit den vereinbarten Regeln für die Übergabe von Daten oder Signalen«.

¹¹ Die Funktion des Facility Managements erstreckt sich darüber hinaus häufig auch auf Liegenschaften und andere Teile des Anlagevermögens wie z. B. Produktionsanlagen, Fuhrpark, EDV.

Systemintegratoren

Als Systemintegratoren bezeichne ich ausführende Firmen (s. oben), die auf Basis einer Integrationsplanung (TGA) ein Gebäudeautomationssystem (Gewerke- und Hersteller-übergreifend) im Rahmen eines Bauauftrags errichten. Der LonMark e.V. ermöglicht beispielsweise die Zertifizierung zum Systemintegrator in Form eines international anerkannten Certified System Integrator (CSI) [32].

2.4 Wirtschaftlichkeit/Kosten

Da eine integrale Planung auch dem wirtschaftlichen Aspekt eines Gebäudes über den Lebenszyklus Rechnung trägt, nachstehend eine kurze Einführung in dieses Thema. Daneben wird aufgezeigt, welche Vorteile eine integrale Planung für die Wirtschaftlichkeit eines Gebäudes bringt.

2.4.1 Investitionskosten

Kosten einschließlich Nebenkosten, die für die erstmalige Errichtung eines Gebäudes im Zuge eines Bauprojekts anfallen, werden von mir als **Investitionskosten** bezeichnet. Hierbei handelt es sich um die vollständigen Kosten, die in der DIN 276-1 »Kosten im Bauwesen – Hochbau« [13] strukturiert sind und dort als »Building costs« (deutsch: Gebäudekosten) bezeichnet werden. Diese Investitionskosten werden in der Literatur auch als Errichtungskosten oder Herstellungskosten, gelegentlich auch als Baukosten bezeichnet.

Zur besseren Übersicht sind in der DIN 276-1 [13] die Investitionskosten in sogenannte Kostengruppen gegliedert, die wiederum in drei Ebenen aufgegliedert und dabei detailliert werden. In Tab. 1–1 sind die Kostengruppen der ersten Ebene dargestellt.

Tab. 1–1 **Kostengruppen und Bezeichnungen der ersten Ebene nach DIN 276-1 [13]**

| Ebene | Kostengruppe | Bezeichnung |
|-------|--------------|------------------------------|
| 1 | 100 | Grundstück |
| 1 | 200 | Herrichten und Erschließen |
| 1 | 300 | Bauwerk – Baukonstruktionen |
| 1 | 400 | Bauwerk – Technische Anlagen |
| 1 | 500 | Außenanlagen |
| 1 | 600 | Ausstattung und Kunstwerke |
| 1 | 700 | Baunebenkosten |

Die Investitionskosten für TGA werden in der Kostengruppe 400 erfasst. Für eine weitere Detaillierung aller Kostengruppen sei auf den Inhalt der Norm DIN 276-1 [13] verwiesen.

Entsprechend der Vorgaben der DIN 276-1 [13] werden die Kosten im Projektverlauf ermittelt sowie anschließend sukzessive verfeinert/detailliert, fortgeschrieben und entsprechend bezeichnet. So wird die erste, sehr grobe Kostenermittlung als Kostenrahmen bezeichnet, der im weiteren Projektverlauf die genauere Kostenschätzung folgt. Tab. 1–2 stellt die unterschiedlichen Kostenermittlungen in Abhängigkeit des Projektverlaufs dar.

Tab. 1–2 **Kostenermittlungen gemäß DIN 276-1 [13]**

| Bezeichnung | Erstellung im Projektverlauf |
|--------------------|--|
| Kostenrahmen | Auf Grundlage der Konzeption bzw. der Bedarfsplanung (vgl. DIN 18205) [19] |
| Kostenschätzung | Auf Grundlage der Vorplanung (vgl. HOAI) [27] |
| Kostenberechnung | Auf Grundlage der Entwurfsplanung (vgl. HOAI) [27] |
| Kostenanschlag | Auf Grundlage der Angebote (vgl. HOAI) [27] |
| Kostenfeststellung | Auf Grundlage der Projektschlussabrechnung (endgültige Kosten) |

Die Anwendung der DIN 276-1 [13] hat sich in den vergangenen Jahren für die Darstellung der Investitionskosten eines Gebäudes bewährt und kann uneingeschränkt empfohlen werden. Tab. 1–3 zeigt beispielhaft einen Auszug aus einer Kostenberechnung.

