

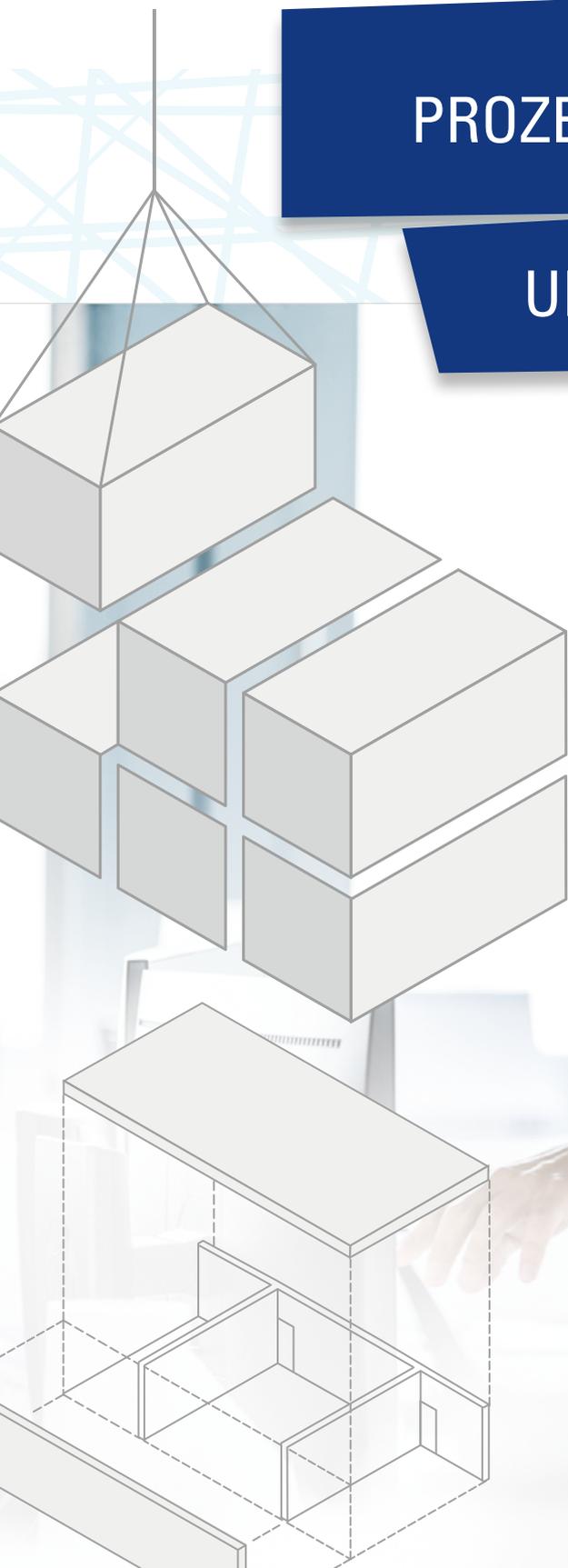


LEBENSZYKLUS BAU

Planen | Bauen | Betreiben | Finanzieren

# PROZESSMODELL FÜR HYBRIDBAU

## UND MODULAREN SYSTEMBAU



Leitfaden für systembauinteressierte Branchenvertreter:innen

# IMPRESSUM

## **Herausgeber und für den Inhalt verantwortlich:**

IG LEBENSZYKLUS BAU,  
Paniglgasse 17a/11, 1040 Wien  
office@ig-lebenszyklus.at, www.ig-lebenszyklus.at

## **Prozessmodell für Modulbau und hybriden Systembau**

### **Projektleitung:**

Felicitas Stocker, DELTA, f.stocker@delta-pods.at  
Lukas Kral, Dietrich Untertrifaller, lk@dietrich.untertrifaller.com  
Wolfgang Kradischnig, DELTA, kradischnig@delta.at

### **Arbeitsgruppenmitglieder:**

Aida Santana-Sosa, FH Campus Wien, aida.santana\_sosa@fh-campuswien.ac.at  
Anton Wanas, Rubner Holzbau GmbH, anton.wanas@rubner.com  
Bernd Höfferl, pro:Holz, hoefferl@proholz.at  
Bernd Troppmann, Stora Enso, bernd.troppmann@storaenso.com  
Bernhard Egert, UBM Development, bernhard.egert@ubm-development.com  
Bernhard Rabenreither, rabiooffice@kabsi.at  
Daniel Spitz, KMDS Consulting, d.spitz@kmds-consulting.at  
Edina Majdanac, VATTER & PARTNER, e.majdanac@zt-vatter.at  
Florian Chmelik, SwieTimber, florian.chmelik@swietelsky.at  
Günther Sammer, Vasko + Partner, G.Sammer@vasko-partner.at  
Hannes Erber, PORR, hannes.erber@porr.at  
Jörg Koppelhuber, Koppelhuber<sup>2</sup> und Partner, joerg@koppelhuber-partner.at  
Martin Aichholzer, MAGK Architekten, aichholzer@magk.at  
Martin Braunrath, Handler, martin.braunrath@handler-group.com  
Michael Kamenik, CREE, michael.kamenik@creebuildings.com  
Peter Spreitzer, Acht Engineering, p.spreitzer@acht.at  
Valentino Sliskovic, VATTER & PARTNER, v.sliskovic@zt-vatter.at  
Wolfgang Perzl, KWI Engineers, wolfgang.perzl@kwi.at

### **Schlussredaktion & grafische Gestaltung:**

FINK | Kommunikations- und Projektagentur  
Hilde Renner - DESIGN

**Stand:** Oktober 2022

**Druck:** dze - Druckzentrum Eisenstadt

Alle Rechte am Werk liegen bei der IG LEBENSZYKLUS BAU

### **Haftungshinweis**

Das Werk, einschließlich seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung ist ohne Zustimmung des Vereins und der Autoren unzulässig. Dies gilt insbesondere für die elektronische oder sonstige Vervielfältigung, Übersetzung, Verbreitung und öffentliche Zugänglichmachung.

# 1. EINLEITUNG UND ZIELSETZUNG

Die Bau- und Immobilienwirtschaft ist ein bedeutender Wirtschaftssektor mit maßgeblichem Impact auf Mensch und Umwelt – Im Bereich des Rohstoff- und Energieverbrauchs, des Transport- und Abfallaufkommens und nicht zuletzt im Bereich der CO<sub>2</sub>-Emissionen durch Baustoffherstellung, Gebäudeerrichtung und -nutzung.

Trotz dieser bedeutsamen Rolle hat es in der Bauwirtschaft in den vergangenen Jahrzehnten zwar Bemühungen gegeben, die Energieperformance im Lebenszyklus von Gebäuden zu verbessern, größere Produktionsveränderungen und Produktivitätssprünge im Bereich der Gebäudeerrichtung hat es, vergleicht man mit anderen Branchen, aber kaum gegeben.

Einerseits bedingt durch die von Seite der EU - (Green Deal mit CO<sub>2</sub>-Neutralität 2050 und Taxonomieanforderungen) und bundesseitig (Österreich-Ziel der Klimaneutralität 2040) vorgegebenen Zielsetzungen und andererseits durch wirtschaftliche Notwendigkeiten (z.B. knappe Gewinnmargen der beteiligten Unternehmen, die Schaffung von leistbarem Wohnraum), wurden in den letzten Jahren intensivere Bestrebungen zu mehr Vorfertigung und Industrialisierung in der Bauwirtschaft vorgenommen.

Materialmäßige Ausführungen mit Holz- oder Holz-Hybrid haben zusätzliche Bewegung in diese Thematik gebracht. Die Vorteile sind zahlreich: Durch standardisierte Produktionsbedingungen können höhere Produktivitäten und bessere Qualitäten erzielt werden. Die Bauzeiten können maßgeblich reduziert werden, Skalierungseffekte nutzbar gemacht werden, Rückbaubarkeit verbessert werden usw.

Gegenwärtig gibt es daher bereits einiges an Literatur zu diesem Thema, insbesondere im Zusammenhang mit dem Holzbau, aber darin werden in der Hauptsache meist technische Aspekte behandelt. Daher hat es sich die IG Lebenszyklus Bau zum Ziel gesetzt, eine aus der Vorfertigung resultierende Prozessbetrachtung durchzuführen und einen objektiven Kriterien entsprechenden, aus einer materialneutralen Haltung entstehenden, Leitfaden zur Darstellung eines idealtypischen Prozessmodells zu erstellen.

Vorausgesetzt sei auch die Sichtweise, dass Systembau nicht die Pauschallösung für Problemstellungen jeglicher Art im Hochbau ist. Vielmehr ist der Systembau erst eine mögliche Folge nach klarer Anforderungsdefinition auf Auftraggeberseite (Quantität, Qualität, Nutzungsflexibilität, Nachhaltigkeit, Kosten, Termine), Berücksichtigung der Rahmenbedingungen (Grundstück, gesetzl. und normativer Rahmen,...) und grundsätzlicher architektonischer Lösung. Erst daraus ergibt sich eine Systemtauglichkeit des Projektes und es kann in weiterer Folge ein geeignetes Bausystem gefunden werden.

Initiiert von zwei Mitgliedsunternehmen der IG Lebenszyklus Bau, DELTA und Dietrich Untertrifaller Architekten, wurde ein interdisziplinäres Expertenteam zum Thema "Prozessmodell für Hybridbau und modularen Systembau", bestehend aus Vertreter:innen verschiedener am Immobilienlebenszyklus Beteiligter (Vertreter:innen von Hochschulen, Projektentwickler:innen, Architekt:innen und Fachplaner:innen, Systemhersteller:innen und ausführende Unternehmen) zusammengestellt.

In zahlreichen Arbeitsgruppen-Sitzungen, Gastvorträgen und Exkursionen wurde dieses Thema theoretisch und praktisch breit erörtert und diskutiert. Ergebnis ist ein kompakter Leitfaden, der das Ziel hat, in kurzer Zeit Überblick über dieses Themenfeld zu bringen.

Nicht jedoch soll und kann der Leitfaden das Bedürfnis detaillierter und vertiefter Aufarbeitung befriedigen. Dazu sei auf umfangreichere Werke im Literaturverzeichnis verwiesen.

Trotz der Beschränkungen durch die knappe Darstellung, finden sich im Leitfaden eine Vielzahl interessanter Aspekte, z.B. für den idealen Zeitpunkt der Einbeziehung des ausführenden Systembau-Unternehmens bei verschiedenen Abwicklungsmodellen genauso wie Hinweise auf Vor- und Nachteile verschiedener Materialvarianten in Bezug auf Brandschutz, Schallschutz oder Spezifika im Bereich Gebäudetechnik und Statik.

