

Impulspapier

POTENTIALE DIGITALER WERTSCHÖPFUNGSKONZEPTE ZUR VERBESSERUNG DER WIRTSCHAFTLICHEN KONKURRENZFÄHIGKEIT DES HOLZBAUS

Ergebnisse aus den Fallstudien im Rahmen des Projekts „New Wood Approach“

I-ITWK

FLEX Forschung Lehre Experiment

Fraunhofer ISI

Hauptautoren	Chris Meyer, M.Sc. (HTWK Leipzig) Urban Kaiser (Fraunhofer ISI) Philip Friebel (Fraunhofer ISI) Alexander Stahr, Prof. Dr.-Ing. (HTWK Leipzig)
Texte	Chris Meyer Urban Kaiser
Abbildungen	Chris Meyer Tom-Jesse Ewers Urban Kaiser Philip Friebel
Layout	Chris Meyer

Das vorliegende Impulspapier basiert auf einer Fallstudienanalyse mit ausgewählten Unternehmen des seriellen, industriellen und digitalen Holzbaus. Die Fallstudien wurden mit den bisherigen Ergebnissen des Forschungsprojekts New Wood Approach abgeglichen und dienen dazu, die formulierten Kernthesen in einem praxisnahen Rahmen zu prüfen, zu konkretisieren und weiterzuentwickeln. Ziel ist es, wiederkehrende Muster, strukturelle Hemmnisse und mögliche Entwicklungspfade eines digitalen und industriellen Holzbaus abzuleiten.
Das Papier enthält hierzu eine Einordnung der einzelnen Fallstudien, fallbezogene Konklusionen, fallübergreifende Querbezüge, eine kontextuale Einordnung, die Weiterentwicklung der Kernthesen sowie eine abschließende Diskussion der zentralen Erkenntnisse.

Zitationsvorschlag

Meyer, C., Kaiser, U., Friebel, P. und Stahr, A. (2026) Potenziale digitaler Wertschöpfungskonzepte zur Verbesserung der wirtschaftlichen Konkurrenzfähigkeit des Holzbaus. Ergebnisse aus den Fallstudien im Rahmen des Projekts „New Wood Approach“. New Wood Approach – Impulspapier. HTWK Leipzig und Fraunhofer ISI.

Gefördert durch:

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft

FNR
Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.

Inhalt

Abstract....1

Überblick Fallstudien....2

Fallstudie 1 - Planungsbüro für seriellen Wohnungsbau....4

Fallstudie 2 - Serieller Wohnungsbau mit Planung und Fertigung....12

Fallstudie 3 - Digitalisierungspartner für den Holzbau....19

Fallstudie 4 - Exkurs Joint Venture....25

Kontextuale Einordnung....28

Reflexion und Weiterentwicklung der Kernthesen....30

Diskussion, Modell und Ausblick....33

Literaturverzeichnis....39

Abstract

Das vorliegende Impulspapier untersucht die industrielle und digitale Transformation des Holzbaus vor dem Hintergrund des anhaltenden Wohnungsmangels, steigender Anforderungen an Wirtschaftlichkeit und Realisierungsgeschwindigkeit sowie wachsender Erwartungen an ressourceneffizientes und nachhaltiges Bauen. Ausgangspunkt ist die Annahme, dass der serielle und industrielle Holzbau einen wesentlichen Beitrag zur Skalierung des Wohnungsbaus leisten kann. Auch auf bundespolitischer Ebene wird dem Holzbau eine strategische Rolle für klimagerechtes, ressourceneffizientes und schnelleres Bauen zugeschrieben. Die Holzbauinitiative der Bundesregierung bündelt hierzu acht Handlungsfelder, die unter anderem Forschung und Innovation, Wissenstransfer, Fachkräftesicherung und den Abbau bestehender Hemmnisse adressieren (BMWSB & BMEL, 2023). Seine Potenziale werden jedoch durch strukturelle Defizite in Prozessorganisation, Kooperation und digitaler Integration begrenzt (vgl. Gutiérrez u. a., 2024). Die im Whitepaper New Wood Approach formulierten Kernthesen zu Kooperationsmustern, fragmentierten Softwarelandschaften, Industrialisierung, digitalen Geschäftsmodellen sowie Skalierung und Spezialisierung bilden den konzeptionellen Ausgangspunkt der Untersuchung (vgl. Meyer, Stahr und Hamingerova, 2025).

Die Fallstudien weisen darauf hin, dass industrielle Leistungsfähigkeit aus dem Zusammenspiel mehrerer struktureller Faktoren hervorgeht. Dazu zählen Frontloading, die kontrollierte Begrenzung von Varianten, standardisierte Bauteil- und Prozesslogiken sowie die frühe Kopplung von Planung, Arbeitsvorbereitung, Fertigung und Montage. In den untersuchten Unternehmen werden fertigungsrelevante Entscheidungen teilweise deutlich früher getroffen als in konventionell organisierten Planungsabläufen. Dadurch gewinnen früh verfügbare Fachinformationen, definierte Systemgrenzen und abgestimmte Entscheidungszeitpunkte an Bedeutung. Die HOAI-orientierte Leistungsphasengliederung bleibt dabei als Referenz für die Strukturierung von Planungsleistungen relevant, während industrielle Prozessmodelle eine frühere Bearbeitung und Festlegung produktionsrelevanter Inhalte erfordern. Auch die digitale Integration erweist sich als wesentliche Strukturaufgabe. Die untersuchten Unternehmen arbeiten mit heterogenen Softwarelandschaften, unterschiedlichen Datenformaten und teilweise manuellen Übergabeprozessen. Die Funktionsfähigkeit digitaler Prozessketten hängt dabei wesentlich von klar definierten Informationsanforderungen, Schnittstellen, Verantwortlichkeiten und Freigabeprozessen ab. BIM-Modelle, CDE-Plattformen, Projektmanagementsysteme und weitere digitale Werkzeuge entfalten ihren betrieblichen Nutzen innerhalb konsistenter Prozess- und Governance-Strukturen. Für höhere Skalierungsgrade gewinnen semantisch eindeutige Informationsmodelle, verbindliche Modellierungsregeln, nachvollziehbare Versionierung und geregelte Zuständigkeiten für Datenqualität zusätzlich an Bedeutung.

Die Fallstudien verdeutlichen zudem die enge Verbindung zwischen Standardisierung, Anpassungsfähigkeit und Skalierung. Wiederverwendbare Bauteilfamilien, Systemlogiken und Prozessroutinen reduzieren Planungs- und Koordinationsaufwand und schaffen belastbare Ausgangsbedingungen für wiederkehrende Abläufe. Gleichzeitig führen Grundstücksbedingungen, Bauordnungsrecht, Förderanforderungen, Betreiberbedarfe und Vergabestrukturen zu projektspezifischen Anpassungen. Industrieller Holzbau lässt sich daher als kontrollierte Wiederverwendung von Produkt-, Prozess- und Informationsstrukturen innerhalb definierter Variantenräume einordnen.

Insgesamt weisen die Ergebnisse darauf hin, dass die Weiterentwicklung des industriellen Holzbaus wesentlich von der Qualität seiner Wertschöpfungsarchitektur abhängt. Produktionsnahe Systemintegration, vertikale Integration, strategische Kooperation und digitale Prozessintegration bilden dabei unterschiedliche Entwicklungsansätze. Für deren dauerhafte Wirksamkeit sind stabile Prozessstrukturen, konsistente Datenflüsse, klar geregelte Verantwortlichkeiten und organisationsübergreifende Kooperationsformen erforderlich. Die zukünftige Wettbewerbsfähigkeit industrieller Holzbauakteure wird damit maßgeblich durch die Fähigkeit geprägt, diese Elemente in reproduzierbare und anpassungsfähige Wertschöpfungsstrukturen zu überführen und kontinuierlich weiterzuentwickeln.

Überblick über die Fallstudien

Methodischer Ansatz

Die Fallstudien basieren auf einer qualitativen Interviewstudie mit Geschäftsführungen und leitenden Personen aus dem seriellen Holzbau sowie angrenzenden Bereichen der digitalen Planung und Produktion. Die Auswahl der Fälle erfolgte theoriegeleitet. Berücksichtigt wurden Unternehmen, die bereits ausgeprägte Organisations-, Kooperations-, Produktions- oder Digitalisierungsstrukturen aufweisen und damit geeignete Untersuchungsfälle zur Überprüfung, Konkretisierung und Weiterentwicklung der NWA-Thesen darstellen.

Methodisch folgt die Untersuchung einem Multiple-Case-Study-Ansatz. Die einzelnen Fälle dienen der analytischen Generalisierung, indem empirische Befunde mit den vorab formulierten Thesen abgeglichen, fallbezogen rekonstruiert und anschließend fallübergreifend zu wiederkehrenden Mustern, Bedingungen und Entwicklungspfaden verdichtet werden. Auf diese Weise lassen sich sowohl unternehmensspezifische Logiken als auch wiederkehrende Strukturmerkmale industrieller Holzbauprozesse herausarbeiten (Yin, 2018; Eisenhardt, 1989).

Die empirische Grundlage bilden je Fallstudie ein bis zwei halbstandardisierte Experteninterviews. Die Gespräche dauerten zwischen 90 und 150 Minuten und wurden im Zeitraum 2025/2026 durchgeführt. Der Interviewleitfaden orientierte sich an den zentralen Untersuchungsdimensionen des Impulspapiers: Unternehmensprofil, Prozess- und Softwarelogik, Produktverständnis, Planungsabläufe, Organisationsstruktur, Unternehmensumfeld, Auftraggeberstrukturen sowie Transferpotenziale. Die beteiligten Unternehmen wurden anonymisiert, um sensible unternehmens- und projektbezogene Informationen zu schützen.

Die Interviews wurden dokumentiert, transkribiert und qualitativ-inhaltsanalytisch ausgewertet. Relevante Aussagen wurden extrahiert, thematisch systematisiert und im Hinblick auf organisationale, technologische und ökonomische Rahmenbedingungen interpretiert. Die Auswertung verbindet thesenbezogene Kategorien mit offen erhobenen Erfahrungswerten aus der Unternehmenspraxis.

Prüf- und Reflexionsrahmen der NWA-Thesen

Kurzüberblick über die Thesen



Abbildung 1: Kurzüberblick über die Kernthesen aus NewWoodApproach (eigene Darstellung, FLEX@HTWK)

Die Interpretation wurde durch Literaturabgleich, Plausibilitätsprüfungen innerhalb und zwischen den Fallstudien sowie durch die Rückbindung an die im Whitepaper formulierten Kernthesen eingeordnet und abgesichert (Gläser & Laudel, 2010; Mayring, 2015).

Ziel der Analyse ist die Einordnung gegenwärtiger Transformationspfade im Holzbau. Untersucht wird, unter welchen Bedingungen die formulierten Thesen durch die Fallstudien gestützt werden, an welchen Stellen sich ihre Reichweite begrenzen lässt und welche Weiterentwicklungen sich aus den empirischen Befunden ableiten lassen. Im Mittelpunkt steht damit die analytische Einordnung unterschiedlicher Organisations-, Prozess- und Digitalisierungsansätze innerhalb des industriellen Holzbaus.

Die Aussagekraft der Untersuchung ist durch die gezielte Auswahl fortgeschrittener Fallbeispiele begrenzt. Die Ergebnisse sind daher nicht statistisch repräsentativ und erlauben keine quantitative Bestimmung von Wirkungszusammenhängen. Da ein wesentlicher Teil der empirischen Grundlage auf Experteninterviews und Unternehmensselbstauskünften beruht, werden ökonomische und prozessuale Effekte überwiegend qualitativ rekonstruiert. Eine weiterführende Prüfung anhand von Projekt-, Kosten-, Zeit-, Qualitäts- und Fehlerdaten bildet daher einen sinnvollen nächsten Forschungsschritt.

Zuordnung der Fallstudien zum jeweiligen Thesenkontext

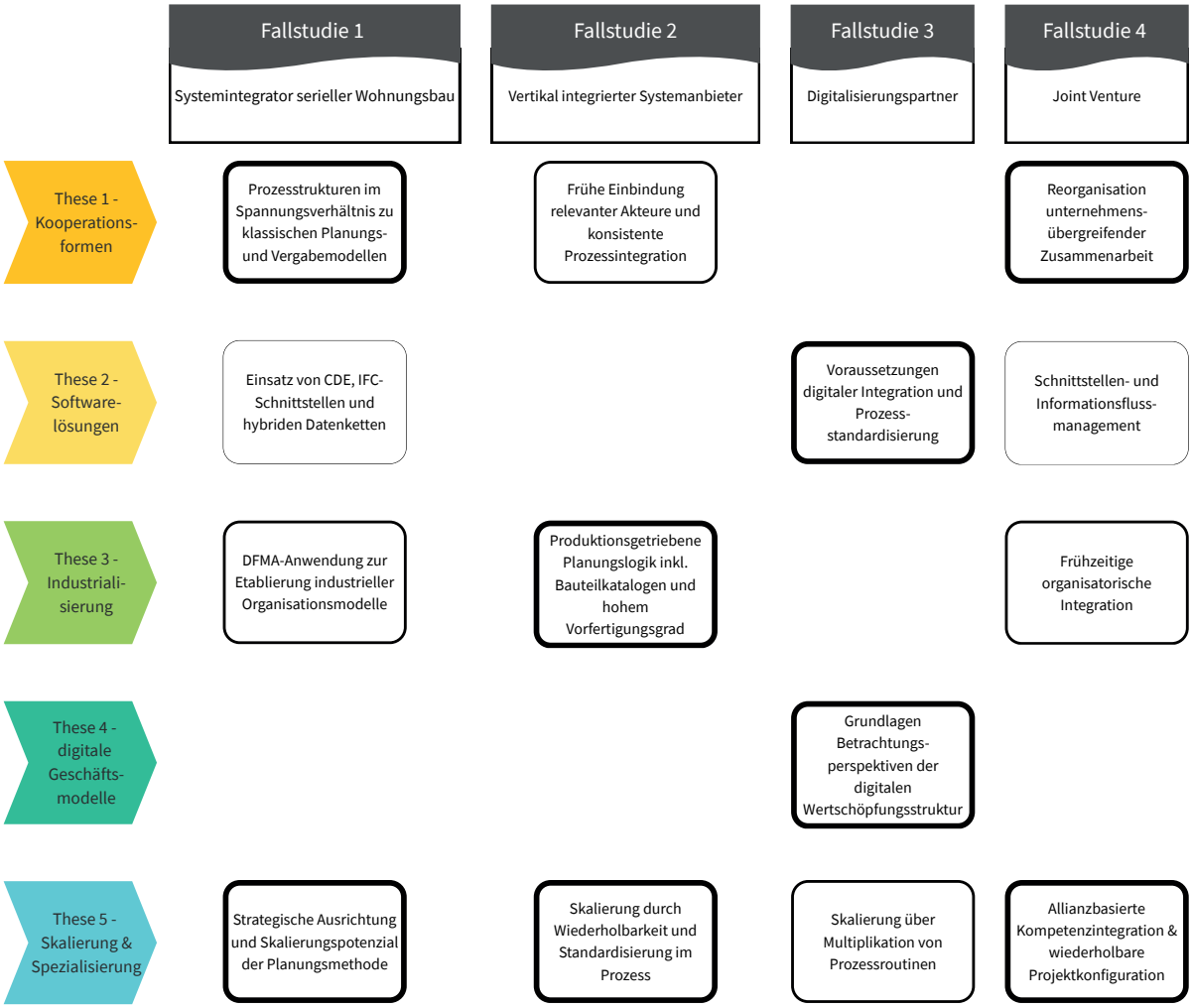


Abbildung 2: Überblick Zuordnung der durchgeführten Fallstudien zu den Kernthesen (eigene Darstellung, FLEX@HTWK)
Legende: Stärke der Rahmen gibt die Bezugsintensität zur jeweiligen These vor

1 FALLSTUDIE 1 - Planungsbüro für seriellen Wohnungsbau



- Frühe Einbindung des Fertigers über DFMA-Struktur
- Wöchentliche Koordination
- Fehlende institutionalisierte Feedbackschleifen bleiben ausbaubar

- Fertiger-Constraints definieren Raster und Grundgeometrien
- Wiederkehrende Bauteile/Standarddetails statt starrer Serienprodukte
- Frühzeitige Festlegungen führen zu frühen belastbaren Kosten- und Terminrahmen

Spezialisierung

- Konzentration auf seriellen mehrgeschossigen Wohnungsbau
- Fokus auf systemkompatible Projekte mit begrenztem Variantenraum
- Spezialisierung auf koordinierte Netzwerkstrukturen statt auf vollständig integrierte Eigenfertigung

Skalierung

- Skalierung über reproduzierbare Planungs- und Prozessmodule
- Wiederkehrende Kooperationsroutinen und definierte Schnittstellen
- Baukastensystem schafft übertragbare Produkt- und Systemlogiken

Kurzbeschreibung Unternehmen

Das untersuchte Unternehmen ist ein Planungs- und Realisierungsbüro für serielles Bauen in Holz-Modulbauweise. Es realisiert Projekte schlüsselfertig und tritt am Markt überwiegend als Generalübernehmer auf. Der Unternehmensschwerpunkt liegt ausschließlich im Wohnungsbau, wobei die Projektgrößen je nach Standort, Dichte und Förderkulisse variieren können.

>>> Generalübernehmer

Ein Generalübernehmer übernimmt gegenüber dem Auftraggeber die vertraglich geschuldeten Bauleistungen, vergibt deren Ausführung jedoch vollständig an Nachunternehmen und übernimmt insbesondere Koordinations- und Projektmanagementaufgaben.

Das rund 20-köpfige interdisziplinäre Team mit Expertise in Architektur, Bauingenieurwesen und Bauleitung arbeitet projektbezogen zusammen und ist in einem stabilen Partnernetzwerk organisiert. In der täglichen Projektpraxis der Planung wird ein an DFMA (Boothroyd, Dewhurst und Knight, 2010) angelegter Konstruktionsansatz verfolgt. Das bedeutet, dass sich wiederholende und möglichst standardisierte Planungsbausteine projektübergreifend verwendet werden, um dadurch Wiederholungs-, Qualitäts- und Skalierungseffekte in der Fertigung nutzen zu können. Dadurch können sowohl Planung als auch Fertigung und Montage zeit- und kosteneffizienter realisiert werden und gleichzeitig die notwendige projektspezifische Anpassungsfähigkeit, welche in der Architekturplanung gefordert ist, erhalten bleiben.

>>> DFMA - Design for Manufacturing and Assembly

beschreibt einen Entwurfsansatz, bei dem Bauteile und Systeme von Beginn an auf industrielle Fertigung und montagegerechte Abläufe ausgelegt werden.

Strategisch verfolgt das Unternehmen die Skalierung des Holzwohnungsbaus durch hohen Vorfertigungsgrad, klar definierte Schnittstellen zur Ausführung und eine konsequente Ausrichtung auf Kosten- und Terminrobustheit. Damit adressiert es den Bedarf an schnellen, qualitätsgesicherten und ressourceneffizienten Wohnlösungen und positioniert sich als wachstumsorientierter Schlüsselakteur in diesem Marktsegment.

Untersuchungsfokus

Die Fallstudie untersucht anhand eines realen Unternehmensbeispiels die Anwendung und Weiterentwicklung von DFMA-Prinzipien im modularen Wohnungsbau. Im Mittelpunkt stehen deren Auswirkungen auf Planungs- und Prozessstrukturen, die frühzeitige Integration von Fertigung und Fachplanung sowie die Nutzung standardisierter Planungs- und Bauteilkataloge. Analysiert werden zudem die erforderlichen Rollen, Verantwortlichkeiten und Governance-Strukturen sowie der Einsatz digitaler Datenplattformen und definierter Schnittstellen für eine kollaborative und skalierbare Projektbearbeitung.

Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf dem Verhältnis zwischen Standardisierung und projektspezifischer Anpassungsfähigkeit. Untersucht werden Auswirkungen auf architektonische Gestaltungsspielräume, Variantenvielfalt, Schnittstellenverluste sowie Zeit- und Kostenkorridore. Die Prozessstruktur des Unternehmens wird dabei mit der HOAI-orientierten Leistungsphasengliederung verglichen und hinsichtlich ihrer Übertragbarkeit auf andere Akteure und Organisationsformen bewertet. Ziel ist es, Rahmenbedingungen und Entwicklungsfelder für eine wirtschaftlich tragfähige Industrialisierung des Holzbaus abzuleiten.

Prozessstruktur

Die **Prozessstruktur** orientiert sich **formal weiterhin an der HOAI-Leistungsphasengliederung**, während die tatsächliche Bearbeitung stärker durch die Anforderungen der **modularen Fertigung** geprägt wird. DFMA, frühe Kosten- und Terminbewertungen sowie fertigungsrelevante Informationsanforderungen führen dazu, dass einzelne Entscheidungen und Fachinformationen bereits in frühen Projektstadien verdichtet und in die Systemlogik des Fertigungspartners überführt werden.

Im Vergleich zu einer häufig phasenweise organisierten Planungs- und Beauftragungspraxis zeigt sich insbesondere in **frühen Projektstadien eine deutliche Verdichtung der Bearbeitung**. Operativ beginnt die Prozesskette mit einem systematischen, keyword-basierten Ausschreibungsscreening und einer anschließenden Entscheidung der Geschäftsführung, ob das Vorhaben mit dem modularen Holzbausystem des Unternehmens grundsätzlich kompatibel ist.

Inhaltlich entspricht diese Vorgehensweise einer **vorgezogenen Entwurfs- bzw. Ausführungsreife**, die in phasenweise beauftragten Projektkonstellationen häufig erst nach einer formalen Beauftragung erreicht wird.. Diese **Frühphasenintensität** ist aus Sicht des Unternehmens **zwingend**, da nur so die Systemgrenzen des Fertigers wie etwa Modulabmessungen, Transportrestriktionen, Rasterlogiken und Wandaufbauten als verbindliche Randbedingungen in die Entwurfsentwicklung integriert werden können. Gleichzeitig erzeugt dieses V**orgehen erhebliche Vorleistungen** für die beteiligten Planungsakteure. Daraus entsteht ein **Spannungsfeld zu Beauftragungs- und Vergütungsmodellen**, in denen diese Leistungen erst in späteren Projektstadien oder nach einer Beauftragung vorgesehen sind. Nach positiver Bewertung des Ausschreibungsscreenings wird eine Machbarkeits- beziehungsweise Volumenstudie erstellt. Bereits in dieser frühen Phase werden regelmäßige Abstimmungen mit Behörden, Fachplanern und dem Fertigungsunternehmen aufgenommen, um Genehmigungs- und Produktionsrisiken zu minimieren.

