

Zeitnahe Qualitätssicherung und Optimierung von Gebäuden

Leitfaden

M. Krempl,
M. Grim,
W. Hüttler,
C. Kuh,
K. Leutgöb

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

19a/2015

Impressum:

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber:
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination:
Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien
Leiter: DI Michael Paula

Liste sowie Downloadmöglichkeit aller Berichte dieser Reihe unter
<http://www.nachhaltigwirtschaften.at>

Zeitnahe Qualitätssicherung und Optimierung von Gebäuden

SpeedReg!

Leitfaden

DI (FH) Manuel Krempl, DI Margot Grim, DI Walter Hüttler,
DI Christoph Kuh, Mag. Klemens Leutgöb

e7 Energie Markt Analyse GmbH

Wien, November 2014

Ein Projektbericht im Rahmen des Programms



im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie

Vorwort

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts aus dem Forschungs- und Technologieprogramm *Haus der Zukunft* des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie.

Die Intention des Programms ist, die technologischen Voraussetzungen für zukünftige Gebäude zu schaffen. Zukünftige Gebäude sollen höchste Energieeffizienz aufweisen und kostengünstig zu einem Mehr an Lebensqualität beitragen. Manche werden es schaffen, in Summe mehr Energie zu erzeugen als sie verbrauchen („Haus der Zukunft Plus“). Innovationen im Bereich der zukunftsorientierten Bauweise werden eingeleitet und ihre Markteinführung und -verbreitung forciert. Die Ergebnisse werden in Form von Pilot- oder Demonstrationsprojekten umgesetzt, um die Sichtbarkeit von neuen Technologien und Konzepten zu gewährleisten.

Das Programm *Haus der Zukunft Plus* verfolgt nicht nur den Anspruch, besonders innovative und richtungsweisende Projekte zu initiieren und zu finanzieren, sondern auch die Ergebnisse offensiv zu verbreiten. Daher werden sie in der Schriftenreihe publiziert und elektronisch über das Internet unter der Webadresse www.HAUSderZukunft.at Interessierten öffentlich zugänglich gemacht.

DI Michael Paula
Leiter der Abt. Energie- und Umwelttechnologien
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	2
1.1	Vorwort.....	2
1.2	Zielgruppe	2
1.3	Status quo	3
1.4	Vorteile von zeitnaher Qualitätssicherung in der Inbetriebnahme.....	3
2	Definitionen	4
2.1	Prozessteilnehmer in Bauprojekten	4
2.2	Prozessphasen	6
3	Schritte zur Qualitätssicherung in der Inbetriebnahme	9
3.1	PE Projektentwicklung	9
3.2	LPH 1: Grundlagenanalyse	12
3.3	LPH 2 bis LPH 5: Planung	13
3.3.1	LPH 2: Vorentwurfsplanung	13
3.3.2	LPH 3: Entwurfsplanung.....	13
3.3.3	LPH 5: Ausführungsplanung	14
3.4	LPH 6: Ausschreibung	18
3.5	LPH 7 und LPH 8 Bauausführung und Fachbauaufsicht	19
3.5.1	LPH 7: Begleitung der Bauausführung.....	20
3.5.2	LPH 8: Fachbauaufsicht	20
3.6	LPH 9 Objektüberwachung	23
4	Prozesse und Organisationformen	25
4.1	Einzelvergabe	26
4.2	Paketvergabe	28
4.3	Totalunternehmer 1	29
4.4	Totalunternehmer 2.....	30

1 Einleitung

1.1 Vorwort

Forciert durch die europäische Gebäuderichtlinie steigt die Anforderung an die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden beständig. Gleichzeitig erhöhen sich die Komplexität gebäudetechnischer Anlagen sowie deren Automationsgrad. Umso wichtiger ist es daher, dass Gebäude nicht nur auf energieeffiziente Standards geplant sind, sondern auch über eine gut eingestellte, an die Nutzung angepasste Gebäudetechnik verfügen um diese Standards im Betrieb zu erreichen. Häufig werden in der Praxis jedoch große Abweichungen zwischen Planung und Realbetrieb zu Lasten von Betriebskosten und Umweltwirkung festgestellt, siehe Abbildung 1. In vielen Fällen ist eine mangelhafte Qualität der technischen Gebäudeausrüstung, bzw. Betriebsführung die Ursache.

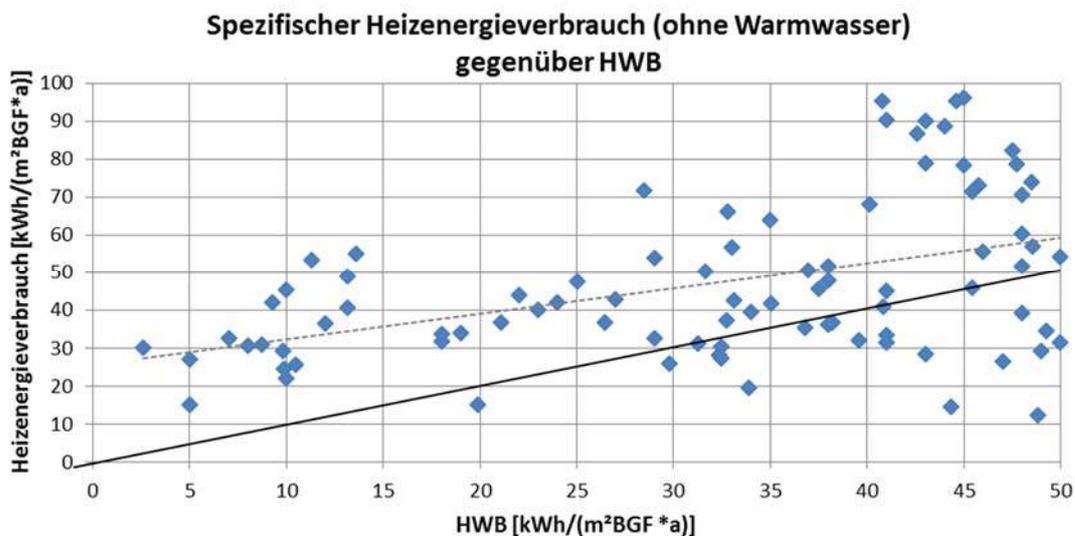


Abbildung 1: Vergleich von Heizenergie zu HWB für 82 gemeinnützige MFH (Quelle: e7 eigene Berechnungen)

1.2 Zielgruppe

Der Leitfaden richtet sich an alle im Planungs- und Errichtungsprozess beteiligten Akteure sowie an die für den Gebäudebetrieb verantwortlichen Personen. Er zieht einen roten Faden von der Projektentwicklung bis in die erste Phase der Nutzung und umspannt dabei die, für die Qualitätssicherung der Prozesse und die spätere Optimierung im Betrieb relevanten Themen. Der Fokus liegt dabei auf der eindeutigen Beschreibung von Aufgaben und Schnittstellen im Planungs- und Errichtungsprozess, um Informations- und somit Qualitätsverlusten vorzubeugen und eine schnelle Einregulierung gebäudetechnischer Anlagen zu erreichen sowie eine rasche Optimierung im Betrieb zu ermöglichen.

1.3 Status quo

Vorgaben der Legislative, Förderkriterien oder Zielwertvorgaben von Bauträgern / -herren hinsichtlich der Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden oder Anlagen richten sich fast ausschließlich an Planungszielwerte. Nachdem das Gebäude in Betrieb gegangen ist, sinkt die Aufmerksamkeit für die Erreichung von Nachhaltigkeitszielen in der Regel rapide. Folglich wird in der Praxis häufig von großen Abweichungen zwischen Planung und Realbetrieb zu Lasten von Betriebskosten und Umweltwirkung berichtet. In vielen Fällen liegt die Ursache dieser Qualitätsdefizite in einer schlecht eingestellten Gebäudetechnik.

Inwieweit die geplante Technik aber in der Realität so funktioniert wie angedacht bzw. überhaupt auf den Realbetrieb abgestimmt ist, hängt zum einen von der Qualität der Inbetriebnahmephase ab, zum anderen von der laufenden Kontrolle und Optimierung während der Nutzung. Standards zur Qualität der Betriebsführung im Allgemeinen oder zur Inbetriebnahme im Speziellen existieren nur vereinzelt.

Schließlich gibt es auch bedeutende organisatorische Barrieren in den Prozessen. Eindeutige Schnittstellen zwischen Bauherr, Planern, Ausführenden, örtlicher Bauaufsicht und Betreibern, die klar formulierte und einzuhaltende Parameter zu den einzelnen Gewerken definieren, sind meistens nicht vorhanden. Die Folge sind Informations- und Qualitätsverluste an den Übergängen zwischen den Projektbeteiligten.

1.4 Vorteile von zeitnahe Qualitätssicherung in der Inbetriebnahme

- **Klare Schnittstellen** und damit Verantwortlichkeiten zwischen den einzelnen Beteiligten
- **Weniger Informationsverlust** zwischen den einzelnen Beteiligten durch durchdachte Aufbereitung der Informationen in gut verständlichen Strukturen
- **Transparenz** der zu erledigenden Aufgaben
- Die **geplante Qualität** von Gebäuden **wird auch Realität**. Das bedeutet, dass energieeffiziente Gebäude auch tatsächlich energieeffizient sind
- Gründe für mangelnden **Komfort werden schnell entdeckt**
- Durch strukturiert aufbereitete Funktionsbeschreibungen und der Kontrolle dieser Funktionen im Betrieb **schnelle Mängelerkennung** bei jenen Gewerken, die dem qualitätsgesicherten Inbetriebnahmeprozess unterliegen. Dies ist besonders bei den energieintensiven Gewerken wie Heizung, Lüftung, Klimatisierung, MSR, Beleuchtung, Energieerzeugung anzuraten. Vor diesem Hintergrund ist der beschriebene Prozess nicht nur für Bauherren interessant, die das Gebäude selbst nutzen, sondern auch für Projektentwickler, die das Gebäude in Folge vermieten oder verkaufen und somit die Mängelbehebung wesentlich rascher abwickeln können als bei üblichen Bauprojekten.