Bei der Anwendung der DIN 276-1 [13] ist unbedingt zu beachten, dass Kostenrahmen, Kostenschlag und Kostenberechnung auf Basis angenommener (geschätzter bzw. errechneter) Kennwerte erstellt werden. Diese Kosten sollen im Weiteren als Plankosten bezeichnet werden. Erst der Kostenschlag, der auf Basis der Angebote von ausführenden Firmen erstellt wird, und die Kostenfeststellung auf Basis der Schlussrechnung, basieren also auf realen Werten.

Tab. 1–3 **Auszug aus einer Kostenberechnung**

| Ebene | Kostengruppe | Beschreibung | Kosten | | | |
|-------|--|--------------|-----------------------------------|--|----------------------------|-------------------------------------|
| | | | Einzelkosten 2. Ebene netto | Einzelkosten 2. Ebene inkl. 19% USt. | Summe 1. Ebene netto | Summe 1. Ebene inkl. 19% USt. |
| 100 | Grundstück | | | | | |
| 110 | Grundstückswert | | | | | |
| 400 | Bauwerk - Technische Anlagen | | | | 4.407.581,56 € | 5.245.033,96 € |
| 410 | Abwasser-, Wasser-, Gasanlagen | | 208.386,50 € | 247.979,94 € | | |
| 420 | Wärmeversorgungsanlagen | | 847.762,85 € | 1.008.837,79 € | | |
| 430 | Lufttechnische Anlagen | | 321.865,52 € | 383.019,96 € | | |
| 440 | Starkstromanlagen | | 1.219.954,50 € | 1.451.745,86 € | | |
| 450 | Fernmelde- und Informations- technische Anlagen | | 576.102,20 € | 685.561,62 € | | |
| 460 | Förderanlagen | | 93.288,00 € | 111.012,72 € | | |
| 470 | Nutzungsspezifische Anlagen | | 205.465,00 € | 244.503,35 € | | |
| 480 | Gebäudeautomation | | 906.017,00 € | 1.078.160,23 € | | |
| 490 | Sonstige Maßnahmen für technische Anlagen | | 28.750,00 € | 34.212,50 € | | |
| 500 | Außenanlagen | | | | | |
| 510 | Geländeflächen | | | | | |
| | Kosten Gesamt | | | | | |

Angenommene Kostenkennwerte resultieren bei seriöser Ermittlung üblicherweise aus Statistiken, die in der Regel auf ausgeführten und abgerechneten Projekten basieren. Diese Statistiken basieren auf dem Know-how der Planer oder Projektmanager oder auf Kostenkennwerten in Form käuflicher Datenbanken wie z.B. BKI oder sirAdos und stellen das Verhältnis von Kosten bestimmter Kostengruppen nach DIN 276-1 [13] zu Bezugseinheiten nach DIN 277-3 »Grundflächen und Rauminhalte von Bauwerken im Hochbau – Teil 3: Mengen und Bezugseinheiten« [14] dar. Bezugseinheiten nach DIN 277-3 [14] sind beispielsweise die Brutto-Grundfläche, die Nutzfläche oder der Brutto-Rauminhalt eines Gebäudes.

Für Kostenrahmen und Kostenschätzung werden üblicherweise die Plankosten bis zur ersten Ebene der DIN 276-1 [13] dargestellt und dabei Prozentwerte der ersten Ebene angesetzt, also z. B. 33 % der geschätzten Investitionskosten eines Bauprojekts für die Kostengruppe 400 (TGA). Bei der Kostenberechnung werden üblicherweise Kosten bis zur zweiten Ebene dargestellt, denen in der Regel Kennwerte von Systemteilen zugrunde liegen, z. B. x€ für die Beleuchtung eines Raums oder x€ für die Automation einer Lüftungsanlage, die dann mit der Anzahl der Systemteile multipliziert werden. Die Aufsummierung dieser Systemteile einer Kostengruppe (KGR) der zweiten Ebene führt dann zu den Gesamtkosten der zweiten KGR.