>>> HOAI - Honorarordnung für Architekten und Ingenieure

ist eine bundesweit geltende Rechtsverordnung zur Regelung der Vergütung von Planungsleistungen. Sie strukturiert Architekten- und Ingenieurleistungen in Leistungsbilder, Leistungsphasen sowie Honorarzonen und definiert Orientierungswerte für Honorare.

>>> Generalunternehmer (GU)

Der Generalunternehmer übernimmt die Ausführung der Bauleistungen. Die Planung wird vom Bauherrn selbst oder durch von ihm beauftragte Planer erbracht.

>>> Totalunternehmer (TU)

Der Totalunternehmer übernimmt sowohl die Planung als auch die Ausführung des Bauvorhabens.

Die größte Leerlaufphase liegt dabei nicht innerhalb der eigentlichen Planungsbearbeitung, sondern zwischen Machbarkeitsstudie und Projektzusage. Nach Projektzusage wird der Fertigungspartner ab Leistungsphase 3 regelmäßig und unmittelbar in die planerischen Abstimmungen eingebunden. Ab diesem Zeitpunkt etabliert sich ein wöchentlicher Koordinationsrhythmus, der interne Architekturplanung, externe Fachplaner und den Fertiger zusammenführt. Kennzeichnend sind kurze Entscheidungswege, hohe Taktung sowie die iterative Nutzung der Revit-IFC-Dietrichs-Schnittstelle. In der Summe ergibt sich ein hybrides Ablaufsystem, das die HOAI-orientierte Leistungsphasengliederung mit einer iterativen, fertigungsorientierten Bearbeitungslogik verbindet (Autodesk GmbH, 2026; buildingSMART International, Ltd, 2026; Dietrich's Technology GmbH, 2026). Fachplaner (Statik, Technische Gebäudeausrüstung, Brandschutz, Bauphysik) werden spätestens in Leistungsphase 3 eingebunden, teils bereits früher in beratender Form. Die Zusammenarbeit erfolgt überwiegend über IFC-

basierte Modellabgleiche und ergänzende PDF-basierte Markierungen. Während intern in Revit gearbeitet wird, führen externe Beteiligte ihre Modelle in jeweils eigenen Systemen und spielen diese per IFC ein. Daraus resultieren wiederkehrende Abstimmungs- und Abgleichaufwände, insbesondere dort, wo einzelne Disziplinen weiterhin 2D-basiert arbeiten (z. B. Außenanlagen). Die Verantwortungsverteilung ist funktional klar zugeordnet, bleibt jedoch aufgrund der heterogenen Tool-Landschaft technisch fragmentiert.

Auch innerhalb der Leistungsphasen 3 bis 5 folgt die tatsächliche Bearbeitung nicht ausschließlich deren formaler Gliederung. Detaillierungs- und Abstimmungsinhalte werden entsprechend den Informationsanforderungen von Fertigung und Montage teilweise vorgezogen und iterativ weiterentwickelt. Die Detaillierungstiefe wird frühzeitig erhöht, Standarddetails werden vorgezogen und iterativ verfeinert. Die HOAI unterscheidet Entwurfs- und Ausführungsplanung als eigenständige Leistungsphasen. Im untersuchten Fall werden einzelne fertigungsrelevante Inhalte jedoch bereits während der Entwurfsplanung in einer höheren Informations- und Detaillierungstiefe bearbeitet und anschließend kontinuierlich weiterentwickelt.

Die **Abstimmungs- und Feedbacklogik** wird primär über eine **gemeinsame Datenumgebung** (Dalux) organisiert (TÜV Rheinland Forschungs- und Innovationsmanagement GmbH, 2026). Auf Plattformebene werden wöchentliche Modell-Updates, IFC-Uploads aller Beteiligten, Planpakete mit Benachrichtigungen, Kommentarfunktionen sowie Änderungszuweisungen umgesetzt. Ein systematisch formalisierter Lessons-Learned-Prozess ist nicht etabliert. Die Prozesslogik ist auf operative Effizienz ausgelegt, während projektübergreifende Lernschleifen überwiegend informell über bilateralen Erfahrungsaustausch in Routinen und Standards einfließen.

>>> Revit

Revit ist eine BIM-Authoring-Software von Autodesk zur modellbasierten Planung von Architektur-, Tragwerks- und TGA-Leistungen.
Sie basiert auf parametrischen Bauteilen und ermöglicht konsistente, disziplinübergreifende Datenmodelle über den gesamten Planungsprozess.

>>> Dietrichs

Dietrich's ist eine CAD/CAM-Softwarelösung mit Schwerpunkt auf Holzbau, Abbund und industrieller Vorfertigung. Die Software verbindet konstruktive Planung, Werkstattzeichnungen und maschinelle Fertigungsdaten in einem durchgängigen System.

>>> IFC - Industry Foundation Classes

IFC ist ein offener, internationaler Standard und ein standardisiertes Datenformat für den Austausch von BIM-Modellen zwischen unterschiedlichen Softwareplattformen.

Datenketten und Schnittstellen

Die digitale Prozesskette bildet das funktionale Rückgrat des modularen Planungsprozesses. Sie ist der Mechanismus, über den DFMA-Logiken, Standardisierung und die kollaborative Bearbeitung zwischen Architektur, Fachplanung und Fertigung synchronisiert werden. Die Analyse zeigt jedoch einen differenzierten Befund: Während bestimmte Teilketten stabil funktionieren, bestehen gleichzeitig systematische Brüche, Unsicherheiten und strukturelle Abhängigkeiten, die den Gesamtprozess limitieren.

Eingesetzte Datenplattformen und Nutzungstiefe

Das Unternehmen arbeitet mit einer klar definierten, jedoch heterogenen Softwarelandschaft. Die interne Modellierung und die der Fachplaner erfolgen meist in Revit. Die Daten werden über IFC in Dalux als gemeinsame Datenumgebung (CDE) überführt (Dalux Germany GmbH, 2026). Dalux fungiert hierbei als **kollaborative Plattform** für Ablage, Distribution und Kommentierung von Planständen mit einer hohen operativen Nutzungstiefe, da wöchentliche IFC-Uploads, Kommentarschleifen und Modellabgleiche die Planungsarbeit strukturieren.

>>> CDE-Umgebung - Common Data Environment

Ein CDE umfasst einen vereinbarten Informationsmanagement-Workflow, der durch eine oder mehrere technische Lösungen unterstützt wird und geregelte Status-, Prüf-, Freigabe- und Austauschprozesse für Informationscontainer ermöglicht."

Gleichzeitig bleibt Dalux jedoch überwiegend **Dokumentations- und Kommunikationsinstrument**, da eine eigentliche Modellkoordination und -bearbeitung weiterhin außerhalb der Plattform erfolgt. Damit erfüllt die **technische Infrastruktur** die **Grundanforderungen einer CDE**, erreicht jedoch nicht den Integrationsgrad, der für vollständig datengesteuerte Arbeitsabläufe erforderlich wäre.

Insbesondere ist die semantische Einheitlichkeit der Modelle nicht gesichert, da nur das Planungsunternehmen nativ in Revit modelliert und die Fachplaner ihre eigenen Modelle per IFC zuliefern. Auf ein **unternehmensübergreifendes Gesamtmodell** wird im Planungskonsortium **bewusst verzichtet**, da dieses als **zu träge** und damit als **ineffizient** für den gewünschten Taktbetrieb bewertet wird.

Die Plattform funktioniert somit zuverlässig, solange der Informationsaustausch über statische Dokumente, Planpakete und Kommentare erfolgt. Für modellbasierte Prozesse mit semantischem Kohärenzanspruch ist sie jedoch nur eingeschränkt geeignet. In der Konsequenz dient Dalux primär der operativen Kollaboration, nicht der datenlogischen Integration. Für eine industriell geprägte Planungslogik wäre ein stärker formalisiertes CDE- bzw. PLM-nahes System mit verbindlichen Informationsanforderungen, Modellierungsrichtlinien und automatisierten Prüfmechanismen naheliegend. Betrachtet man die **IFC-Durchgängigkeit,** zeigt sich ein ähnliches Muster. Primär wird IFC beim Unternehmen für **geometrische Koordination** und **Kollisionsprüfung verwendet.**
IFC stellt ein standardisiertes semantisches Datenmodell bereit. Eine schema- beziehungsweise formal valide IFC-Datei gewährleistet jedoch nicht automatisch, dass die für einen spezifischen Fertigungs- oder Übergabeprozess erforderlichen Informationen vollständig und fachlich korrekt enthalten sind. Damit entsteht keine belastbare datenlogische Durchgängigkeit über die Disziplinen hinweg, sondern eine **primär geometrieorientierte Interoperabilität.**

>>> Dalux

Eine cloudbasierte BIM-Plattform zur Modellkoordination, Planprüfung und Baustellendokumentation. Sie dient als Common Data Environment (CDE) für die Bereitstellung, Versionierung und Kommunikation von Modellen, Plänen und Aufgaben.

In Einzelfällen sind zudem Partner beteiligt, die keine 3D-Modelle erstellen. Die dadurch entstandene Mehrarbeit für den Transfer der 2D-Unterlagen in das 3D-Modell wird vom Planungsunternehmen übernommen. Die heterogenen Modellierungspraktiken erzwingen regelmäßige manuelle Abgleiche, da semantische Informationen zwischen Modellen verloren gehen oder inkonsistent interpretiert werden können. Ein automatisierter Konsistenz- oder Qualitätscheck ist nicht etabliert. Zudem arbeiten Behörden weiter-

>>> PLM - Product Lifecycle Management

bezeichnet einen strategischen Ansatz zur durchgängigen Verwaltung von Produktdaten und -prozessen über den gesamten Lebenszyklus eines Produkts hinweg. Von Entwicklung über Fertigung und Nutzung bis zum Rückbau. Ziel ist die konsistente Verknüpfung von Daten, Rollen und Prozessen zur Sicherstellung von Nachvollziehbarkeit, Änderungsmanagement und Produktqualität.Produkts hinweg.
Ziel ist die konsistente Verknüpfung von Daten, Rollen und Prozessen zur Sicherstellung von Nachvollziehbarkeit, Änderungsmanagement und Produktqualität.

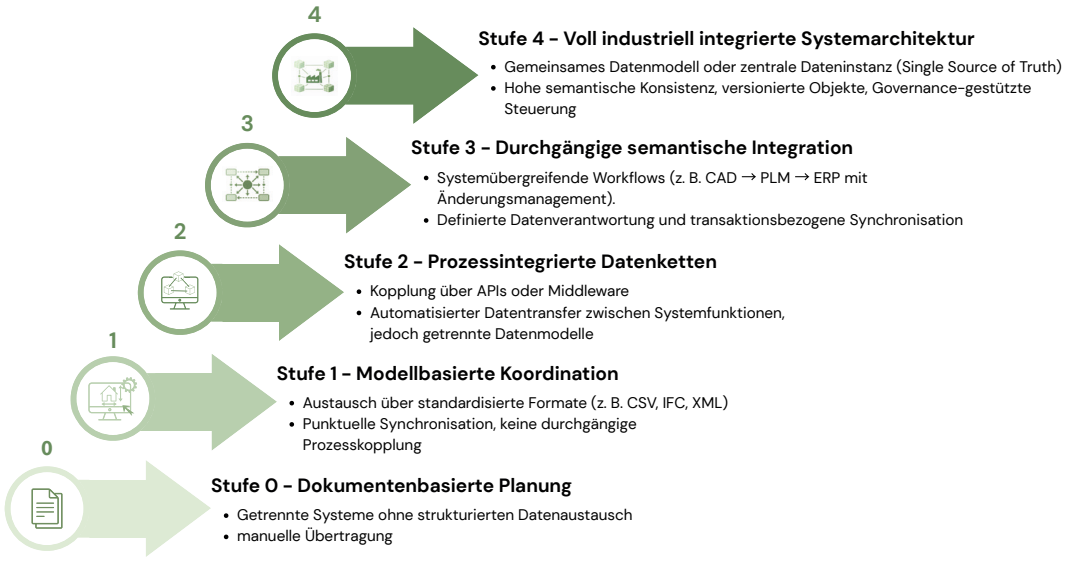


Abbildung 3: Konzeptionelles Orientierungsmodell für Reifegrade der digitalen Prozess- und Datenintegration (eigene Darstellung, FLEX@HTWK)

hin dokumentenbasiert, sodass digitale Modelle dort keine operative Rolle spielen und parallel weiterhin klassische Planunterlagen erzeugt werden müssen.

Die Organisation von Modellversionen, Revisionsständen und Datenqualität folgt keinem durchgängig formalisierten, datenbasierten Verfahren. Änderungen werden teils über Kommentarfunktionen, teils über nachträglich markierte PDF-Pläne kommuniziert. Die Datenqualität ist damit in hohem Maß von individuellen Modellierungsroutinen der beteiligten Disziplinen abhängig.

Insgesamt entsteht ein hybrides System aus digitaler und analoger Übermittlung, das in der Planungspraxis flexibel und taktrobust funktioniert, dessen Detaillierungs- und Standardisierungsgrad jedoch für einen konsequent industrialisierten, datengetriebenen Ablauf derzeit nicht ausreicht.

Anwendung von DFMA in der Planungspraxis

Die Analyse zeigt, dass das Unternehmen DFMA nicht als ergänzende Methode einsetzt, sondern als strukturelles Leitprinzip, bei dem der gesamte Planungsprozess konsequent aus der Logik modularer Fertigung entwickelt wird. Die Implementierung von DFMA ist damit ein Treiber der Industrialisierung des Planungssystems insgesamt.

Der DFMA-Ansatz lässt sich nur eingeschränkt in die HOAI-orientierte Leistungsphasengliederung einordnen. Die Planung folgt einer stufenweisen Informationsverdichtung, die im BIM-Kontext häufig über Level of Detail beziehungsweise Level of Development (LOD) beschrieben wird. Ergänzend ermöglicht der Level of Information Need (LOIN) eine zweckbezogene Definition der erforderlichen geometrischen, alphanumerischen und dokumentarischen Informationen zu festgelegten Informationslieferungszeitpunkten.

Für DFMA-basierte Prozesse ist dieser Ansatz besonders relevant, da fertigungs-, transport- und montagerelevante Informationen bereits in frühen Planungsphasen benötigt werden. In den Leistungsphasen 1 und 2 fließen grundlegende DFMA-Prinzipien in die Machbarkeitsanalyse ein. Geprüft werden unter anderem modulare Raster, Transportgrenzen, Bauteilkataloge und Systemlogiken. In Leistungsphase 3 prägt DFMA die weitere Informationsentwicklung. Bauteilaufbauten, Anschlussdetails, Systemraster, Modulgrößen und technische Standardtypen werden als integrale Bestandteile des Entwurfs definiert. Der Informationsbedarf richtet sich dabei zunehmend nach den Anforderungen von Kalkulation, Arbeitsvorbereitung, Fertigung und Montage. Die Planung erreicht dadurch bereits in Leistungsphase 3 eine hohe Informations- und Detaillierungstiefe. In den Leistungsphasen 4 und 5 werden die zuvor getroffenen System- und Modellentscheidungen geprüft, ergänzt und für Genehmigung und Fertigung aufbereitet. Die Leistungsphasen bleiben formal bestehen und werden durch eine fertigungsorientierte Informationslogik ergänzt.

Eine **wichtige Rolle spielen Bauteilkataloge und standardisierte Details.** Sie verbinden Planungsmodell und Fertigungsanforderungen und ermöglichen die **wiederholbare Ableitung von Bauteiltypen sowie eindeutig definierte Anschlussdetails.** Dadurch wird ein systemkonformes Arbeiten ohne kontinuierliche Neuaushandlung konstruktiver Lösungen möglich.

>>> LoD – Level of Detail / LOD – Level of Development / LOIN - Level of Information Need

Level of Detail:
beschreibt den geometrischen Detaillierungsgrad eines digitalen Modells oder Bauteils. Er definiert, wie stark Geometrie vereinfacht oder ausdifferenziert ist, unabhängig von semantischen oder attributiven Informationen.

Level of Development:
beschreibt den definierten Entwicklungs- und Informationsgrad von BIM-Modellen und deren Bauteilen zu einem bestimmten Planungszeitpunkt. Er legt fest, welche geometrischen Eigenschaften, Attribute und Verlässlichkeiten ein Modellinhalt für Auswertung, Koordination oder Ausführung besitzt.

Level of Information Need
beschreibt den erforderlichen Informationsumfang eines Modells für einen definierten Anwendungszweck und Informationslieferungszeitpunkt. Berücksichtigt werden geometrische Informationen, alphanumerische Eigenschaften und Dokumentationen. Dadurch können Informationsanforderungen gezielt festgelegt und Über- sowie Unterinformation vermieden werden. Für industrielle Planungsprozesse unterstützt LOIN eine klar strukturierte und zweckbezogene Informationsbereitstellung.

Für den Fertigungspartner entsteht dadurch eine hohe Wiederholbarkeit bei gleichzeitig reduzierter Fehleranfälligkeit. Die Kataloge sind jedoch nicht vollständig normiert, sondern werden projektbezogen erweitert. Diese Praxis erhöht die Anpassungsfähigkeit, führt jedoch zugleich zu zusätzlicher Komplexität.

Die Interviewaussagen weisen auf einen Zusammenhang zwischen höherem Standardisierungsgrad, stabileren Datenketten und geringerer Fehleranfälligkeit hin. Mit steigendem Standardisierungsgrad stabilisieren sich Datenketten und die Fehlerquote sinkt. Gleichzeitig wird der **Variantenraum kontrolliert und begrenzt,** was zu einem Verlust an gestalterischer Offenheit führt.

Die Entscheidungshoheit verschiebt sich von der klassischen Entwurfsarchitektur hin zu einer systemdominierten Geometrieentwicklung.
Projektspezifische Anforderungen sind nur noch innerhalb klar definierter Grenzen möglich. Entscheidend für Variantenabweichungen ist der ökonomische Faktor.

Individuelle Planungsentscheidungen sind in einem definierten Rahmen möglich, jedoch verliert das System ab einem gewissen Abweichungsgrad seinen ökonomischen Vorteil, der durch den DFMA-Ansatz erzeugt wurde.

Diese Logik setzt dem architektonischen Gestaltungsspielraum klare strukturelle Grenzen. Varianten sind nur realisierbar, wenn sie mit dem modularen System kompatibel bleiben. Irreguläre Grundrisse, differenzierte Fassaden oder variable Geschosshöhen führen zu erheblichen Zusatzaufwänden. Gestaltung ist damit weiterhin möglich, jedoch strikt an die technische und logistische Systemlogik gebunden.

Der systemische DFMA-Ansatz hat zudem direkte Auswirkungen auf Planungsaufwand, Planungszeit und Fehleranfälligkeit. Das Planungskonsortium muss sich bereits in sehr frühen Projektphasen vollständig formieren, um wettbewerbsfähig zu sein. Die hierfür erforderlichen Planungsleistungen, insbesondere der Fachplaner, werden im Rahmen der Angebots- und Ausschreibungsphase häufig unentgeltlich erbracht, um ein den Kriterien entsprechendes Angebot erstellen zu können.

Die Fertigung übernimmt damit keine nachgelagerte Prüfrolle, sondern sie agiert als mitgestaltender Akteur im Planungsprozess. **Diese Praxis entspricht grundlegenden DFMA-Prinzipien industrieller Entwicklungsprozesse und verdeutlicht den Paradigmenwechsel von der planerischen Abbildung eines Entwurfs hin zur produktorientierten Entwicklung eines herstellbaren Systems.**

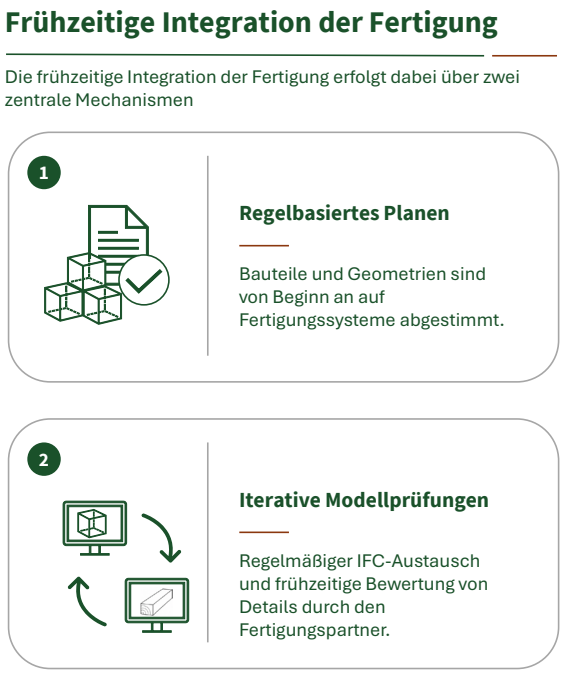


Abbildung 5: Frühzeitige Fertigungsintegration im untersuchen Unternehmen (eigene Darstellung, FLEX@HTWK)

Produkt- und Standardisierungslogik

Die Produkt- und Standardisierungslogik bildet die strukturelle Grundlage des Planungsmodells und ist maßgeblich für dessen Skalierbarkeit und Industrialisierbarkeit. Der Ansatz basiert auf der systematischen Verknüpfung modularer Raster, wiederkehrender Bauteiltypen und klar definierter Schnittstellen, die zusammen ein konsistentes Produktverständnis ermöglichen. Die Analyse zeigt, dass eine weit entwickelte, jedoch nicht vollständig normierte Produktlogik eingesetzt wird, die deutliche Effizienzgewinne generiert, deren Wirkung jedoch durch projektspezifische Rahmenbedingungen begrenzt bleibt.

Der zugrunde liegende Baukasten folgt einer klaren hierarchischen Systematik. Auf der Ebene der Modultypen werden **wiederkehrende räumliche Grundmodule mit festen Abmessungen und definierten Anschlusslogiken** eingesetzt. Diese werden ergänzt durch standardisierte Bauteiltypen, insbesondere Wand-, Decken- und Fassadenaufbauten mit festgelegten Schichtstrukturen. Auf der Detailebene kommen weitgehend **projektunabhängige Anschlussdetails, Fügungen und Systemknoten** zum Einsatz. In dieser Kombination entsteht ein konsistentes Produktmodell, das DFMA-konforme Planung, stabile Schnittstellen und einen kontrollierten Variantenraum ermöglicht. Gleichzeitig wird der Baukasten projektspezifisch erweitert, insbesondere dort, wo Grundstücksparameter, brandschutztechnische Anforderungen oder bauordnungsrechtliche Vorgaben Anpassungen erzwingen.