Daher wünschen Ihnen die Autor:innen beim Lesen dieses Leitfadens viele interessante und umsetzbare Erkenntnisse!

## 2. HYBRIDE UND MODULARE BAUWEISEN – BEGRIFFSDEFINITIONEN, ABGRENZUNGEN UND EIN VERSUCH ZUR GLIEDERUNG

„Die industrielle Herstellung aller Teile lässt sich erst im Fabrikationsprozess wirklich rationalisieren und die Arbeit auf der Baustelle wird dann ausschließlich einen Montagecharakter tragen und auf eine ungeahnt kurze Zeit beschränkt werden können.

Das wird eine bedeutende Verbilligung der Baukosten zur Folge haben. (...) Ich bin mir klar, dass das Baugewerbe hierdurch in seiner bisherigen Form vernichtet wird; wer aber bedauern würde, dass das Haus der Zukunft nicht mehr von Bauhandwerkern hergestellt werden kann, möge bedenken, dass auch das Automobil nicht mehr vom Stellmacher erbaut wird.“

(Quelle: Mies van der Rohe – 1924)

### WAS BRINGT DER SYSTEMBAU?

- **(Teilweise) Verlagerung der Bauwerkserstellung von der Baustelle (on-site) in eine Produktionsanlage (off-site)**
- **Ortsunabhängige Produktion von Bauteilen bzw. Bauwerken – Vorfertigung**
- Einsatz von automatisierten Fertigungsmethoden bzw. Serienfertigung – Industrialisierung
- **Einteilung von Bauteilen in Rastermaße – Standardisierung**
- Rationalisierung der Bauprozesse

### Hybridbau

Der Begriff „Hybridbau“ versteht den Einsatz von unterschiedlichen Baumaterialien (Holz, Stahl, Beton, etc.) in Kombination miteinander, oft auch mit verschiedenen Vorfertigungsgraden. Hybride Lösungen nutzen die jeweiligen Vorteile und Stärken der Werkstoffe um die Gebäudeanforderungen (Tragwerk, Bauphysik, etc.) im Zusammenwirken zu erreichen. Dadurch ergeben sich effiziente Bauelemente mit neuen Eigenschaften, die durch den schlichten Einsatz einzelner Werkstoffe unerreichbar sind.

#### **Systemhybrid** (hybrid im Gebäude) – Mischbauweise

- Kombination unterschiedlicher Tragsysteme
  - Z.B. Skelett- oder Schottenbauweise mit Ausfachungen Kombination von 1D, 2D- und 3D-Bauelementen
  - Z.B. Wand- und Deckenelemente in 2D-Elementen, Sanitärzellen in 3D-Raummodulen
- Kombination unterschiedlicher Materialien, jedoch bauteilbezogen
  - Z.B. Stiegenhauskern in Stahlbeton, Wände aus mehrschichtigen Holz-Riegelwandelementen, Stützen aus Holz



© Marcus Buck  
TUM Campus im Olympiapark,  
Dietrich | Untertrifaller, Rubner Holzbau GmbH

### **Materialhybrid** (hybrid im Bauteil- Schichten)

- Einzelne Bauteile bestehen aus mehreren unterschiedlichen Materialschichten, z.B. Holz-Beton-Flachdecke, Holz-Beton-Rippendecken, Beton-Stahl-Verbundstützen

### **Ergänzende Begriffsdefinition:**

- Als reinen Holzbau, verstehen wir ein Gebäude, bei dem die tragende Haupttragstruktur vorwiegend aus Holz besteht. Wobei erdberührende Bauteile aus nachvollziehbaren Gründen nicht aus Holz, sondern im Regelfall aus Stahlbeton ausformuliert werden.
- Stahlbeton (als Kombination von Beton mit Bewehrungsstahl) wird in diesem Leitfaden nicht als hybride Bauweise verstanden – die beiden Materialien bilden eine Einheit – d.h. sie würden „getrennt“ keine brauchbare Funktion erfüllen.
- Ebenso werden als Abgrenzung nur Bauteile betrachtet, die zwingend eine lastabtragende Funktion im Gebäude erfüllen.

## Modulares Bauen

**Modulares Bauen ist ein Bauverfahren, bei dem überwiegende Teile des Bauwerkes, wie etwa die Fassade aus vorgefertigten Bestandteilen, den Modulen, nach dem Baukastenprinzip zusammengesetzt werden. Die Außenwände und die Raumausstattung werden also nicht mehr vor Ort hergestellt, sondern dort nur noch montiert. Vorteile des Verfahrens sind eine verkürzte Bauzeit, die kostengünstigere Serienfertigung der Baubestandteile und, zumindest potentiell, wenn auch noch selten umgesetzt, die Erleichterung des Abbaus am Ende der Nutzungszeit mit anschließender Wiederverwertung der Materialien. (Wikipedia)**



*Ilse-Wallentin-Haus (BOKU),  
DELTA SWAP Architekten*

Eine eindeutige Definition ist in der Literatur und den momentan laufenden Diskussionen jedoch nicht zu entnehmen. Oft wird modulares Bauen, als Bauweise mit Raumzellen als 3D-Bauteile (Raummodule) verstanden – ein vorgefertigter Raum, der selbsttragend und stabil ist. Der Grad der Vorfertigung ist dabei nicht genau definiert, wobei eine möglichst vollständig ausgebaute Zelle anzustreben ist.

*Unter dem Begriff «Modul» wird in der Literatur eine komplexe Struktur eines vorgegebenen Elementes verstanden, welches seriell gefertigt und dreidimensional zusammengefügt werden kann. Zahlreiche Beispiele, vor allem aus jüngster Vergangenheit, wurden aus gänzlich vorgefertigten Holz-Modulen errichtet und stellen ein sehr hohes Niveau industriell vorgefertigter Holzbauten mit großer Fertigungstiefe dar. Dabei werden vor allem Hotelbauten, Wohnheime für Pflegebedürftige, und Studierende sowie Bauten mit ähnlich wiederkehrenden Raumsituationen (wie beispielsweise Schulneu- und -zubauten) durch komplette Module realisiert.*

*(Dissertation Holzbau in der Bauwirtschaft – ein Paradigmenwechsel hin zum Industriellen Bauen, Autor: Jörg Koppelhuber)*

## Systembau

Das Gesamtbauwerk wird aufgeteilt in vorgefertigte Module oder Bauelemente, die nach dem Baukastenprinzip ausgetauscht bzw. erweitert werden können. Die Vorfertigung erfolgt im Werk, die Montage erfolgt auf der Baustelle. Systembau ist grundsätzlich baustoffunabhängig.

### Standardisierung und Standardisierungsgrad

#### Standardisierung

Einteilung von Bauteilen in Raster. Bauen mit Elementen bzw. Modulen in einem Baukastensystem.

#### Standardisierungsgrad

Je mehr Bauteile des Gesamtbauwerkes standardisiert werden, desto höher ist der Standardisierungsgrad. Ein hoher Standardisierungsgrad bedeutet, dass die Bauteilmaße an ein fixes Raster gebunden sind.

Standardisierung unbedingte Voraussetzung für die Umsetzung / Implementierung des modularen Bauens.



© Felicitas Stocker, Werksbesichtigung Rubner Holzbau GmbH

### Vorfertigung und Vorfertigungsgrad

#### Vorfertigung

Ortsunabhängige Herstellung eines Bauteiles oder Bauwerkes in einem Werk (off-site). Herstellung von Bauprodukten unter Zuhilfenahme industrieller Arbeitsmethoden.

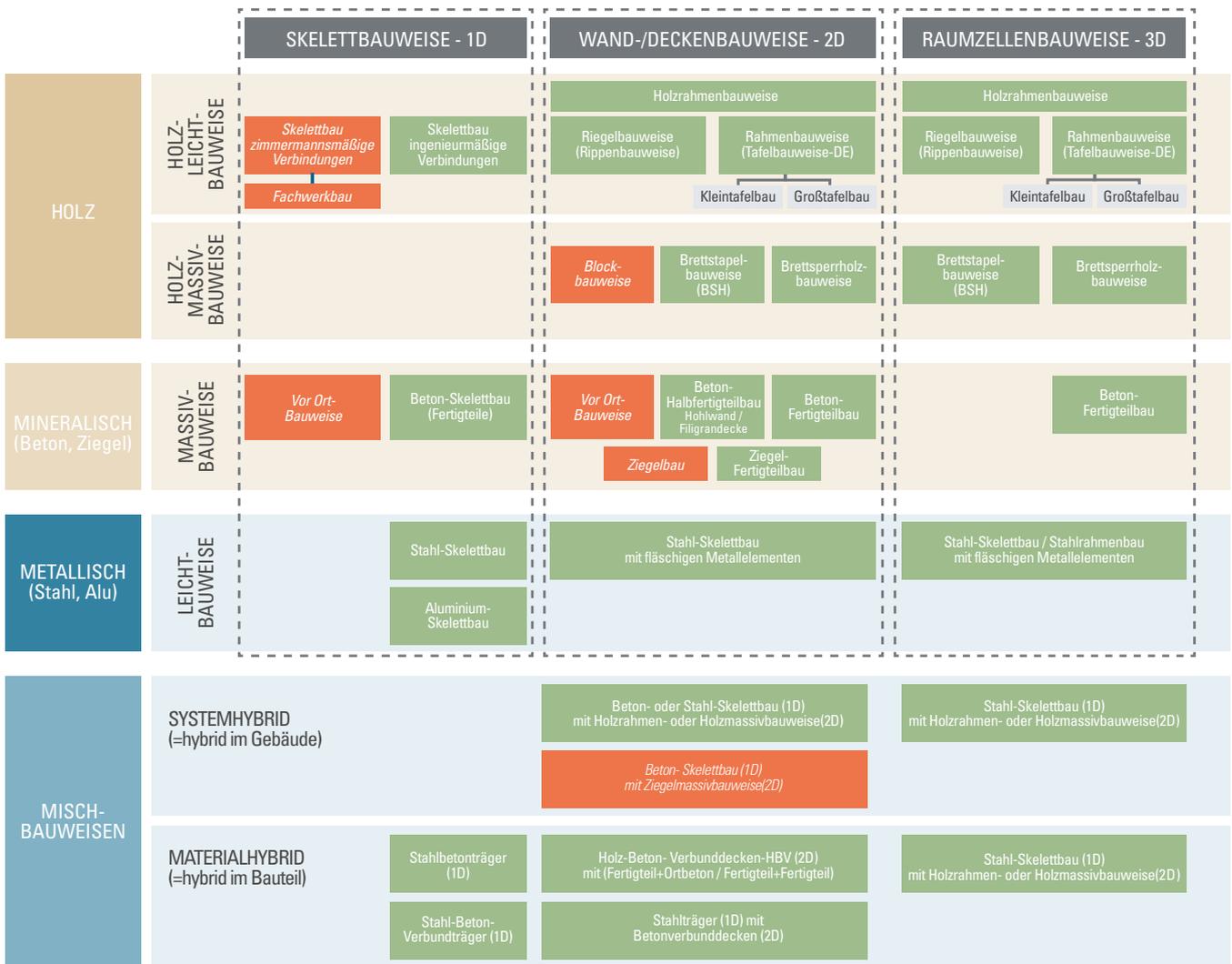
#### Vorfertigungsgrad

Je größer die Wertschöpfung im Werk, desto höher ist der Vorfertigungsgrad. Ein hoher Vorfertigungsgrad bedeutet, dass die notwendigen Arbeitsschritte auf der Baustelle ein Minimum erreichen.