Heute verfügbare Kennwerte für die KGR 400 sind hinsichtlich der Angaben zu den Plankosten **sehr kritisch** zu sehen.

Grund dafür ist die Tatsache, dass sich der Anteil der TGA an den Investitionskosten in den vergangenen Jahren signifikant gesteigert hat – wie bereits in Kapitel »Einleitung« dargestellt. Ferner ist zu beachten, dass die Kosten für Gebäudeautomation in der Vergangenheit (und auch heute noch) nicht konsequent der KGR 480 zugeordnet wurden. So wurden/werden in vielen Projekten lediglich die Kosten für das GA-Management in der KGR 480 angesetzt und die Kosten für Anlagenautomation anderen KGR der zweiten Ebene der KGR 400 zugeordnet, wie z. B. die Kosten für die Anlagenautomation einer Lüftungsanlage der KGR 430 »Lufttechnische Anlagen«.

Selbst wenn die Anlagenautomation der KGR 480 zugeordnet wird, dann ist aus den Statistiken nicht erkennbar, wo die Leistungsgrenze zwischen Gebäudeautomationssystem und zu automatisierender Anlage liegt, z. B. ob Regelventile der Anlage (KGR 420, 430) oder der Gebäudeautomation (KGR 480) zugeordnet wurden. Insbesondere bei der innovativen Raumautomation ist es häufig so, dass sie nicht der KGR 480 zugeordnet wird, wenn sie, was zum Nachteil für einen Bauherrn bei einer klassischen Planung häufig vorkommt, in verschiedenen Gewerken geplant wird. Sehr häufig werden die Kosten für wesentliche Teile der Raumautomation der Kostengruppe 440 »Starkstromanlagen« zugeordnet, beispielsweise die Automation des Sonnenschutzes oder der Beleuchtung, da diese durch den Fachplaner »Starkstromanlagen« (mit) geplant wird.

Weitere Einflussfaktoren auf die Investitionskosten der TGA sind erfahrungsgemäß

- die allgemeine Wettbewerbssituation,
- die aktuelle Marktlage zum Zeitpunkt der Angebotseinholung,
- die aktuellen Rohstoffpreise,
- die Art der Planung der TGA und insbesondere der Gebäudeautomation.

Durch eine integrale Planung der TGA lassen sich Investitionskosten reduzieren, z. B. durch Koordinierung der Trassenführungen für Leitungen in Kombination mit der Anordnung von Technikzentralen und unter Berücksichtigung des Brandschutzes. Hohes Einsparpotenzial liegt auch bei der Gebäudeautomation, die leider immer noch häufig jeweils in einzelnen Gewerken geplant wird, so dass für jedes Gewerk separate Automationssysteme erforderlich sind, z. B. ein Automationssystem für die Beleuchtungsregelung/-steuerung, eines für die Sonnenschutzregelung/-steuerung und eines für die Temperaturregelung des Raums usw. Die Planung, Projektierung und Installation mehrerer Automationssysteme erhöht jedoch die Investitionskosten, da jeweils ein vollständiges System separat geplant und errichtet wird. Bei Verwendung eines Gewerke-übergreifenden Gebäudeautomationssystems, mit dem sämtliche Gewerke automatisiert werden, lassen sich die Investitionskosten für die Gebäudeautomation deutlich reduzieren.

2.4.2 Nutzungskosten

Kosten einschließlich Nebenkosten, die für die Nutzung eines Gebäudes (nach Errichtung und Inbetriebnahme), also ab dem Beginn der Lebenszyklusphase Betrieb & Nutzung, anfallen, werden von mir als **Nutzungskosten** bezeichnet. Hierbei handelt es sich um die Kosten, die in der DIN 18960 »Nutzungskosten im Hochbau« [12] erfasst sind.