2 Definitionen

2.1 Prozessteilnehmer in Bauprojekten

In der nachfolgenden Tabelle sind die wesentlichen Akteure für die Planung, Errichtung und Ausführung von gebäudetechnischen Gewerken mit Ihren Kernaufgaben einleitend beschrieben.

Funktion	Beschreibung
BH Bauherr	<ul style="list-style-type: none"> • Oberste Instanz, Entscheidungsträger und Beauftragter • Trägt das Gesamtrisiko des Projektes und entscheidet mit seiner Wahl des Auftragnehmermodells die Verteilung der Einzelrisiken • Zuständig für die Definition und Kontrolle der Zielvorgaben auch zu den Themen Nutzung; Komfort, Effizienz; etc. • Nicht immer baufachlich kompetent und erfahren
IBM Inbetriebnahmemanager	<ul style="list-style-type: none"> • Unterstützt Bauherren bei Ziel- und Anforderungsdefinition • Unterstützung bei der Schnittstellendefinition einzelner Aufgaben und Verantwortlichkeiten, besonders bei Gewerke übergreifenden Funktionen • Koordination der Aufgaben und Verantwortlichkeiten • Definition der Anforderungen zur Erstellung des Monitoringkonzepts • Definition der Anforderungen zur Strukturierung und Konkretisierung der Funktionsbeschreibungen für die spätere Inbetriebnahmephase • Qualitätssicherung vor Übergabe durch Messung / Prüfung von Key- Performance Indikatoren und Prüfung von Anlagenfunktionen • Unterstützung bei der Mängelfeststellung durch Überprüfung der Betriebszustände auf Erfüllung der Vorgaben • Fachliche Analyse des Anlagenbetriebs während der ersten 1-2 Jahre des Regelbetriebs und Anpassung der Betriebszustände hinsichtlich der Anforderungen der realen Nutzung

(Fach-)Planer TGA	<ul style="list-style-type: none"> • Bedarfsermittlung auf Basis des vorhandenen Gebäudekonzeptes • Konzepterstellung der vorgesehenen Gewerke Variantengegenüberstellung von unterschiedlichen Konzepten/Systemen • Konzepterstellung für das Energie Monitoring • Rechnerische Auslegung von Anlagenkomponenten • Investitions- und Betriebskostenberechnung / Lebenszykluskostenberechnung • Zeichnerische Planung der gebäudetechnischen Gewerke in den Leistungsphasen Vorentwurf, Entwurf, Einreichung, Ausschreibung, (optional: Montage) • Technische Beschreibung und Funktionsbeschreibung (Planung von MSR- Funktionen) • Erstellung des Leistungsverzeichnis und ggf. Mitwirkung bei der Vergabe • Qualitätssicherung bei der Errichtung, Inbetriebnahme, Übergabe
Professionist Ausführendes Unternehmen	<ul style="list-style-type: none"> • Zeichnerische Montageplanung der gebäudetechnischen Gewerke • Ausführung der gebäudetechnischen Einrichtungen • Gebäude- und Anlagendokumentation • Inbetriebnahme der haustechnischen Gewerke
ÖBA örtliche Bauaufsicht	<ul style="list-style-type: none"> • Überwachung der Ausführung gebäudetechnischer Anlagen auf Übereinstimmung mit der Projektplanung und der Leistungsbeschreibung • Abnahme der Leistung und Feststellung von Mängel • Überprüfung der Vollständigkeit übergebener Unterlagen der Anlagendokumentation • Optional: <ul style="list-style-type: none"> - Durchführung von Leistungsmessungen und Funktionsprüfungen - Durchführung von Qualitäts- und Funktionsprüfungen bei Herstellern von Anlagen, Geräten, Bauteilen - Kontrolle des Verbrauchs von Energieträgern
FM Facility Management	<ul style="list-style-type: none"> • Mitwirkung bei der Erstellung der Anforderungen an und Definition der Ziele für das Haustechnik- und Monitoringkonzept hinsichtlich der späteren Nutzung und der Gebäudeoptimierung • Facilitäre Planungsbegleitung zur Optimierung der Haustechnik für die spätere Betriebsführung • Übernahme des Gebäudes für den technischen Gebäudebetrieb • Betriebsführung von Gebäuden und haustechnischen Anlagen • Durchführung von Optimierungsmaßnahmen

2.2 Prozessphasen

Die Prozessphasen für dieses Dokument wurden an die von Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Architekt Hans Lechner 2014 neu überarbeiteten und vom Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft der TU Graz herausgegebenen Leistungsmodelle angelehnt. In der folgenden Tabelle werden jedoch nur jene Leistungsphasen berücksichtigt, die hinsichtlich der Qualität der Betriebsführung relevant sind. Dies sind Ausschnitte der Leistungsmodelle

- „Projektentwicklung“ [PE]
 - Fokussiert auf Auftraggeber (Besteller) ggf. gemeinsam mit Erstellern (Baudienststellen, Projektsteuerungen, Inbetriebnahmemanager)
 - Beschreibt die Prozesse von der ersten Anregung, über die Bedarfsplanung, Machbarkeitsstudie, etc. bis zur konkreten Formulierung der Planungsaufgabe
 - Formuliert Qualitäten, Kosten- und Terminrahmen sowie die Bedarfsplanung (Raum- und Funktionsprogramm) für die Planervergaben

und

- „Technische Ausrüstung“ [LPH]
 - Planer, unter der Prämisse dass Teile der unter Projektentwicklung beschriebenen Inhalte zur Verfügung stehen

Leistungsphase	Beschreibung
PE 2 Grundlagenerarbeitung	<ul style="list-style-type: none"> • Zusammenstellung von Grundlagen im Zusammenhang mit Energiesparmaßnahmen und Nachhaltigkeit
PE 4 Bedarfsplanung	<ul style="list-style-type: none"> • Erarbeitung eines Nutzbedarfsprogramms durch den Bauherren unter Vorgabe von: <ul style="list-style-type: none"> - Raumkonditionen, Sonderfunktionen - Technische Anlagen, Betriebsanlagen • Vorgabe von Zielwerten und Anforderungen für die Planung und den Betrieb (z.B. Effizienzziele, Komfortparameter, Energie- und Betriebsmonitoring)
PE 6 Machbarkeitsstudien	<ul style="list-style-type: none"> • Nachweisen der planerischen Umsetzbarkeit und der wirtschaftlichen und technischen Machbarkeit von Lösungsvarianten

LPH 1 Grundlagenanalyse	<ul style="list-style-type: none"> • Klärung der Aufgabenstellung an die TGA im Raumbuch • Klärung der Auswirkungen der Ziele auf die Planung (Planungsrandbedingungen)
LPH 2 Vorentwurf	<ul style="list-style-type: none"> • Konzeption möglicher Haustechnik- und Monitoringkonzepte für die angedachte Nutzung auf Basis der technischen Machbarkeit • Systementscheidung durch Vergleich unterschiedlicher Varianten mittels Lebenszykluskosten- und Funktionsanalysen • Installationsplan und Anlagenschemata <ul style="list-style-type: none"> - Festlegung zentraler Anlagengeräte, Anlagenteile - Prinzipielle Darstellung funktionaler Einheiten und Zusammenhänge • Technische Beschreibung für die gebäudetechnischen Anlagen • Mitwirken bei der Erstellung des Raumbuchs
LPH 3 Entwurfsplanung	<ul style="list-style-type: none"> • Berechnung und Dimensionierung der technischen Anlagen • Detaillierung von Installationsplan und Anlagenschemata • Wirtschaftlichkeitsberechnung / Lebenszykluskostenberechnung • Technische Anlagenbeschreibung unter Angabe der Nutzungsbedingungen • Funktionsbeschreibung der gebäudetechnischen Anlagen und Erarbeitung der Regelung • Fortschreibung des Raumbuchs
LPH 4 Einreichungsplanung	<ul style="list-style-type: none"> • Für die Einreichung sind für einen optimierten Inbetriebnahmeprozess keine zusätzlichen Dokumente zu erarbeiten
LPH 5 Ausführungsplanung	<ul style="list-style-type: none"> • Fortschreiben der Berechnungen und Bemessungen • Fortschreiben und Detaillierung von Plänen und Schemata • Fortschreiben der Funktionsbeschreibung und Festlegung von Key-Performance-Indikatoren (KPI) für die haustechnischen Anlagen • Einführung eines Anlagenkennzeichnungssystems • Einarbeitung des Monitoringkonzepts
LPH 6 Ausschreibung (LVs)	<ul style="list-style-type: none"> • Erstellung der Leistungsbeschreibung inkl. Schnittstellen • Zusammenstellung der Vergabeunterlagen • Ggf. Mitwirkung bei der Vergabe
LPH 7 Begleitung der Bauausführung	<ul style="list-style-type: none"> • Qualitätssicherung der Bauausführung • Aufstellen einer Prüfliste für die ÖBA • Prüfung der Montageplanung

<p>LPH 8 Fachbauaufsicht Dokumentation</p>	<p>und</p> <p>Probetrieb & Inbetriebnahme:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Erstellung von Prüfkonzepten und Protokollen • Funktions- und Vollständigkeitsprüfung, sowie die Einregulierung und Programmierung der Gewerke • Mängelfeststellung und anschließende Beseitigung von Mängel • Fachabnahme der Leistungen
<p>LPH 9 Objektbetreuung</p>	<p>Objektbetreuung innerhalb der Gewährleistungsfrist Optional mit:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energie- und Betriebsmonitoring • Gebäudeoptimierung im Echtzeitbetrieb <ul style="list-style-type: none"> ○ Während der ersten Nutzungsphase erfolgt die energetische Betriebsoptimierung auf Basis eines kontinuierlichen Datenerfassungs-, Analyse- und Parametrierung- Prozesses

3 Schritte zur Qualitätssicherung in der Inbetriebnahme

Der Leitfaden baut auf den oben angeführten Leistungsphasen bzw. Leistungsmodellen auf. Es wird jedoch nur auf jene Schlüsseldokumente und Tätigkeiten Bezug genommen, welche einen Beitrag zur Qualitätssicherung während der Inbetriebnahmephase leisten. Darüber hinaus werden zusätzliche Leistungen beschrieben, die einen zeitnah eingeregelt und optimieren Betrieb ermöglichen sollen.