- Vorfertigung ist eine unbedingte Voraussetzung für die Umsetzung / Implementierung der Fertigteilbauweise
- Vorfertigung bedeutet nicht zwingendermaßen mechanisiert bzw. industrialisiert

# SYSTEM-BAUWEISEN für tragende Bauteile

Vorfertigungsgrad  
Komplettierungsgrad



vor Ort    vorgefertigt

Hinweis: Die in dieser Grafik angeführten Bausysteme beziehen sich lediglich auf tragende Bau- und Mischsysteme (vertikal/horizontal lastabtragende oder Mischsysteme)

## Industrialisierung und Industrialisierungsgrad

### Industrialisierung

Anwendung von industriellen Produktionsprinzipien wie Mechanisierung, Automatisierung und Robotik.

### Industrialisierungsgrad

Je größer die Mechanisierung, Automatisierung bzw. der Einsatz von Robotik in der Bauwerkserstellung ist, desto höher ist der Industrialisierungsgrad.

- Ein hoher Industrialisierungsgrad bedeutet, dass die manuellen Arbeitsschritte auf der Baustelle bzw. im Werk ein Minimum erreichen.
- Industrialisierung ist eine unbedingte Voraussetzung für die Umsetzung / Implementierung des industriellen Bauens.

### 3. DER KONVENTIONELLE PROZESSABLAUF IN PLANUNG UND AUSFÜHRUNG – ANALYSE

Der konventionelle Projektablauf ist gekennzeichnet durch eine klare zeitliche Trennung der Vergabe an die Planung und an die Ausführung. Dies führt dazu, dass Ausführungs-Knowhow bei den Modellen Einzelvergabe und Paketvergabe nicht oder erst zu einem sehr späten Zeitpunkt in die Planung einfließt, was meist mit Umplanungskosten und Zeitverlust verbunden ist.

Grundsätzlich stehen je nach Möglichkeiten und Anforderungen unterschiedliche Abwicklungsmodelle zur Verfügung: In diesem Zusammenhang sollen nur 3 idealtypische Modelle betrachtet werden:

Modell 1: Einzelvergabe der Planung und der Errichtung

Modell 2: Paketvergabe an Planung und Errichtung (Generalplanung und Generalunternehmung)

Modell 3: Vergabe an einen Totalunternehmer (gemeinsame Vergabe der gesamten Planung und Errichtung)

Je nach Abwicklungsmodell nimmt der auftraggeber:innenseitige Koordinationsaufwand und damit das Koordinationsrisiko von Modell 1 über Modell 2 zu 3 ab. Jedoch entstehen üblicherweise für den delegierten Aufwand auf Seite des Generalplaners, Generalunternehmers oder Totalunternehmens

#### Modell 1 Einzelvergaben (Planungs- und Errichtungsleistungen werden getrennt vergeben)

Dieses Vergabemodell bildet einen oft gewählten konventionellen Prozessablauf ab. Die Grundlagenerhebung mit der Nutzer:in und die Festlegung einer fixierten und freigegebenen Grundlagendefinition ist bei allen Vergabemodellen gleich und eine unabdingbare Voraussetzung.

Damit wird bei diesem Modell die Lösung der Planungsaufgabe und die Lösung der Bauaufgabe getrennt vergeben.

Bei diesem Vergabemodell besteht jedoch die große Gefahr, dass die Nutzer:in von seiner/ihrer freigegebenen Grundlagendefinition wieder abweicht oder diese laufend weiter verfeinert. Insbesondere muss der Bauherr bei diesem Modell auch die Projektleitung für die Planungskoordination übernehmen.

Der große Nachteil bei diesem Vergabemodell in Bezug auf den gewünschten Systembau ist, dass aufgrund der erst sehr späten Einbeziehung des Ausführenden nach Abschluss der Planung eine integrale Planung nicht möglich ist. Dadurch kann es nach erfolgter Beauftragung an das Systembauunternehmen zu Änderungen aufgrund von Anpassungen und Schnittstellenproblematiken in der Werkplanung kommen. Konsequenz für die/den Auftraggeber:in: Das verursachte Termin- und Kostenrisiko ist zu tragen.

Weiters können Optimierungsvorschläge im Systembau mit Einsparungspotenzial für die Auftraggeberschaft oft nur mit Neuplanungen realisiert werden. Dazu sind gesamthafte Wirtschaftlichkeitsüberlegungen erforderlich, die zu diesem späten Zeitpunkt meist weder zeitlich, noch rentabel umgesetzt werden können. Damit ist die Gefahr gegeben, dass das vorhandene Systembau-Potenzial nicht in vollem Ausmaß wirksam wird.

#### Modell 2 Paketvergaben (P) (Vergabe an Generalplaner sowie Generalunternehmer)

Bei diesem Vergabemodell entfallen für den Bauherrn die Koordinierungsaufgaben in der Planung und in der Ausführungsphase. Die Projektleitung Planung wird hier von der Generalplanung wahrgenommen. Diese hat insbesondere die Architektur und sämtliche Fachplanungsgewerke zu koordinieren.

Allerdings ist auch bei diesem Vergabemodell eine integrale Planung mit dem ausführenden Unternehmen nicht möglich, da die Vergabe der Ausführung erst nach Fertigstellung der Planung erfolgt.

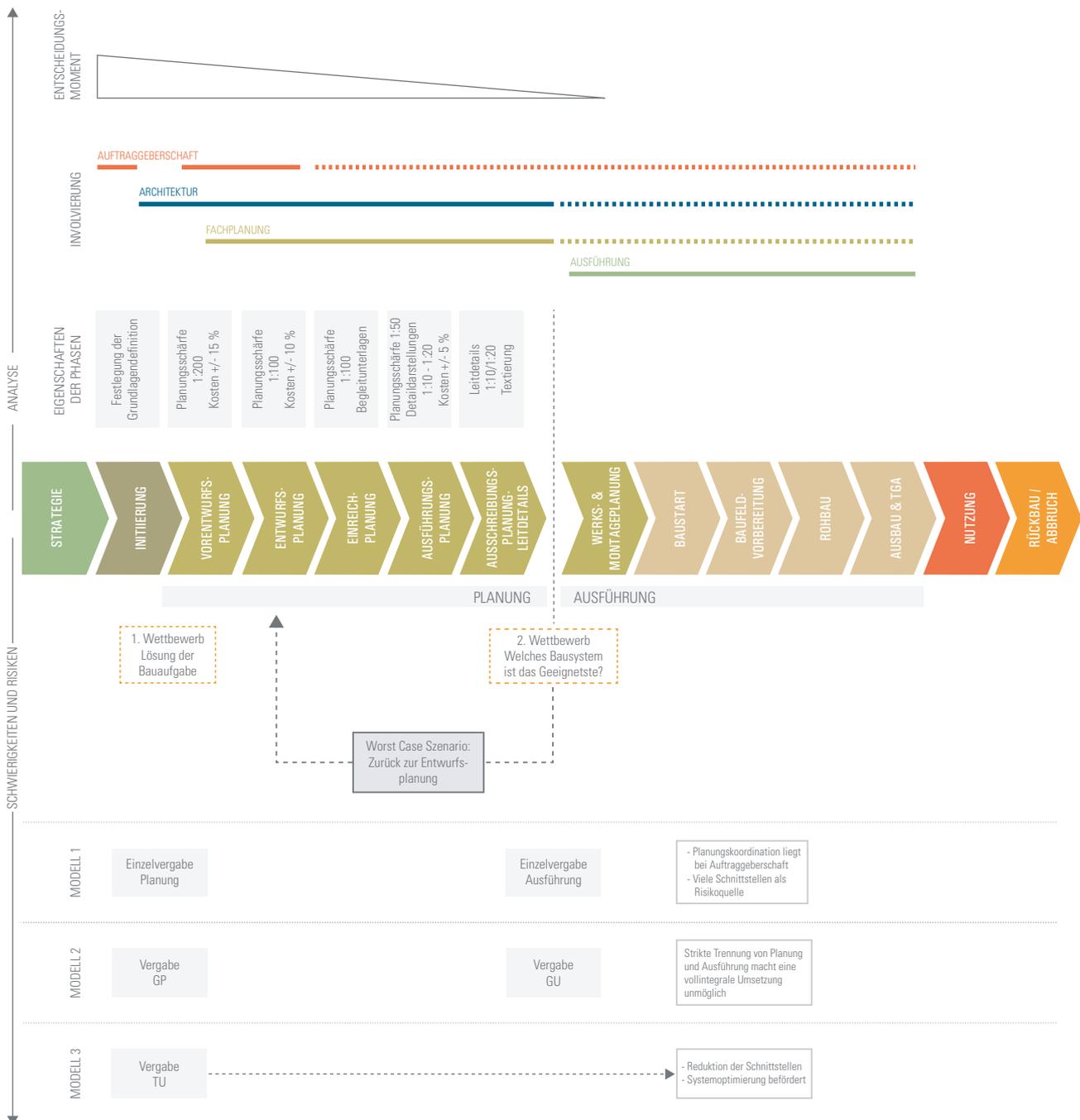
Dadurch können die gleichen Problemstellungen wie bei Vergabemodell 1 entstehen.