Nutzungskosten sind gemäß dieser Norm »in baulichen und technischen Anlagen sowie den zugehörigen Grundstücken entstehende, regelmäßig oder unregelmäßig wiederkehrende Kosten während ihrer Nutzungsdauer«.

Zur besseren Übersicht sind auch die Nutzungskosten in der DIN 18960 [12] in Kostengruppen gegliedert, die wiederum in drei Ebenen aufgegliedert und dabei detailliert werden. Tab. 1–4 stellt die Kostengruppen und Bezeichnungen der ersten Ebene gemäß DIN 18960 [12] dar. Für eine weitere Detaillierung aller Kostengruppen sei auf den Inhalt der Norm verwiesen.

Tab. 1-4 Kostengruppen und Bezeichnungen der ersten Ebene gemäß DIN 18960 [12]

| Ebene | Kostengruppe | Bezeichnung |
|-------|--------------|------------------------|
| 1 | 100 | Kapitalkosten |
| 1 | 200 | Objektmanagementkosten |
| 1 | 300 | Betriebskosten |
| 1 | 400 | Instandsetzungskosten |

Zu den Betriebskosten (KGR 300) gehören unter anderem

- Reinigungskosten (Materialauswahl, Reinigungsmöglichkeiten, Oberfläche mit Schutz vor schneller Verschmutzung, abriebfeste Oberflächen etc.),
- Entsorgungskosten (Abwasser, Abfall/Müll etc.),
- Versorgungskosten,
- Bedienungskosten (Überwachung/Optimierung technischer Anlagen),
- Inspektions- und Wartungskosten.

Instandsetzungskosten (KGR 400) sind Kosten für Instandsetzungen an Bauwerk, technischen Anlagen, Außenanlagen und Ausstattung.

Aus der vorstehenden Aufstellung wird ersichtlich, dass die Art der baulichen Ausführung und insbesondere die TGA Einfluss auf die Höhe der Nutzungskosten hat. Wesentliche Einflüsse haben insbesondere Gebäudehülle (Fassade, Außenfenster/-türen, Dach etc.), Heizungstechnik, Klimatechnik, Beleuchtungstechnik, Sonnenschutztechnik, Gebäudeautomation.

Beispielsweise wird durch entsprechende Materialauswahl ein gut gedämmtes Gebäude niedrigere Nutzungskosten haben als ein schlecht gedämmtes, gleiche Nutzung vorausgesetzt. Auch wird ein Gebäude mit einer energieeffizienten Heizungsanlage einschließlich Raumautomationsfunktionen, bei denen die Fensterstellung überwacht und bei Öffnung automatisch die Wärmezufuhr reduziert wird, niedrigere Nutzungskosten haben, als ein Gebäude ohne diese Funktion, bei dem die Heizwärme zum Fenster hinausströmt.

Abb. 1-6 zeigt ein Beispiel für den Vergleich von Nutzungskosten aus einem Projekt. Variante 1 stellt die Nutzungskosten eines angemieteten Bestandsgebäudes dar, die Varianten 2 und 3 die eines ersatzweisen eigenfinanzierten Neubaus mit jeweils unterschiedlicher Bauausführung. Über einen längeren Zeitraum betrachtet ist die Variante 3 diejenige mit den kumuliert niedrigsten Nutzungskosten.