Der Grad der Typisierung und Wiederverwendung ist hoch, jedoch nicht vollständig formalisiert. Zentrale Elemente des Baukastens, wie Außenwand- oder Deckenvarianten, werden über mehrere Projekte hinweg genutzt, während im jeweiligen Projektkontext zusätzliche Varianten entstehen, etwa infolge erhöhter Brand- oder Schallschutzanforderungen. Die **Wiederverwendung** erfolgt dabei überwiegend **erfahrungsbasiert und** orientiert sich an etablierten **Best Practices der Mitarbeitenden**. Daraus resultieren deutliche Vorteile in Form **reduzierter Modellierungs- und Abstimmungszeiten, geringerer Fehleranfälligkeit sowie verbesserter Planbarkeit der Fertigung**. Gleichzeitig führt das Fehlen einer formalen Governance dazu, dass die tatsächliche Wiederverwendungsquote stark vom individuellen Know-how und der jeweiligen Projektkonstellation abhängt. Sondervarianten werden hochgradig projektspezifisch behandelt und reichen von Anpassungen an Grundstücksgeometrien über Fassadengestaltung bis hin zu technisch oder brandschutzbedingt notwendigen Speziallösungen. Während geringfügige Abweichungen systemkonform integriert werden können, erfordern größere Varianten zusätzliche Detailentwicklungen und interne Abstimmungsprozesse, was zu erhöhtem Planungsaufwand und steigenden Kosten führt. Der modulare Ansatz erweist sich damit als flexibel, jedoch nicht vollständig variantenrobust. Sondervarianten stellen einen wichtigen Kostentreiber dar und begrenzen die Skalierbarkeit des Standardansatzes.

Die Standardisierungslogik stößt insbesondere dann an strukturelle Grenzen, wenn externe Rahmenbedingungen dominierend wirken. Unterschiede in Normen und Regelwerken, etwa hinsichtlich Brandschutzklassen, Schallschutzanforderungen oder landesspezifischer Vorgaben, erzwingen systemfremde Anpassungen. Hinzu kommen behördliche Verfahren, in denen Modelllogiken nicht einheitlich akzeptiert werden und häufig weiterhin klassische Planunterlagen erforderlich sind, was parallele Prozessstrukturen erzeugt. Abweichende Grundstücksparameter, insbesondere Baufelder und Höhenentwicklungen, können die Wiederverwendbarkeit von Systemmodulen einschränken. Schließlich führen bauherrenseitige Anforderungen, etwa nutzerspezifische Wünsche oder projektindividuelle Fassadenkonzepte, regelmäßig zu Durchbrechungen des Standardbaukastens. Diese Faktoren begrenzen die vollständige Industrialisierung und machen adaptive Mechanismen in der Planungsorganisation erforderlich.

Die Auswirkungen der **Produkt- und Standardisierungslogik auf Zeit-, Kosten- und Qualitätskorridore sind deutlich.** Zeitlich kommt es zu einer erheblichen Verschiebung der Leistungsphasen, da wesentliche Inhalte der Leistungsphasen 1 bis 3 bereits im Rahmen der Machbarkeitsstudien bearbeitet werden und die späteren Phasen auf Basis des DFMA-Ansatzes einen deutlich reduzierten Umfang aufweisen. Die **Wiederverwendung von Bauteilen verkürzt insbesondere die Planungszeiten** in den Leistungsphasen 3 und 5, während klare Detailstandards den Abstimmungsaufwand reduzieren.

Kostenseitig steigt die Kalkulationssicherheit, da Bauteilkosten aus realisierten Projekten abgeleitet werden können und bereits in der Projektkonzeption belastbare Kostenvoranschläge mit engen Toleranzen möglich sind. Gleichzeitig führen Sondervarianten zu signifikanten Kostensteigerungen und verringern die Vorhersehbarkeit. Qualitativ zeigt sich eine höhere Konsistenz in der Modellierung; wiederkehrende Details reduzieren Ausführungsfehler, und die Datenqualität für die Fertigung steigt, solange die definierten Systemgrenzen eingehalten werden. Insgesamt wirkt die Standardisierung als stabilisierender Faktor des gesamten Produktprozesses, verliert jedoch an Effizienz, sobald projektspezifische Anforderungen die Grenzen des Systems überschreiten.

Einordnung und Reflexion

1. Stützung der Thesen
Die Fallstudie stützt die für den Fall relevanten NWA-Annahmen zur frühen Integration von Fertigungswissen, zur Standardisierung und zur produktionsorientierten Organisation der Planung. **DFMA prägt den Planungsprozess** bereits in frühen Projektphasen. Wiederkehrende Bauteil- und Detaillogiken, definierte Systemgrenzen sowie die **kontinuierliche Einbindung des Fertigungspartners** schaffen die Voraussetzungen für reproduzierbare Planungsabläufe. Die Untersuchung zeigt zudem, dass **Frontloading und frühzeitige Systementscheidungen** für die Abstimmung von Planung, Fertigung, Transport und Montage eine hohe Bedeutung besitzen.

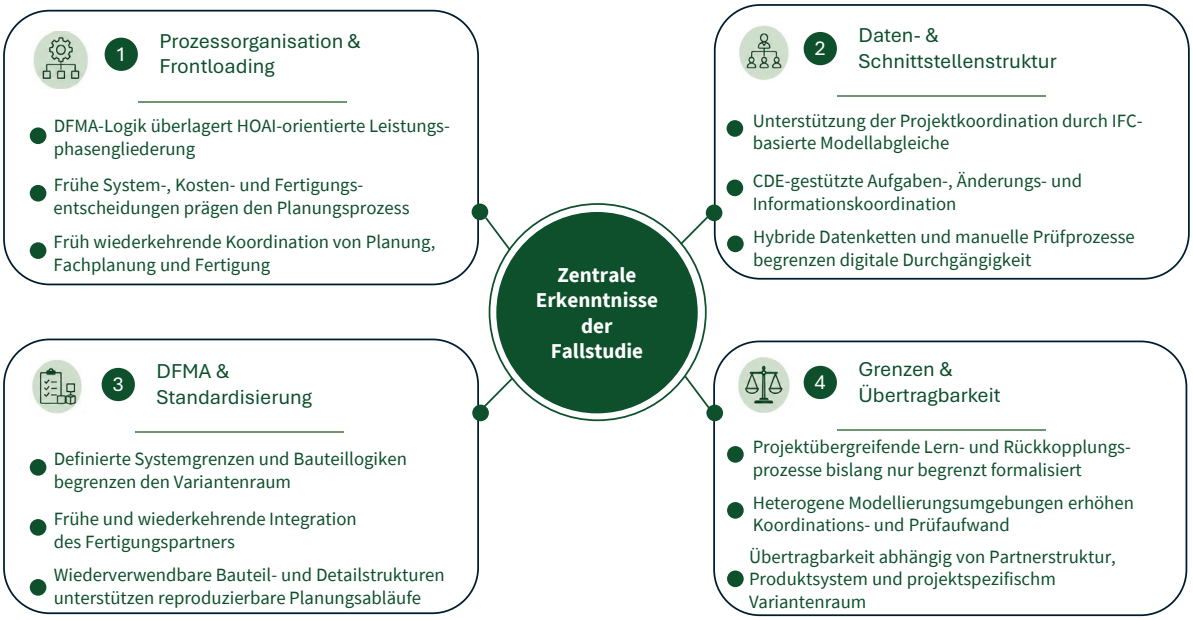


Abbildung 6: Wichtige Erkenntnisse der Fallstudie 1 (eigene Darstellung, FLEX@HTWK)

2. Relativierung der Thesen
Die Fallstudie zeigt zugleich Grenzen der erreichten Prozessintegration. Die digitale Zusammenarbeit basiert auf einer funktionierenden Kombination aus nativen Modellen, IFC-Austausch, CDE-gestützter Koordination und ergänzenden dokumentenbasierten Abstimmungen. Heterogene Modellierungsumgebungen und manuelle Prüfprozesse erzeugen zusätzlichen Koordinationsaufwand. Auch die Wiederverwendung standardisierter Bauteile bleibt von projektspezifischen Anforderungen abhängig. Abweichungen vom modularen System erhöhen den Planungs- und Abstimmungsbedarf. Projektübergreifende Lern- und Rückkopplungsprozesse sind bislang nur begrenzt formalisiert, wodurch Erfahrungswissen weiterhin eine wesentliche Rolle für die Prozessstabilität spielt

.

3. Fallspezifische Einordnung
Die Ergebnisse sind wesentlich durch das Geschäfts- und Organisationsmodell des untersuchten Unternehmens geprägt. Charakteristisch sind der modulare Wohnungsbau, die Tätigkeit als Generalübernehmer, ein **stabiles Partnernetzwerk** sowie die frühe Integration eines externen Fertigungspartners. Die Prozessstruktur verbindet damit eine hohe **planerische Systematisierung mit unternehmensübergreifender Koordination**. Die Befunde beschreiben einen spezifischen Integrationspfad und lassen sich daher nur bedingt auf Unternehmen mit eigener Fertigung, wechselnden Partnerstrukturen oder stärker projektindividuellen Leistungsprofilen übertragen. Ihre Bedeutung liegt vor allem in der Konkretisierung der Bedingungen, unter denen DFMA und standardisierte Prozesslogiken in einer netzwerkbasierten Organisationsstruktur umgesetzt werden können.

Ausblick

Aufbauend auf dem analysierten Ist-Zustand ergeben sich mehrere Entwicklungs- und Untersuchungsfelder für die weitere Skalierung des Ansatzes. Ein Schwerpunkt liegt auf der stärkeren **Formalisierung von Governance-, Daten- und Organisationsstrukturen.** Zu untersuchen ist insbesondere, wie Projekterfahrungen aus Planung, Fertigung und Montage systematisch erfasst und in Bauteil-, Detail- und Prozessstandards überführt werden können. Dadurch kann personenbezogenes Erfahrungswissen schrittweise in organisationsweit verfügbare und wiederverwendbare Strukturen überführt werden.

Ein weiteres Entwicklungsfeld betrifft die **unternehmensübergreifende Informations- und Schnittstellenarchitektur.** Für die bestehende IFC-basierte Koordination sollte untersucht werden, welche Informationsanforderungen, Modellierungsregeln, Prüfmechanismen und Verantwortlichkeiten erforderlich sind, um manuelle Abgleiche zu reduzieren und die **Verlässlichkeit der Datenübergaben** zwischen Planung, Fachplanung und Fertigung zu **erhöhen**. Besondere Bedeutung besitzen dabei Versionierung, Änderungsmanagement und die eindeutige Zuordnung von Datenverantwortung.

Weiterer Forschungsbedarf ergibt sich aus der hohen Vorleistungsintensität der frühen Planungsphasen sowie aus den Grenzen des modularen Produktsystems. Zu klären ist, wie frühzeitige System- und Fertigungsentscheidungen organisatorisch, vertraglich und wirtschaftlich abgesichert werden können und wie sich der Standardbaukasten weiterentwickeln lässt, um unterschiedliche architektonische, regulatorische und projektspezifische Anforderungen innerhalb definierter Systemgrenzen aufzunehmen. Damit richtet sich die weitere Entwicklung des untersuchten Modells vor allem auf die Formalisierung von Wissen, die Stabilisierung von Schnittstellen und die Übertragbarkeit der Prozesslogik auf unterschiedliche Projekt- und Kooperationskonstellationen.

2 FALLSTUDIE 2 - Serieller Wohnungsbau mit Planung und Fertigung



Kurzbeschreibung Unternehmen

Das untersuchte Unternehmen ist ein vertikal integrierter Anbieter im seriellen mehrgeschossigen Wohnungsbau in Holztafelbauweise mit Hauptaktivitäten im deutschsprachigen Raum. Es verfolgt einen konsequent produktorientierten Ansatz und deckt wesentliche Teile der Wertschöpfungskette von der frühen Planung über die Produktentwicklung bis zur schlüsselfertigen Realisierung ab. Organisatorisch ist das Unternehmen in mehrere rechtlich getrennte Einheiten gegliedert, die jeweils klar abgegrenzte Rollen in Planung, Generalübernahme und Ausführung übernehmen. Diese Struktur ermöglicht es, planerische, konstruktive und fertigungstechnische Anforderungen frühzeitig zu integrieren und übergreifend zu koordinieren.

Der strategische Fokus des Unternehmens liegt ausschließlich auf dem mehrgeschossigen Wohnungsbau, insbesondere im Bereich des geförderten, genossenschaftlichen und großvolumigen Wohnens. Ziel ist es, durch einen hohen Vorfertigungsgrad, standardisierte Bauteil- und Systemlösungen sowie klar definierte Schnittstellen eine skalierbare, zeit- und kostensichere Bauweise zu etablieren. Planung und Ausführung folgen einer konsequent fertigungs- und montageorientierten Logik. Geometrie, Bauteilaufbauten und Detailausbildungen sind direkt an die Bedingungen der eigenen Produktions- und Montagelinien gekoppelt.

Das Unternehmen tritt nicht als klassisches Architekturbüro oder reiner Holzbauunternehmer auf, sondern als produktbasierter Systemanbieter. Der architektonische Entwurfsprozess ist integraler Bestandteil einer industriell geprägten Produktentwicklung, in der Wiederholbarkeit, Prozessstabilität und Serienfähigkeit gegenüber maximaler Individualisierung priorisiert werden. Projektspezifische Anforderungen werden innerhalb klar definierter Systemgrenzen adressiert, wodurch ein kontrollierter Variantenraum entsteht. Mit diesem Ansatz positioniert sich das Unternehmen als Akteur der Industrialisierung des Bauens und reagiert gezielt auf den strukturellen Bedarf nach schnell realisierbarem, ressourceneffizientem und wirtschaftlich tragfähigem Wohnraum.

Untersuchungsfokus

Die Fallstudie untersucht anhand eines realen Unternehmensbeispiels aus dem seriellen, elementbasierten Wohnungsbau, wie produktionsgetriebene Planungslogiken, DFMA-Prinzipien, Standardisierung sowie daten- und organisationsbezogene Strukturen praktisch umgesetzt werden. Im Mittelpunkt stehen Frontloading, frühe Fertigungsintegration, Bauteilkataloge und Systemgrenzen sowie die Kopplung von Planung, Fertigung und Montage. Analysiert werden zudem digitale Schnittstellen, Datenstrukturen und Governance-Mechanismen einschließlich möglicher Medienbrüche, Redundanzen und Ab-

hängigkeiten von individuellem Erfahrungswissen. Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf den organisatorischen und marktbezogenen Rahmenbedingungen industrieller Planung. Betrachtet wird, wie öffentliche Vergabe, bauherrenseitige Anforderungen und projektspezifische Randbedingungen die Anwendung standardisierter Prozess- und Produktlogiken beeinflussen. Ziel ist es, die Übertragbarkeit industrieller Planungs- und Organisationskonzepte zu bewerten und jene strukturellen Bedingungen zu identifizieren, die Skalierbarkeit, Prozessstabilität und eine wirtschaftliche Umsetzung des seriellen Holzbaus ermöglichen oder begrenzen.

>>> Governance

bezeichnet den Ordnungs- und Steuerungsrahmen zur Festlegung von Verantwortlichkeiten, Regeln und Entscheidungsprozessen innerhalb von Organisationen oder Projekten.

Sie stellt sicher, dass Ziele, Prozesse und Ressourcen regelkonform, transparent und nachvollziehbar gesteuert werden.

Prozessstruktur

Die Prozessstruktur des untersuchten Unternehmens bestätigt in weiten Teilen die im Whitepaper formulierten Thesen zur Industrialisierung des Holzbaus. Sie ist konsequent produkt- und fertigungsorientiert aufgebaut und folgt einer vorgezogenen, integrierten Bearbeitungslogik, in der fertigungsrelevante Entscheidungen früher getroffen werden, als dies in einer häufig phasenweise organisierten Projekt- und Beauftragungspraxis erfolgt. Der Projektstart ist nicht durch eine offene Entwurfsphase geprägt, sondern durch eine systematische Prüfung der Systemtauglichkeit. In einer initialen Vorprüfung werden Grundstücksparameter, bauordnungsrechtliche Rahmenbedingungen, Förderlogiken sowie logistische Restriktionen analysiert und in Bezug auf die serielle Umsetzbarkeit bewertet. Damit wird frühzeitig jene **Reduktion des Variantenraums** vorgenommen, die im Whitepaper als Voraussetzung für skalierbare, industrialisierte Prozesse beschrieben wird.

Auf dieser Basis wird eine Machbarkeitsstudie erstellt, in der Fachplanungen – insbesondere Statik, Brandschutz und Technische Gebäudeausrüstung (TGA) – bereits vor Vertragsabschluss eingebunden werden. Diese frühe planerische Verdichtung entspricht dem im Whitepaper beschriebenen Prinzip des Frontloadings und dient primär der Herstellung belastbarer Kosten- und Terminrahmen. Die **hohe Vorleistungsintensität** dieser Phase ist Ausdruck einer **produktionsgetriebenen Planungslogik**, in der Fertigungs-, Transport- und Montagerestriktionen von Beginn an als harte Randbedingungen wirken. Produktion, Logistik und Montage sind damit nicht nachgelagerte Ausführungsschritte, sondern integrale Bestandteile der frühen Projektentwicklung.

Die anschließende Planungsphase ist durch eine Vorverlagerung fertigungsrelevanter Informations- und Entscheidungsinhalte innerhalb der HOAI-orientierten Leistungsphasengliederung gekennzeichnet. Über mehrere Design-Freeze-Punkte werden zunächst geometrische und rasterbezogene Grundsatzentscheidungen und anschließend system- und fachplanerische Parameter fixiert. Das Vorgehen verdichtet entscheidungsrelevante Inhalte bereits in frühen Projektstadien und ergänzt die leistungsphasenbezogene Gliederung um iterative Abstimmungs- und Design-Freeze-Punkte. Ziel ist eine **frühe Stabilisierung des Modells**, um die Voraussetzungen für eine sichere Elementierung und Fertigung zu schaffen.

Die Planung erfolgt modellbasiert und in **iterativen Abstimmungsschleifen zwischen Planung, BIM-Koordination, Produktentwicklung und Werk.** Die Übergabe an die Fertigung ist dabei kein singulärer Schnitt, sondern Teil einer kontinuierlichen Rückkopplung, in der Elementierung, Detailprüfung und Fertigungsfreigaben mehrfach abgestimmt werden. Parallel dazu werden Logistik- und Montageabläufe entwickelt und taktisch koordiniert. Die Montage wird somit – im Sinne des Whitepapers – als planungsrelevanter Prozess verstanden, dessen Anforderungen die vorgelagerten Entscheidungen maßgeblich beeinflussen.

>>> Design-Freeze

Der Design Freeze bezeichnet einen fest definierten Zeitpunkt im Entwicklungsprozess, ab dem ein Produktentwurf verbindlich festgeschrieben wird.

Ziel ist es, nachgelagerte Prozesse wie Fertigung, Beschaffung oder Umsetzung vor ungeplanten Änderungen zu schützen und Planungs-, Kosten- und Terminsicherheit herzustellen.

Organisatorisch ist die Prozessstruktur durch eine **hohe interne Abstimmungsdichte und klar definierte Verantwortlichkeiten** geprägt. Schnittstellen bestehen zwischen Planung, Produktentwicklung, BIM-Koordination, Fertigung und Montage, die jeweils mit unterschiedlichen Softwarelösungen arbeiten. **IFC** wird als **zentrales Austauschformat** genutzt, **ergänzt durch tabellarische und dokumentenbasierte Informationen.** Eine vollständig datenlogisch integrierte Prozesskette im Sinne eines durchgängigen PLM-Ansatzes besteht nicht. Versionssicherheit und Datenfreigaben werden primär über organisatorische Maßnahmen, definierte Design-Freeze-Punkte und manuelle Kontrollmechanismen gewährleistet.

Externe Fachplaner und Unterauftragnehmer werden **frühzeitig eingebunden,** vorzugsweise aus einem festen, systemerfahrenen Partnernetzwerk. Diese selektive Partnerstruktur reduziert Schnittstellenrisiken und entspricht der im Whitepaper formulierten These, dass Skalierbarkeit im Holzbau weniger durch offene Netzwerke als durch stabile, wiederkehrende Kooperationsmuster erreicht wird. Medienbrüche treten insbesondere an Software- und Modellgrenzen auf.

Sie werden akzeptiert und durch zusätzliche Abstimmungs- und Kontrollprozesse kompensiert, um die Gesamtprozessstabilität nicht zu gefährden.
Insgesamt zeigt sich eine hybride Prozessstruktur, die projektbezogene Flexibilität mit produktbasierten Standards verbindet. Sie ist stark iterativ organisiert, auf frühe Entscheidungsfixierung ausgelegt und zeigt, dass Industrialisierung im Holzbau primär eine Frage von Prozesslogik, Governance und Komplexitätsreduktion ist und weniger von einzelnen Technologien abhängt.

Datenketten und Schnittstellen

Die Datenarchitektur weist einen **hohen Digitalisierungsgrad** auf, ist jedoch nicht als vollständig integriertes System ausgelegt. Stattdessen handelt es sich um ein **funktionales, iterativ gewachsenes Gefüge aus Softwarelösungen, Schnittstellen und organisatorischen Sicherungsmechanismen.**

Die Planung basiert auf einer historisch gewachsenen, heterogenen Softwarelandschaft, die über lange Zeit durch entwurfsorientierte BIM-Autorensysteme geprägt war. Ausschlaggebend waren insbesondere etablierte Modellierungslogiken mit Bibliotheken, wiederkehrenden Planungselementen und hoher Effizienz in frühen Entwurfs- und Genehmigungsphasen. Mit der **zunehmenden Ausrichtung auf serielle und industrielle Fertigungsprozesse** verschieben sich die Anforderungen jedoch hin zu **höherer geometrischer Präzision, konsistenter Datenstruktur und maschineller Weiterverarbeitbarkeit.** In diesem Kontext erwiesen sich bestehende entwurfsorientierte Modellierungsumgebungen als nur eingeschränkt geeignet. Insbesondere numerische Toleranzen, Rundungsabweichungen und nicht ausreichend robuste Geometrieinformationen führten wiederholt zu Problemen bei der IFC-basierten Übergabe an werkseitige Planungs- und Fertigungssysteme. Daraufhin wurde die Modellierungsstrategie angepasst und produktionsrelevante Modelle werden seither in einer stärker fertigungsorientierten digitalen Umgebung aufgebaut.