Als Inbetriebnahmephase wird von den Autoren die Zeitspanne von der technischen Fertigstellung der haustechnischen Gewerke bis in die erste Phase der Nutzung verstanden. Sie umspannt somit mehrere Leistungsphasen. Am Ende der Inbetriebnahme soll ein, entsprechend den Vorgaben der Planung und auf die Anforderung der tatsächlichen Nutzung abgestimmter und hinsichtlich Energieeffizienz optimierter Gebäudebetrieb stehen.

3.1 PE Projektentwicklung

In der Leistungsphase Projektentwicklung sind vornehmlich grundlagenschaffende Tätigkeiten des Bauherren nötig, damit eine spätere Planung zielgerichtet und ohne wesentliche Umplanungen erfolgen kann. Diese richten sich an die Leistungsphasen:

- PE 2 Grundlagenerarbeitung
- PE 4 Bedarfsplanung
- PE 6 Machbarkeitsstudien

Der Bauherr muss – schon in der Projektentwicklungsphase vor Beginn der Planung – möglichst viele Planungsgrundlagen in einer, für die Planung und Ausführung verbindlichen, Zielvereinbarung festlegen **und den Fachplanern zur Grundlagenanalyse übergeben. Dazu muss der Bauherr seinen Bedarf an das Gebäude kennen bzw. ermitteln und diesen in konkrete Ziele formulieren.**

Das Ergebnis der Bedarfsplanung ist ein Flächen- und Raumprogramm sowie ein Planungsleitfaden, welche die konkreten Ziele beinhalten.

Phase	Dokument	Inhalt / Tätigkeiten	Verantwortung	
PE	Projektentwicklung - Bedarfsplanung	PE 2 Grundlagenerarbeitung	Zusammenstellen / Beschaffen / Erarbeiten von Grundlagen zu den Themen: - Energiesparmaßnahmen, Nachhaltigkeit - spätere Nutzungsmöglichkeiten - angedachte Betriebsführung	BH / IBM
		PE 4 Bedarfsplanung (Raumprogrammierung) - Flächen- und Raumprogramm	Nutzerbedarfsprogramm - Erheben, Darstellen der Anforderungen - Flächenbedarf nutzungsspezifisch, - Ökologie, Nachhaltigkeit - Raumkonditionen, Sonderfunktionen - Technische Anlagen, Betriebsanlagen Funktions-, Raum-, Ausstattungsprogramm - Funktionsprogramm, Zuordnungen, Raumgruppen - Raumprogramm mit Flächen, bezogen auf die Nutzung - Ausstattungsprogramm, Funktionseinrichtung - Arbeitsplätze (Typenkatalog), Räume Ausstattungsprogramm für Technische Ausrüstung, Betriebstechnik, Maschinenanordnungen, Einrichtungen, Geräte, Mobiliar, Ver- und Entsorgung	BH / IBM
		Planungsleitfaden	Zielwerte für die Planung/Errichtung (z.B. Anforderungen an Investitionskosten (Lebenszykluskosten), Effizienzkriterien, Übergabe- und Abnahmeprozess)	BH / IBM
			Zielwerte für den Betrieb (z.B. Anforderungen an: Folgekosten (Lebenszykluskosten, Key-Performance-Indikatoren), Gebäudeautomation, Energie- und Betriebsmonitoring, Wartung und Instandhaltung, Komfortparameter)	
		PE 6 Variantenvergleich / Machbarkeitsstudie	Prüfung von Lösungsmöglichkeiten unter Berücksichtigung der Ziele und Rahmenbedingungen Prüfung möglicher Lösungen auf: - Ökonomische Qualität: Lebenszykluskostenanalyse - Technische Qualität: Technische Machbarkeit - soziokulturelle Qualität: Auswirkungen auf Komfort und Nutzung - Ökologische Qualität: Energieverbrauch und Emissionen Werden die gesteckte Ziele nicht erreicht (z.B. auf Grund der Lebenszykluskosten), Adaptierung der Anforderungen im Flächen- und Raumprogramm bzw. Planungsleitfaden	BH / IBM

Erläuterungen zu den einzelnen Aufgaben:

Grundlagenerarbeitung

Zu Beginn müssen grundlegende Ziele und Anforderungen betreffend Energieeffizienz und Nachhaltigkeit festgelegt werden, beispielsweise Kriterien aus Zertifizierungssystemen.

Bedarfsplanung: Flächen- und Raumprogramm

Innerhalb der Bedarfsplanung wird ein Flächen- und Raumprogramm entwickelt. Es enthält alle erforderlichen Vorgaben betreffend der Nutzflächen, deren Nutzungsarten und den sich daraus ergebenden Anforderungen wie Raumkonditionen, Belegung und Ausstattung, Nutzereingriffsmöglichkeiten (z.B. die Art der Regelung), etc. Im Zuge der externen Planungsleistungen wird dieses durch die TGA-Fachplaner mit den wichtigsten Planungsgrößen fortgeschrieben und ist Teil der Gebäudedokumentation.

Planungsleitfaden

Im Planungsleitfaden werden jene Planungsparameter und Performanceziele festgelegt die nicht nur Einzelräume betreffen (z.B. Überhitzungsstunden, CO₂- Konzentrationen), sondern übergeordnet für das gesamte Gebäude gültig sind und während der Planung und Errichtung überprüfbar sind und im Betrieb erreicht und evaluiert werden sollen.

Für die Planung bzw. Errichtung werden Kriterien definiert, die auch während der Planung bzw. Errichtung überprüfbar sind. Solche Kriterien können sein:

- Investitionskosten, Folgekostenberechnungen (Lebenszykluskosten)
- Leistungsparameter für die TGA (max. Strömungsgeschwindigkeiten, Temperaturniveaus, Luftwechsel, etc.) sowie
- Effizienzkriterien (Wärmebereitstellungsgrad, Stromeffizienz, etc.).

Diese werden durch die Projektplanung sowie im Leistungsverzeichnis festgelegt und können durch Prüfung der Angebote im Zuge der Vergabe auf Übereinstimmung mit den Vorgaben der Ausschreibung kontrolliert werden.

Für die Abnahme bzw. den Betrieb werden Kriterien gewählt, die einen effizienten Betrieb ermöglichen sollen und während der Inbetriebnahmephase überprüft werden können:

- Betriebskosten bei vorab definierten Service Level Agreements
- Spezifische Betriebszustände in ausgesuchten Räumen oder an definierten Anlagen
- Spezifische Leistungsaufnahmen von Haustechnikgewerken
- etc.

Zur Überprüfung dieser Zielgrößen ist die Überwachung von Betriebszuständen und Systemparametern sowie spezifischen Energiegrößen (Jahresarbeitszahl, Wirkungsgrade, ...) durch Daten aus einer zentralen Gebäudeleittechnik, bzw. einem **Energie- und Betriebsmonitoring** erforderlich. Grundzüge bzw. Anforderungen, was das Monitoring im Betrieb können muss, bzw. welche Daten in welcher Form bereitzustellen sind, sollten bereits in dieser Phase festgelegt werden.

Variantenvergleich / Machbarkeitsstudie

Besonders bei der TGA gibt es meist mehrere Möglichkeiten, wie die Nutzungs- und Komfortbedürfnisse der späteren Nutzer gedeckt werden können. Jede dieser Möglichkeiten hat für das konkrete Vorhaben Vor- und Nachteile wirtschaftlicher, technischer, ökologischer, sozialer, etc. Natur.

Der Bauherr sollte sich bewusst sein, dass die Wahl der Haustechnik wesentlichen Einfluss auf die Erfüllung seiner Bedürfnisse und Ziele hat (z.B. Komfort-, Energieeffizienz- oder Kostenziele). Deshalb sollte er seine Ziele hinsichtlich deren Machbarkeit im Vorfeld der Planerbeauftragung überprüfen, damit er später kein böses Erwachen während der Planungsphase hat.

Im Vorfeld der eigentlichen Planung funktioniert ein Variantenvergleich auf der Gegenüberstellung von Funktionen und Kosten unterschiedlicher TGA-Systeme.

Der Variantenvergleich sollte folgende Analysen beinhalten sowie transparent berechnet und prüfbar sein:

- Ökonomische Qualität: Lebenszykluskostenanalyse
- Technische Qualität: Technische Machbarkeit
- Soziokulturelle Qualität: Auswirkungen auf Komfort und Nutzung
- Ökologische Qualität: Energieverbrauch und Emissionen

Durch einen solchen Variantenvergleich (Machbarkeitsstudie) bekommt der Bauherr eine Entscheidungsgrundlage, welche technischen Möglichkeiten machbar und in seinem Lebenszykluskostenbudget möglich sind. Dadurch kann er sehen, inwieweit seine Ziele realistisch sind und kann diese ggf. adaptieren oder so dem Planer vorgeben.