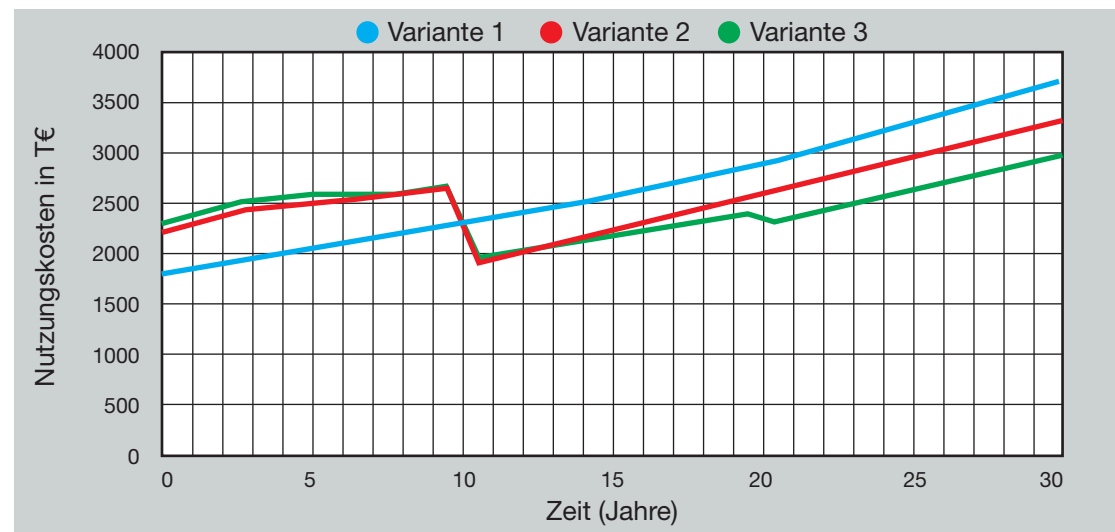


Abb. 1-6 Entwicklung von Nutzungskosten – Simulierte Varianten im Zeitraum von 30 Jahren [33]

Auch angenommene Kostenkennwerte der Nutzungskosten resultieren bei seriöser Ermittlung üblicherweise aus Statistiken, die in der Regel auf ausgeführten und abgerechneten Projekten basieren. Diese Statistiken basieren auf dem Know-how der Planer oder Projektmanager oder auf Kostenkennwerten in Form käuflicher Datenbanken wie z. B. BKI. Die Richtlinie VDI 2067-1 »Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen – Grundlagen und Kostenberechnung« [38] enthält beispielsweise Teilkennzahlen für Nutzungskosten in Form von Aufwänden für Instandsetzung, Wartung und Inspektion sowie Bedienen von Systemteilen verschiedener Anlagenkomponenten der TGA.

Durch die sinnvolle Nutzung von GA-Management und Informationstechnologien im Facility Management lassen sich z. B. signifikant Betriebskosten von TGA-Anlagen sparen, unter anderem

- Energiekosten für Fernwärme, Wasser, Gas, technische Medien etc. durch energieeffiziente Anlagentechnik und Energieoptimierungsfunktionen, z. B. bedarfsgeführter Raumluftkonditionierung oder bedarfsgeführter Beleuchtung,
- Personalkosten
 - für die Bedienung (Überwachung, Optimierung) technischer Anlagen durch PC-gestütztes Informationsmanagement,
 - für die Erkennung und Behebung von Störungen durch Störungsmanagement,
- Wartungskosten durch intelligente Just-in-Time-Wartung,
- für vorbeugende Instandhaltung.

2.4.3 Lebenszykluskosten

Kosten einschließlich Nebenkosten, die über den gesamten Lebenszyklus (s. oben) eines Gebäudes für Konzeption, Planung, Errichtung, Betrieb & Nutzung etc. anfallen werden von mir als **Lebenszykluskosten** (engl. Life Cycle Costs, LCC) bezeichnet. Es sind also vor allem Lebenszykluskosten, die bei einer integralen Planung berücksichtigt werden müssen.

GEFMA 100-1 E definiert Lebenszykluskosten als »Kosten, die während des Lebenszyklusses von Facilities anfallen, unabhängig vom Zeitpunkt ihrer Entstehung«¹².

Die Berechnung der Lebenszykluskosten ist in Deutschland bisher nicht normiert. Nach der internationalen Norm ISO 15686-5 »Buildings and constructed assets – Service-life planning – Part 5: Life-cycle costing« [28] beinhalten die Lebenszykluskosten die Kosten für Planung, Errichtung, Betrieb, Instandhaltung sowie die Prozesse am Ende des Lebenszyklus. Die GEFMA-Richtlinie 220-1: 2010-09 »Lebenszykluskosten-Ermittlung im Facility Management, Einführung und Grundlagen« [26] enthält einen Vorschlag für eine konkrete Vorgehensweise zur Modellierung und Berechnung von Lebenszykluskosten. Darin wird die Lebenszykluskosten-Ermittlung als eine »Methode zur Bestimmung der langfristig vorteilhaftesten Variante aus verschiedenen Handlungsmöglichkeiten« beschrieben. Die VDI-Richtlinie VDI 2067-1 [38] behandelt die Berechnung der Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen. In dieser Richtlinie wird der Lebenszyklus als Grundlage für die Wirtschaftlichkeitsberechnungen definiert als »die Zeitspanne vom Beginn bis zum Ende der Existenz des betrachteten Objekts oder Systems«.