Der Übergang zwischen den verschiedenen Software- und Modellierungsumgebungen ist nicht automatisiert, da Modelle in Teilen neu aufgebaut werden müssen. Daraus resultieren temporär parallele Modellwelten, die durch manuelle Abgleiche, DWG-Referenzen und organisatorische Disziplin synchronisiert werden. Diese bewusste Redundanz zeigt, dass Medienbrüche in der Praxis nicht eliminiert, sondern durch Nebenprozesse kontrolliert werden. Für serielle Projekte wird dieser Aufwand reduziert, da dort auf einen hinterlegten Systembaukasten zurückgegriffen werden kann, während individuelle Projekte weiterhin erhöhte Koordinationskosten verursachen.

Vor diesem Hintergrund kommt dem Datenaustausch zwischen den Systemen eine besondere Bedeutung zu. **IFC** dient primär der **geometrischen Koordination** und der Übergabe von Geometrien, nicht der verlustfreien Übertragung semantisch vollständiger Produktdaten. Insbesondere im Übergang zu Werkbasierten Softwaresystemen sind Toleranzen, Rundungsdifferenzen und Attributverluste bekannt. Diese führen dazu, dass Maschinen Gleichteile nicht erkennen und Bauteile neu generieren. Entsprechend werden diese Effekte durch definierte Modellierungsregeln, Prüfzyklen und Workarounds kompensiert.

Ergänzend zu den Modellformaten werden **DWG, PDF und insbesondere Excel intensiv genutzt**. Excel fungiert derzeit als Rückgrat für Stammdaten, Bauteilmerkmale, Versionierungen und Auswertungen. Power-BI-Berichte werden genutzt, um Abhängigkeiten, Stücklisten und Systemzustände sichtbar zu machen. Eine hochintegrierte Datenplattform mit PLM-Charakter existiert noch nicht. Die Einführung eines solchen Systems wird jedoch explizit als notwendiger nächster Entwicklungsschritt benannt und deckt sich damit mit der Annahme, dass ohne formalisierte Daten-Governance und Versionslogik eine Skalierung industrieller Prozesse nur begrenzt möglich ist.

Die Definition und Entwicklung systemkonformer Bauteile, parametrischer Elemente sowie aktueller Systembaukasten erhöhen die Datenqualität signifikant. Mit der Einführung einer flexibleren, parametrischen Systemgrundlage konnten Fehleranfälligkeit, manuelle Nachbearbeitung und Schnittstellenverluste signifikant reduziert werden. Gleichzeitig zeigt sich, dass jede Abweichung vom System – etwa durch projektspezifische Geometrien oder externe Anforderungen – die Robustheit der Daten unmittelbar reduziert und zusätzliche Abstimmungs- und Kontrollprozesse erforderlich macht.

Die bestehende Schnittstellen- und Datenstruktur ist für den aktuellen Maßstab funktionsfähig. Gleichzeitig zeigt sich, dass die Datenstruktur keine durchgängige Integration im Sinne eines konsistenten Gesamtsystems erreicht. Für eine weitere Skalierung ist daher eine stärkere Formalisierung von Datenstandards, Versionierung, PLM-Integration und Governance-Strukturen erforderlich, um Abhängigkeiten von manueller Kontrolle und individueller Erfahrung nachhaltig zu reduzieren.

DFMA

Die DFMA-Prinzipien werden im untersuchten Unternehmen als **strukturierendes Planungs- und Organisationsprinzip einer seriellen, elementbasierten**

>>> DWG

ist ein CAD-Dateiformat zur Speicherung von 2D- und 3D-Konstruktionsdaten, einschließlich Vektorgeometrien und zugehöriger Informationen.
Es wird vor allem für technische Zeichnungen in Architektur, Ingenieurwesen und Bauwesen eingesetzt und unterstützt präzise, maßstabsgetreue Darstellungen.
DWG ist eines der am weitesten verbreiteten Formate zum Austausch von CAD-Zeichnungen. Es ist nicht als BIM- oder semantisches Datenformat ausgelegt.

Holztafelbauweise verstanden. Planung wird konsequent aus der Perspektive von Fertigung und Montage entwickelt und nicht aus einem primär entwurfsgetriebenen Ansatz heraus.

Die HOAI-Leistungsphasen bleiben als Gliederung der Planungsleistungen bestehen. Im untersuchten Prozess werden einzelne fertigungsrelevante Inhalte jedoch früher bearbeitet und verbindlich festgelegt. Zentrale Inhalte der Leistungsphasen 1 bis 3 werden stark vorgezogen und in frühen Projektstadien verbindlich festgelegt. Dazu zählen insbesondere Grundgeometrien, Raster, Bauteilabmessungen, Konstruktionsprinzipien sowie fertigungstechnische Randbedingungen. Diese frühe Verdichtung dient der Reduktion von Unsicherheiten und der Herstellung belastbarer Kosten- und Terminrahmen. Entwurfsentscheidungen werden damit nicht iterativ offengehalten, sondern bewusst früh fixiert. Die **späteren Leistungsphasen** (Leistungsphase 4 und 5) dienen überwiegend der **technischen Durcharbeitung**, Absicherung und Übergabefähigkeit an die Fertigung

>>> Power-BI

Power BI ist eine Business-Intelligence-Plattform von Microsoft zur Analyse, Visualisierung und Auswertung von Daten aus unterschiedlichen Quellen.

Sie ermöglicht die Aufbereitung komplexer Daten in interaktiven Dashboards und Berichten zur Entscheidungsunterstützung.

und nicht der grundlegenden Weiterentwicklung des Entwurfs. Dieses Vorgehen entspricht einer stärkeren Überlagerung der HOAI-orientierten Leistungsphasengliederung durch eine frontgeladene, produktionsorientierte Informations- und Entscheidungslogik. Eine wichtige Rolle innerhalb des DFMA-Ansatzes übernehmen **Bauteilkataloge und systematisierte Elemente**. Wiederkehrende Wand-, Decken- und Fassadenelemente sowie definierte Anschlussdetails bilden die produktlogische Grundlage der Planung und fungieren als Schnittstelle zwischen digitalem Modell, Fertigung und Montage. Die Kataloge sind nicht vollständig normiert; sie werden projektbezogen erweitert. Diese Praxis ermöglicht Anpassungsfähigkeit, führt jedoch bei Abweichungen von den bestehenden Systemgrenzen zu erhöhtem Koordinations- und Planungsaufwand.

>>> Parametrische Systemgrundlagen

Parametrische Systemgrundlagen basieren auf den Prinzipien des parametrischen Entwerfens, bei dem geometrische und funktionale Eigenschaften über definierte Parameter und Abhängigkeiten gesteuert werden.
Änderungen einzelner Parameter führen zu konsistenten Anpassungen des gesamten Systems, ohne dessen grundlegende Struktur zu verändern.

Wiederholbarkeit wird im untersuchten Unternehmen nicht als serielle Reproduktion identischer Gebäude verstanden, vielmehr als **systemische Wiederverwendung von Elementlogiken**, Konstruktionsprinzipien und Fertigungsabläufen. Geometrische Grundprinzipien und Bauteilaufbauten werden projektübergreifend eingesetzt, während projektspezifische Anpassungen innerhalb klar definierter Grenzen erfolgen. Diese Logik erhöht die Prozessstabilität und reduziert Fehleranfälligkeit, erfordert jedoch eine hohe Disziplin in der Einhaltung der Systemlogik. Jede Abweichung wirkt sich unmittelbar auf Planungsaufwand, Fertigungsprozesse und Montageabläufe aus und wird daher frühzeitig wirtschaftlich bewertet.

Die **Anbindung an die Fertigung ist integraler Bestandteil des DFMA-Verständnisses.** Fertigungs- und Montagebedingungen wirken von Beginn an als harte Randbedingungen auf die Planung. Elementierung, Toleranzen, Transportbedingungen und Montagesequenzen sind prägende Parameter der Entwurfs- und Systementwicklung. Die Übergabe an die Fertigung erfolgt über iterative Abstimmungsschleifen zwischen Planung und Werk, wobei die Fertigung aktiv auf Planungsentscheidungen einwirkt.

Insgesamt zeigt die Fallstudie, dass DFMA im untersuchten Unternehmen die gesamte Planungslogik strukturiert. Effizienz, Wiederholbarkeit und Prozessstabilität können erzielt werden, wenn elementbasierte Systemlogiken früh definiert, konsequent eingehalten und eng mit der Fertigung rückgekoppelt werden. Gleichzeitig wird deutlich, dass eine weitere Skalierung dieses Ansatzes – im Sinne des Whitepapers – eine stärkere Formalisierung der Bauteilkataloge, der Freigabeprozesse und der Governance zwischen Planung und Fertigung erfordert.

Organisationsstruktur / Governance

Die Organisationsstruktur des untersuchten Unternehmens ist klar auf den **seriellen Wohnungsbau in elementbasierter Holztafelbauweise** ausgerichtet und folgt einer integrierten, produktorientierten Logik. Planung, Produktentwicklung, Fertigung und Ausführung sind organisatorisch eng miteinander verzahnt und nicht als voneinander getrennte Disziplinen organisiert. Die enge Kopplung von Organisation, Produkt und Prozess erfordert neben formal etablierten Governance-Strukturen vor allem operative Routinen und erfahrungsbasierte Entscheidungswege, was die Übertragbarkeit des Modells einschränkt.

Das Unternehmen agiert am Markt überwiegend als **Generalübernehmer** und adressiert primär **öffentliche und institutionelle Auftraggeber** im Wohnungsbau. Erstere stellen dabei einen wichtigen Akquisitionskanal dar, sind jedoch zugleich eine strukturelle Restriktion. Die Fallstudie zeigt zudem, dass die adressierten öffentlichen Vergabeformate nur unter bestimmten Bedingungen kompatibel mit industriellen Bauprozessen sind. Insbesondere die in Ausschreibungen implizit angelegte Offenheit des Entwurfs kollidiert mit der Notwendigkeit frühzeitiger Systemfestlegungen. Das Unternehmen reagiert darauf mit

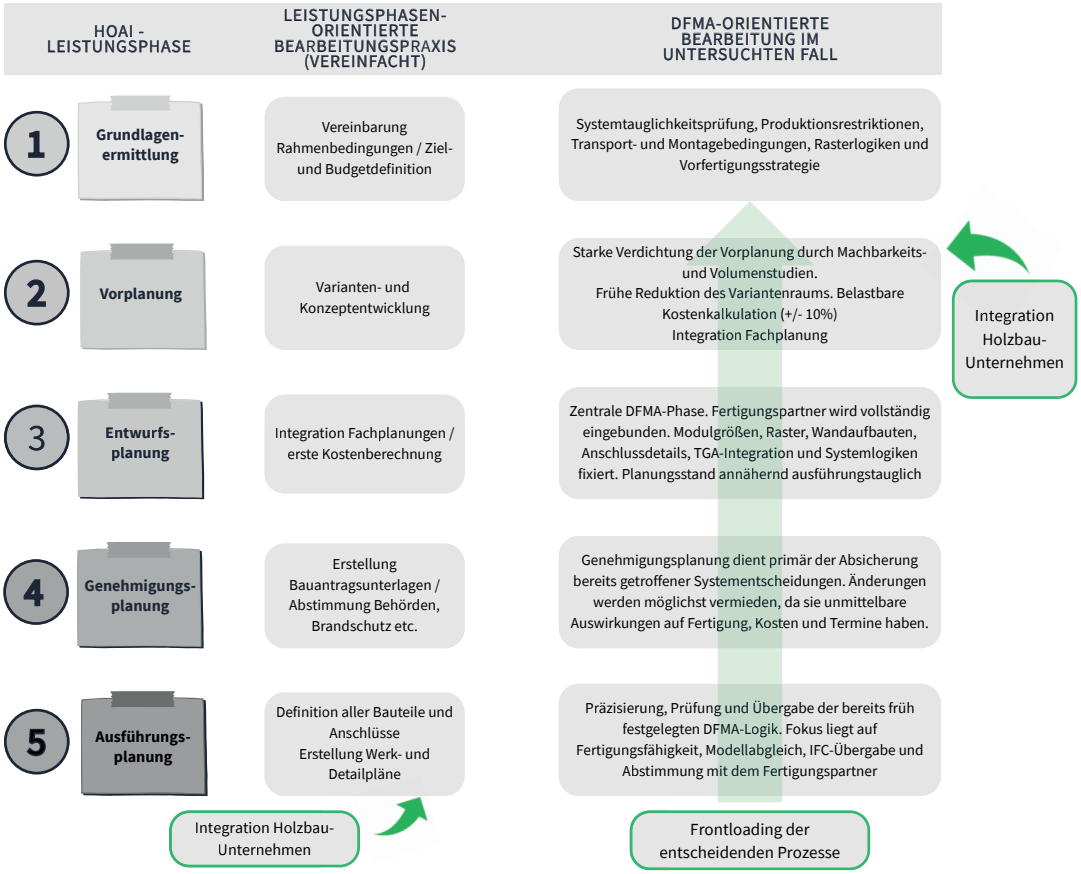


Abbildung 7: Frühzeitige Integration der Holzbaukompetenz – Leistungsphasengliederung und DfMA-orientierte Bearbeitungslogik (eigene Darstellung, FLEX@HTWK):

einer selektiven Projektakquise, bei der Ausschreibungen bereits vor Angebotsabgabe auf ihre Systemtauglichkeit geprüft werden. Projekte, die eine zu hohe Individualisierung oder späte Entscheidungsfindung erfordern, werden bewusst nicht weiterverfolgt. Industrialisierung geht mit einer bewussten Einschränkung der Marktteilnahme einher.

Die Rolle der Bauherren ist entsprechend explizit festgelegt. Auftraggeber erhalten kein frei verhandelbares Einzelprojekt, sondern ein klar definiertes, kalkuliertes und **systembasiertes Leistungsangebot,** dessen Spielräume jedoch von Beginn an begrenzt sind. Abweichende Anforderungen werden geprüft und frühzeitig hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf Kosten, Termine und Prozessstabilität transparent gemacht. Damit wird der im Whitepaper postulierte Anspruch, Komplexität durch Standardisierung zu reduzieren, in der Praxis konsequent umgesetzt. Gleichzeitig wird deutlich, dass diese Logik eine hohe Akzeptanz auf Seiten der Bauherren voraussetzt und nicht ohne Weiteres auf Auftraggeber übertragbar ist, die einen starken gestalterischen oder funktionalen Individualanspruch verfolgen.

Der USP des Unternehmens liegt in der Fähigkeit, serielle Wohnungsbauprojekte mit hoher Vorfertigung, planbaren Kosten- und Terminkorridoren sowie reproduzierbarer Qualität zu realisieren. Der Unterschied zu klassischen Architekturbüros oder Holzbauunternehmen liegt darin, dass statt klassisch-individueller Entwurfsleistungen Prozessstabilität und Wiederholbarkeit im Fokus des Werteversprechens stehen. Das Whitepaper beschreibt diese Verschiebung als notwendige Voraussetzung für Skalierung. Die Fallstudie zeigt jedoch, dass dieser USP stark an eine klar definierte Zielgruppe gebunden ist und nur in Marktsegmenten trägt, in denen Standardisierung als Mehrwert akzeptiert wird.

Organisatorisch ist das Unternehmen funktional gegliedert, mit klar abgegrenzten Verantwortlichkeiten zwischen Planung, Produktentwicklung und Fertigung. Entscheidungswege sind kurz, Abstimmungen erfolgen häufig informell und projektbezogen. Eine stark formalisierte Governance im Sinne verbindlicher Regelwerke zur Entscheidungsfindung und Konfliktbehandlung ist nur eingeschränkt ausgeprägt. Während das Whitepaper eine zunehmende Formalisierung als Voraussetzung für Skalierung fordert, zeigt die Fallstudie, dass der aktuelle Unternehmenserfolg maßgeblich auf Erfahrungswissen, personeller Kontinuität und informellen Rückkopplungen beruht. Diese Struktur ermöglicht eine hohe Reaktionsgeschwindigkeit, erzeugt jedoch Abhängigkeiten von personenbezogenen Wissenskonzentrationen und begrenzt die Reproduzierbarkeit der Organisation selbst.

Einordnung und Reflexion

1. Stützung der Thesen
Die Fallstudie verdeutlicht, dass i**ndustrielle Leistungsfähigkeit** im seriellen Holzbau **aus der engen Kopplung von Produktlogik, Planung, Fertigung und Organisation** hervorgeht. Die vertikale Integration ermöglicht es, fertigungstechnische Anforderungen früh in die Planung einzubinden und wesentliche Systementscheidungen über **definierte Raster, Bauteilkataloge und Design-Freeze-Punkte** zu stabilisieren. Damit werden grundlegende NWA-Annahmen zu **Frontloading, DFMA und Standardisierung** gestützt. Besonders relevant ist die Erkenntnis, dass Wiederholbarkeit auf der konsequenten Anwendung definierter Produkt- und Prozesslogiken beruht und damit über die reine Wiederholung einzelner Gebäude hinausgeht.

2. Relativierung der Thesen
Gleichzeitig relativiert der Fall die Annahme, dass ein hoher Industrialisierungsgrad eine vollständig integrierte digitale Prozesskette voraussetzt. Die vorhandene Datenarchitektur verbindet unterschiedliche Softwareumgebungen, IFC-basierte Übergaben, Tabellenstrukturen und manuelle Prüfprozesse. Ihre Funktionsfähigkeit wird durch klar geregelte Abläufe, definierte Freigabepunkte und umfangreiches Erfahrungswissen abgesichert. Für eine weitere Skalierung entsteht daraus ein Formalisierungsbedarf bei Datenstrukturen, Modellierungsregeln, Bauteilkatalogen und Verantwortlichkeiten. Die Fallstudie weist damit auf eine enge Wechselwirkung zwischen technischer Integration und organisatorischer Prozessdisziplin hin

.3. Fallspezifische Einordnung
Die Übertragbarkeit der Ergebnisse ist durch das spezifische Geschäftsmodell geprägt. Eigene Fertigung, ein klar abgegrenztes Produktsystem, die Konzentration auf den mehrgeschossigen Wohnungsbau und eine selektive Projektakquise schaffen günstige Voraussetzungen für Standardisierung und frühe Entscheidungsfixierung. Projektspezifische Anforderungen außerhalb der definierten Systemgrenzen erhöhen den Koordinationsaufwand und reduzieren die Wiederverwendbarkeit bestehender Lösungen. Der Fall beschreibt damit einen spezifischen Industrialisierungspfad, dessen Skalierbarkeit wesentlich von der Stabilität des Produktsystems, der Beherrschung von Varianten und der organisatorischen Integration der Wertschöpfungsstufen abhängt.

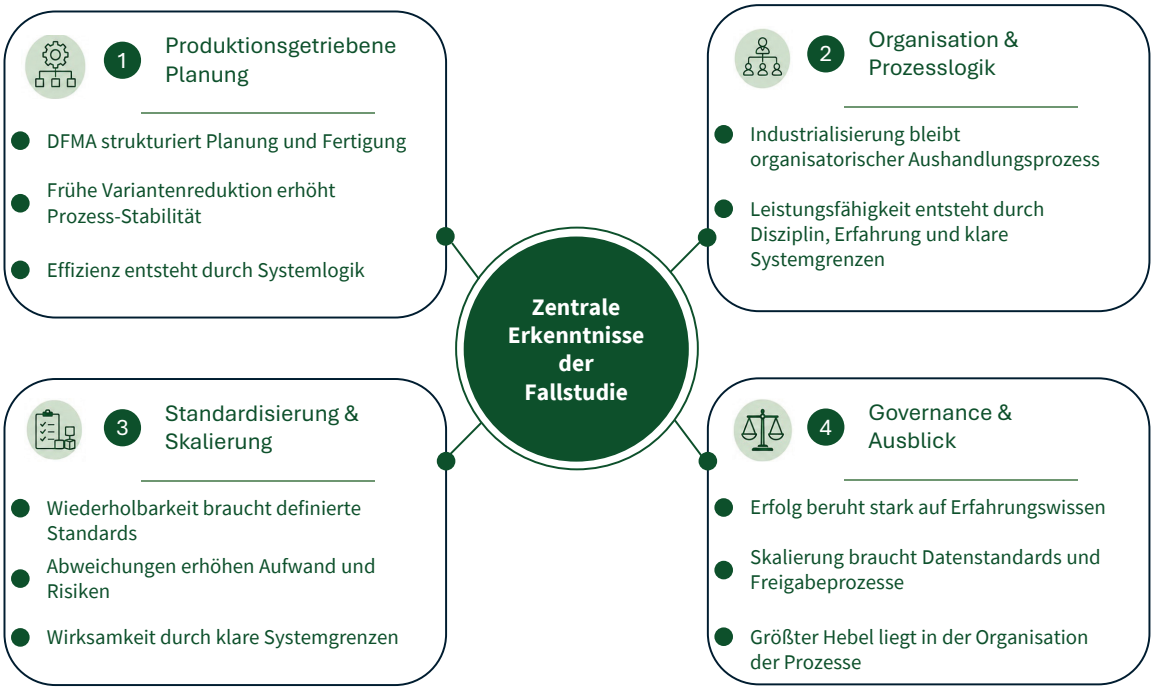


Abbildung 8: Zentrale Erkenntnisse von Fallstudie 2 (eigene Darstellung, FLEX@HTWK)

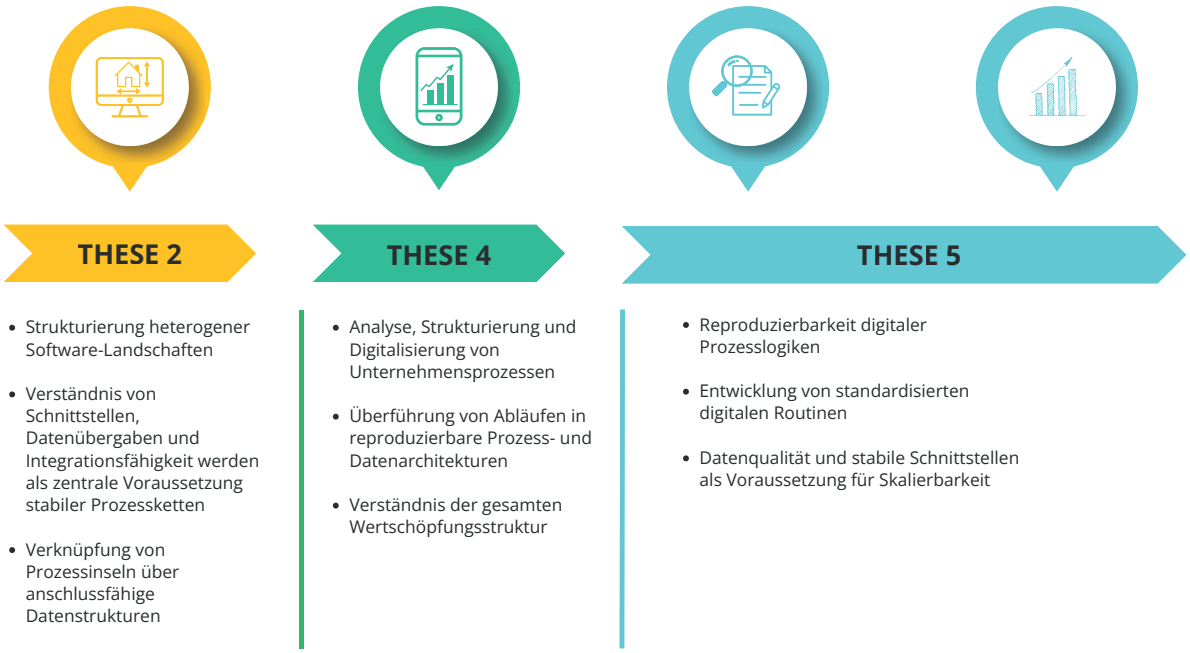
Ausblick

Aus der Fallstudie ergeben sich mehrere Entwicklungsfelder für die weitere Skalierung des untersuchten Industrialisierungsansatzes. Ein Schwerpunkt liegt auf der stärkeren Formalisierung der bislang teilweise erfahrungsbasierten Produkt-, Daten- und Prozessstrukturen. Dazu zählen insbesondere die s**ystematische Pflege von Bauteilkatalogen**, verbindliche Modellierungsrichtlinien, **definierte Freigabeprozesse** sowie eindeutige Verantwortlichkeiten für Datenqualität und Änderungen. Ziel ist eine **höhere Reproduzierbarkeit der Abläufe** über unterschiedliche Projekte und personelle Konstellationen hinweg. Gleichzeitig sollte untersucht werden, welche Prozessschritte weiterhin durch organisatorische Routinen abgesichert werden können und für welche Bereiche eine stärkere technische Integration erforderlich ist.