## Modell 3 Vergabe Totalunternehmer 1 (PE) (Planung und Errichtung) (PE)

Dieses Modell erfüllt den Anspruch einer gesamtheitlichen, integralen Planung.

Grundvoraussetzung ist auch hier die freigegebene Grundlagendefinition des Bauherrn. Eine Änderung dieser Grundlagendefinition durch die Auftraggeberschaft führt jedoch auch hier zu einer Gesamtkostenbetrachtung der Auftragnehmer:in (des Totalunternehmers).

Das Spezialunternehmen Systembau kann hier selbst als Totalunternehmer agieren oder kann vom Totalunternehmer als Subunternehmer bereits mit Beginn der Vorentwurfsplanung in den Planungsprozess integriert werden. Damit ist ein optimierter Planungsprozess unter Einbeziehung des technischen Wissens seitens des ausführenden Unternehmens möglich. Die Schnittstellen der Generalplanung mit der Werkplanung der Ausführung werden von Beginn an proaktiv im integralen Planungsprozess gelöst.



## 4. TECHNISCHE UND PROZESSUALE BESONDERHEITEN HYBRIDEN UND MODULAREN BAUENS

### Allgemein

Die Entscheidung für das am besten geeignete Bausystem und den damit verbundenen Vorfertigungsgrad erfordert die Berücksichtigung einer Vielzahl von Parametern und hat weitreichende Auswirkungen auf die Gesamtkonfiguration eines Projekts.

Entscheidend ist dabei die Bauaufgabe und nicht unbedingt die Erreichung eines höheren Vorfertigungsgrades des Systems. Nicht alle Projekte funktionieren besser, je höher der Vorfertigungsgrad ist.

Die zahlreichen Parameter, die für die optimale Auswahl der Systeme erforderlich sind, müssen bereits in einem sehr frühen Planungsstadium berücksichtigt werden, z. B. die Gebäudetypologie, die Gesamtabmessungen und die Zugänglichkeit des Gebäudes, die Abmessungen und Mengen der Elemente selbst sowie die geplante Bauzeit und das Budget.

Parallel dazu müssen verschiedene Systemanforderungen in Bezug auf Transport, Verfügbarkeit von Lieferanten und von Materialien, Montagezeit, Koordinationsaufwand, sowohl im Werk wie auf der Baustelle, und die daraus resultierenden Kosten, Zeiten und Risiken abgewogen werden. Bestimmte Bereiche eines Gebäudes sind wesentlich komplexer als andere und erfordern einen höheren Installations- und Koordinierungsaufwand, wie z. B. Nassräume oder Räume mit einem hohen Anteil an Haustechnik als einfache Räume oder Zimmer. Daher erfordert die Entscheidung für ein System eine gründliche Untersuchung der spezifisch unterschiedlichen Rahmenbedingungen und Anforderungen des bestimmten Projekts mit seinen verschiedenen Bereichen als auch eine Abwägung der Eigenschaften und Leistungen der einzelnen Systeme, um eine optimale Lösung zu finden. Im Rahmen dieser Detailstudie sind auch Mischformen von Flächenelementen und Raummodulen denkbar. So wäre es beispielsweise sinnvoll, Badmodule und hochtechnische Ausstattungsmodule als Raumzellen mit einem entsprechend hohen Vorfertigungsgrad zu produzieren, während weniger komplexe Bauteile wie Wände und Decken in 2D-Elementen, eventuell mit Fenstern und Fassade, hergestellt werden könnten.

Innerhalb dieses Spektrums an Möglichkeiten sind nicht nur die technischen Aspekte (siehe Matrix) zu berücksichtigen, sondern auch das unterschiedliche Planungs-Know-how und eine differenzierte Herangehensweise an jedes System. Darüber hinaus sind 2D-Elemente flexibler als räumliche Module, was direkt mit der Geometrie der Grundstücke und der Bauaufgabe zusammenhängt.

Die intelligente Kombination verschiedener Systeme umfasst auch die Kombination verschiedener Baumaterialien, wobei die spezifischen Eigenschaften, Toleranzen und Befestigungen im Detail zu berücksichtigen sind. Auch die Frage der unterschiedlichen Oberflächen muss berücksichtigt werden, denn Wände, die vor Ort nicht weiterbearbeitet werden müssen, sind oftmals günstiger als solche, die noch Bearbeitung benötigen. Diese optische Qualität bei geringerem Arbeitsaufwand auf der Baustelle erfordert jedoch besondere Sorgfalt in der Werkstatt wie auch auf der Baustelle und beim Transport, um Risse, Flecken und eventuelle Schäden zu vermeiden.

Alles in allem ist das Hauptziel der intelligenten Auswahl des richtigen Systems und gegebenenfalls seiner Kombination eine reduzierte Bauzeit mit weniger Koordination auf der Baustelle und eine optimale Qualität der Ausführung. Langfristig könnten durch Serieneffekte, bei denen Module auf andere Bauaufgaben übertragbar werden, erhebliche Kostensenkungen erzielt werden.

- Kreislauffähigkeit (Wiederverwendung etc.)
- Ressourcenschonende Herangehensweise
- Verwendung nachwachsender Rohstoffe
- CO<sub>2</sub> (auch graue Energie)
- Montagebau – Demontage (auch reparieren, ersetzen, aufstocken, nachverdichten)

In der folgenden Matrix wurde versucht, für eine Auswahl von möglichen Bauweisen die prozessualen und technischen Spezifikationen zu gliedern und darzustellen – aufgeschlüsselt nach den beteiligten Professionen und den spezifischen Thematiken in der Abwicklung von Hybridbauten und modularen Systembauten.