Die vorher beschriebenen, in den Lebenszyklusphasen Konzeption, Planung und Errichtung anfallenden Investitionskosten sowie die in der Lebenszyklusphase Betrieb & Nutzung anfallenden Nutzungskosten, bilden demnach wesentliche Bestandteile der Lebenszykluskosten.

Lebenszykluskosten werden – je nach aktueller Lebenszyklusphase – unterschiedliche Bedeutung haben. Wir wollen uns nachstehend mit der Berücksichtigung **prognostizierter (berechneter) Lebenszykluskosten** in den Lebenszyklusphasen Konzeption und Planung beschäftigen.

Durch die Berechnung von Lebenszykluskosten wird ein Bauherr in die Lage versetzt, die langfristig für ihn vorteilhaftesten Lösungen aus verschiedenen Möglichkeiten (Varianten) der geplanten Ausführung eines Bauprojekts auszuwählen. Dabei können Kosten (Kennwerte) aus unterschiedlichen Lebens-

¹² **Anmerkung 1:** Die zu unterschiedlichen Zeitpunkten anfallenden Kosten können durch geeignete finanzmathematische Methoden vergleichbar gemacht werden.

Anmerkung 2: Bei Gebäuden zählen die Grundstückskosten nicht zu den Lebenszykluskosten. [25]

Primär sind Lebenszykluskosten bei einer integralen Planung zu berücksichtigen

zyklusphasen eines Gebäudes miteinander verglichen und insbesondere ihre Auswirkungen auf Investitions- und Nutzungskosten gegenübergestellt werden.

Beim Vergleich der Investitions- und Nutzungskosten wird ersichtlich, dass Situationen entstehen können, in denen zunächst bei der Errichtung höhere Investitionskosten erforderlich werden, um im späteren Betrieb Nutzungskosten einzusparen. Dies kann zum Beispiel der Einbau eines Zuluft-Wärmetauschers in einer Lüftungsanlage (einschließlich der Gebäudeautomation) oder der Einbau einer Öffnungsüberwachung für Fenster sein. Diese erfordern zwar zunächst Investitionskosten, führen jedoch durch Einsparung von Energie- und Personalkosten während Betrieb und Nutzung zur Einsparung von Nutzungskosten, sodass sich die höheren Investitionskosten amortisieren. Andererseits kann es auch sein, dass sich höhere Investitionskosten nicht durch Einsparungen von Nutzungskosten amortisieren, zum Beispiel die Investition in eine architektonisch anspruchsvolle Fassade. Insbesondere bei gestalterischen Elementen ist häufig keine Amortisation nachzuweisen, allenfalls kann auf einen höheren Verkaufserlös spekuliert werden.

Eine Ermittlung der Lebenszykluskosten führt also dazu, eine einseitige Fokussierung auf Investitionskosten oder auf Nutzungskosten zu vermeiden.

Mit einem ganzheitlichen Ansatz integral geplante Bauvorhaben sehen daher als weitere Anforderung die Ermittlung von Lebenszykluskosten vor, bei denen neben den Investitionskosten nach DIN 276-1 [13] (mit Ausnahme der Grundstückskosten) auch die während der Betriebs- und Nutzungsphase anfallenden Nutzungskosten nach DIN 18960 [12] berücksichtigt werden.