Ein weiteres Entwicklungsfeld betrifft die Datenarchitektur und die Kopplung der eingesetzten Softwareumgebungen. Die bestehende Kombination aus BIM-Modellen, IFC-basierten Übergaben, Tabellenstrukturen und manuellen Prüfprozessen gewährleistet derzeit die operative Funktionsfähigkeit. Für höhere Skalierungsgrade sollte geprüft werden, wie **Datenmodelle, Schnittstellen und Versionierungsprozesse stärker formalisiert und automatisiert** werden können. Besondere Bedeutung besitzen dabei konsistente Bauteilinformationen, **definierte Übergabepunkte** und die nachvollziehbare Steuerung von Änderungen zwischen Planung, Produktentwicklung und Fertigung. Die Weiterentwicklung sollte an den bestehenden Arbeitsprozessen ansetzen und deren Anforderungen an Robustheit, Reaktionsfähigkeit und Fertigungsnähe berücksichtigen.

Weiterer Untersuchungsbedarf ergibt sich aus der Verbindung von produktionsgetriebener Planung mit Vergabe-, Vertrags- und Auftraggeberstrukturen. Die **frühe Festlegung wesentlicher Systemparameter** erzeugt Planungs- und Koordinationsleistungen bereits in frühen Projektstadien und erfordert eine entsprechende organisatorische und wirtschaftliche Absicherung. Gleichzeitig bestimmt die **Beherrschung des Variantenraums** wesentlich die Übertragbarkeit des Produktsystems auf unterschiedliche Projekte. Zukünftige Untersuchungen sollten daher analysieren, wie Systemgrenzen, projektspezifische Anforderungen und **frühzeitige Entscheidungsprozesse** so organisiert werden können, dass Wiederholbarkeit und wirtschaftliche Tragfähigkeit erhalten bleiben. Von besonderem Interesse ist dabei die Übertragbarkeit des beobachteten Modells auf andere Unternehmensgrößen, Marktsegmente und Produktionsstrukturen.

3 | FALLSTUDIE 3 - Digitalisierungspartner für den Holzbau



Kurzbeschreibung Unternehmen

Diese Fallstudie beschreibt einen auf den Holzbau spezialisierten Digitalisierungspartner, der mittelständische Unternehmen mit typischerweise 20 bis 200 Mitarbeitenden bei der digitalen Transformation entlang der gesamten Wertschöpfungskette begleitet. Dazu zählen insbesondere die Bereiche Planung, Arbeitsvorbereitung, Einkauf, Produktion und Montage. Das Unternehmen versteht sich nicht als klassisches IT-Systemhaus, sondern als langfristiger Transformationsbegleiter, der technologische, organisatorische und prozessuale Innovation in einem auf den Holzbau zugeschnittenen integrierten Ansatz verbindet. Die Projekte werden in der Regel über modulare Rahmenverträge mit Laufzeiten zwischen 20 und 30 Monaten umgesetzt und sind auf nachhaltige Befähigung statt kurzfristige Systemeinführung ausgerichtet.

Ziel und Zweck der Fallstudie

Die Fallstudie untersucht, wie mittelständische Holzbauunternehmen bestehende Arbeits- und Informationsstrukturen systematisch erfassen, digital integrieren und dauerhaft organisatorisch verankern. Im Mittelpunkt stehen Unternehmen mit heterogenen, historisch gewachsenen Softwarelandschaften sowie Prozessketten zwischen Planung, Arbeitsvorbereitung, Einkauf, Produktion und Montage. Analysiert wird, wie bestehende Abläufe strukturiert, Schnittstellen definiert und wiederkehrende Prozessroutinen entwickelt werden können.

Die Untersuchung konzentriert sich auf drei miteinander verbundene Mechanismen: die Prozessdiagnose zur Erfassung realer Arbeits- und Informationsflüsse, die Entwicklung einer modularen Integrationsarchitektur auf Basis spezialisierter Softwarelösungen und offener Schnittstellen sowie das organisationale Enablement zur dauerhaften Verankerung der aufgebauten Strukturen. Damit werden insbesondere die NWA-Thesen zu fragmentierten Softwarelandschaften, digitaler Wertschöpfung und der Skalierung wiederholbarer Prozesslogiken untersucht.

„Unser Anspruch ist, die Unternehmen unabhängig zu machen – von einzelnen Softwareanbietern, aber auch von IT-Dienstleistern. Und im zweiten Schritt auch unabhängig von uns“

Bezug zum Gesamtprojekt

Der in dieser Fallstudie beschriebene Ausgangszustand mit parallelen Planungswerkzeugen, historisch gewachsenen ERP-Systemen und fehlenden Schnittstellen spiegelt genau die Problemlage der These wider. Der Engpass liegt nicht in der Qualität einzelner Tools, sondern in ihrer fehlenden strukturellen Integration. Dies bedeutet, dass zwar einzelne **digitale Werkzeuge** vorhanden sind, diese jedoch **häufig nicht über gemeinsame Schnittstellen, zentrale Datenhaltung oder abgestimmte Prozessabläufe** miteinander verbunden sind. Es fehlt meist eine übergeordnete Struktur, die festlegt, welches System welche Funktion übernimmt, wie Informationen weitergegeben werden und wo der jeweils gültige Informationsstand liegt. Dadurch besteht die Gefahr von Redundanzen und Fehlerpotenzialen. Die in der Fallstudie beschriebene Digitalisierungsstrategie setzt genau an dieser Stelle an, indem spezialisierte Systeme über eine gemeinsame Infrastruktur, klar definierte Systemrollen und eine gezielte Vernetzung zu einer zusammenhängenden Prozesslogik verbindet.

Die **Fallstudie** zeigt damit exemplarisch, wie **digitale Integration im mittelständischen Holzbau** operativ und schrittweise umgesetzt werden kann.

>>> Best of Breed (BoB)

Best of Breed bezeichnet den Ansatz, aus jedem Anwendungsbereich die jeweils beste Softwarelösung auszuwählen und in die eigene IT-Infrastruktur zu integrieren, statt auf Lösungen eines einzigen Herstellers zu setzen. Ziel ist ein System aus Programmen, die für das Unternehmen am besten geeignet sind.

>>> CRM – Customer-Relationship-Management

bezeichnet einen strategischen Ansatz sowie unterstützende IT-Systeme zur Verwaltung und Analyse von Kundenbeziehungen.

Ziel ist die strukturierte Erfassung von Kontakten, Interaktionen, Projekten und Vertriebsprozessen zur Verbesserung von Transparenz, Effizienz und Entscheidungsgrundlagen.

Wesentliche Erkenntnisse

Prozessinnovation und operative Umsetzung

Die **operative Digitalisierung** wird vom Unternehmen als **strukturierter, mehrstufiger Veränderungsprozess** verstanden, der schrittweise und iterativ umgesetzt wird. Anstelle eines allumfassenden, komplexen Gesamtsystems setzt die Strategie auf einen Best-of-Breed-Ansatz, bei dem jeweils spezialisierte und führende Softwarelösungen miteinander kombiniert werden. Ziel ist es, nicht „die eine" perfekte Software einzuführen, sondern die jeweils besten verfügbaren Bausteine sinnvoll zu verbinden. **Dieser Ansatz reduziert die Abhängigkeit von einzelnen Anbietern und erhöht zugleich die Flexibilität der digitalen Architektur.** Gleichzeitig steigen Anforderungen an Schnittstellenpflege, Governance und technisches Integrationswissen.

Die Umsetzung folgt einer klaren zeitlichen Abfolge. In einer **ersten Phase** wird eine **stabile digitale Infrastruktur** aufgebaut, insbesondere durch die Schaffung einer cloudbasierten, zentralen Datenhaltung. Darauf aufbauend werden in einer **zweiten Phase die Büro- und Projektprozesse des Holzbauunternehmens digitalisiert.** Diese Prozesse haben einen besonders hohen direkten Nutzen im Arbeitsalltag und ermöglichen schnelle, sichtbare Verbesserungen.
Gerade diese frühen Erfolge sind entscheidend für die Akzeptanz der Digitalisierung, da viele Mitarbeitende zuvor belastende Erfahrungen gemacht haben. In einer **dritten Phase** werden schließlich die **kaufmännischen Prozesse, wie etwa Zeiterfassung und Rechnungsprüfung, integriert**. In diesem Bereich liegen nach der Erfahrung des Unternehmens die größten Effizienzpotenziale. Gleichzeitig setzen diese Prozesse eine bereits stabile digitale Infrastruktur und etablierte Vorprozesse voraus, weshalb sie bewusst erst im späteren Verlauf der Transformation umgesetzt werden.

Integration bestehender Softwarelösungen

Die eigentliche Innovationsleistung entsteht vor allem durch die **intelligente Verbindung** der bestehenden, oft sehr **heterogenen Softwarelandschaften zu einer durchgängigen, medienbruchfreien Prozesskette.** Der technische Engpass in einer solchen Best-of-Breed-Architektur liegt in der zuverlässigen und nahtlosen Kommunikation zwischen den einzelnen Systemen. Aus diesem Grund wird die Auswahl der eingesetzten Softwarelösungen in erster Linie danach getroffen, ob sie über offene Programmierschnittstellen verfügen, insbesondere über eine REST-API. Für die **operative Umsetzung** dieser Vernetzung setzt das Unternehmen auf **dedizierte Integrationsplattformen,** insbesondere make sowie n8n. Diese Plattformen ermöglichen die **Konfiguration automatisierter Workflows** zwischen den eingesetzten Systemen über eine visuelle Oberfläche, ohne dass ein individueller Programmcode entwickelt werden muss. Während make als cloudbasierte Lösung zum Einsatz kommt, bietet n8n zusätzlich die Möglichkeit eines

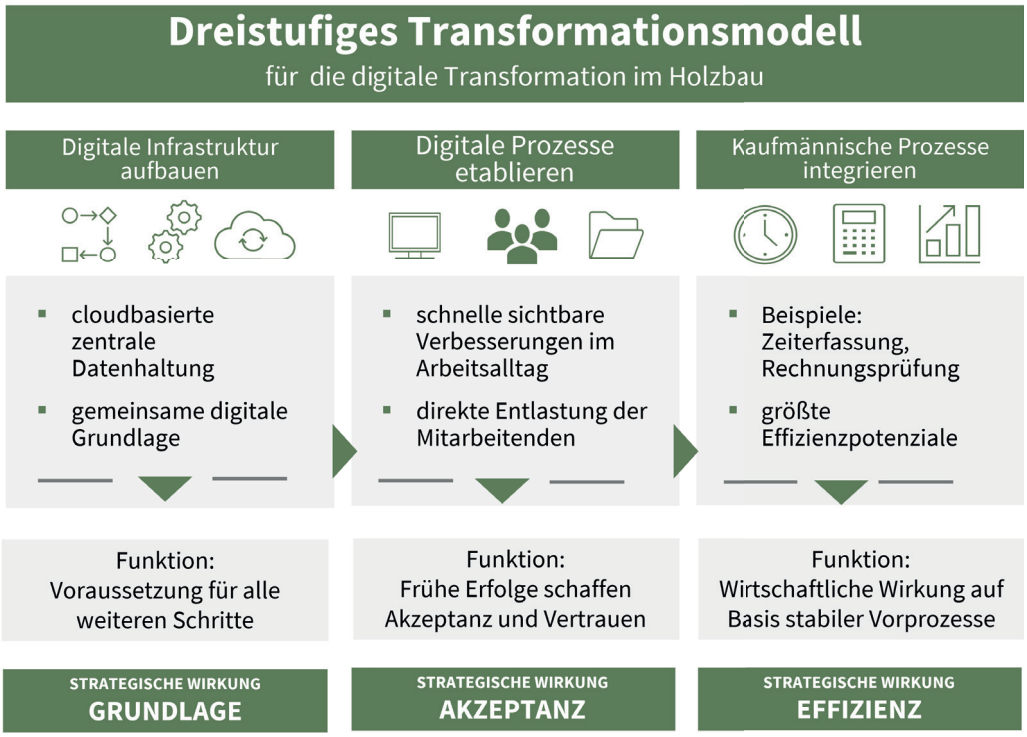


Abbildung 9: Dreistufiges Transformationsmodell für die digitale Transformation im Holzbau (eigene Darstellung, Fraunhofer ISI)

On-Premise-Betriebs. Dies erweist sich insbesondere dann als relevant, wenn Unternehmen erhöhte Anforderungen an den Datenschutz stellen oder sensible Projekt- und Kalkulationsdaten die eigene Infrastruktur nicht verlassen sollen. Die Integration der bestehenden Softwarelandschaft erfolgt damit nicht über individuelle Punkt-zu-Punkt-Anbindungen, sondern über eine Orchestrierungsschicht, die flexibel an veränderte Prozessanforderungen angepasst werden kann.

Technisch besteht das Vorgehen darin, **bestehende Softwarelösungen miteinander zu verbinden** und **Abläufe** zwischen diesen Systemen zu **automatisieren**. Grundlage dafür sind cloudbasierte Anwendungen mit offen dokumentierten, standardisierten Schnittstellen. Über diese Schnittstellen werden bestehende Systeme so gekoppelt, dass bei bestimmten Aktionen automatisch weitere Prozessschritte ausgelöst werden, etwa das Anlegen von Ordnerstrukturen, das Auslösen von E-Mail-Automatisierungen oder die Weitergabe von Daten an nachgelagerte Prozesse. Ziel ist es, manuelle Arbeitsschritte zu reduzieren, Fehler zu vermeiden und Prozesse flexibel an die betrieblichen Anforderungen anzupassen, ohne neue Software entwickeln zu müssen.

„Deswegen ist für uns der Best of Breed Ansatz tatsächlich der beste Ansatz, weil wir uns dann dort die besten Bausteine rausnehmen können, die es gerade gibt."

Automatisierung im Kontext struktureller Prozessentwicklung

Zu Beginn der Zusammenarbeit zeigt sich in vielen Unternehmen zunächst weniger ein konkretes technisches Defizit als vielmehr eine s**trukturelle Unübersichtlichkeit der bestehenden Arbeitsweisen.** Nachdem eine gemeinsame **digitale Arbeitsumgebung** etabliert ist, wird im Alltag sichtbar, wie fragmentiert Prozesse bislang organisiert waren. Informationen liegen verteilt in unterschiedlichen Systemen,

„Viele hatten super viele negative Touchpoints mit Digitalisierung. Für die meisten war das mehr Arbeit und mehr Stress. Wir versuchen, das umzudrehen – sie sollen positive Erfahrungen machen und merken, dass es einfach geht."

>>> REST-API

ist eine Programmierschnittstelle, die auf dem REST (Representational State Transfer) -Architekturstil basiert und die Kommunikation zwischen Softwaresystemen über standardisierte HTTP-Methoden ermöglicht, sodass eine Anwendung auf eine Ressource innerhalb einer anderen Anwendung, eines anderen Dienstes oder einer anderen Datenbank zugreifen kann.

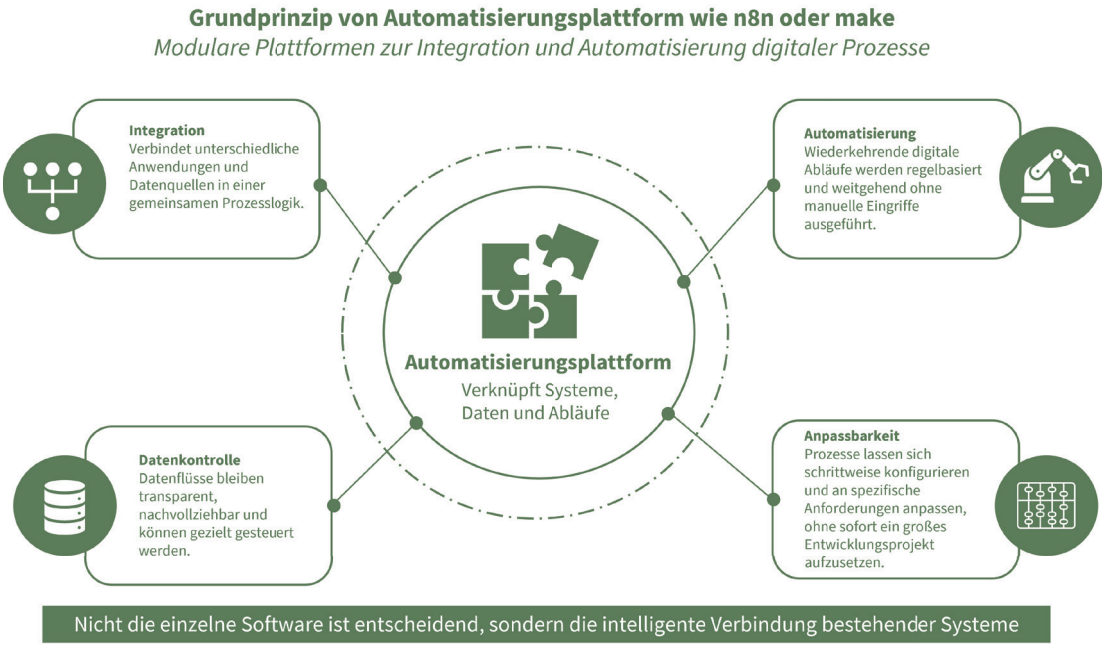


Abbildung 10: Grundaufbau von Automatisierungsplattformen am Beispiel von n8n oder make (eigene Darstellung, Fraunhofer ISI)

Projektstände werden parallel gepflegt, und bei Abläufen existieren zahlreiche individuelle Ausnahmen. Häufig wird erst in dieser Phase deutlich, wo digitale Werkzeuge bislang nebeneinander existierten, ohne zu einer zusammenhängenden Arbeitslogik verbunden zu sein.

Ein besonders anschauliches Beispiel für diese Ausgangslage findet sich in der Projekt- und Angebotserstellung. Das Unternehmen beschreibt, dass seine Kunden oftmals mit einer Vielzahl individueller Angebotsvarianten arbeiten. Jedes Projekt folgt eigenen Logiken und Detailentscheidungen, was kurzfristig Flexibilität ermöglicht, langfristig jedoch zu hohem Abstimmungsaufwand und geringer Wiederholbarkeit führt. Im Zuge der digitalen Neustrukturierung werden diese Muster erstmals systematisch reflektiert. Gemeinsam mit dem Unternehmen werden bestehende Angebote analysiert und schrittweise auf wenige, klar definierte Standards zurückgeführt. An die Stelle zahlreicher Einzellösungen treten ein oder zwei standardisierte Angebotsmodelle, die konstruktiv und organisatorisch anschlussfähig sind und sich zuverlässig in die Projekt- und Produktionsprozesse integrieren lassen.

Auf dieser strukturellen Grundlage können anschließend auch gezielte technische Automatisierungen wirksam werden. Ein konkretes Beispiel hierfür ist die Automatisierung der Weiterverarbeitung von Eingangsrechnungen nach deren inhaltlicher Prüfung. In einem mittelgroßen Holzbauunternehmen wurde nicht die Rechnungsprüfung selbst digitalisiert, sondern der nachgelagerte Umgang mit bereits freigegebenen Rechnungen. Dabei kam keine neue Software zum Einsatz. Stattdessen wurde eine bestehende Anwendung über ihre Schnittstelle so genutzt, dass geprüfte Rechnungen automatisch abgelegt und relevante Daten direkt in die Nachkalkulation übernommen wurden. Manuelle Übertragungen entfielen, Tippfehler wurden vermieden und offene Rechnungen blieben nicht mehr liegen.

Nach Angaben des Unternehmens führte die Maßnahme dazu, dass durch die Automatisierung eine Teilzeitstelle eingespart werden konnte, was einer jährlichen Kostenersparnis von mindestens 50.000 Euro entspricht. Die Umsetzung dauerte rund vier Monate und amortisierte sich bereits innerhalb der Projektlaufzeit. Entscheidend ist dabei jedoch weniger die einzelne Einsparung als vielmehr der Kontext, in dem sie möglich wurde. Die Automatisierung konnte nur deshalb greifen, weil zuvor klare Prozesszuständigkeiten, einheitliche Ablagestrukturen und eine integrierte Systemlandschaft geschaffen worden waren.