# BESONDERHEITEN DER BAUWEISEN AUS DER PERSPEKTIVE DER FACHEXPERTISEN

AUFTRAGGEBER / BAURECHT		ARCHITEKTUR / PLANUNGSPROZESS		BAUPHYSIK / BRANDSCHUTZ		STATIK / TRAGWERK		GEBÄUDETECHNIK		VORFERTIGUNG / PRODUKTION		LOGISTIK / TRANSPORT		BAUSTELLENABLAUF / MONTAGE		UMNUTZUNG		KREISLAUFFÄHIGKEIT																	
Allgemein	Spezifisch	Allgemein	Spezifisch	Allgemein	Spezifisch	Allgemein	Spezifisch	Allgemein	Spezifisch	Allgemein	Spezifisch	Allgemein	Spezifisch	Allgemein	Spezifisch	Allgemein	Spezifisch	Allgemein	Spezifisch																
<p><b>1. Fixierung Bauaufgabe</b> <b>2. Wahl des Bausystems</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Genauere Festlegung <b>Anforderungen AG</b></li> <li><b>Materialoffene Herangehensweise</b> nur bis <b>Systemfestlegung</b> möglich (Flächenausnutzung abhängig von Bauteilstärken)</li> <li>Unterschiede <b>Flächenausnutzung</b> durch <b>Systemwahl</b> beachten! (Flächenwidmung &gt; Gebäudehöhen)</li> <li><b>Sichtoberflächen?</b> (Holz, Stahl) – Auswirkung auf Brandschutz, Bauteilstärken / Querschnitte etc.)</li> </ul>		<p><b>Alle Holzbauweisen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Holzbaugespezifische Anforderungen</b> klären</li> <li><b>Durchlaufende Stützen</b> – Schallschutz bei sensiblen Räumen!</li> <li><b>Schallschutz bei Sichtholz</b> – Stärkerer Außenwandaufbau!</li> <li><b>Dichte Anschlüsse!</b> – Keine Dampfbremse</li> <li><b>Luft- und Trittschallschutz</b> – Mehr Schüttung (=Masse) – Bei Sichtholzoberflächen schlechter!</li> <li><b>Vorbeugung Feuchteschäden</b> – Installationsebenen</li> </ul> <p><b>BAUPHYSIK:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Schallschutz:</b> Höherer/stärkerer Aufbauten – Maßnahmen durch Leichtbau</li> <li>Umfangreichere <b>Anforderungen an Bauphysik &amp; Brandschutz</b></li> <li><b>Vermeidung von nicht trennbaren Bauteilen</b></li> </ul> <p><b>BRANDSCHUTZ:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Bauteil-Anschlüsse &amp; Fügungen</b> – Geprüfte Systeme? – Geprüfte Verbindungsmittel? (Schlitzeleiche kaum sinnvoll)</li> <li><b>Sichtoberflächen</b> – Brennbares Sichtoberflächen (Holz)? – Verkleidung oder andere Maßnahmen? – Größere Dimensionierung der Bauteile (herstellerabhängig)</li> <li><b>Frühstmögliche Einbindung Brandschutzbeauftragten</b> – Klärung Leistungsumfang – Verschiebung/Vorzählung Leistungsphasen</li> </ul>	<p><b>Alle Holzbauweisen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Lastabtragung</b> – Gut bis zum 5. Geschoß – Schwierig ab 6. Geschoß – Unmöglich ab 7./8. Geschoß – UG &amp; EG immer in Massivbauweise (STB)</li> <li><b>Alle Holzbauweisen:</b></li> <li><b>Leitungsführung</b> Parallel / quer zu Träger – Frühe Festlegung der Haupttrassen in der Planung</li> <li><b>Anlagentechnischer Brandschutz</b> – Sprinklersystem?</li> </ul> <p><b>Frühe Festlegung HKLS-Öffnungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Schächte als Fertigteile</b></li> <li><b>Vorfertigungsgrad?</b> – Installationsebene? – vorgefertigt oder nachträglich? (Besser nachträglich für Umnutzbarkeit / Nachrüstung) – Anzahl / Position der Installationen abhängig von Nutzungsart</li> <li><b>Installationsfreie Außenwände</b></li> <li><b>Frühzeitige Einbindung Haus-techniker</b></li> <li><b>BIM als gute Grundlage</b> – ersetzt aber keine integrale Planung</li> <li><b>Umnutzbarkeit &amp; HKLS</b> – Höherer Vorfertigungsgrad – Schwierig ohne Angreifen der Tragstruktur – Frühe Einplanung durch Umnutzungskonzept</li> </ul>	<p><b>Alle Holzbauweisen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>"Luxus"-Material</b> für hohe/konzentrierte Lasten (Kostenintensiv) – Verbindung mit Beton (Hybrid) – Massivere Querschnitte (Knicken)</li> <li><b>Größere Spannweiten</b> möglich</li> <li>Einsatz bei Hochhäusern / Hallentragwerken / zum Abtragen hoher Lasten</li> <li><b>Geringe Toleranzen</b> standardisiert</li> </ul> <p><b>Abtragung horizontaler Lasten</b> – Immer Mischsystem – Aussteifung mit Wandscheiben</p> <p><b>Brandschutz</b> – Höhere Bauteilstärken (Holz) – Toleranzen sind nicht standardisiert</p> <p><b>Frühstmögliche Einbindung Statik</b> – Bei <b>Holzbau: Kompetent</b></p>	<p><b>Alle Holzbauweisen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Gute Wärmeleitung / Wärmebrücken</b> – Thermische Trennung – Wärmeisolierung!</li> <li><b>Durchlaufende Stützen</b> – Schallschutz bei sensiblen Räumen!</li> <li><b>Brandschutz / Schallschutz</b> – Aufbau höher als in Stahlbeton – Kombination mit Stahlbeton (Nie reiner Stahlbau)</li> <li><b>Brandschutz-Maßnahmen</b> – Beschichtung oder – Kombination mit Beton (Größere Dimensionierung bei Stahl unwirtschaftlich)</li> <li><b>Schallschutz</b> – Gut durch Masse – Speichermasse für Bauteilaktivierung</li> <li><b>Wärmeschutz</b> – Thermische Trennung (Systemlösungen) – Luftdichtheit, Anschlüsse (Stöße, Wartungsfugen)</li> </ul>	<p><b>Alle Holzbauweisen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Leitungsführung</b> Parallel / quer zu Träger – Frühe Festlegung der Haupttrassen in der Planung – Kommt auf das System an – Leitungsführung einfacher möglich durch nachträgliche Ausbesserung von Schwachstellen – Umnutzbarkeit auch einfacher</li> <li><b>Anlagentechnischer Brandschutz</b> – Sprinklersystem? – Kühlung Bauteile (Abminderung Brandlasten)</li> </ul>	<p><b>Vorbereitung eines reibungslosen Baustellenablaufs</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Witterungsunabhängig im Werk</b></li> </ul>	<p><b>Vorfertigungsgrad = Gering</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Integration außenliegender Stützen in Außenwandelemente – Kein reiner Skelettbau mehr! – Mischbauweise</li> </ul> <p><b>Tafelbauweise</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Teilweise gewerkeübergreifende Vorfertigung der Bauteile (Holzfenster hier einfacher integrierbar als bspw. Alufenster)</li> </ul> <p><b>Vorfertigungsgrad = Gering</b> (Hoher Vorfertigungsgrad zwar machbar, wird aber kaum praktiziert) – Hoher Aufwand (unwirtschaftlich) – Höherer Aufwand bei Transport &amp; Lagerung – keine Wertschöpfung</p>	<p><b>Durchlaufende Stützen</b> – Max. Länge = 3 Geschoße</p>	<p><b>Vorfertigungsgrad = Gering</b> – Hoher Montage-Aufwand – hohe Anzahl an Bauteilen (Stützen)</p> <p><b>Bei höherem Vorfertigungsgrad</b> – Schneller <b>dichte Gebäudehülle</b> – Ausbau kann früher beginnen</p> <p><b>Vorfertigungsgrad = Gering</b> – Hoher Montage-Aufwand</p>	<p><b>Witterungsschutz</b> (Holz)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Schutz vor <b>Beschädigung</b></li> <li>Transportfähige <b>Dimensionierung</b> der Bauteile (Elementhöhen etc.)</li> <li><b>Sicherungsmaßnahmen KEIN</b> Nachteil für Bauzeit (bei hohem Vorfertigungsgrad)!!</li> <li><b>Verkehrswege</b> zur Erschließung der Baustelle beachten (Autobahnnahe, Tunnel, Unterführungen, Straßenbreiten etc.)</li> </ul>	<p><b>Witterungsschutz</b> (Holz &amp; Stahl &gt; temporär)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Schutz vor <b>Beschädigung</b> – Sensibilisierung für Sichtholz!</li> <li>Vermeidung <b>ummöglicher Transportwege</b> und Zwischenlagerungen</li> <li>Frühe Vorbereitung <b>Montageablaufplanung</b></li> </ul>	<p><b>Mögliche Umnutzungsmöglichkeiten</b> eruieren (auch mit potenziellen Erweiterungen &amp; Aufstockungen) – Umnutzungskonzept für Zukunft</p> <p><b>Andere zukünftige Nutzungen</b> – Unterschiedliche Raumhöhen &amp; Aufbauten kalkulieren – Reservflächen – Haustechnik für Umplanung vorsehen</p> <p><b>Positionierung tragender Wandscheiben</b> für mögliche Zusammenlegung von Einheiten – Unterfangungskonzept</p>	<p><b>Skelettbauweise</b> – Flexibel durch <b>Trennbauteile in Leichtbauweise</b> (bis auf aussteifende Wandscheiben)</p> <p><b>Umnutzbarkeit durch Installations-ebenen und Trennbauteile in Leichtbauweise</b> – Auch gut für Instandhaltung durch leichtere Austauschbarkeit</p>	<p><b>Kreislauffähigkeit Holzbau-Systeme:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Je mehr Anteil desto geringer die Recyclingfähigkeit – Wiederverwendung der Bauteile?</li> <li><b>Zusammensetzung</b> Leimart?</li> <li><b>Achtung bei Materialwahl!</b> – Je größer der Materialwert desto höher der Wiederverwendungsgrad – Je höher die Qualität desto geringer wahrscheinlich die Umweltbelastung bei der Demontage – Schallschutz Material Installationsebenen beachten – Generell Augenmerk auf die Umweltauswirkungen sämtlicher Baustoffe (Tragkonstruktion &amp; sekundäre Bauteile) – (CO2, Treibhausgase, graue Energie etc.)</li> <li>Möglichst <b>mechanische Befestigungen</b> verwenden – <b>Klebung vermeiden!!</b></li> <li><b>Kreislauffähigkeit nur im Zusammenhang mit Lebenszyklus(kosten)betrachtung</b> möglich! – EU Taxonomie – Wartungs- &amp; Austauschzyklen beachten</li> <li><b>Regelungen / Vorschriften zur Verwendung von "gebrauchten" Bauteilen</b> – Qualitäten etc. – Verfügbarkeit</li> <li><b>Umweltbelastung bei Zerlegung?</b> – Energieaufwand</li> </ul>	<p><b>Skelettbau sehr gut zerlegbar</b> – <b>Geringer Vorfertigungsgrad</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Umgang mit <b>Trennbauteilen?</b></li> </ul> <p><b>Je höher der Vorfertigungsgrad desto geringer die Kreislauffähigkeit</b> – Anteil Kompositbauteile höher</p> <p><b>Je höher der Vorfertigungsgrad desto geringer die Kreislauffähigkeit</b> – Anteil Kompositbauteile höher</p>	<p><b>Skelettbau sehr gut zerlegbar</b> – <b>Geringer Vorfertigungsgrad</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Gute Wiederverwendbarkeit</b> – Langlebigkeit – Wiederverwendbar als ein Bauteil (leichter bei Stab-Bauteilen)</li> <li><b>Gute Wiederverwertung Stahl</b> – ABER Beschichtungen und Verkleidungen beachten</li> <li><b>Erschwerte Trennbarkeit bei Verschweißungen</b> – Mechanische Befestigungen</li> </ul> <p><b>Geringe Wiederverwendbarkeit einzelner Bauteile</b> – ABER Wiederverwendung der Bestandteile (z.B. als Zuschlagstoffe &gt;&gt; Downgrading = geringere Verwertbarkeit)</p> <p><b>Darzeit Deponiekosten zu gering</b> – <b>Nicht förderlich</b></p>																		

# UNTERSCHIEDE IN DEN FERTIGUNGSWEISEN

<p><b>BAUSTELLENFERTIGUNG</b></p>	<p><b>VORTEILE DIESES PROZESSES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Änderungen im Zuge des Bauens, ohne erhebliche Kosten oder Zeitverlust zu verursachen, grundsätzlich möglich.</li> <li>■ Leistungserbringung der Fachplaner und Konsulenten erstrecken sich baubegleitend, über die Gesamtprojektzeit.</li> <li>■ Der Baufortschritt ist ab Baubeginn bis Fertigstellung, durchgehend, vor Ort sichtbar.</li> </ul> <p><b>NACHTEIL DIESES PROZESSES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Anteil Bauzeit auf Baustelle hoch.</li> <li>■ Höherer Aufwand in der Qualitätssicherung auf der Baustelle.</li> <li>■ Komplexe Baustellenlogistik erforderlich.</li> <li>■ Hoher Flächenbedarf auf Baufeld.</li> <li>■ Witterungseinflüssen ausgesetzt.</li> <li>■ Anteil Verschwendungen an wertschöpfenden Arbeiten und Materialien hoch.</li> </ul>
<p><b>BAUEN MIT FERTIGTEILEN (Geringer Komplettierungsgrad)</b></p>	<p><b>ACHTUNG!</b> Für das Bauen mit Fertigteilen müssen alle Anschlussdetails gelöst sein!</p> <p><b>VORTEILE DIESES PROZESSES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Schneller Durchlauf in der Produktion</li> <li>■ Schnelle Montage</li> <li>■ Auch kleinere Unternehmen sind mit diesen Bauablauf vertraut</li> <li>■ Parallel zur Fertigteilmontage können Innen- und Außenarbeiten verrichtet werden</li> <li>■ Keine Naturmaße für Fenster bzw. Türbestellungen mehr notwendig – Planmaße sind relevant – somit kein Zeitverlust</li> <li>■ Frühzeitige Entscheidungserfordernis der Auftraggeberschaft.</li> </ul> <p><b>NACHTEIL DIESES PROZESSES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Eventuell mehrere Schnittstellen</li> <li>■ Wetterabhängigkeit beim Aufbringen der Außenhülle.</li> <li>■ Der Vorteil der „in house“ Produktion wie bei 2D und 3D geht verloren.</li> <li>■ Mehr Planungsaufwand in der Startphase</li> </ul>
<p><b>VORGEFERTIGTE 2D ELEMENTE (Hoher Komplettierungsgrad)</b></p>	<p>◆ Freigegebene Ausführungsplanung*</p> <p><b>VORTEILE DIESES PROZESSES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Serielle Produktion möglich.</li> <li>■ Montage vor Ort in kurzer Zeit.</li> <li>■ Ausführungsqualität hoch.</li> <li>■ Ideale ergonomische Arbeitsbedingungen.</li> <li>■ Anteil Verschwendungen an wertschöpfenden Arbeiten und Materialien gering.</li> <li>■ Bei Rückbau hoher Wiederverwertungsanteil (Kreislaufwirtschaft), daher ressourcen- und kostenschonend.</li> <li>■ Geringe Belästigung der Baustellenanrainer (Lärm, Staub)</li> <li>■ Geringe Gewerke - Schnittstelle auf der Baustelle</li> </ul> <p><b>NACHTEIL DIESES PROZESSES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Zwischenlagerkapazitäten im Werk notwendig.</li> <li>■ Höherer Planungsaufwand in früheren Phasen.</li> <li>■ Entsprechende Infrastruktur zur Vorfertigung beim ausführenden Unternehmen erforderlich.</li> </ul>
<p><b>RAUMZELLENBAU (Vorgefertigte 3D Module / Hoher Komplettierungsgrad)</b></p>	<p>◆ Freigegebene Ausführungsplanung*</p> <p><b>VORTEILE DIESES PROZESSES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Serielle Produktion möglich.</li> <li>■ Montage vor Ort in kurzer Zeit.</li> <li>■ Ausführungsqualität hoch.</li> <li>■ Ideale ergonomische Arbeitsbedingungen.</li> <li>■ Anteil Verschwendungen an wertschöpfenden Arbeiten und Materialien gering.</li> <li>■ Bei Rückbau hoher Wiederverwertungsanteil (Kreislaufwirtschaft), daher ressourcen- und kostenschonend.</li> <li>■ Geringe Belästigung der Baustellenanrainer (Lärm, Staub)</li> <li>■ Geringe Gewerke - Schnittstelle auf der Baustelle</li> </ul> <p><b>NACHTEIL DIESES PROZESSES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Zwischenlagerkapazitäten im Werk notwendig.</li> <li>■ Höherer Planungsaufwand in früheren Phasen.</li> <li>■ Entsprechende Infrastruktur zur Vorfertigung beim ausführenden Unternehmen erforderlich.</li> </ul>