3.2 LPH 1: Grundlagenanalyse

Zum Beginn der Planung steht die Grundlagenanalyse. Im Optimalfall sind die wesentlichen Grundlagen bereits in der Projektentwicklung erarbeitet worden und liegen dem Planer vor. In dieser Phase ist es besonders wichtig, dass die Planer die Ziele und den Bedarf des Bauherren verstehen. Ein gemeinsames Verständnis vom Resultat muss vorliegen, damit Missverständnisse und spätere Umplanungen vermieden werden.

Aufbauend auf den Vorgaben aus der Projektentwicklung stellt der Planer unterschiedliche Lösungsmöglichkeiten dar- und gegenüber, prüft diese auf Übereinstimmung mit dem Flächen- und Raumprogramm sowie dem Planungsleitfaden.

In dieser Phase ist noch keine eigentliche gestalterische Planung nötig. Es gilt die wirtschaftliche und technische Machbarkeit einzelner Lösungen zu überprüfen. Am Schluss der Grundlagenanalyse sollte es eine Shortlist von Systemen geben, die in der Planung weiter untersucht werden sollen.

Phase		Dokument	Inhalt / Tätigkeiten	Verantwortung
LPH 1	Grundlagen-analyse	Variantenvergleich	- Herstellen eines gemeinsamen Verständnisses des Bedarfs, der Ziele und Anforderungen an die TGA	Fachplaner
			- Prüfung möglicher Lösungen der TGA hinsichtlich Einhaltung der Ziele und Anforderungen	
			- Erarbeitung einer Shortlist von Lösungsmöglichkeiten, die in der weiteren Planung berücksichtigt werden	

3.3 LPH 2 bis LPH 5: Planung

Der Grundstein eines energieeffizienten und wirtschaftlichen Gebäudebetriebs wird insbesondere durch eine sorgfältige Planung gelegt. Gebäude am Stand der Technik sind sehr komplex und nicht mehr von Einzelpersonen beherrschbar. Daher ist schon zu Beginn ein vollständiges, interdisziplinäres Planungsteam bestehend aus Architekten, HKLS-, Elektro- und MSR-Planern sowie Konsulenten für einen effizienten Betrieb z.B. FM- Planer essentiell. Begleitaufgaben wie z.B. Lebenszykluskostenanalyse oder Unterstützung bei der Definition von Interaktionen zwischen Gewerken können auch durch einen Inbetriebnahmemanager wahrgenommen werden, der bestenfalls unabhängig und Gewerke übergreifend agiert.

3.3.1 LPH 2: Vorentwurfsplanung

Im Zuge der Vorentwurfsplanung werden auf Basis der Vorgaben aus dem Flächen- und Raumprogramm sowie dem Planungsleitfaden funktionelle Lösungsmöglichkeiten erarbeitet. Dabei werden jene Lösungsmöglichkeiten aus der Shortlist der Grundlagenanalyse an den ersten Gebäudevorentwurf angepasst und mittels einer Variantengegenüberstellung auf die Einhaltung aller Anforderungen geprüft. Ziel ist es, einen Systementscheid herbei zu führen.

Die Haustechnikanlagen, deren Grundfunktionen sowie Interaktion, sind in einem integralen Anlagenschema darzustellen und in einer technischen Beschreibung zu erläutern.

Wichtig in dieser Phase ist, dass bereits ein Konzept zur Gebäudeautomation sowie eines Energie- und Betriebsmonitoring entwickelt wird. In diesen sollen die Grundzüge dargestellt werden, wie das Gebäude im Betrieb gesteuert, geregelt und auch gemonitort werden kann. Dabei sind für die finale Variante zumindest die Performanceziele, die Betriebszustände der Heiz- und Kältezentralen, der Lüftungszentralgeräte und der Einzelraumregelungen zu fixieren.

Am Schluss des Vorentwurfs steht die Entscheidung, welche Systeme im Gebäude umgesetzt werden, welche Funktionen sie im Betrieb haben, welche Performanceziele für diese Funktionen angestrebt werden und wie sie bei der Inbetriebnahme bzw. im Betrieb überprüft werden.

3.3.2 LPH 3: Entwurfsplanung

In der Entwurfsplanung wird das Planungskonzept weiterentwickelt und alle wesentlichen technischen Lösungen definiert. Im Vorentwurf erstellte Dokumente werden fortgeschrieben. Entsprechend können Funktionsbeschreibungen mit eindeutiger Angabe von Funktionen und Betriebsregeln sowie Interaktionen zwischen den einzelnen Gewerken und Anlagen als

grundlegendes Planungselement festgeschrieben werden. Die Funktionsbeschreibung bildet die Grundlage für die MSR-Planung.

3.3.3 LPH 5: Ausführungsplanung

In dieser Phase müssen die Zielwerte für den Betrieb (Key-Performance-Indikatoren) verbindlich festgelegt werden. Weiteres werden die, im Entwurf festgelegten Funktionen, Betriebszustände und Betriebsregeln durch die Angabe konkreter Werte für die initiale Parametrierung in der Inbetriebnahme ergänzt. Diese müssen nicht in jedem Fall schon dem späteren Betriebsoptimum entsprechend, definieren aber eine geschuldete und überprüfbare Leistung und verhindern beliebige Annahmen bei der Umsetzung. Empfehlenswert ist zudem in der Ausführungsplanung ein eindeutiges Anlagenkennzeichnungssystem einzuführen und in allen Planungsdokumenten anzuwenden.

Des Weiteren soll in dieser Planungsphase ein Messkonzept festgelegt werden, welches die Mindestanforderungen an die Inbetriebnahmephase zur Prüfung von Key-Performance-Indikatoren und Anlagenfunktionen spezifiziert. Im Unterschied zum Energie- und Betriebsmonitoring für den Regelbetrieb beschreibt es die Prüfungen im Rahmen der Inbetriebnahme zur Kontrolle der vereinbarten Planungszielwerte. Das Energie- und Betriebsmonitoring hingegen dient zur Überwachung und Analyse des Realbetriebs, beinhaltet sowohl die Prüfung der Betriebszustände als auch die tatsächlichen Energieverbräuche, und bildet die Basis zur Betriebsoptimierung. Synergien hinsichtlich Datenpunkte für beide Konzepte sollen genutzt werden.

Phase	LHP 2 Vorentwurfsplanung	LPH 3 Entwurfsplanung	LPH 5 Ausführungsplanung	Zuständigkeit
Dokument	Inhalt / Tätigkeit			
Variantenvergleich	- Prüfung der technischen Machbarkeit einzelner Systemlösungen (z.B. angepasst an das Gebäudekonzept, Bodengutachten, Kapazitäten, etc.)			Fachplaner / IBM
	- Lebenszykluskostenanalyse zum Vergleich von Systemlösungen	- Lebenszykluskostenanalyse zum Vergleich von einzelnen Anlagentypen / Gewerke	- Lebenszykluskostenanalyse zum Vergleich einzelner Komponenten	
	- Prüfung der Erfüllung von Anforderungen (soziokulturelle, ökonomische, ökologische, technische) des Flächen- und Raumprogrammes sowie des Planungsleitfadens	- Prüfen der Funktionalität hinsichtlich Wartung und Instandhaltung	- Prüfen der Funktionalität hinsichtlich Wartung und Instandhaltung sowie der Effizienzkriterien	
	- Entscheidung der Systemwahl (z.B. Wärmepumpe, Flächenheizung, Quelllüftung)	- Entscheid über Einzelanlagen / Gewerke	- Entscheidung der Leitprodukte	
Integrales Anlagenschema	Erstellung eines gewerkeübergreifenden Schemas mit maßbestimmenden Anlagenteilen:	- Integration des Monitoringkonzeptes für: a. Energieverbrauch / Energieströme b. Überprüfung Betriebsregeln	- Integration des Mess- und Monitoringkonzeptes für die Inbetriebnahmephase	Fachplaner
	- Anlagengröße	- Integration des Konzeptes für die Gebäudeautomation		
	- Energiemengen; Nenngrößen			
	- Darstellung gewerkeübergreifender Zusammenhänge und Funktionen			
Technische Beschreibung → Funktionsbeschreibung	Beschreibung der TGA-Systeme und Funktionen:	Beschreibung der TGA-Systeme und Interaktion	Beschreibung der TGA-Komponenten	Fachplaner
	- wesentliche Anlagen	- Betriebszustände - Stell- und Regelgrößen		
	- Funktionen	- Interaktion zwischen den einzelnen Anlagenteilen	- Strukturierte Darstellung Anlagenkomponenten und Funktionen, Betriebszustände und Interaktionen für die Ausführung	
	- Regelparameter	- Entwicklung eines Kennzeichnungssystem	- Detaillierung Kennzeichnungssystem	
Energie- und Betriebsmonitoring	Erstellung eines Grobkonzeptes für das Energie- und Betriebsmonitorings	Integration des Konzeptes in die Planung im integralen Anlagenschema	Integration der Messeinrichtungen & Datenpunkte in die Gewerkeplanung	Fachplaner / IBM
	- Liste der zu erfassenden Gewerke	- Erfassung aller maßgebenden Verbrauchsgrößen (Datenpunkte, Datenformate, etc.)	- Messkonzept für die Überprüfung von Betriebsregeln	
	- Detailierungsgrad der Datenerhebung	- Erfassung aller wesentlichen Regelgrößen zur Überwachung der Betriebsregeln (Datenpunkte, Datenformate, etc.)	- Definition von Qualitätszielen für die GA	
	- Funktionen des Monitorings			
Mess- und Prüfkonzept für Inbetriebnahme			Erstellung eines Mess- und Prüfkonzeptes für die Inbetriebnahmephase	Fachplaner / IBM
			- Definition von Key-Performance-Indikatoren und Vorgabe von Zielwerten	
			- Prüfkonzept für die Leistungsmessung im Zuge der Inbetriebnahmephase	
			- Messkonzept für Raumzustände in Referenzräumen	

Erläuterungen zu den einzelnen Aufgaben / Dokumenten:

Variantenvergleich

Der Variantenvergleich innerhalb der Planung dient primär dazu die Systeme zu optimieren. Im **Vorentwurf** gilt es noch die **Systemwahl** aus der getroffenen Shortlist zu untermauern. In der **Entwurfs- und Ausführungsplanung** geht es um die Auswahl, Auslegung und **Optimierung von einzelnen Anlagen und Komponenten**. Hier fokussiert sich die Variantenanalyse neben der Funktionalität primär auf die Lebenszykluskosten, da die technische Machbarkeit, die soziokulturellen Themen sowie die Ökologie im Idealfall schon mit der Systemscheidung getroffen wurden. Jedoch Themen aus der Betriebsführung und spezifische, an Komponenten gebundene Eigenschaften wie z.B. Effizienzstandards, sind gegenüber zu stellen.