Die Beispiele verdeutlichen, dass digitale Transformation in der Fallstudie nicht als Aneinanderreihung einzelner Effizienzmaßnahmen erscheint. Vielmehr entfalten sowohl organisatorische Standardisierungen als auch technische Automatisierungen ihre Wirkung erst im Zusammenspiel innerhalb einer übergreifenden Prozessarchitektur. Digitalisierung wird damit als schrittweiser Lern- und Entwicklungsprozess sichtbar, in dem strukturelle Klarheit die Voraussetzung dafür bildet, dass technische Lösungen nachhaltig wirksam werden können.

Kommunikations- und Steuerungslogik

Mit der Einführung der digitalen Arbeitsumgebung geht im Projektverlauf auch eine Veränderung der internen Kommunikations- und Abstimmungspraktiken einher. Die zuvor stark durch E-Mail, Telefonate und persönliche Treffen geprägte Kommunikation wird schrittweise auf strukturierte, überwiegend asynchrone Kanäle wie Slack verlagert. Ziel ist es, Informationen unmittelbar verfügbar zu machen und Abstimmungsprozesse zu vereinfachen.
Ergänzend zur asynchronen Kommunikation werden regelmäßige Abstimmungsformate etabliert. Dazu zählen insbesondere wöchentliche oder 14-tägige Projekt-Meetings mit dem Digitalisierungsteam sowie wiederkehrende Check-ins mit der Geschäftsführung. Diese Formate dienen dazu, offene Punkte zu klären, den Projektfortschritt zu reflektieren und frühzeitig auf Umsetzungshemmnisse zu reagieren.

Die **operative Koordination** der Arbeit erfolgt über ein **zentrales Projektmanagement-Tool,** in den meisten Fällen Asana. Dort werden **Aufgaben, Zuständigkeiten und Fortschritte dokumentiert** und für alle Beteiligten sichtbar gemacht. Asana fungiert damit als gemeinsame Arbeitsgrundlage, während Slack die laufende Kommunikation unterstützt. Durch diese Kombination entsteht eine erhöhte Transparenz über den aktuellen Arbeitsstand, ohne dass Informationen über verschiedene, unkoordinierte Kommunikationskanäle verteilt werden müssen.

Prozessdiagnose

Um die organisatorische Anpassung und den **Erfolg der digitalen Transformation** kontinuierlich zu begleiten, wird ein **systematisches Monitoring-Konzept** eingesetzt. Die zugrunde liegende systemtiefe Prozessdiagnose stützt sich dabei nicht auf formale Soll-Prozessbeschreibungen, sondern auf die Analyse realer Datenflüsse und die konkrete Nachzeichnung der tatsächlich genutzten Toolketten. Ausgangspunkt ist stets die operative Realität des Arbeitsalltags:

> „Wir machen eine digitale Prozessdiagnose, um zu schauen, was machen die Leute den ganzen Tag, wie viel Stunden arbeiten sie eigentlich, was sind wirklich die Tätigkeiten, die sie dort machen?“

Das eigentliche Monitoring basiert auf bewusst einfach gehaltenen **Dashboards**, die sich nicht primär an klassischen finanziellen Kennzahlen orientieren, sondern an **Verhaltens- und Nutzungsindikatoren**. Erfasst werden beispielsweise die Anzahl neu angelegter Aufgaben, die **Aktivität in den Kommunikationssystemen** oder die Aktualisierungsfrequenz von Projekten. Durch die frühzeitige Sichtbarkeit abnehmender Aktivität können **Akzeptanzprobleme** schnell erkannt und gezielt adressiert werden. Auf diese Weise wird der **kontinuierliche Verbesserungsprozess** aktiv unterstützt und systematisch gefördert.

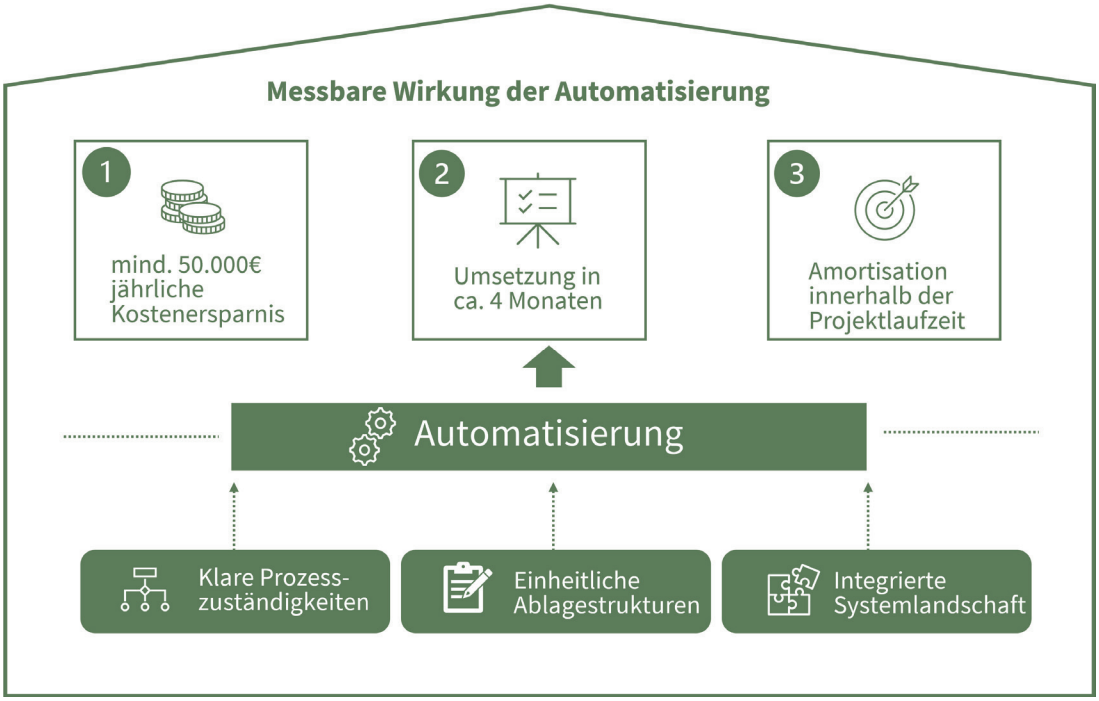


Abbildung 11: Vom Unternehmen berichtete wirtschaftliche Effekte der Automatisierung (eigene Darstellung, Fraunhofer ISI)

Einordnung und Reflexion

1. Stützung der Thesen
Die Fallstudie stützt die NWA-Annahme, dass die Leistungsfähigkeit digitaler Prozesse wesentlich von der **Integration bestehender Software- und Informationsstrukturen** abhängt. Der untersuchte Ansatz zeigt, dass heterogene Systemlandschaften über **definierte Schnittstellen, standardisierte Abläufe** und eine **übergeordnete Integrationsarchitektur** zu reproduzierbaren Prozessketten verbunden werden können. Die Prozessdiagnose bildet dabei die Grundlage für die Auswahl und Gestaltung technischer Lösungen.

2. Relativierung der Thesen
Die Fallstudie relativiert eine rein technologiebezogene Betrachtung digitaler Integration. Die Einführung von Schnittstellen und Automatisierungen setzt ausreichend definierte Abläufe, Datenstrukturen und Verantwortlichkeiten voraus. Gleichzeitig erzeugt eine Best-of-Breed-Architektur eigene Anforderungen an Schnittstellenpflege, Datenverantwortung und die dauerhafte Wartung der Systemverbindungen. Aussagen zu wirtschaftlichen Wirkungen beruhen im untersuchten Fall überwiegend auf Unternehmensselbstauskünften und erlauben keine allgemeine quantitative Bewertung der erzielten Effekte.

3. Fallspezifische Einordnung
Die Ergebnisse sind durch das Geschäftsmodell eines spezialisierten externen Digitalisierungspartners geprägt. Untersucht wird die Transformation mehrerer mittelständischer Holzbauunternehmen aus der Perspektive des Dienstleisters. Der Fall liefert damit Erkenntnisse zu Vorgehensweisen der Prozessanalyse, Systemintegration und Kompetenzentwicklung, bildet jedoch keine eigenständige digitale Transformation eines einzelnen Holzbauunternehmens über den gesamten Untersuchungszeitraum ab. Die Übertragbarkeit der beschriebenen Vorgehensweise auf andere Unternehmensgrößen, Digitalisierungsgrade und Softwarelandschaften bleibt daher empirisch zu prüfen.

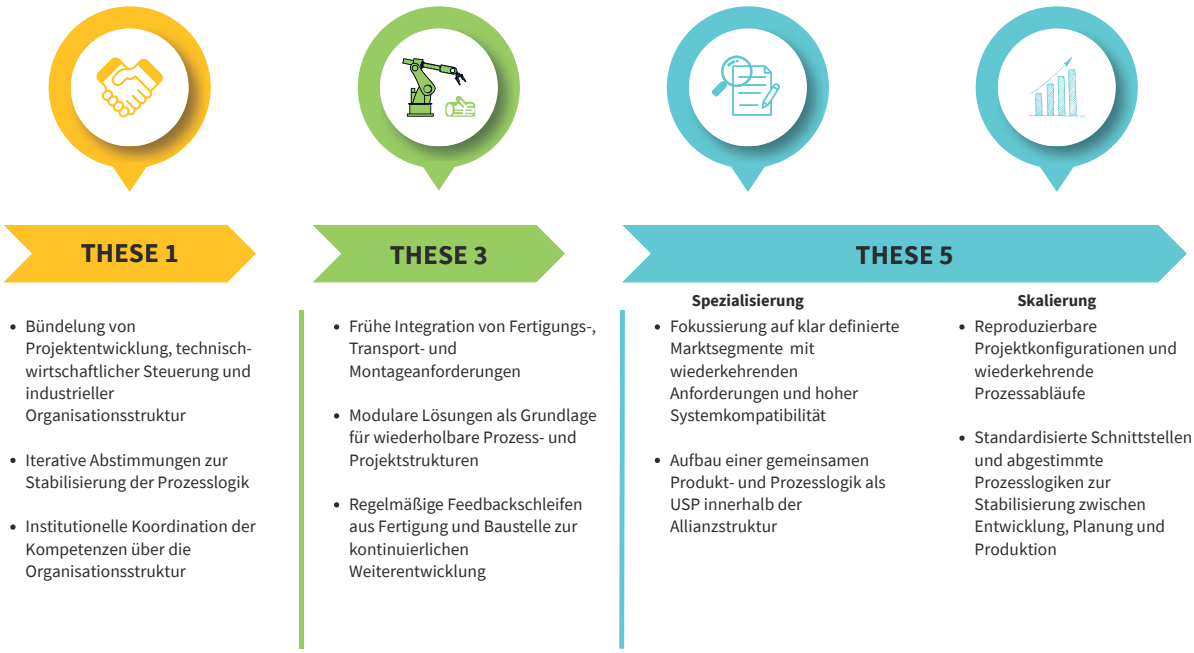
> „Und das ist von uns auch der Anspruch, die Unternehmen unabhängig zu machen von einzelnen Software-Anbietern, auch wegen des Ausfallsrisikos, aber auch von IT-Dienstleistern, die eine Wissensinsel haben. […] „Und dann im zweiten Schritt auch unabhängig von uns machen, dass wir das Wissen, wie funktioniert digitale Transformation, wie führe ich ein Veränderungsprojekt, wie wähle ich Software aus, wie führe ich einen Entwickler, der dann für mich Schnittstellen automatisiert, dass wir das alles bei den Kunden aufbauen."

Ausblick

Aus der Fallstudie ergeben sich weiterführende Forschungsfragen zur Skalierbarkeit modularer Integrationsarchitekturen. Zu untersuchen ist, wie sich Best-of-Breed-Strukturen bei wachsender Zahl von Anwendungen und Schnittstellen hinsichtlich Wartungsaufwand, Datenverantwortung, Ausfallsicherheit und langfristiger technologischer Anschlussfähigkeit entwickeln. Von besonderem Interesse ist die Frage, welche **Governance-Strukturen erforderlich** sind, um die **Flexibilität modularer Systemlandschaften** dauerhaft beherrschbar zu halten.

Ein zweites Untersuchungsfeld betrifft die messbare Wirkung der beschriebenen Prozessveränderungen. Zukünftige Analysen sollten Nutzungs-, Zeit-, Kosten- und Fehlerdaten über längere Zeiträume erfassen und mit dem jeweiligen Ausgangszustand vergleichen. Dadurch ließe sich prüfen, welche **Automatisierungen und Standardisierungen** tatsächlich zu **reproduzierbaren wirtschaftlichen Effekten** führen und welche Voraussetzungen hierfür erfüllt sein müssen. Ein weiteres Entwicklungsfeld ergibt sich aus der **Nutzung strukturierter Prozess- und Unternehmensdaten für KI-gestützte Anwendungen**. Die aufgebaute Integrationsarchitektur kann hierfür eine technische Grundlage bilden. Forschungsbedarf besteht insbesondere hinsichtlich Datenqualität, Zugriffsrechten, Nachvollziehbarkeit automatisierter Entscheidungen und der Integration KI-basierter Funktionen in bestehende Prozess- und Verantwortungsstrukturen.

4 FALLSTUDIE 4 - Exkurs Joint Venture



- Bündelung von Projektentwicklung, technisch-wirtschaftlicher Steuerung und industrieller Organisationsstruktur
- Iterative Abstimmungen zur Stabilisierung der Prozesslogik
- Institutionelle Koordination der Kompetenzen über die Organisationsstruktur

- Frühe Integration von Fertigungs-, Transport- und Montageanforderungen
- Modulare Lösungen als Grundlage für wiederholbare Prozess- und Projektstrukturen
- Regelmäßige Feedbackschleifen aus Fertigung und Baustelle zur kontinuierlichen Weiterentwicklung

- Fokussierung auf klar definierte Marktsegmente mit wiederkehrenden Anforderungen und hoher Systemkompatibilität
- Aufbau einer gemeinsamen Produkt- und Prozesslogik als USP innerhalb der Allianzstruktur

- Reproduzierbare Projektkonfigurationen und wiederkehrende Prozessabläufe
- Standardisierte Schnittstellen und abgestimmte Prozesslogiken zur Stabilisierung zwischen Entwicklung, Planung und Produktion

Kurzbeschreibung Unternehmen

Das untersuchte Unternehmen ist ein 2024 gegründetes Joint Venture, das aus drei Partnern hervorgegangen ist und als eigenständige Gesellschaft am Markt auftritt. In der Unternehmensstruktur werden Kompetenzen aus Projektentwicklung, technisch-wirtschaftlichem Projektmanagement und industrieller Holzverarbeitung gebündelt, um Planung, Projektabwicklung und Produktion enger aufeinander abzustimmen. Strategisch positioniert sich das Unternehmen als Anbieter standardisierter modularer Lösungen für den deutschsprachigen Markt, insbesondere in Segmenten mit hoher Wiederholbarkeit und klaren Nutzungsanforderungen. Kennzeichnend ist dabei der Anspruch, die für den Holz- und Modulbau typischen Schnittstellen zwischen Planung, Fertigung und Baustelle organisatorisch früh zu integrieren und hierfür schrittweise eigene personelle und strukturelle Kapazitäten aufzubauen.

Organisationsstruktur

Das untersuchte Unternehmen ist als Joint Venture angelegt, in dem drei unterschiedliche, aber komplementäre Kompetenzprofile organisatorisch gebündelt werden: Erfahrung in der Projektentwicklung, guter Marktzugang zu Kapital, technisch-wirtschaftliche Kompetenz in Projektsteuerung sowie industrielle Fertigungs- und Beschaffungskompetenz.

Gerade diese Bündelung ist für das Fallbeispiel wichtig, weil die Gesellschaft, anstatt Leistungen nur zu koordinieren, die Verbindung der drei Ursprungsunternehmen in eine integrierte Arbeitslogik ableitet. Die **projektentwicklungsseitige Erfahrung** prägt dabei insbesondere die Markt- und Produktlogik, also die **Ausrichtung auf standardisierbare Assetklassen**, auf **frühe Projektphasen** und auf Anforderungen, die sich aus **Betreiber-, Förder- und Wirtschaftlichkeitslogiken** ergeben. Die technisch-wirtschaftliche Kompetenz wirkt vor allem in die Strukturierung, Steuerung und Absicherung der Projekte hinein, während die Produktionsseite Fertigungswissen, industrielle Prozesslogik und Rückmeldungen zu Herstellbarkeit, Kosten und Ausführung einbringt. Daraus entsteht eine Zusammenarbeit, in der die Partner in wechselseitiger Abhängigkeit agieren. Die Folgen für die Prozessabwicklung sind, dass **Planung, Produktion und Baustelle** nicht als getrennte Abschnitte behandelt werden, sondern in Form **früher und wiederkehrender Abstimmungen** miteinander gekoppelt. Das Unternehmen versucht damit, genau jene Schnittstellenprobleme zu reduzieren, die in der klassischen Vergabe- und Abwicklungslogik typischerweise zwischen Projektentwicklung, Planung, Ausschreibung, Fertigung und Ausführung entstehen.

Aus Sicht des Interviewpartners liegt in der frühen Kompetenzbildung die besondere Stärke dieser Konstellation. Gerade darin liegt im vorgefertigten Holz- und Modulbau ein ökonomisches Potenzial, weil wirtschaftlich wirksame Entscheidungsparameter wie Baurecht, Nutzungsanforderungen, Förderlogiken, Betreiberbedarf, Herstellkosten, Transportrestriktionen und Standardisierungsgrad sehr früh aufeinander abgestimmt werden können. Vorhaben werden bewusst sehr früh über eine **Projektstudie auf Systemverträglichkeit** geprüft und das **Produkt aus Marktanforderung und Betreiberlogik** heraus entwickelt. Die Holzbaukompetenz fließt von Beginn an über ein vorentwickeltes Modulsystem ein und Änderungen werden fortlaufend mit Planung, Statik, Produktion und Baustellenerfahrung rückgekoppelt. Für den modularen Holzbau ist das ökonomisch besonders relevant, weil serielle Fertigung nur dann ihre Kostenvorteile entfalten kann, wenn wiederholbare Bauteile, stabile Geometrien und früh fixierte Randbedingungen vorliegen. Genau deshalb werden hier auch planungsrelevante Inhalte vorgezogen, da spätere Eingriffe nach Genehmigung und Produktionsstart nur noch mit hohem Aufwand möglich sind und das Unternehmen zugleich anstrebt, die Baunebenkosten mit zunehmender Wiederholung deutlich zu senken.

Die Steuerungs-, Abstimmungs- und Governance-Logik des Joint Ventures ist insbesondere in der noch anhaltenden Gründungsphase als eng gekoppeltes Modell zwischen Eigenständigkeit der Gesellschaft und fortbestehendem Einfluss der Gesellschafter angelegt. **Strategische Entscheidungen** werden über die **formale Governance-Struktur der Gesellschaft entwickelt und rückgekoppelt**, insbesondere über Vorstand und Aufsichtsrat, in denen die beteiligten Unternehmen weiterhin repräsentiert sind. Die operative Projektabwicklung liegt dagegen in der eigenständigen Organisation des Joint Ventures selbst, das hierfür eigene personelle und strukturelle Kapazitäten aufbaut. Die Abgrenzung verläuft damit nicht strikt zwischen strategisch und operativ, sondern eher zwischen grundsätzlicher Unternehmensausrichtung auf der einen und projektbezogener Umsetzung auf der anderen Seite. Charakteristisch sind dabei kurze Entscheidungswege und wiederkehrende Feedbackschleifen. Lösungen entstehen in einem fortlaufenden Abgleich zwischen Entwurf, Statik, Produktion, Montage und Wirtschaftlichkeit.

Iteratives Zusammenkommen findet insbesondere bei Abweichungen vom Standardsystem, produktionstechnischen Einschränkungen oder Rückmeldungen von der Baustelle statt. Die Governance-Struktur dient dabei als ein Rahmen für die kontrollierte Koordination der Beteiligten, der strategischen Zielsetzung, operativen Umsetzung und lernbasierten Weiterentwicklung. Diese Verbindung aus formaler Steuerung und iterativer Abstimmung ist wesentlich für die Funktionsfähigkeit des Modells, weil sie erlaubt, komplexe Lösungen über mehrere Rückkopplungsebenen gemeinsam zu entwickeln und schrittweise zu stabilisieren.

Prozess- und Schnittstellenlogik

Die operative Prozesslogik des Unternehmens folgt einem **systemgebundenen Bearbeitungsablauf**, der mit einer **projektbezogenen Machbarkeits- und Passfähigkeitsprüfung** beginnt. In dieser frühen Phase wird untersucht, ob ein Vorhaben innerhalb der vorhandenen Modulparameter wirtschaftlich bearbeitet werden kann und welche projektspezifischen Anpassungen erforderlich sind. Darauf aufbauend wird die Planung schrittweise konkretisiert, wobei geometrische Festlegungen, konstruktive Öffnungen, statische Anforderungen und montagebezogene Randbedingungen fortlaufend miteinander abgeglichen und weiterentwickelt werden.

Der Prozess ist damit stark rückkopplungsorientiert: Entscheidungen werden wiederholt auf ihre Auswirkungen für Fertigung, Transport und Baustellenablauf geprüft und bei Bedarf angepasst.

Die Fachplanung wird gezielt in diese Bearbeitungslogik eingebunden, jedoch in einer gesteuerten Form, bei der externe Büros definierte Beiträge liefern und die prozessuale Klammer innerhalb des Unternehmens verbleibt. Dadurch entsteht ein Ablauf, in dem das Projekt fortlaufend in Richtung Ausführbarkeit und Serienfähigkeit geschärft wird, statt einzelne Planungsschritte isoliert nacheinander abzuarbeiten.

Die **kritischen Schnittstellen** liegen vor allem in der **Übersetzung zwischen Planungsstand, produktionstechnischer Umsetzbarkeit und Montageablauf**. An diesen Übergängen treffen unterschiedliche Anforderungen aufeinander: Die Planung benötigt projektspezifische individuelle Lösungen, die Produktion benötigt belastbare Wiederholbarkeit und die Baustelle reagiert sensibel auf Toleranzen, Anschlussdetails und logistische Randbedingungen. Entsprechend konzentriert sich der Abstimmungsaufwand auf jene Punkte, an denen Änderungen konstruktive, fertigungstechnische oder ablaufbezogene Folgen auslösen. Hinzu kommt eine derzeit nur teilweise digital geschlossene Prozesskette. Das digitale Modell bildet zwar die Grundlage der Bearbeitung, die Überleitung in fertigungstaugliche Unterlagen erfordert gegenwärtig jedoch zusätzliche manuelle Abstimmungen. Die Schnittstellenlogik des Unternehmens besteht daher wesentlich in der kontrollierten Synchronisation dieser Übergänge. Es zeigt sich eine prozessuale Struktur, die gegenüber klassischen phasengetrennten Abläufen deutlich enger gekoppelt ist, deren Leistungsfähigkeit jedoch weiterhin stark von der Qualität und Stabilität der wiederkehrenden Feedbackschleifen zwischen Planung, Produktion und Baustelle abhängt.