## Besonderheiten der unterschiedlichen Fertigungsweisen

### Baustellenfertigung

Hier handelt es sich um die klassische Bauart, welche den Schwerpunkt der Produktion, vor Ort auf der Baustelle, innehat. Modularer Systembau ist hier nicht vorgesehen!

Die Ausführungsplanung erfolgt zu meist baubegleitend und erstreckt sich von der Rohbauphase, über die Ausbauphase, bis hin zur Fertigstellung. Die Produktion erfolgt vor Ort, sämtliche für den Bau benötigte Ressourcen müssen erst separat zur Baustelle transportiert und vor Ort, unter Einfluss der vorherrschenden Witterung, zu Bauteilen zusammengefügt werden. Klassische Vertragsmodelle wie Generalplaner-/Generalunternehmer-Vertrag, oder Vergabe in Einzelgewerken kommen hier hauptsächlich zur Anwendung.

### Bauen mit Fertigteilen

Beim Bauen mit Fertigteilen ist die integrale Planung ein wesentlicher Bestandteil. Da in der Werkplanung für die Produktion meist schon Details wie Steckdosenbohrungen, Lüftungsdurchbrüche sowie exakte Maße der Tür- und Fensterauschnitte fixiert sein müssen, ist bei der Erstellung der Werkplanung die letzte Möglichkeit Details zu ändern. In der Produktion werden dann die Fertigteilenelemente auf großen Bearbeitungsportalen vorbereitet und soweit bearbeitet, dass sie auf der Baustelle lediglich verbunden und fixiert werden müssen. Die Montage der Elemente erfolgt auf der Baustelle durch zwei bis drei Bearbeiter:innen und eine Kranfahrer:in. Nach Fertigstellung des Fertigteil-Rohbaus erfolgt der Ausbau, der Einbau der Fenster und Türen sowie die Aufbringung der Dämmung und die Montage der Fassade.

### Vorgefertigte 2D Elemente

Elemente mit hohem Vorfertigungsgrad entstehen durch die Verwendung verschiedener Baustoffe, Bauteilen und Komponenten, die im Werk zu einem montagefertigen Element zusammengebaut werden. Diese Bauteile und Komponenten (z.B. Fenster, Sonnenschutzelemente, Fassadenbekleidungen) benötigen ihrerseits wieder eine Werkplanung und entsprechend lange Vorlaufzeiten. Die Ermittlung der relevanten Terminabläufe aller Materialien haben einen direkten Einfluss auf die integrale Planung, da sie die erforderlichen Planungsmeilensteine vorgeben. Auch direkte Bauherrenentscheidungen sind hier oft involviert.

### Raumzellenbau

Bei dieser Bauart liegt der Schwerpunkt der Produktion in den Werkstätten der ausführenden Unternehmen. Die Stärken des modularen Systembaus können hier voll ausgeschöpft werden. Der Planungsprozess, im speziellen die Ausführungsplanung, muss integral, sprich mit allen Fachplaner:innen und ausführenden Unternehmen erfolgen. In jedem Fall hat der Ausführungsplanungsprozess vor Produktionsbeginn abgeschlossen zu sein. Die Produktion erfolgt in witterungsunabhängigen Werkstätten und wird mit einem sehr hohem Vorfertigungsgrad (bis zu fertigen Oberflächen) in hoher Qualität ausgeführt. Die Produktion erfolgt in vordefinierten Takten, gleich einer Fließbandproduktion. Die Montage der Raumzellen vor Ort auf der Baustelle erfolgt in einem vergleichbar kurzem Zeitfenster. Neue Vertragsmodelle wie z.B. der Allianzvertrag, gewinnen vor allem bei dieser Bauart an Bedeutung und bürgen für eine gemeinschaftliche Abwicklung des Projekts auf Augenhöhe aller Beteiligten.



# 5. VERSUCH EINES IDEALTYPISCHEN PROZESSMODELLS

## Allgemein

Grundlage zur Ermittlung idealtypischer Prozessmodelle waren drei verschiedene Vergabemodelle: Allianzmodell, Totalunternehmen-Verfahren und getrennte Vergabe an Planung und Ausführung.

Der Anspruch der Autor:innen ist an der Stelle den Anwender:innen eine Grundstruktur zur Verfügung zu stellen, die projektspezifisch angepasst werden kann und soll. Prozesse müssen flexibel sein, es kann nie nur den einen Prozess geben, der alle Eventualitäten einfängt. Projektabläufe müssen immer im Kontext der Projektparameter aufgesetzt werden.

Grundsätzlich gilt es festzuhalten, dass die Auftraggeberschaft die Vorgabe machen muss, das zu erzielende Projekt als Systembau umzusetzen. Außerdem besteht die Notwendigkeit, dass alle Projektbeteiligte eine Systembau-Affinität vorweisen.

## Variante A | Allianzmodell

Variante A beschreibt die Vergabe nach einem Allianzmodell. Bei diesem bekommt ein Team aus Planung und Ausführung den Zuschlag, das aufgrund von Referenzen, Organisation und Herangehensweise ausgewählt wird.

Die Lösung der Bauaufgabe (1. Wettbewerb) und die Findung des geeignetsten Bausystems (2. Wettbewerb) findet integral zwischen Auftraggeberschaft, Planung und Ausführung statt.

Über dieses Modell kann die maximale Effizienz in der Abwicklung wirksam werden, da das gesamte Know-how ganzheitlich und partnerschaftlich einfließen kann. Dadurch können alle Vorteile des Systembaus genutzt werden.

Um in einer solchen Abwicklung eine Zusammenarbeit auf Augenhöhe sicherzustellen, empfehlen die Autor:innen, das Beteiligten-Team durch ein Kooperationsmanagement zu unterstützen.

Ein allianzorientiertes Aufsetzen des Projektes minimiert die Gefahr einer konfliktreichen Abwicklung.

## Variante B | Totalunternehmung

Variante B beschreibt die Vergabe nach einem Total-Unternehmer-Prinzip. Der Zuschlag wird auf Grundlage der gelösten Bauaufgabe (1. Wettbewerb) und der Findung des geeignetsten Bausystems (2. Wettbewerb) erteilt.

Im Anschluss kann eine vollintegrale Planung abgewickelt werden.

Diese Herangehensweise kann dazu führen, dass ein Entwurf aufgrund des nicht vorhandenen Inputs der Auftraggeberschaft in der Entwurfsfindung zu einer Adaptierung der Planung nach Vergabe führt.

Um auch in einer solchen Abwicklung eine Zusammenarbeit auf Augenhöhe sicherzustellen, empfehlen die Autor:innen, das Beteiligten-Team durch ein Kooperationsmanagement zu unterstützen.

## Variante C.1/C.2 | Modell Planung dann Ausführung

Variante C bzw. C.2 beschreibt die Vergabe in einer Trennung von Planung und Ausführung, einmal im Sinne einer Vergabe einer Generalplanung und anschließenden Generalunternehmung, einmal im Sinne einer Vergabe in Einzelgewerken oder Teil-GU-Paketen. Hier entstehen viele Schnittstellen und ein erhöhter Kommunikationsaufwand für die Auftraggeberschaft.

In beiden Fällen kann nur mehr von systematisiertem Bauen gesprochen werden, nicht mehr von einer Umsetzung im Systembau.

## Auszug Produktion

Ergänzt werden die Gesamtprozessabläufe durch einen Auszug zu dem Themenfeld Produktion. Dabei werden wesentliche Grundschnitte der Produktion dargestellt.

## Fazit

Je weiter sich die Einbindung aller Projektbeteiligten nach hinten verschiebt, umso mehr werden die Vorteile systematisierten Bauens reduziert.