Integrales Anlagenschema

Um die gesamte Planung hinsichtlich eines energieeffizienten Anlagenbetriebs zu optimieren ist es bereits in der **Vorentwurfsphase** erforderlich, die Leistungsanforderung sowie den prognostizierten Energie- und Ressourcenverbrauch aller gebäudetechnischen Anlagen und Verbraucher zu ermitteln. Die Darstellung in einem **integralen Anlagenschema** für alle technischen Gewerke zeigt bereits wesentliche Gewerke übergreifende Zusammenhänge und dient zudem der Identifikation der wesentlichen Energieströme und deren Einfluss auf die Lebenszykluskosten. Übergeordnete Betriebszustände gebäudetechnischer Funktionen können in das Schema integriert werden.

Folgende Gewerke sollte das integrale Anlagenschema beinhalten:

- Heizung
- Lüftung
- Klimatisierung
- Gebäudeautomation

In der **Entwurfs- und Ausführungsplanung** wird das Monitoringkonzept mit allen Zählern und Datenpunkten in das integrale Anlagenschema eingepflegt. Dadurch können Synergien erkannt und somit die Anzahl an Datenpunkten reduziert werden

Technische Beschreibung / Funktionsbeschreibung

In der **Vorentwurfsplanung** ist eine technische Beschreibung der wesentlichen Anlagenkomponenten sowie deren prinzipieller Funktionen und Zusammenhänge als eigenständiges Dokument zu erstellen.

Darauf aufbauend wird in der **Entwurfsplanung** eine genaue *Funktionsbeschreibung* erstellt.

Diese beinhaltet (z.B. auf Basis der VDI 3814-6) alle Betriebszustände der energierelevanten haustechnischen Anlagen (zB.: AUS, Ladung Pufferspeicher, etc.), die über Betriebsregeln und Regelgrößen (zB.: wenn Temperatur im Kollektor > Temperatur im Speicher + ΔT) genauer beschrieben werden, sowie eine Darstellung der daraus resultierenden Interaktionen. (zB.: Speicherladung erfolgt über Solarkollektoren, wenn, sonst über, etc.).

In der **Ausführungsplanung** wird die Funktionsbeschreibung hinsichtlich der geplanten Komponenten und Leitprodukte detailliert ausgearbeitet. Key- Performance- Indikatoren (z.B. Jahresarbeitszahl) werden als Qualitätsziele für die einzelnen Anlagen maßgeschneidert festgelegt. Die Betriebszustände, Betriebsregeln und Key- Performance- Indikatoren werden so strukturiert, dass sie für alle weiteren Projektteilnehmer (Errichter, Programmierer, ÖBA, FM) so nachvollziehbar sind, dass diese während der Inbetriebnahmephase und auch im Betrieb eindeutig überprüfbar werden können.

Die MSR-Planung erfolgt anhand der, in der Funktionsbeschreibung definierten Betriebsregeln. Ein übergeordnetes Funktionsschema sowie eine Funktions- und Datenpunktliste helfen, um den Überblick darüber zu behalten.

Im Zuge der Funktionsbeschreibung ist auch ein *Kennzeichnungssystem für alle technischen Komponenten und Datenpunkte* zu erstellen und zu dokumentieren. Das Kennzeichnungssystem ist durchgängig in allen Unterlagen zu verwenden.

Energie- und Betriebsmonitoring

Konzepterstellung im Zuge der Vorentwurfsplanung

Ein Monitoring ist Voraussetzung um Gebäudefunktionen und vereinbarte Betriebsziele überprüfbar zu machen. Der Nutzen wird einerseits durch die Überprüfbarkeit von Betriebszielen bestritten, zum anderen dient es dem Erkennen und Analysieren von Betriebszuständen mit dem Ziel, die Gebäudetechnik möglichst bedarfsgerecht und energieeffizient zu betreiben. Das Konzept soll mindestens enthalten:

- Ziele des Monitorings
- Liste der zu erfassenden Gewerke und Anlagen
- Die erforderlichen Daten- und Zählpunkte
- Vorgaben zur Datenspeicherung (Format, Intervall, ...)
- Auswertungsstandards (z.B. Kennwerte, Grafiken, etc.)

Integration des Konzeptes in die Entwurfsplanung

Im Zuge der Entwurfsplanung ist das Monitoringkonzept in das integrale Anlagenschema einzuarbeiten. Das Monitoring hat die Erfassung aller wesentlichen Verbrauchsgrößen (Strom, Heizenergie, Warmwasser, Kaltwasser, Kühlwasser, etc.), sowie der essentiellen Stell- und Regelgrößen zur Überwachung der Betriebsregeln und Key-Performance-Indikatoren zu beinhalten. Durch die Gewerke übergreifende Planung des Monitorings können Datenpunkte erheblich reduziert werden. Für die Umsetzung des Konzeptes ist die Planung mit allen, zur Betriebsoptimierung erforderlichen Zählern und Datenpunkten zu ergänzen und Synergien mit erforderlichen Abrechnungszählern im Sinne der Kosteneinsparung zu nutzen. Alle Datenpunkte sind zudem entsprechend dem zu entwickelnden Kennzeichnungssystem zu beschriften.

Integration des Konzeptes in die Ausführungsplanung

Durch die Integration in die Planung sind sämtliche Messeinrichtungen Bestandteil der Ausschreibung. Festzulegen in der Leistungsbeschreibung sind insbesondere der Datenübergabeprozess. Darunter versteht sich die Art der Übergabe, die Datenqualität, das Datenformat, Aufzeichnungsintervall, Dauer, etc.

Mess- und Prüfkonzept für die Inbetriebnahme

In der **Ausführungsplanung** muss ein Mess- und Prüfkonzept erarbeitet werden, mittels welchem die Zielvorgaben hinsichtlich *Key-Performance-Indikatoren* (z.B. spezifische Leistungsaufnahme von Ventilatoren in RLT-Anlagen) sowie den im Zuge der Inbetriebnahme erforderlichen *Betriebszustände und Betriebsregeln* überprüft werden können. Zudem sollen Referenzräume für die Messung der Raumzustände hinsichtlich Bewertung der Behaglichkeit und Einhaltung der Sollwerte (bspw. Raumtemperatur, Feuchte, CO₂, ...) festgelegt werden. Zu spezifizieren sind zudem der Zeitpunkt, Dauer und Umfang der Leistungsfeststellungen. In jedem Fall empfiehlt es sich, dass überprüfende Messungen von einer unabhängigen Instanz bearbeitet werden, die nicht in die operative Projektbearbeitung eingebunden ist und zu diesem Zeitpunkt unter Kosten- und Zeitdruck steht.

3.4 LPH 6: Ausschreibung

In der Ausschreibungsphase werden die Leistungsverzeichnisse als positionsbezogene Beschreibung der planerisch erarbeiteten Lösung erstellt. Das Leistungsverzeichnis bildet somit zusammen mit der Ausführungsplanung die verbindliche Grundlage für die anzubietenden und auszuführenden Qualitäten. Daher ist es essentiell, die in der Projektentwicklung vorgegebenen und in der Planung umgesetzten Zielwerte sowohl für die Anlagen und Komponenten, als auch für die Gesamtanlage anzuführen.

Phase		Dokument	Inhalt / Tätigkeiten	Verantwortung
LPH 6	Ausschreibung (LVs)	Leistungsverzeichnis	- Performancekriterien (Planwerte) als Teil der Positionsbeschreibung	Fachplaner
			- Messung und Überprüfung von Ziel- Betriebszuständen gemäß Mess- und Prüfkonzept	
			- Inbetriebnahme des Monitorings (Einbau der Messeinrichtungen, die Einbindung von Zählern und Datenpunkten in die Monitoringzentrale, bzw. in die Gebäudeleittechnik, die Datenspeicherung sowie die regelmäßige Auslesung und Überprüfung der Daten, Auswertung und Erarbeitung von Optimierungsmaßnahmen) - Maßnahmen bei Nichteinhaltung	
		Überprüfung des Leistungsverzeichnis	- Überprüfung der Ausschreibungsergebnisse hinsichtlich Erfüllung der Effizienzkriterien	Fachplaner

Die Leistungsphase „Ausschreibung“ beinhaltet auch die Prüfung der Ausschreibungsergebnisse auf Einhaltung der Qualitätsanforderungen im Zuge der Vergabe. Anlagenfunktionalitäten können erst nach der technischen Fertigstellung im Zuge der Inbetriebnahme überprüft werden.