Transferpotenziale

Die Fallstudie zeigt, dass der Mehrwert aus der **engen Kopplung von Projektentwicklung, Planung, Produktion und Baustellenerfahrung** entsteht und sich daraus für den Holzbau übertragbare Prinzipien, die auch außerhalb eines Joint Ventures wirksam sein können, ergeben.

Ein wesentliches Transferpotenzial der vorliegenden Fallstudie liegt in der Verknüpfung verlässlicher Partnernetzwerke, strategisch angelegter Allianzen und der organisatorischen Zusammenführung komplementärer Kompetenzbereiche. Das untersuchte Unternehmen arbeitet mit einem schrittweise entwickelten Fachplaner-Setup, das auf **Erfahrung im Holz- und Systembau** basiert und im Zuge wiederholter Zusammenarbeit zu gemeinsamen Routinen, einem belastbaren Verständnis der jeweiligen Systemlogiken sowie zu einer Reduktion von Abstimmungsverlusten führt. Werden solche **eingespielten Kooperationsbeziehungen durch längerfristige, strategisch ausgerichtete Allianzen** ergänzt, erhöht sich die Stabilität der Prozesskette zusätzlich, da Rollen, Verantwortlichkeiten und ökonomische Zielsetzungen frühzeitig geklärt und über mehrere Projekte hinweg konsistent fortgeführt werden. Gerade im seriellen und vorgefertigten Holzbau ist dies von besonderer Relevanz, da belastbare **Prozessbedingungen eine wichtige Voraussetzung für wiederholbare, wirtschaftlich tragfähige und industriell organisierte Abläufe** darstellen. Darüber hinaus zeigt die Fallstudie, dass die Qualität solcher Kooperationsstrukturen wesentlich von der frühen Integration projektentwicklerischer, technisch-wirtschaftlicher und fertigungsspezifischer Expertise abhängt. Erst dadurch können Marktanforderungen, Betreiberbedarfe, Herstellkosten, Transportrestriktionen und montagebezogene Konsequenzen frühzeitig in eine gemeinsame Bearbeitungslogik überführt werden. Für die Praxis von Holzbauunternehmen und Planungsakteuren lässt sich daraus ableiten, dass die Robustheit und Wirtschaftlichkeit von Projekten maßgeblich davon profitieren, wenn wiederkehrende Kooperationsbeziehungen als strategische Grundlage einer integrierten Prozessorganisation verstanden und entsprechend systematisch aufgebaut werden.

Für Kooperationskonstellationen mit wechselnden Beteiligten weisen projektbezogene Kooperationsplattformen ein erhebliches Transferpotenzial auf. Das Whitepaper beschreibt flexible Netzwerke mit gemeinsam definierten digitalen Workflows als tragfähige Entwicklungsperspektive für den Holzbau. Die vorliegende Fallstudie konkretisiert diese übergeordnete These auf operativer Ebene durch **frühe Projektstudien, klar definierte Systemlogiken, strukturierte Prüfschleifen** sowie wiederkehrende Rückkopplungen zwischen Planung, Fachplanung, Produktion und Baustelle. Sie macht zugleich deutlich, dass die Funktionsfähigkeit solcher Kooperationsformen daran geknüpft ist, eine gemeinsame Bearbeitungslogik und verbindliche Übergabestrukturen zu definieren. Daraus ergibt sich unmittelbar die Relevanz eines aktiven Schnittstellenmanagements. Die Übergänge zwischen Entwurf, Fertigung und Montage bleiben auch in integrierten Konstellationen hochgradig abstimmungsintensiv und erfordern eine kontinuierliche Koordination von Zuständigkeiten, Rückkopplungsschleifen, Modellübergaben und Datenführung. Daraus lässt sich ableiten, dass die Effizienz kooperativer Holzbauprozesse wesentlich davon abhängt, Schnittstellen als eigenständige organisatorische und digitale Managementaufgabe zu behandeln. Gerade darin liegt ein Lernpotenzial der Fallstudie: Das systematische Management von Übergängen, das Stabilisieren von Informationsflüssen und ein gemeinsames Verständnis der beteiligten Akteure über eine konsistente Prozessarchitektur bilden die Grundvoraussetzung einer hohen Prozessqualität über alle Arbeitsschritte hinweg.

Ausblick

Aus der Fallstudie ergeben sich weitere Untersuchungsfelder zur langfristigen Stabilisierung der im Joint Venture angelegten Kooperations- und Prozessstruktur. Ein Schwerpunkt liegt auf der zunehmenden **Formalisierung von Rollen, Entscheidungswegen und Schnittstellen** zwischen Projektentwicklung, Planung, Fertigung und Ausführung. Der Fokus weiterer Untersuchungen ist nun, wie die bislang stark durch iterative Abstimmungen und **wiederkehrende Feedbackschleifen** geprägte Zusammenarbeit in langfristig angelegte und **projektübergreifend reproduzierbare Prozessstrukturen** überführt werden kann. Besondere Betrachtung brauchen dabei klar definierte Übergabepunkte, Verantwortlichkeiten sowie konsistente Informations- und Freigabeprozesse.

Ein weiteres Untersuchungsfeld betrifft die **Skalierbarkeit des Joint-Venture-Modells** über einzelne Projekte und Marktsegmente hinweg. Es gilt zu prüfen, in welchen Umfang standardisierte Projektkonfigurationen, gemeinsame Produkt- und Prozesslogiken sowie **strategisch stabile Partnerstrukturen** dazu beitragen können, Koordinationsaufwände zu reduzieren und die wirtschaftlichen Potenziale einer frühen Kompetenzintegration dauerhaft auszubauen und zu sichern. Da sich die Organisation noch in einer frühen Entwicklungsphase befindet, sollte die weitere Entwicklung anhand realisierter Projekte sowie der dazugehöriger Kosten-, Zeit-, Qualitäts- und Prozessdaten untersucht werden.

5 Kontextuale Einordnung

Vergleich und Queranalysen der einzelnen Fallstudien

Die vier Fallstudien bilden unterschiedliche Organisations- und Wertschöpfungskonstellationen des industriellen und digitalen Holzbaus ab. Fallübergreifend treten vier wiederkehrende Untersuchungsdimensionen hervor (Abb. 12): Produkt- und Standardisierungslogik, Prozessorganisation, Datenarchitektur sowie Kooperationsstruktur. Die Fälle unterscheiden sich insbesondere hinsichtlich des Integrationsgrades von Planung und Fertigung, der organisatorischen Einbindung der beteiligten Akteure sowie der Ausgestaltung digitaler Schnittstellen. Der Vergleich ermöglicht damit eine systematische Gegenüberstellung unterschiedlicher Ausprägungen industrieller Wertschöpfungsstrukturen und bildet die empirische Grundlage für die anschließende Prüfung der NWA-Thesen.

Fallstudie 1 repräsentiert einen **planungsorientierten Systemintegrator** mit externer Fertigung. Kennzeichnend sind ein stabiles Partnernetzwerk, die frühe Einbindung des Fertigungspartners und die Anwendung DFMA-orientierter Planungsprinzipien innerhalb eines modularen Baukastensystems. Die Skalierung erfolgt insbesondere über wiederverwendbare Planungsbausteine, standardisierte Schnittstellen und wiederkehrende Kooperationsstrukturen. **Fallstudie 2** bildet einen **vertikal integrierten Systemanbieter** mit eigener Fertigung ab. Planung, Produktentwicklung, Fertigung und Montage sind organisatorisch eng gekoppelt. Projekte werden früh auf ihre Kompatibilität mit dem vorhandenen Produktsystem geprüft. Der Variantenraum wird über Bauteilkataloge, Systemgrenzen und fertigungstechnische Anforderungen gesteuert.

Fallstudie 3 betrachtet einen **spezialisierten Digitalisierungspartner.** Im Mittelpunkt stehen die Strukturierung bestehender Arbeitsprozesse, die Integration heterogener Softwarelösungen und der Aufbau reproduzierbarer digitaler Routinen. Die untersuchten Transformationsprojekte nutzen überwiegend spezialisierte Softwareanwendungen, offene Schnittstellen und Automatisierungsplattformen zur Verbindung bestehender Prozessschritte.

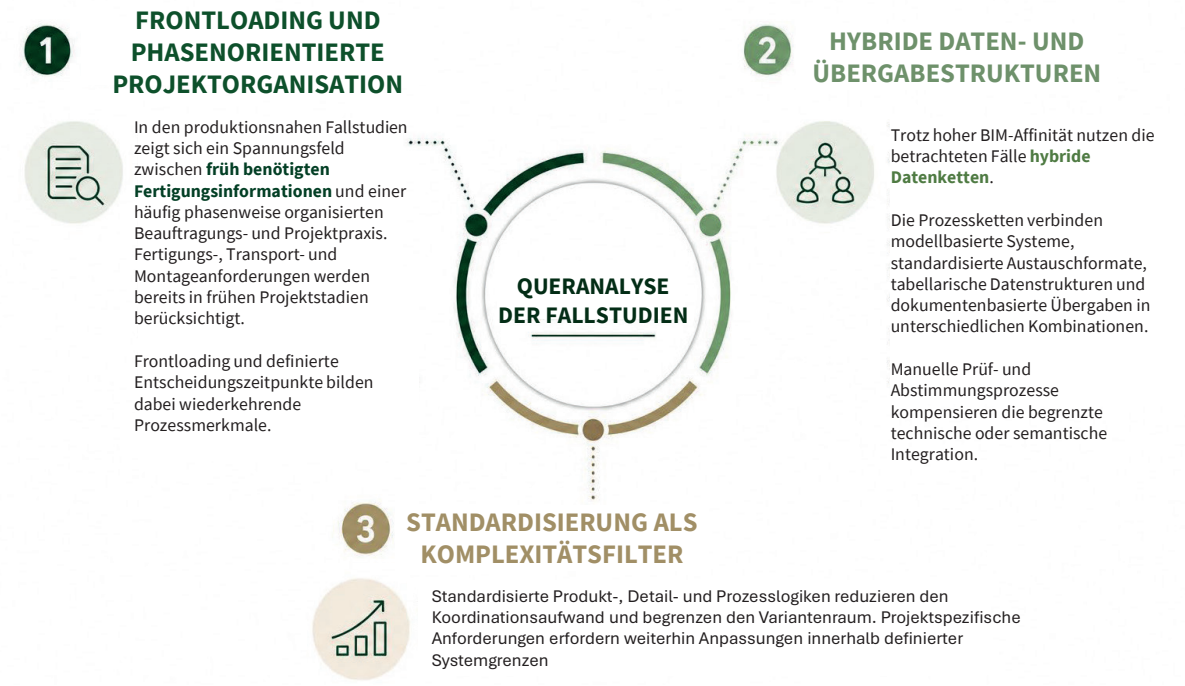


Abbildung 12: Spannungsfeld zwischen Frontloading und phasenorientierter Projektorganisation (eigene Darstellung, FLEX@HTWK)

Fallstudie 4 ergänzt diese drei Perspektiven um den Typus der **strategischen Allianz** beziehungsweise des Joint-Venture-Modells. Die Besonderheit liegt in der frühen organisatorischen Bündelung komplementärer Kompetenzen aus Projektentwicklung, technisch-wirtschaftlicher Projektsteuerung und industrieller Holzverarbeitung. Damit setzt die Fallstudie an einer vorgelagerten Ebene der Wertschöpfung an: Bereits in der Projektentwicklung werden Marktanforderungen, Betreiberlogiken, Wirtschaftlichkeit, Herstellbarkeit, Transportrestriktionen und Baustellenlogik gemeinsam betrachtet. Im Unterschied zur rein netzwerkbasierten Integration beruht dieses Modell auf einer institutionell engeren Verbindung der beteiligten Akteure, ohne bereits die vollständige vertikale Integration eines industriellen Systemanbieters auszubilden.

Der Fallvergleich zeigt wiederkehrende Strukturmerkmale auf mehreren Ebenen. Auf organisatorischer Ebene treten klar definierte Rollen, wiederkehrende Kooperationsbeziehungen und frühzeitige Abstimmungen zwischen Planung und Ausführung hervor. Auf Prozessebene prägen Frontloading, DFMA-orientierte Planung und definierte Schnittstellen die untersuchten Abläufe. Die digitale Ebene ist durch heterogene Systemlandschaften, unterschiedliche Formen des Datenaustauschs und einen hohen Bedarf an Versions- und Informationskoordination gekennzeichnet. Auf Produkt- und Fertigungsebene zeigen sich standardisierte Bauteil- und Systemlogiken sowie definierte Variantenräume. Diese Merkmale treten in den Fällen in unterschiedlicher Kombination und Ausprägung auf und bilden die Grundlage für die nachfolgende Thesenprüfung.

Die vergleichende Betrachtung (Abb. 13) verdeutlicht, dass die untersuchten Unternehmen unterschiedliche Pfade industrieller Entwicklung verfolgen. Die Unterschiede liegen insbesondere in der organisatorischen Integration der Wertschöpfungsstufen, der jeweiligen Skalierungslogik sowie im Umgang mit dem Spannungsfeld zwischen Wiederholbarkeit und Anpassungsfähigkeit. Abbildung 13 verdichtet diese Unterschiede entlang der vier Fallstudien und ordnet ihnen die jeweils charakteristischen Integrations- und Skalierungsmechanismen zu.

Darüber hinaus zeigen sich folgende wesentliche Unterschiede:

Fallstudie	Industrialisierungspfad	Digitale / organisationale Kernlogik	Skalierungslogik	Zentrales Spannungsfeld
FS 1	Netzwerkbasierte Systemintegration	Frühe Kopplung von Planung, Fachplanung und externen Fertigungspartnern auf Basis eines modularen Produktsystems	Skalierbarkeit von Planungsmodulen und standardisierter Systemlogik im Partnernetzwerk	Wiederholbarkeit des Systems bei gleichzeitiger Anpassung an projektspezifische Anforderungen und externe Vergabestrukturen
FS 2	Vertikale Integration	Enge Verbindung von Produktentwicklung, Planung, Arbeitsvorbereitung und eigener Fertigung	Reproduzierbarkeit durch standardisierte Produktlogiken und integrierte Produktionsstrukturen	Hohe Prozesseffizienz durch Standardisierung bei begrenztem Variantenraum und erhöhtem Vorleistungsbedarf in frühen Planungsphasen
FS 3	Digitale Prozessbefähigung	Prozessdiagnose, Best-of-Breed-Architektur, Schnittstellenintegration und organisationales Enablement	Standardisierte Prozessroutinen und modulare Integrationsarchitekturen	Hohe Anpassungsfähigkeit der Best-of-Breed-Architektur bei steigendem Schnittstellen- und Governance-Aufwand
FS 4	Institutionalisierte Kooperation / Joint Venture	Bündelung von Planung, Produktion, Projektentwicklung und Ausführung in einer gemeinsamen Organisationsstruktur	Bündelung komplementärer Kompetenzen und wiederholbare Projektkonfiguration	Frühe Integrationsvorteile bei zugleich hohem Abstimmungsbedarf, organisatorischer Komplexität und begrenzter empirischer Reife

Abbildung 13: Analytische Verdichtung der vier Fallstudien (eigene Darstellung, FLEX@HTWK)

6 Reflexion und Weiterentwicklung der Thesen

These 1 – Die Industrialisierung des Holzbaus erfordert die Reorganisation innerbetrieblicher Prozesse und unternehmensübergreifender Kooperationsstrukturen

Die formulierte These zu ineffizienten Kooperationsmustern beschreibt die bestehenden Formen der Zusammenarbeit im Holzbau als ein wesentliches strukturelles Hemmnis für dessen industrielle Entwicklung. Die Ergebnisse der Fallstudien bestätigen diese Einschätzung grundsätzlich, präzisieren sie jedoch in ihrer Reichweite und inneren Struktur. Deutlich wird, dass die Problematik auf zwei unterschiedlichen, aber eng miteinander verknüpften Ebenen wirksam wird: auf der Ebene der innerbetrieblichen Prozessorganisation und auf der Ebene der unternehmensübergreifenden, institutionell geprägten Kooperationsstrukturen (Abb. 14) (Bao u. a., 2022).

Innerhalb der untersuchten Unternehmen ist eine klare Entwicklung in der Organisation der Prozessarchitektur erkennbar. Planung, Arbeitsvorbereitung, Fertigung und Montage werden eng miteinander verzahnt und folgen einer zunehmend produktionslogisch geprägten Struktur. Entscheidungsrelevante Parameter werden frühzeitig gebündelt, Ausführungspartner in frühen Projektphasen eingebunden und Systemgrenzen bereits vor der eigentlichen Ausführungsreife definiert. Damit verschiebt sich die Planungslogik deutlich in Richtung integrierter, vorgezogener und auf Umsetzbarkeit ausgerichteter Prozessstrukturen. Besonders sichtbar wird in diesem Zusammenhang die wachsende Bedeutung der Arbeitsvorbereitung. Sie übernimmt eine wichtige Rolle bei der Überführung planerischer Inhalte in fertigungstaugliche Daten- und Prozesslogiken und entwickelt sich zu einem entscheidenden Bindeglied zwischen Modell, Produktionsplanung und Ausführung. Diese Einordnung entspricht auch der fachpraktischen Beschreibung der Arbeitsvorbereitung im modernen Holzbau als Schnittstellenfunktion zwischen Planung, Werkstattplanung, Vorfertigung und Montage (vgl. Weggler, 2025).

Gleichzeitig wird die unternehmensübergreifende Prozessorganisation durch institutionelle und vertragliche Rahmenbedingungen geprägt. Die HOAI gliedert Planungsleistungen in Leistungsphasen, schreibt jedoch keine zwingend sequenzielle Projektorganisation vor. In den untersuchten Fällen orientieren sich Beauftragung, Vergütung und Informationsübergaben dennoch häufig an einer phasenweisen Projektstruktur. Dem stehen innerbetriebliche Prozessarchitekturen gegenüber, in denen Fertigungs-, Montage- und Ausführungsanforderungen bereits frühzeitig in die Planung integriert werden. Das relevante Spannungsfeld liegt damit zwischen der zeitlichen Organisation produktionsorientierter Planungsprozesse und einer häufig phasenweise strukturierten Beauftragungs-

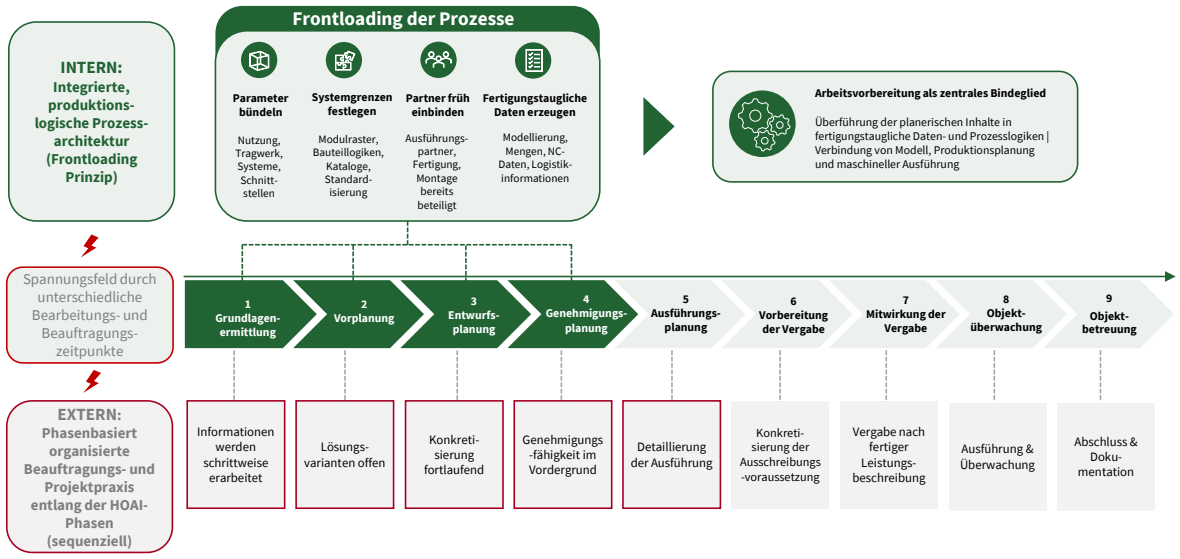


Abbildung 14: Spannungsfeld zwischen fertigungsorientierter Prozessorganisation und phasenorientierter Projektpraxis im industriellen Holzbau (eigene Darstellung, FLEX@HTWK)

und Projektpraxis. Daraus ergeben sich insbesondere Anforderungen an frühe Leistungsbeauftragung, Vergütung von Vorleistungen, Verantwortungszuordnung und die Einbindung fertigungsrelevanter Akteure. Aus dieser unterschiedlichen zeitlichen Organisation ergeben sich in den untersuchten Fällen zusätzliche Anforderungen an frühe Beauftragung, Verantwortungszuordnung und Vergütung von Vorleistungen.

Die Ausgangsthese wird daher präzisiert: **Die Industrialisierung des Holzbaus erfordert abgestimmte innerbetriebliche Prozessstrukturen und belastbare unternehmensübergreifende Kooperationsformen.** Wesentliche Merkmale sind die frühe Integration fertigungsrelevanter Akteure, definierte Verantwortlichkeiten, wiederkehrende Kooperationsstrukturen und klar geregelte Schnittstellen.

These 2 – Digitale Integration im Holzbau beruht auf konsistenten Datenarchitekturen, definierten Informationsanforderungen und anschlussfähigen Schnittstellen zwischen den beteiligten Systemen und Prozessen.