# MUSTERPROZESSE

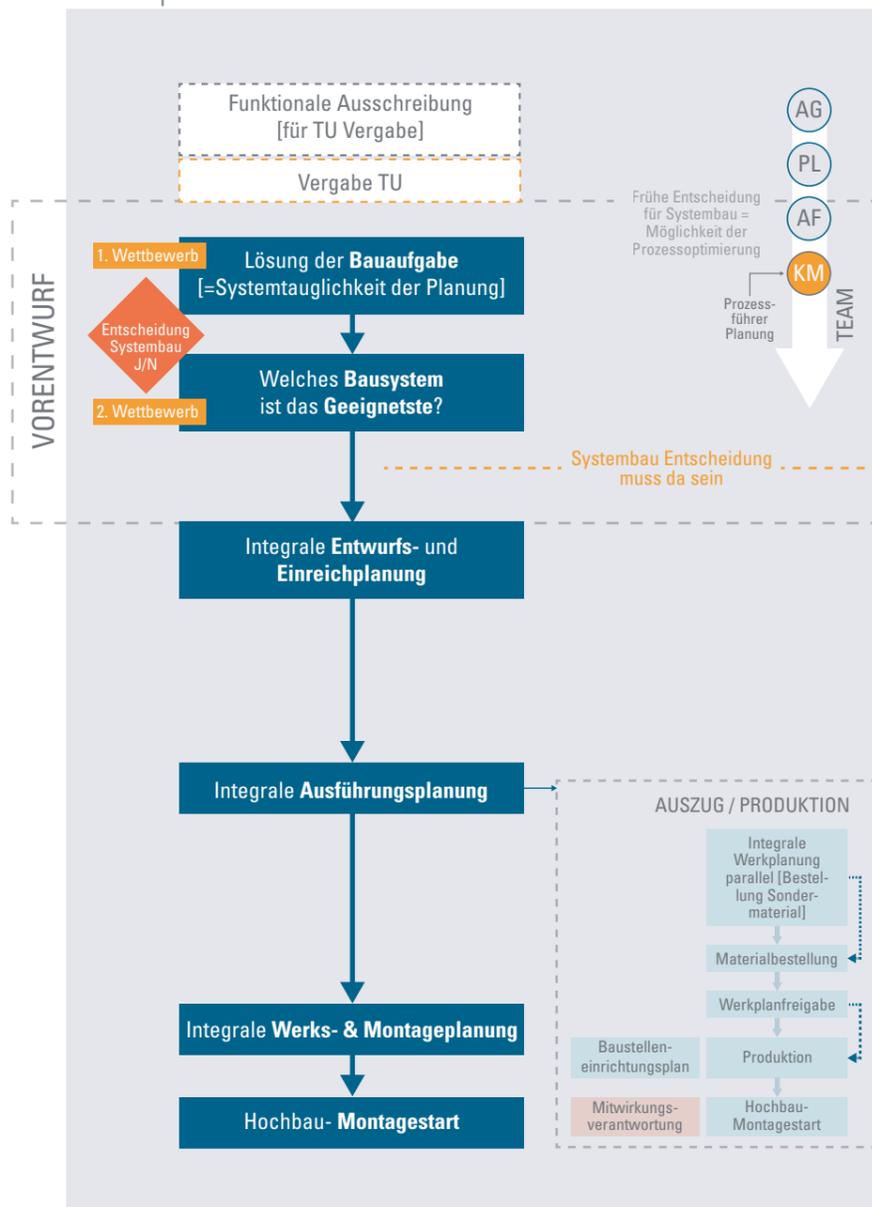
## Anforderungen der AG (Baufgabe)



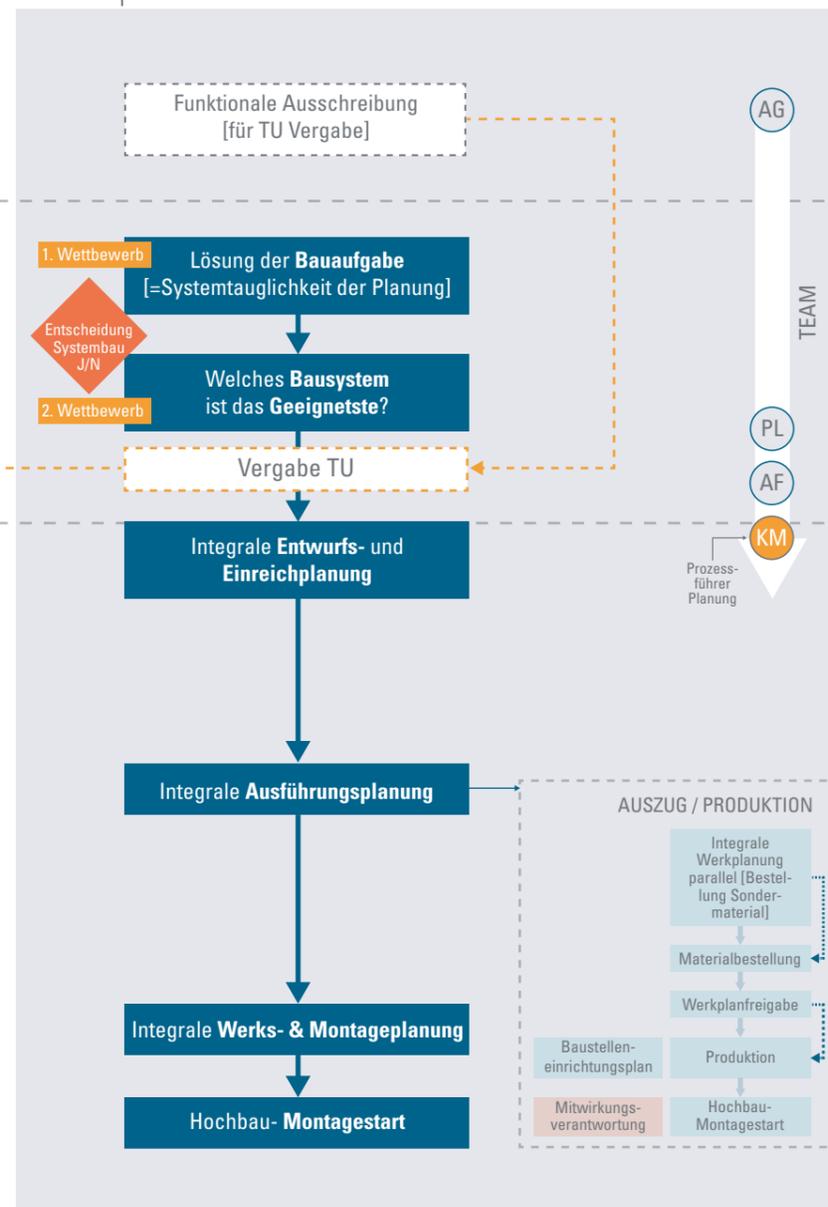
Je nach Wunsch des AG Allgemeiner / Detaillierter



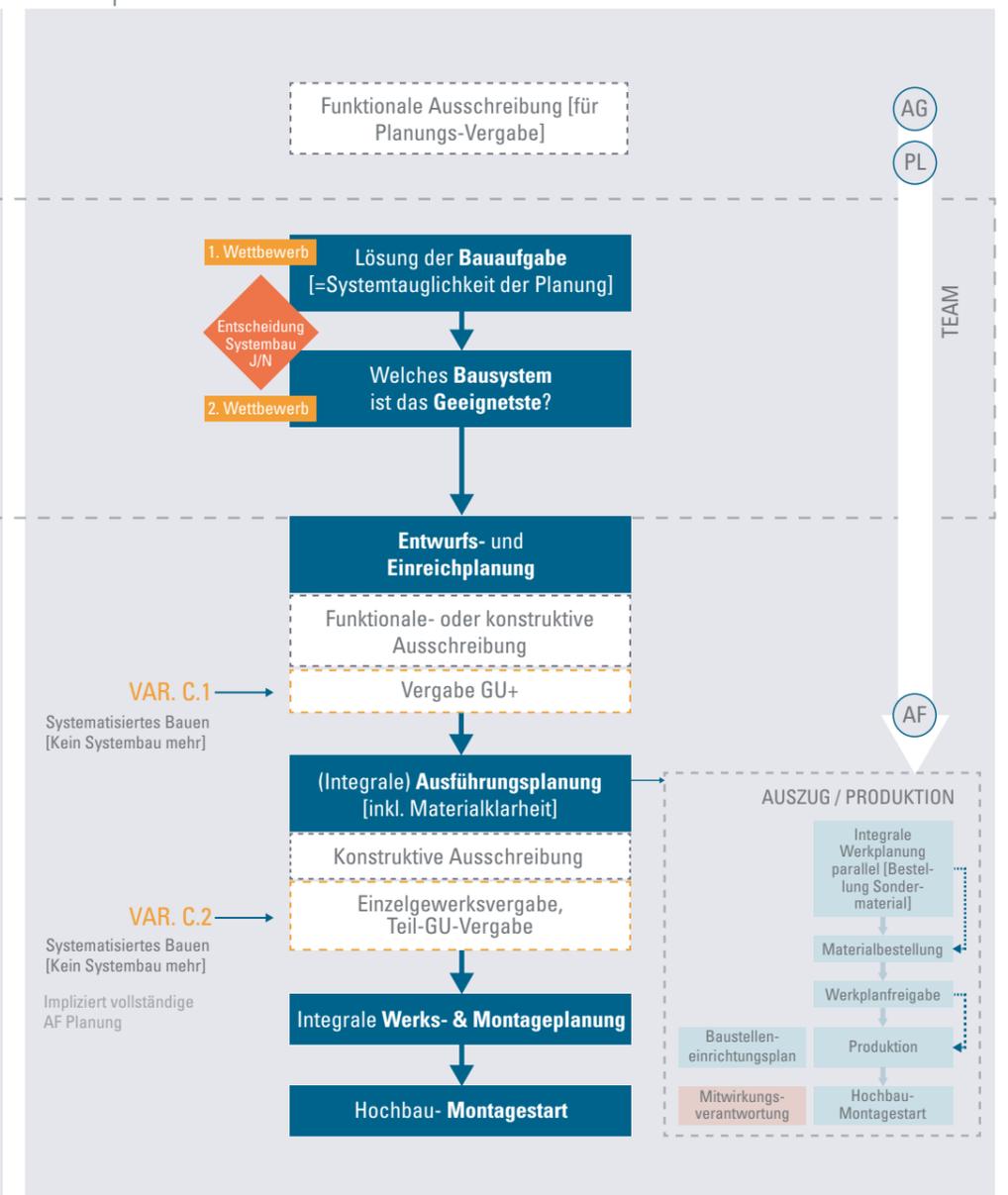
### VAR A | ALLIANZMODELL



### VAR B | TOTALUNTERNEHMUNG



### VAR C | PLANUNG DANN AUSFÜHRUNG



## 6. FAZIT UND AUSBLICK

### Bauen ist eine komplexe Materie

Bauen ist seit jeher eine komplexe Angelegenheit. Im derzeitigen dynamischen Umfeld jedoch sind Auftraggeber:innen ohne professionelle Fach- und Marktkenntnis kaum mehr in der Lage, die Übersicht zu bewahren oder zu erhalten. Insbesondere zum Thema des hybriden und modularen Systembaus gibt es unterschiedliche Zugänge und Ansichten, sehr stark davon abhängig, mit welchem Stakeholder (Architekt:innen, ausführende Unternehmen für Holzbau oder für mineralischen Bau, Interessensverbände usw.) die Auftraggeber:in spricht.