Die Berechnung von Lebenszykluskosten erfolgt üblicherweise auf Basis von Erfahrungswerten aus der Vergangenheit und Prognosen über die zukünftige Entwicklung von Kosten und Erlösen. Eine Entwicklung kann dabei linear (um einen gleichen Betrag steigend oder abnehmend), exponentiell (um einen gleichbleibenden Prozentsatz steigend, z. B. Inflationsrate, oder abnehmend) oder zyklisch (regelmäßig oder unregelmäßig steigend oder abnehmend) sein.

In der Regel wird es vorkommen, dass einen Bauherrn nicht die gesamten Lebenszykluskosten interessieren, sondern nur die innerhalb eines für ihn wichtigen Betrachtungszeitraums im Lebenszyklus anfallenden, zum Beispiel aus unternehmensstrategischen Gründen nur die Errichtungskosten und die ersten 20 Jahre Nutzung und Betrieb.

Bei der Festlegung des Betrachtungszeitraums ist auch zu berücksichtigen, dass die Unsicherheit für die Kostenprognosen mit der Erhöhung des Betrachtungszeitraums erheblich steigt. Relativ kurz gewählte Betrachtungszeiträume passen ggf. zur aktuellen Vorstellung eines Bauherrn, entsprechen jedoch häufig nicht einem nachhaltigen Ansatz. So wird z. B. von der DGNB [8] für die Zertifizierung ein Betrachtungszeitraum von 50 Jahren (alternativ 30 oder 100 Jahre) gefordert.

Die Berechnung der Lebenszykluskosten erfolgt auf Basis der sogenannten Investitionsrechnung¹³. Schulte [36] unterscheidet hier nach klassischen und modernen Verfahren. Die Berechnungsverfahren werden in GEFMA 220-1 [26] erläutert, ich will an dieser Stelle nicht weiter darauf eingehen.

Wichtig für das Verständnis der unten folgenden Beispielberechnungen sind die Berechnungsparameter. Hier ist zu unterscheiden zwischen dem

- Kalkulationszinssatz (Eigenkapital, Fremdkapital),
- allgemeiner Inflationsrate (Entwicklung der Kosten und Erlöse von Gütern allgemein),
- spezifischer Inflationsrate (Entwicklung der Kosten und Erlöse von Gütern, die sich deutlich von anderen unterscheiden, wie zum Beispiel Energie) und
- Restwert (Wert zum Ende des Betrachtungszeitraums).

¹³ Gemäß Gabler-Wirtschaftslexikon sind unter Investitionsrechnung »Methoden, mit denen die Vorteilhaftigkeit investitionspolitischer Maßnahmen geprüft und das im Hinblick auf die Zielsetzung des Unternehmens optimale Investitionsprogramm rechnerisch bestimmt werden soll«, zu verstehen. Das Ergebnis einer Investitionsrechnung bildet eine wesentliche Grundlage der Investitionsentscheidung.

Die Berechnung der Lebenszykluskosten ist auch für die TGA wichtig, um ihre Vorteile für den Bauherrn sichtbar zu machen. Nachhaltigere Komponenten der TGA erfordern in der Regel höhere Investitionskosten. Die Art der Planung und Ausführung der TGA beeinflusst diese Investitionskosten zwar und kann durch eine integrale Planung, wie oben beschrieben, bereits deutlich gesenkt werden. Dennoch ist eine Investition erforderlich, die aber durch Einsparungen von Nutzungskosten während der Betriebs- und Nutzungsphase ganzheitlich gesehen bei richtiger Anwendung wirtschaftlich ist.

Abb. 1–7 zeigt beispielhaft die zeitliche Entwicklung von Lebenszykluskosten in zwei Szenarien

- Bauen mit niedrigen Investitionskosten zulasten der Nutzungskosten,
- Bauen mit höheren Investitionskosten durch eine energiesparende TGA-Lösung zugunsten niedriger Nutzungskosten.