Die Inbetriebnahme des Monitorings, dazu zählen u.a. die Einbindung von Zählern und Datenpunkten in die Monitoringzentrale, bzw. in die Gebäudeleittechnik sowie die Datenspeicherung und Ausgabe sind des Weiteren als Leistungspositionen in der Ausschreibung zu berücksichtigen. Die Methoden der Inbetriebnahmen und Abnahmen sind auszuschreiben. Dies beinhaltet z.B. wann welche Daten aus der Automation zu übergeben sind, welche Probefahrten und Prüftiefen zu fahren sind, ob dazu Datenpunkte händisch vorgegeben werden und wie die Überprüfung der Daten aus dem Betriebs erfolgt. In jedem Fall sollte die Bereitstellung der geforderten Datenpunkte in einem offenen und technologieunabhängigen Dateiformat erfolgen (z.B. csv).

3.5 LPH 7 und LPH 8 Bauausführung und Fachbauaufsicht

Mit der Beauftragung der ausführenden Unternehmen ergibt sich eine essentielle Schnittstelle für die Weitergabe der Zielvorgaben für den Betrieb. Dementsprechend ist eine qualitätssichernde Begleitung aus der Planung bis zur Übergabe notwendig. Diese Rolle kann auch ein „Inbetriebnahmemanager“ übernehmen, der den Fokus auf die korrekte Ausführung und Inbetriebnahme legt. Die Übergabedokumentation sollte enthalten:

- Raumbuch mit Sollwertvorgaben und TGA-Ausstattung
- Leistungsbeschreibung und Projektplanung TGA
- Leistungsbeschreibung und Projektplanung MSR

- Funktionsbeschreibung inkl. Funktionsschema, Funktions- und Datenpunktliste mit eindeutiger Anlagenkennzeichnung, Zustandsgraphen einschließlich Betriebszuständen, Betriebsregeln sowie Key-Performance-Indikatoren einzelner Anlagen
- Monitoring- und Auswertungskonzept zur Datenerfassung und Betriebsoptimierung

3.5.1 LPH 7: Begleitung der Bauausführung

Die Phase der begleitenden Bauausführung beinhaltet die Prüfung der Montageplanung sowie die Klärung technischer und funktioneller Lösungskonzepte. Das Augenmerk ist insbesondere auf die Einhaltung der Vorgaben aus der Planungsphase hinsichtlich der Effizienzziele im Betrieb sowie der gebäudetechnischen Funktionen zu richten.

3.5.2 LPH 8: Fachbauaufsicht

Eine qualitätsgesicherte Inbetriebnahmephase ist die Voraussetzung für die zeitnahe Erreichung eines gut eingestellten Gebäudebetriebs. Dementsprechend liegt es in der Verantwortung der Bauaufsicht bei der Erstellung des Bauzeitplans dafür ausreichend Zeit einzuplanen, sodass bauliche, bzw. technische oder organisatorische Maßnahmen ergriffen werden können.

Phase	Dokument	Inhalt / Tätigkeiten	Verantwortung	
LPH 7 und LPH 8	Begleitung der Bauausführung und Fachbauaufsicht	Begleitung der Bauausführung	Fachplaner / IBM	
			- Prüfung der Montageplanung	
			- Begleitung hinsichtlich technischer Lösungen	
			- Überprüfung korrekte Übernahme Meseinrichtung und Datenpunkte	
		Bauzeitplan	ÖBA / IBM	
			- Erstellung des Zeitplans; Berücksichtigung der Inbetriebnahmephase für TGA- Gewerke	
		Probetrieb	ÖBA / IBM	
			- Überprüfung alle Anlagen, Ventile und Antriebe sowie Zähler und Datenpunkte auf:	
			- Vollständigkeit und technische Fertigstellung	
			- einen fachgerechten Einbau	
			- Funktionsfähigkeit	
			-eine korrekte Anbindung an die Gebäudeleittechnik (Verkabelung, Anklemparbeiten)	
			- Datenpunktprüfung (Funktionsfähigkeit und Ansteuerbarkeit)	
			- Zugänglichkeit und Beschriftung	
Inbetriebnahme	ÖBA / IBM			
	- Einregulierung haustechnischer Anlagen (hydraulischer Abgleich, Einstellung Luftmengen, etc.)			
	- Überprüfung von Key-Performance-Indikatoren einzelner Anlagen			
	- Programmierung der Einstellwerte			
	- Inbetriebnahme des Energie- und Betriebmonitorings			
	- Überprüfung der Betriebszustände aus Monitoringdaten			
	- Überprüfung der Referenzräume entsprechend Messkonzept			
	- Überprüfung auf Sauberkeit			
Abnahme - Gebäudedokumentation	ÖBA / IBM			
	- Raumbuch			
	- Technische Beschreibung mit Übersichtsplan der gebäudetechnischen Anlagen			
	- Wartungs- und Bedienanweisungen			
	- Funktionsbeschreibung der GA- Funktionen			
	- Zählerschema / Monitoringschema			
	- Bauteilkennzeichnung / Datenliste			
	- Einregulierprotokolle			
	-Bestätigung über die Einschulung von Betriebspersonal			

Probetrieb

Im Zuge der Bauausführung sind insbesondere der fachgerechte Einbau und die Einbindung aller Sensoren und Zähler an die Gebäudeleittechnik zu überprüfen. Mängel sind zu dokumentieren und vor der Inbetriebnahme auszubessern. Mit Fertigstellung der Gewerke durch die ausführende Firma (**Fertigstellungsmeldung**) ist die Funktionsfähigkeit aller Anlagen, Ventile, Antriebe etc. im Vollast- und im Teillastbetrieb sicherzustellen.

Inbetriebnahme

Nach Fertigstellung der haustechnischen Gewerke beginnt die Inbetriebnahmephase mit der Einregulierung der Anlagensysteme (z.B. hydraulischer Abgleich, Einstellung Luftmengen, etc.) sowie der Programmierung der Gebäudeleittechnik gemäß den Vorgaben aus der

Funktionsbeschreibung. Nutzungsabhängige Sollwerte (zB.: Betriebszeiten, Luftwechsel, etc.) können in diesem Zuge bereits mit den tatsächlichen Erfordernissen abgeglichen werden. Die Inbetriebnahme des Monitorings beinhaltet die Inspektion sämtlicher Zählerleinrichtungen und Datenpunkte auf fachgerechten Einbau, Datenqualität und Datensicherheit.

Vor der Abnahme sind die Betriebsdaten über einen festzulegenden Zeitraum zu erfassen und zu evaluieren, dabei ist vor allem die Datenqualität zu kontrollieren. Im Zuge der Evaluierung können ggf. manuell eingestellte Mess- und Störgrößen getestet werden. Werden die Vorgaben für einzelne Funktionen oder Qualitätsziele für Key- Performance- Indikatoren nicht erreicht, können diese als Mängel erfasst werden. Bei erheblichen Mängeln kann die Abnahme verweigert werden. In jedem Fall ist dieser „Probetrieb“ zu wiederholen, bis die einwandfreie Funktion nachgewiesen ist.

Die in der Planung definierten Zielwerte für den Gebäudebetrieb (mit hohem Einfluss auf die energietechnische Leistungsfähigkeit eines Gebäudes, beispielsweise spezifische Ventilatorleistung oder Rückwärmezahl bei Lüftungsanlagen) sind entsprechend dem, im Zuge der Projektplanung erarbeiteten Messkonzept zu überprüfen und zu dokumentieren. Diese Messungen können entweder im Zuge der ÖBA, als auch durch einen Inbetriebnahmemanager durchgeführt werden.

Entsprechend dem Messkonzept für die Inbetriebnahmephase sind Betriebszustände in definierten Referenzräumen messtechnisch zu überprüfen und auf Übereinstimmung mit den Zielwerten hin zu kontrollieren.

Es wird als äußerst sinnvoll erachtet, dass das Personal der späteren Betriebsführung den gesamten Inbetriebnahmeprozess begleitet. Damit lernt das technische Personal die Anlage schneller und besser kennen und Optimierungspotentiale werden in Folge schneller erkannt.

Abnahme

Im Zuge der Abnahme ist seitens der ausführenden Unternehmen eine umfangreiche Gebäudedokumentation zu erstellen und dem Betreiber zu übergeben. Dabei sollte vor allem auch auf die Praktikabilität der Unterlagen für das Betriebspersonal Wert gelegt werden.

Diese sollen beinhalten:

- Raumbuch
- Technische Beschreibung mit Übersichtsplan der gebäudetechnischen Anlagen
- Wartungs- und Bedienanweisungen
- Funktionsbeschreibung der Gebäudeleittechnik
- Grundlage der tatsächlichen Programmierung der GLT
- Grundlagen des Monitorings
- Zählerschema / Monitoringschema
- Bauteilkennzeichnung / Datenliste
- Einregulierprotokolle

- Bestätigung über die Einschulung von Betriebspersonal
- Nachweis über die Einhaltung der Funktionen und Key- Performance- Indikatoren
- ...

3.6 LPH 9 Objektüberwachung

Die Objektüberwachung dient zur Feststellung und fachlichen Bewertung von Mängeln innerhalb der Gewährleistungsfrist. Ob die Vorgaben aus der Planung hinsichtlich Anlagenfunktion, Energiebedarf und Komfort eingehalten werden, kann mittels des umgesetzten Energie- und Betriebsmonitoring überprüft werden.