### Die Bedeutung der Kultur der Zusammenarbeit für die Leitfadenerstellung

Dieser vorliegende Leitfaden hat den Anspruch, eine kompakte, objektive Grundlage für Auftraggeber:innen im Bereich des Systembaus zu sein. Gewährleistet werden konnte das durch die Einbeziehung möglichst vieler an Bauprojekten beteiligter Stakeholder: Baustoffhersteller:innen, Planer:innen und Ausführende, Fachleute aus Praxis, aber auch aus Forschung/Lehre und Interessensvertretungen.

Einerseits war die hochdiverse Teilnehmer:innenstruktur ein wesentlicher Faktor der erfolgreichen Zusammenarbeit, andererseits die innere Haltung und Bereitschaft, sich auf Augenhöhe und wertschätzend zu begegnen und auch ambivalente Sichtweisen konstruktiv zu diskutieren.

Diese Kultur der Zusammenarbeit ist auch das Erfolgsrezept von Bauprojekten verschiedenster Art!

### Methodische Vielfalt und gemeinsames Ergebnis

Methodisch wurden Großgruppenworkshops in hybrider Form, genauso wie Kleingruppenworkshops digital oder in Präsenz, Impulsvorträge von Fachexpert:innen aber auch Exkursionen durchgeführt. So konnte nicht nur schrittweise eine gemeinsame Sicht auf das Thema und eine gemeinsame Sprache gefunden werden, sondern die Gruppe konnte sich auch zu einem vertrauensvollen Team „einschwingen“ und die Themen trotz teilweiser kontroversieller Sichtweisen zu einem gemeinsamen Ergebnis führen.

### Die Arbeitsweise im Finale

In der finalen Phase des gemeinsamen Weges vom Kennenlernen zum fertigen Leitfaden wurde in verschiedensten Teams jeweils an den einzelnen Kapiteln des Leitfadens gearbeitet.

### Die Leitfadengliederung

Ausgehend von Begriffsdefinitionen, einer Erläuterung verschiedener Bauweisen und einer inhaltlichen Abgrenzung, erfolgte die Bearbeitung des Prozessmodells. Zuerst wurde für einen konventionellen Projektablauf eine Stärken-/Schwächenanalyse durchgeführt. Dann wurde ein Musterprozessmodell für den Systembau erarbeitet. Dieses Musterprozessmodell ist jedoch nicht als starres Modell zu verstehen, sondern als ein flexibles, das auf verschiedene Abwicklungsmöglichkeiten im Systembau ausgelegt werden kann.

### Die Ergebnisse

Somit stehen im Zentrum des Leitfadens zwei Zusammenstellungen:

- Ein idealtypisches Prozessmodell für Systembau und – bei späterer Einbindung des ausführenden Systembauers – für systematisiertes Bauen.
- Eine Matrix der technischen Besonderheiten verschiedener ausgewählter Bausysteme (Holzskelettbau, Holzrahmen-/Tafelbau, Holzmassivbau, Stahlbau, Stahlbeton-Fertigteiltbau, Hybridbau); diese wurden nach unterschiedlichen Kriterien wie Bauphysik, Brandschutz, Tragwerk/Statik, Gebäudetechnik, Logistik, Baustellenablauf/Montage betrachtet.

## Die Kernaussagen des Leitfadens

Folgende Kernaussagen haben sich aus der gemeinsamen, sich über mehr als ein halbes Jahr erstreckenden Zusammenarbeit ergeben:

- Das Fundament einer erfolgreichen Projektrealisierung im Systembau ist das klare Bekenntnis des Auftraggebers/der Auftraggeberin zum Systembau!
- Es besteht die Notwendigkeit und auch die Bereitschaft zur integralen Zusammenarbeit (interdisziplinäre Prozesskultur eines wertschätzenden Miteinanders auf Augenhöhe!) unter Einbindung des ausführenden Systembauunternehmens idealerweise im Vorentwurf
- Vor dem Start der Umsetzung muss ein abgeschlossener Planungsprozess aufgestellt werden. Damit entfällt ein baubegleitendes Planen. Bei der Prozessbetrachtung müssen Material und technische Anforderungen berücksichtigt werden, so dass auf Basis der Anforderungen des Auftraggebers/der Auftraggeberin und der Bauaufgabe ein sinnvoller Materialeinsatz erfolgt.

## Hinweis

Dieser Leitfaden hat keinen Anspruch auf wissenschaftlich exakte Literaturbezüge im Text, ist keine wissenschaftliche Abhandlung und hat daher keinen kommerziellen Zweck.

Für vertiefende Informationen zu einzelnen Themen des Systembaus ist dem Leitfaden ein ausführliches Literaturverzeichnis angefügt.

## Abschlusswünsche:

Bleibt abschließend nur der Wunsch der Autor:innen, auf Basis dieser kompakten Zusammenstellung die Barriere für eine Ausführung in Systembauweise so niedrig wie möglich zu machen!

Ein besonderer Dank gilt für ihre jeweiligen Impulsvorträge:

- Daniela Koppelhuber (Koppelhuber<sup>2</sup> und Partner: Gebäudetechnik im Holzsystembau)
- Alberto Barba (Gropys: Vorstellung Gropys)
- Daniel Deutschmann (Heid und Partner Rechtsanwälte: Allianzverträge & ECI)

Für die Führung durch Referenzprojekte bzw. für die Werksführung:

- Markus Mücke (ELK Fertighaus GmbH)
- Martin Aichholzer (MAGK Architekten)
- Anton Wanas (Rubner Holzbau GmbH)
- Markus Zilker (Einszueins Architektur)
- Lucas Schuh (Berger+Parkkinen Architekten)
- Oliver Sterl (Rüdiger Lainer + Partner Architekten)
- Josef Saller (heri und salli Architektur)

Und nicht zu vergessen, gilt ein besonderer Dank Daniela Andor (DELTA), die mit ihrem Team unsere Workshops mit Leckereien und gesunden Smoothies versüßt hat.

## 7. WEITERFÜHRENDE LITERATUR

### **Leitfaden der IG Lebenszyklus Bau:**

Der Weg zum lebenszyklusorientierten Hochbau - Die 3 Säulen erfolgreicher Bauprojekte in einer digitalen Wirtschaft  
[https://ig-lebenszyklus.at/wp-content/uploads/2021/05/LEITFADEN\\_Hochbau.pdf](https://ig-lebenszyklus.at/wp-content/uploads/2021/05/LEITFADEN_Hochbau.pdf)

### **ATLAS MEHRGESCHOSSIGER HOLZBAU**

Grundlagen – Konstruktionen – Beispiele

2. Auflage 2018

Autoren: Hermann Kaufmann, Stefan Krötsch, Stefan Winter, Sonja Geier, Annette Hafner, Wolfgang Huß, Holger König, Maren Kohaus, Frank Lattke, Klaus Mindrup, Lutz Müller, Anne

Verlag: Detail Business Information GmbH

### **HOLZBAU**

Raummodule

1. Auflage: 2018

Autoren: Wolfgang Huß, Matthias Kaufmann, Konrad Merz

Verlag: Detail Praxis

### **MODULBAU**

Planen und Bauen mit Raummodulen

1. Auflage: 2019

Autoren: Thomas Jakob und andere

Verlag: Detail corporate

### **Sonderheft DBZ: Modulbau**

6. Heft von 2018

Verlag: Deutsche Bauzeitschrift

### **Studie: LEAN Wood (Technische Universität München)**

[https://www.arc.ed.tum.de/fileadmin/w00cgv/holz/leanWood/leanWood\\_FinalReport.pdf](https://www.arc.ed.tum.de/fileadmin/w00cgv/holz/leanWood/leanWood_FinalReport.pdf)

### **Dissertation Holzbau in der Bauwirtschaft – ein Paradigmenwechsel hin zum Industriellen Bauen**

Autor: Jörg Koppelhuber

Verlag: Technische Universität Graz

Die IG LEBENSZYKLUS Bau umfasst mehr als 90 Unternehmen und Institutionen der Bau- und Immobilienwirtschaft Österreichs.

Der 2012 als IG LEBENSZYKLUS Hochbau gegründete Verein unterstützt Bauherren bei der Planung, Errichtung, Bewirtschaftung und Finanzierung von ganzheitlich optimierten, auf den Lebenszyklus ausgerichteten, Bauwerken. Interdisziplinäre, bereichsübergreifende Arbeitsgruppen bieten eine gemeinsame Plattform für Projektbeteiligte aus

allen Bereichen des Gebäudelebenszyklus. Sämtliche Publikationen des Vereins – Leitfäden, Modelle und Leistungsbilder – können kostenlos angefordert werden.

Kontakt:  
IG LEBENSZYKLUS BAU, Wien  
office@ig-lebenszyklus.at  
www.ig-lebenszyklus.at

Folgende Unternehmen haben bei der Erstellung des Leitfadens mitgewirkt:



[www.acht.at](http://www.acht.at)



[www.creebuildings.com](http://www.creebuildings.com)



[www.delta.at](http://www.delta.at)



[www.delta-pods.at](http://www.delta-pods.at)



[www.dietrich.untertrifaller.com](http://www.dietrich.untertrifaller.com)



[www.fh-campuswien.ac.at](http://www.fh-campuswien.ac.at)



[handler-group.com](http://handler-group.com)



[kmds-consulting.at](http://kmds-consulting.at)



[www.koppelhuber-partner.at](http://www.koppelhuber-partner.at)



[www.kwi.at](http://www.kwi.at)



[www.magk.at](http://www.magk.at)



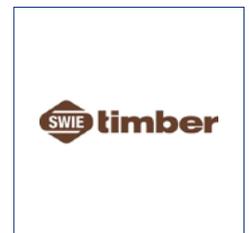
[porr.at](http://porr.at)



[www.rubner.com](http://www.rubner.com)



[www.storaenso.com](http://www.storaenso.com)



[www.swietimber.at](http://www.swietimber.at)



[www.ubm-development.com](http://www.ubm-development.com)



[vasko-partner.at](http://vasko-partner.at)



[www.zt-vatter.at](http://www.zt-vatter.at)