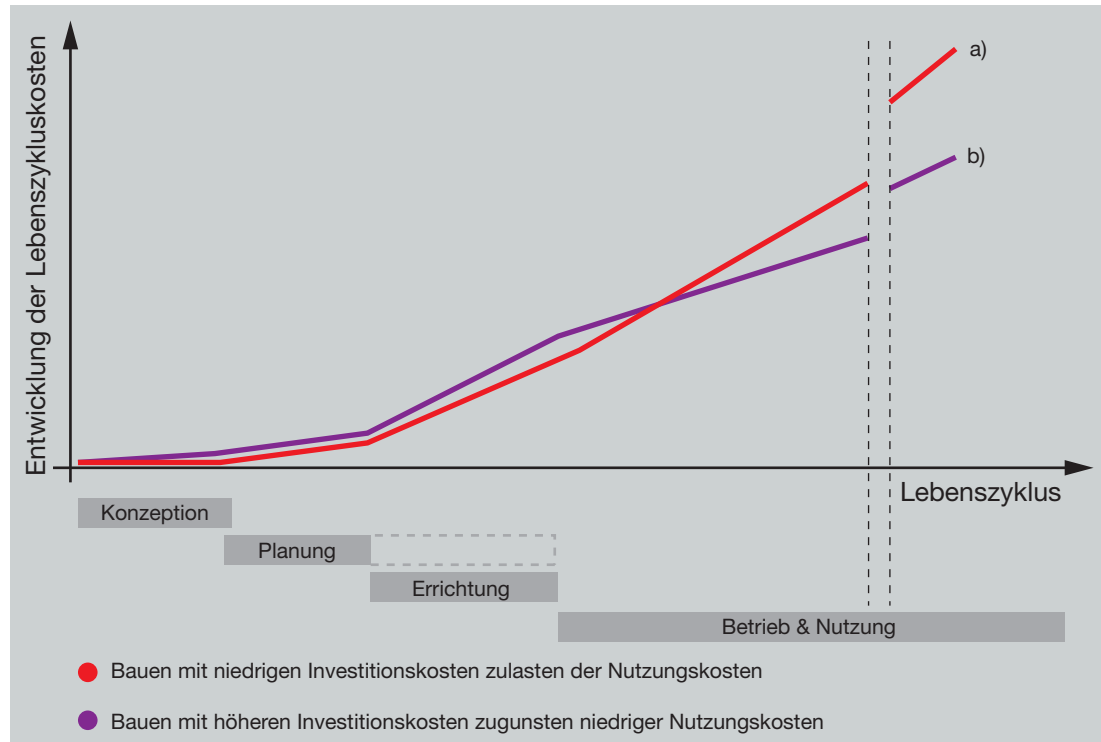


Abb. 1–7 Zeitliche Entwicklung von Lebenszykluskosten in zwei Szenarien [33]

Letztendlich ist es eine Frage der individuellen Vorstellungen eines Bauherrn, welchen Stellenwert er einer ganzheitlichen Betrachtung des Lebenszyklus beimisst. Dabei wird er z. B. seinen Überlegungen den für ihn maßgeblichen Nutzungszeitraum sowie ggf. seine Vermarktungsstrategie zugrunde legen und darauf den für ihn geeigneten Betrachtungszeitraum bestimmen. Für öffentliche Gebäude erscheint eine Betrachtung über einen Zeitraum von mindestens 20 bis 30 Jahren durchaus angemessen. Diese Aussage wird gestützt durch übliche Projektlaufzeiten von PPP-Projekten¹⁴.

Ein Gewerke-übergreifendes GA-System reduziert Nutzungskosten, z. B. für Wartung, Instandsetzung, Dokumentation, Schulung des Bedienungspersonals usw.

Der Bauherr entscheidet, welchen Stellenwert er einer ganzheitlichen Betrachtung des Lebenszyklus beimisst

¹⁴ PPP steht für Public Private Partnership, eine Kooperation von Privatunternehmen oder Konsortien mit der öffentlichen Hand. Bei PPP-Projekten übernimmt z. B. ein privater Auftragnehmer über einen bestimmten Zeitraum Planung, Bau, Finanzierung und das Betreiben einer Immobilie, die dann von der öffentlichen Hand genutzt wird. Hierfür erhält der Auftragnehmer eine regelmäßige Zahlung des (öffentlichen) Auftraggebers. Zum Vertragsende geht in der Regel das Eigentum an Grundstück und Gebäude auf den öffentlichen Auftraggeber über.