Phase	Dokument	Inhalt / Tätigkeiten	Verantwortung	
LPH 9	Objektüberwachung	Adaptierung Betriebsregeln	IBM	
			- Prüfung und Abstimmung der Sollwerte mit den Nutzeranforderungen	
		Zeitnahme		IBM
		Betriebsoptimierung	Monitoring von:	
			- Betriebszeiten	
			- Regelgrößen	
			- Betriebsregeln	
			Datenanalyse der Betriebszustände und Prüfung hinsichtlich	
			- der Einhaltung von Nutzeranforderungen	
			- der Einhaltung von Betriebs- und Sicherheitsrelevanten Anforderungen	
			Optimierung im Betrieb (Parametrierung)	
			- Anpassung von Sollwerten und Betriebsregeln	
			Kontinuierliche Betriebsüberwachung und Optimierung	FM
	Kontinuierliches Monitoring von:			
	- Stell- und Regelgrößen			
	- Ist- Betriebszustände			
	- Betriebsregeln			
	Datenanalyse der Betriebszustände und Ableitung von Gebäudefunktionen			
	- Zuordnung der Daten zu Funktionen und Betriebsregeln			
	- Analyse von Daten und Funktionen im Abgleich mit der Funktionsbeschreibung			
	Optimierung im Betrieb (Parametrierung)			
	- Anpassung von Sollwerten und Betriebsregeln gemäß der Datenanalyse			

Mängelfeststellung

Im Betrieb wird überprüft, ob die geplanten Funktionen tatsächlich vorliegen. Dies kann in Probetrieben nur begrenzt überprüft werden. Im Wesentlichen können hier jedoch die gleichen Verfahren genutzt werden wie in der Inbetriebnahme. Die Mängelfeststellung (Monitoring) erfolgt entsprechend dem vorab festgelegten Verfahren und sollte mindestens das erste Betriebsjahr umfassen. Je nach Komplexität sollte ein regelmäßiger Berichtszyklus zwischen einer Woche und 3 Monaten definiert werden. Der Prozess kann ggf. auch das

Facility Management umfassen, für welches die geplanten Funktionen jetzt als Technischer Service Level definiert werden und deren Einhaltung Leistung des FM-Dienstleisters ist.

(Zeitnahe) Betriebsoptimierung

Unter zeitnaher Optimierung im Betrieb wird die Überprüfung und Optimierung von Betriebszuständen und Funktionen sowie von Soll- und Regelgrößen während der ersten Phase der Nutzung verstanden. Sie schließt als Teil der Inbetriebnahmephase an die Qualitätssicherung der haustechnischen Systeme an und baut auf dem festgelegten Energie- und Betriebsmonitoringkonzept auf.

Im Zuge der Optimierung werden die wesentlichen, in der Planung spezifizierten Key-Performance- Indikatoren in regelmäßigen Zeitintervallen überprüft und evaluiert. Dazu zählt sowohl der Abgleich nutzungsspezifischer Betriebsparameter (Zeitprogramme, Komfortparameter, etc.) mit den tatsächlichen Anforderungen an den Betrieb, als auch die Optimierung von Systeminteraktionen im Sinne eines kontinuierlicher Verbesserungsprozesses. Die systematische Festlegung der relevanten Parameter sowie eines definierten Auswertungs- und Evaluierungsprozesses unterstützt dabei die rasche Überprüfung und Bewertung von Zielvorgaben und Sollzuständen.

4 Prozesse und Organisationformen

Im Rahmen der IG Lebenszyklus Hochbau wurden für sechs Auftragnehmermodelle die unterschiedlichen Chancen und Risiken für den Bauherrn ausgearbeitet. In diesem Leitfaden wird auf diese Modelle zurück gegriffen und die Herausforderungen für einen optimierten Inbetriebnahmeprozess betrachtet. In weiterer Folge werden folgende Modelle der IG Lebenszyklus Hochbau näher betrachtet:

- Einzelvergabe
- Paketvergabe
- Totalunternehmer 1
- Totalunternehmer 2

Vorab muss aber noch gesagt sein, dass unabhängig vom Auftragnehmermodell der Bauherr nicht delegierbare Leistungen in seinem Aufgabenbereich hat: Die korrekte Bestellung und Beauftragung, das Management der Dienstleister und die oberste Entscheidungsgewalt. Kurz kann gesagt werden, je mehr Auftragnehmer, desto höher der Managementaufwand, je weniger Auftragnehmer, desto besser muss die Bestellqualität ausgearbeitet sein.

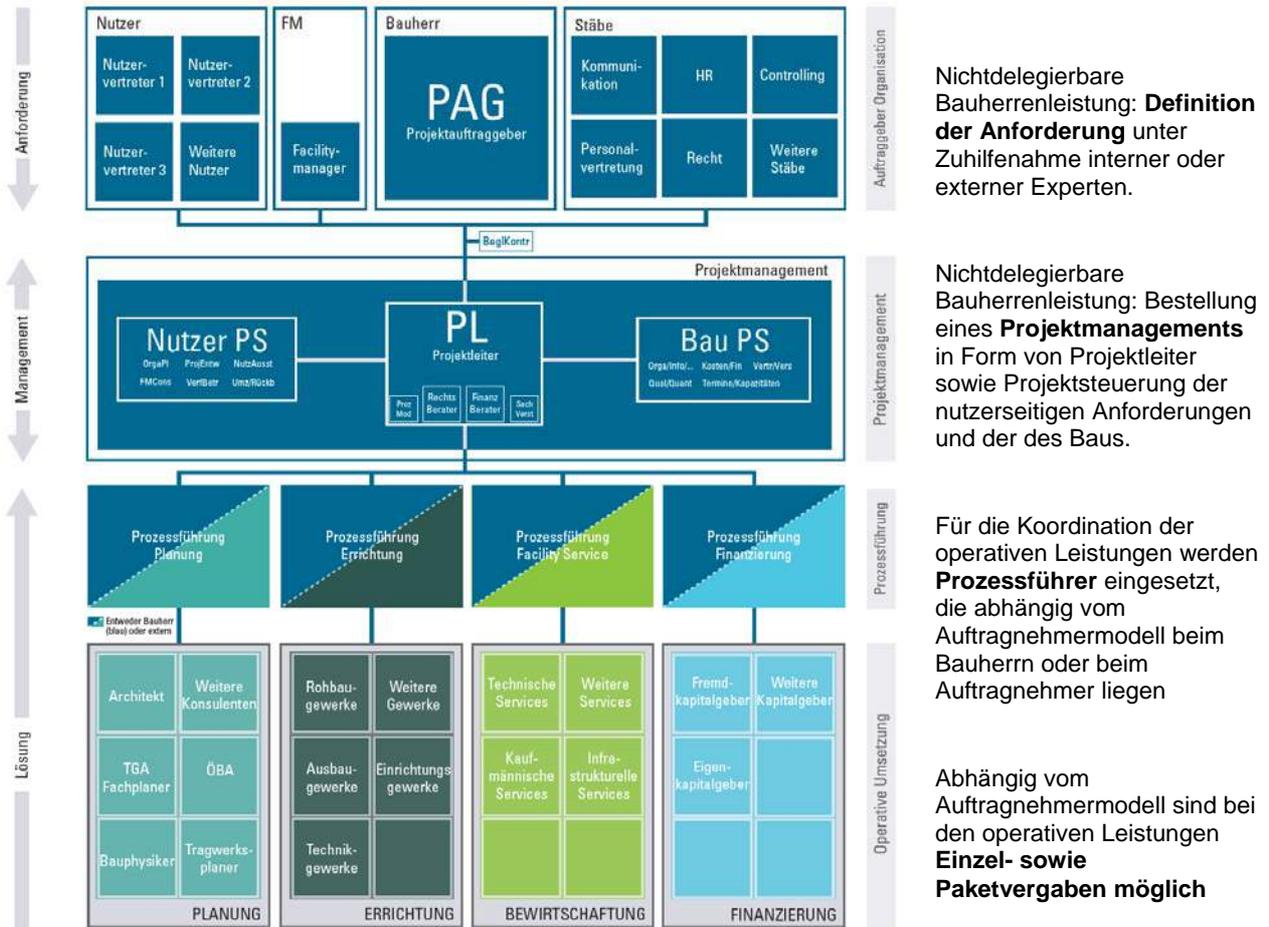


Abbildung 2: Prozessmodell Projektentwicklung; Quelle: IG Lebenszyklus Hochbau

4.1 Einzelvergabe

Planungs-, Errichtungs-, Facility Services und Finanzierungsdienstleistungen werden getrennt vergeben:

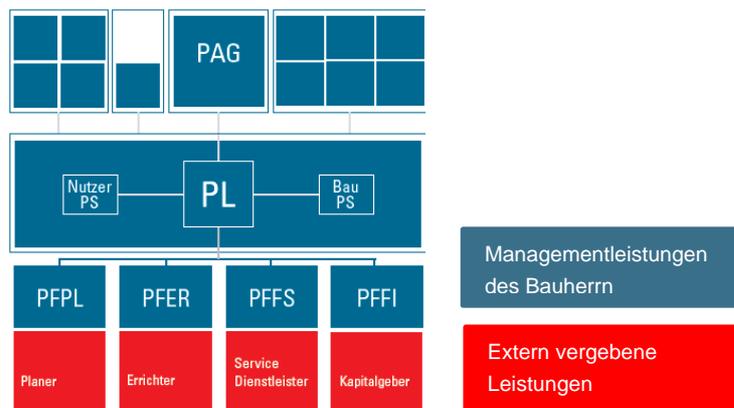


Abbildung 3: Auftragnehmermodell Einzelvergabe, Quelle: IG Lebenszyklus Hochbau

Die besondere Herausforderung für die Inbetriebnahmephase:

- Aufbereitung der Anforderungen hinsichtlich späteren Gebäudebetrieb (MSR, Effizienz- und Performancekriterien, Komfort, Energie- und Betriebsmonitoring, etc.) für die jeweilige Einzelvergabe. D.h. Aufgaben müssen konkret formuliert und noch während der darauffolgenden Dienstleistungsphase evaluierbar sein.
- Zusammenführen und Abgleich der Planungen HKLS und MSR liegt im Managementbereich des Bauherrn. Hier ist genau darauf zu achten, dass es keine Doppelgleisigkeiten, Widersprüche oder fehlende Aspekte gibt.
- Die Schnittstellen zwischen Planungsbüros (Architektur, HKLSE, MSR), Errichtung (Fassade, HKLSE, MSR) und Facility Services (Technischer Gebäudebetrieb) sind vom Bauherrn genau auszuarbeiten, damit jeder Dienstleister seine Aufgaben und Pflichten kennt und es für alle Aufgaben einen Verantwortlichen gibt.
- Koordination der Inbetriebnahmephase obliegt dem Bauherrn zusammen mit der ÖBA oder einem Inbetriebnahmemanager
 - Überprüfung Qualitätsziele für Anlagenbetrieb / Betriebsmonitoring

4.2 Paketvergabe

Vergabe von Generalplaner, Generalunternehmer und Komplett-Dienstleister Facility Management mit Einzelvergabe Finanzierung

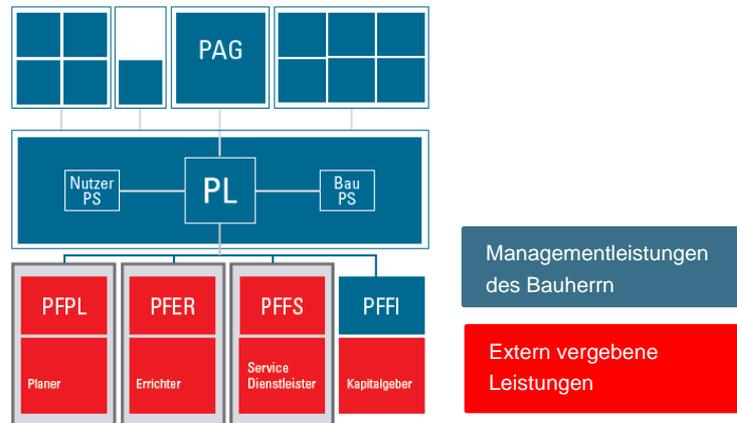


Abbildung 4: Auftragnehmermodell Paketvergabe, Quelle: IG Lebenszyklus Hochbau

Die besondere Herausforderung für die Inbetriebnahmephase:

- Aufbereitung der Anforderungen hinsichtlich späteren Gebäudebetrieb (MSR, Effizienz- und Performancekriterien, Komfort, Energie- und Betriebsmonitoring, etc.) für die Paketvergaben. D.h. Aufgaben müssen konkret formuliert und noch während der Dienstleistungsphase evaluierbar sein.
- Zusammenführen und Abgleich der Planungen HKLSE und MSR liegt beim Generalplaner. Qualitätssicherung der Planung liegt beim Bauherrn und ist vor der Vergabe der Errichtung auf Einhaltung der Ziele zu prüfen.
- Die Schnittstellen zwischen Planung (Generalplanung), Errichtung (Generalunternehmer) und Facility Services (Komplettendienstleister) sind vom Bauherrn genau auszuarbeiten, damit jeder Dienstleister seine Aufgaben und Pflichten kennt und es für alle Aufgaben einen Verantwortlichen gibt. Jeder Beteiligte hat noch Verantwortung im Rahmen der Inbetriebnahme als Qualitätssicherer hinsichtlich seiner Kompetenzen um Mängel dem jeweiligen Verursacher zuzurechnen.
- Qualitätssicherung für die Inbetriebnahme liegt beim GU:
 - Überprüfung der Zielwerte für den Gebäudebetrieb (Messkonzept)
 - Überprüfung der Betriebszustände (Betriebsmonitoring)

4.3 Totalunternehmer 1

Planung und Errichtung (PE) mit Paketvergabe Komplettdienstleister und Einzelvergabe Finanzierung

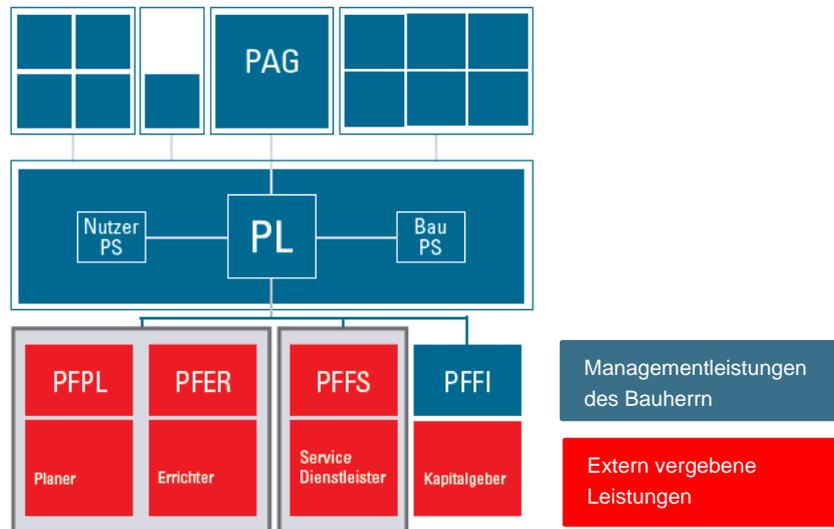


Abbildung 5: Auftragnehmermodell Totalunternehmer 1, Quelle: IG Lebenszyklus Hochbau

Die besondere Herausforderung für die Inbetriebnahmephase:

- Aufbereitung der Anforderungen hinsichtlich späteren Gebäudebetrieb (MSR, Effizienz- und Performancekriterien, Komfort, Energie- und Betriebsmonitoring, etc.) bereits vor Vergabe des Totalunternehmers, also in der Initiierungsphase.
- Zusammenführen und Abgleich der Planungen HKLSE und MSR liegt beim Totalunternehmer. Qualitätssicherung der Planung und Errichtung liegt beim Bauherrn und ist spätestens vor der Abnahme mittels detaillierter Funktionstests auf Zieleinhaltung zu überprüfen.
- Die Schnittstellen zwischen Generalunternehmer und Facility Services (Komplettdienstleister) sind bestenfalls vom Bauherrn schon vor der Vergabe des Totalunternehmers genau auszuarbeiten, damit alle Dienstleistungen abgedeckt sind. Der Totalunternehmer hat noch weitreichende Verantwortung im Rahmen der Inbetriebnahmephase, dass alle Funktionen in der geplanten Performance realisiert werden.

4.4 Totalunternehmer 2

Planung, Errichtung und Bewirtschaftung (PEB) mit Einzelvergabe Finanzierung

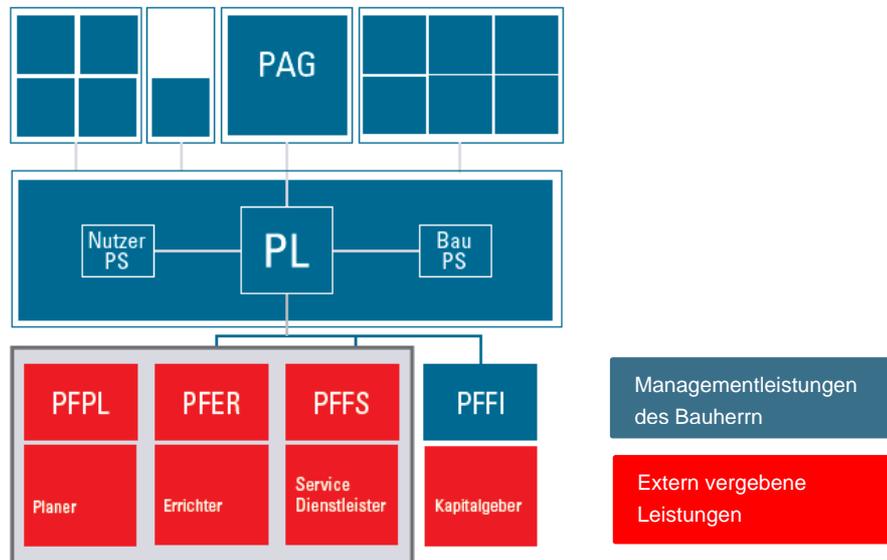


Abbildung 6: Auftragnehmermodell Totalunternehmer 2, Quelle: IG Lebenszyklus Hochbau

Die besondere Herausforderung für die Inbetriebnahmephase:

- Aufbereitung der Anforderungen hinsichtlich späteren Gebäudebetrieb (MSR, Effizienz- und Performancekriterien, Komfort, Energie- und Betriebsmonitoring, etc.) bereits vor Vergabe des Totalunternehmers, also in der Initiierungsphase. Die Anforderungen sind funktional zu beschreiben, aber so konkret, dass sie im Gebäudebetrieb evaluierbar auf deren Zielerreichung sind. Der Bedarf muss sehr durchdacht sein, da Änderungen im Zuge der Planung, Errichtung und Betrieb nur im Rahmen des ausgemachten Vertrags möglich sind.
- Zusammenführen und Abgleich der Planungen HKLSE und MSR liegt beim Totalunternehmer. Qualitätssicherung der Planung und Errichtung liegt beim Totalunternehmer.
- Es gibt keine Schnittstellen auszuarbeiten, da er nur einen Auftragnehmer hat. Der Totalunternehmer muss jedoch die angeforderten Funktionen nachweisen und garantieren können.