Die Fallstudien stützen die Ausgangsannahme, dass fragmentierte Software- und Datenlandschaften eine wesentliche Herausforderung für die digitale Integration im Holzbau darstellen. In allen untersuchten Konstellationen werden mehrere spezialisierte Systeme eingesetzt, deren funktionale Verbindung über Dateiformate, Plattformen, Programmierschnittstellen oder organisatorisch geregelte Übergaben erfolgt (vgl. Jiang u. a., 2019). Wiederkehrende Herausforderungen betreffen insbesondere Versionsstände, Modellierungsregeln, Datenübergaben, Zuständigkeiten und die Weiterverwendung von Informationen zwischen einzelnen Prozessschritten. Vergleichbare Herausforderungen werden auch in der Forschung zur BIM- und CDE-basierten Informationsintegration beschrieben, insbesondere hinsichtlich Interoperabilität, Informationsverantwortung und der organisatorischen Einbettung digitaler Übergabeprozesse (Yin et al., 2019; Jaskula et al., 2024; Jiang et al., 2019). Fallstudie 3 zeigt exemplarisch, dass auch heterogene Best-of-Breed-Architekturen stabile digitale Prozessketten unterstützen können, wenn Systemrollen, Datenflüsse und Schnittstellen eindeutig definiert sind. Die Fallstudien 1 und 2 verdeutlichen ergänzend den Koordinations- und Prüfaufwand, der bei unterschiedlichen Modellierungsumgebungen und teilweise manuellen Übergaben entsteht.

Die Befunde präzisieren die ursprüngliche Fokussierung auf einen „Software-Dschungel“ und lassen sich in drei miteinander verbundenen Ebenen Strukturieren: Prozesslogik, Informationslogik und Systemlandschaft. Ergänzend wirkt als querschnittliche Steuerungsebene. Abbildung 15 fasst diese Zusammenhänge als analytisches Strukturmodell funktionaler digitaler Integration im industriellen Holzbau zusammen. Die Heterogenität eingesetzter Anwendungen erweist sich in den untersuchten Fällen nicht als alleiniger Maßstab digitaler Integration. Relevanter sind die funktionale Zuordnung der Systeme, die Qualität der Informationsübergaben sowie verbindliche Regeln für Modellierung, Versionierung und Datenverantwortung (vgl. Jaskula u. a., 2025). Für die spezifische Schnittstelle zwischen Architekturplanung und Holzbau wird dieser Zusammenhang durch d'Angelico, Meyer und Stahr (2026) weiter konkretisiert. Die Autoren fassen Modellübergaben als Transferzone zwischen unterschiedlichen Modell-, Prozess- und Systemlogiken und leiten daraus die Notwendigkeit zweckbezogener Informationsanforderungen und

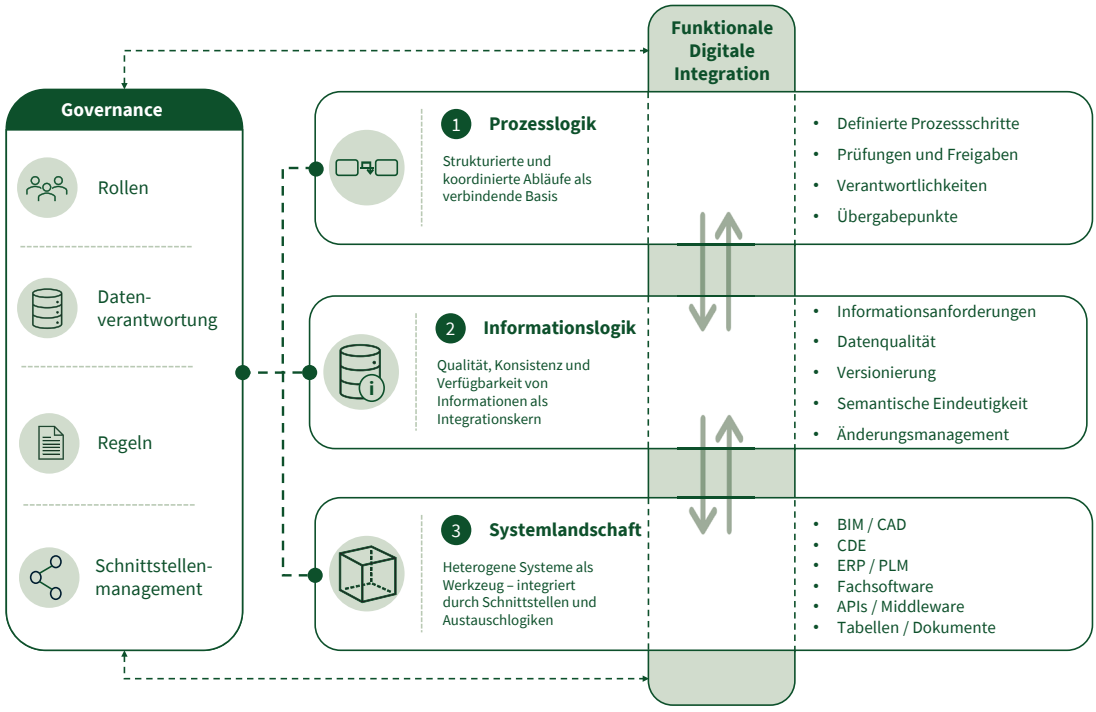


Abbildung 15: Ebenen funktionaler digitaler Integration im industriellen Holzbau (eigene Darstellung, FLEX@HTWK)

prüfbarer Übergabekriterien ab. Zugleich zeigen die Fälle, dass keine einheitliche technische Zielarchitektur abgeleitet werden kann. Der erforderliche Integrationsgrad hängt von den Prozessanforderungen, vorhandenen Systemlandschaften und organisatorischen Rahmenbedingungen ab.
Die These wird daher reformuliert: **Digitale Integration im Holzbau basiert auf konsistenten Datenarchitekturen, definierten Informationsanforderungen und anschlussfähigen Schnittstellen zwischen den beteiligten Systemen und Prozessen.**

These 3 – Industrielle Leistungsfähigkeit im Holzbau entsteht durch die frühzeitige Integration von DFMA- und Fertigungslogiken in konsistente Planungsprozesse

Die Fallstudien 1 und 2 stützen die Annahme, dass industrielle Prozessstrukturen eine frühe Einbindung fertigungs- und montagebezogener Anforderungen erfordern. Dieser Befund entspricht dem in der DfMA-Forschung beschriebenen Prinzip, Fertigungs- und Montageanforderungen bereits in den Entwurfs- und Entwicklungsprozess einzubeziehen und hierfür eine frühzeitige interdisziplinäre Koordination zu etablieren (Gao et al., 2020; Bao et al., 2022; Hyun et al., 2022). Systemraster, Bauteilaufbauten, Toleranzen, Transportbedingungen, Anschlussdetails und Montageanforderungen werden bereits während der Entwurfsentwicklung berücksichtigt (vgl. Hyun, Kim und Kim, 2022). Ergänzend zeigen beide Fälle eine hohe Bedeutung wiederverwendbarer Bauteil- und Prozesslogiken.

Die empirischen Befunde erweitern die ursprüngliche Industrialisierungsthese um die Prozessdimension. Wiederholbarkeit betrifft neben dem physischen Produkt auch Planungsabläufe, Informationsübergaben, Freigaben und Schnittstellen zwischen Planung, Arbeitsvorbereitung und Fertigung. Die Qualität dieser Übergänge beeinflusst die Reproduzierbarkeit der untersuchten Abläufe.

Die These wird daher präzisiert: **Industrielle Leistungsfähigkeit im Holzbau entwickelt sich durch die frühzeitige Integration von Fertigungs- und Montageanforderungen, wiederverwendbare Produktlogiken sowie konsistent definierte Planungs- und Übergabeprozesse.**

These 4 – Digitale Wertschöpfung setzt reproduzierbare Prozess- und Datenarchitekturen voraus

Die ursprüngliche These zu digitalen Geschäftsmodellen lässt sich anhand der vorliegenden Fallstudien nur eingeschränkt prüfen. Die Untersuchung erfasst vor allem digitale Prozessintegration, Softwarearchitekturen, Automatisierung und organisationale Transformationsprozesse (vgl. Samuelson und Stehn, 2023). Aussagen zu Wertangeboten, Kundensegmenten, Erlösstrukturen und weiteren konstitutiven Elementen digitaler Geschäftsmodelle wurden nicht systematisch erhoben (vgl. Vial, 2019). Die empirischen Befunde erlauben eine Präzisierung auf Ebene der digitalen Wertschöpfung. Fallstudie 3 zeigt, dass digitale Prozessentwicklung auf einer strukturierten Erfassung bestehender Abläufe, Zuständigkeiten und Informationsflüsse aufbaut.
Darauf aufbauend werden Prozessschritte standardisiert, Softwarelösungen integriert und wiederkehrende Abläufe automatisiert. Die Fälle 1 und 2 verdeutlichen ergänzend die Bedeutung konsistenter Informationsübergaben für planungs- und produktionsnahe digitale Prozesse.

Für die vorliegende Untersuchung wird die These daher auf eine empirisch abgedeckte Ebene überführt: **Digitale Wertschöpfung im Holzbau erfordert reproduzierbare Prozessstrukturen, definierte Datenflüsse und organisationsübergreifend anschlussfähige Schnittstellen.** Die ursprüngliche Geschäftsmodellthese bleibt Gegenstand weiterführender Untersuchungen.

These 5 – Industrielle Skalierung im Holzbau entsteht durch reproduzierbare Prozesslogiken, belastbare Datenketten und funktionierende Schnittstellen

Die Fallstudien zeigen unterschiedliche Mechanismen der Skalierung. Fallstudie 1 nutzt wiederverwendbare Planungsbausteine und ein stabiles Partnernetzwerk. Fallstudie 2 verbindet Wiederholbarkeit mit einer vertikal integrierten Produktionsstruktur. Fallstudie 3 skaliert digitale Transformationsleistungen über standardisierte Prozessroutinen. Fallstudie 4 bündelt komplementäre Kompetenzen innerhalb einer gemeinsamen Organisationsstruktur. Fallübergreifend treten Wiederholbarkeit, definierte Systemgrenzen und stabile Schnittstellen als gemeinsame Merkmale auf (vgl. Zhou, 2024).

Auch die Spezialisierung ist in den Fällen erkennbar. Sie äußert sich in der Konzentration auf definierte Marktsegmente, Bauweisen, Produktsysteme oder Leistungsprofile. Ihre Wirkung als eigenständiger wirtschaftlicher Mechanismus wurde im Rahmen der Interviews jedoch nicht systematisch untersucht. Die empirische Grundlage erlaubt daher eine stärkere Aussage zur Skalierung als zur Spezialisierung.

Die These wird entsprechend präzisiert: **Industrielle Skalierung im Holzbau basiert auf reproduzierbaren Produkt- und Prozesslogiken, belastbaren Datenketten und klar definierten Schnittstellen. Spezialisierung unterstützt diese Entwicklung durch die Konzentration auf klar abgegrenzte Markt-, Produkt- oder Kompetenzfelder.**

7| Diskussion, Modell und Ausblick

Zusammenführung der Ergebnisse

Die fallübergreifende Betrachtung zeigt unterschiedliche Ausprägungen industrieller Wertschöpfung im Holzbau (Abb. 16). Die untersuchten Unternehmen verfolgen netzwerkbasierte Systemintegration, vertikale Integration, digitale Prozessbefähigung und institutionalisierte Kooperation als unterschiedliche Organisationsansätze. Über diese Strukturen hinweg treten wiederkehrende Zusammenhänge zwischen Produktdefinition, Prozessorganisation, Datenstruktur und Kooperationsform auf. Diese Interpretation ist anschlussfähig an aktuelle Konzeptualisierungen der Bauindustrialisierung, die Industrialisierung als mehrdimensionale Transformation von Strategie, Organisation, Prozessen, Lieferketten und Ressourcen beschreiben (Costa et al., 2023). Forschung zu digital unterstützten Produktplattformen ergänzt diese Perspektive um die Bedeutung stabiler Module, Schnittstellen und Designregeln für wiederholbare industrielle Wertschöpfung (Zhou, 2024). Ihre konkrete Ausprägung hängt von Fertigungstiefe, Geschäftsmodell, Produktsystem und organisatorischer Einbindung der beteiligten Akteure ab (vgl. Gutiérrez u. a., 2024).

Eine bedeutende Gemeinsamkeit der produktionsnahen Fälle liegt in der frühen Einbindung fertigungs-, transport- und montagebezogener Anforderungen. Frontloading, DFMA und definierte Systemgrenzen strukturieren die Planung bereits in frühen Projektstadien. Damit steigen die Anforderungen an die frühzeitige Verfügbarkeit belastbarer Fachinformationen sowie an die Koordination zwischen Planung, Arbeitsvorbereitung, Fertigung und Montage. Die Fallstudien verdeutlichen, dass industrielle Prozessstrukturen insbesondere dort stabil erscheinen, wo Entscheidungszeitpunkte, Zuständigkeiten und Übergaben eindeutig organisiert sind. Die zeitliche und organisatorische Abstimmung der Wertschöpfungsstufen bildet damit ein wiederkehrendes Strukturmerkmal der untersuchten Unternehmen.

Standardisierung übernimmt innerhalb dieser Strukturen eine verbindende Funktion. Sie betrifft Bauteile und Anschlussdetails ebenso wie Planungsroutinen, Informationsübergaben, Freigaben und Kooperationsformen. Die Fälle zeigen zugleich unterschiedliche Grenzen der Wiederverwendung. Grundstücksbedingungen, regulatorische Anforderungen, Nutzungsanforderungen und bauherrenseitige Vorgaben erzeugen projektspezifische Anpassungen. Industrielle Wiederholbarkeit lässt sich deshalb als kontrollierte Anwendung definierter Produkt- und Prozesslogiken innerhalb begrenzter Variantenräume interpretieren. Die Beherrschung dieser Variantenräume beeinflusst den Koordinationsaufwand und die Stabilität der jeweiligen Prozessarchitektur (vgl. Zhou, 2024).

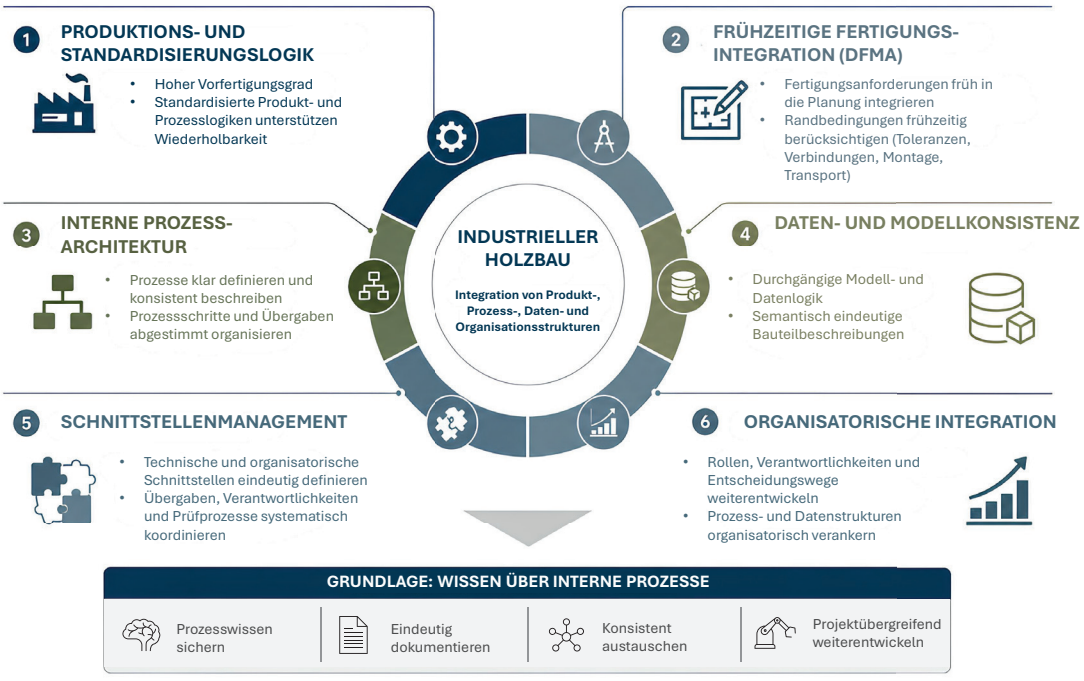


Abbildung 16: Grundlagen eines industrialisierten Holzbaus (eigene Darstellung, FLEX@HTWK)

Auch die digitale Integration weist fallübergreifend ein hybrides Muster auf. Die untersuchten Unternehmen kombinieren BIM-Autorensysteme, IFC-basierte Übergaben, CDE-Plattformen, Tabellenstrukturen, APIs und dokumentenbasierte Informationsflüsse. Die Funktionsfähigkeit dieser Architekturen wird durch technische Schnittstellen sowie organisatorische Prüf-, Freigabe- und Abstimmungsroutinen getragen. Datenarchitektur und Prozessorganisation sind damit eng miteinander verknüpft. Unterschiedliche Digitalisierungsgrade können innerhalb der untersuchten Fälle mit funktionsfähigen industriellen Prozessen verbunden sein, sofern Informationsübergaben, Zuständigkeiten und Systemgrenzen ausreichend eindeutig organisiert sind. Die Fallstudien sprechen damit für eine funktionale Bewertung digitaler Integration anhand ihrer Prozessfähigkeit und Informationsqualität.

Eine weitere Interpretation betrifft die Verteilung von Wissen und Verantwortung. In den Fällen übernehmen organisatorische Routinen, wiederkehrende Partnerbeziehungen und klar zugeordnete Rollen eine stabilisierende Funktion. Besonders in Schnittstellenbereichen wird sichtbar, dass technische Durchgängigkeit allein keine belastbare Prozesskoordination sicherstellt. Erfahrungswissen, Freigabelogiken und etablierte Kommunikationswege kompensieren teilweise begrenzte Systemintegration. Die industrielle Reife der untersuchten Strukturen ist daher auch als Grad ihrer organisatorischen Institutionalisierung zu verstehen. Je stärker Wissen, Verantwortlichkeiten und Entscheidungsregeln personenunabhängig verankert sind, desto höher erscheint ihre Reproduzierbarkeit über einzelne Projekte hinweg.

Übergreifend lässt sich die industrielle Entwicklung des Holzbaus als Zusammenspiel mehrerer Integrationsebenen interpretieren (Abb. 16). Produktlogik schafft wiederverwendbare technische Strukturen, Prozessarchitektur ordnet deren Bearbeitung, Datenstrukturen ermöglichen die Informationsübergabe und Governance regelt Verantwortlichkeiten und Entscheidungen. Die vier Fallstudien zeigen unterschiedliche Konfigurationen dieser Elemente. Ein einheitlicher Organisationspfad lässt sich daraus nicht ableiten. Sichtbar wird vielmehr, dass verschiedene Integrationsmodelle zu stabilen industriellen Strukturen führen können, sofern die jeweiligen Produkt-, Prozess-, Daten- und Kooperationslogiken konsistent aufeinander abgestimmt sind.

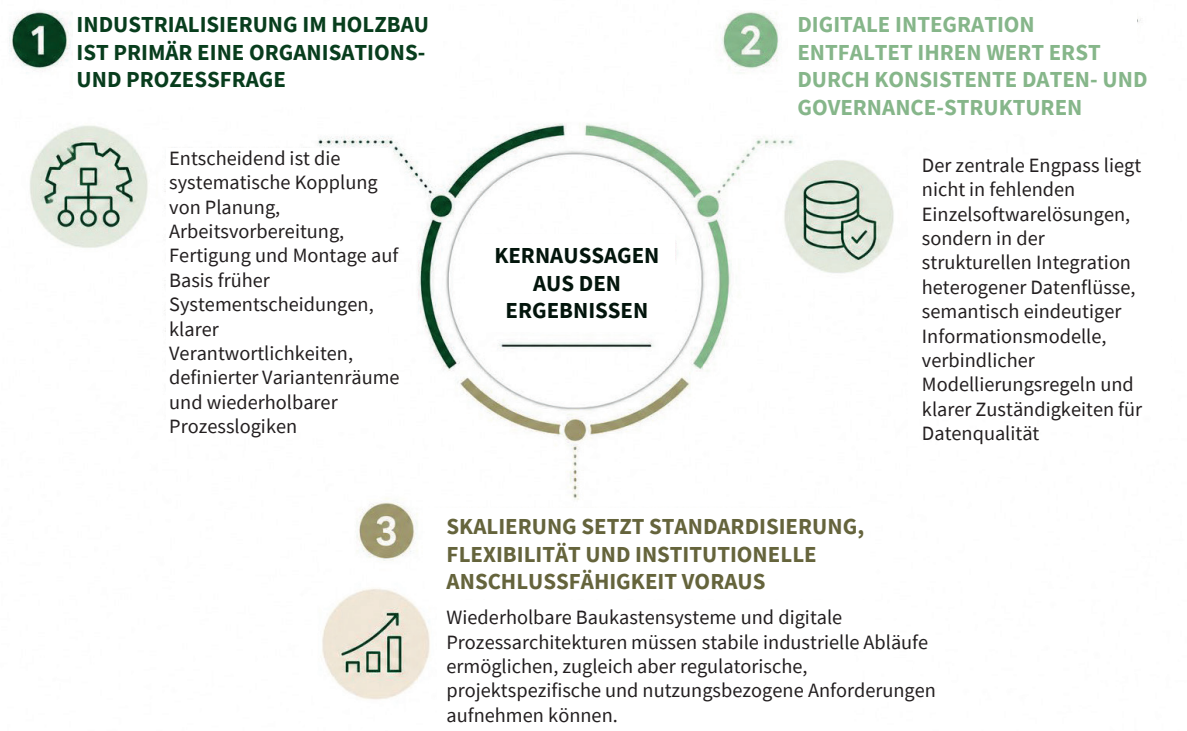


Abbildung 17: Drei wichtigste Aussagen aus den Fallstudien (eigene Darstellung, FLEX@HTWK)

Strukturmodell als fallübergreifende Synthese

Die fallübergreifende Analyse zeigt, dass industrielle Wertschöpfung im Holzbau über unterschiedliche Organisations- und Integrationspfade entwickelt wird. Trotz dieser Unterschiede treten wiederkehrende Strukturzusammenhänge auf, die sich zu einem gemeinsamen analytischen Bezugsrahmen verdichten lassen. Das fallstudienbasierte Strukturmodell industrieller Wertschöpfung im Holzbau (Abb. 18) ordnet diese Befunde in fünf miteinander verbundene Ebenen: strukturelle Voraussetzungen, Prozessarchitektur, operative Integration, beobachtete Ergebnisdimensionen und strategische Entwicklungsdimensionen. Ergänzt werden diese Ebenen durch Lernen, Standardisierung und Rückkopplung als projektübergreifende Entwicklungsmechanismen. Das Modell ist dabei nicht als lineare Reifegrad- oder Kausalfolge zu verstehen. Es strukturiert die in den Fallstudien wiederkehrend identifizierten Beziehungen zwischen organisatorischen, prozessualen, datenbezogenen und produktionsnahen Merkmalen.

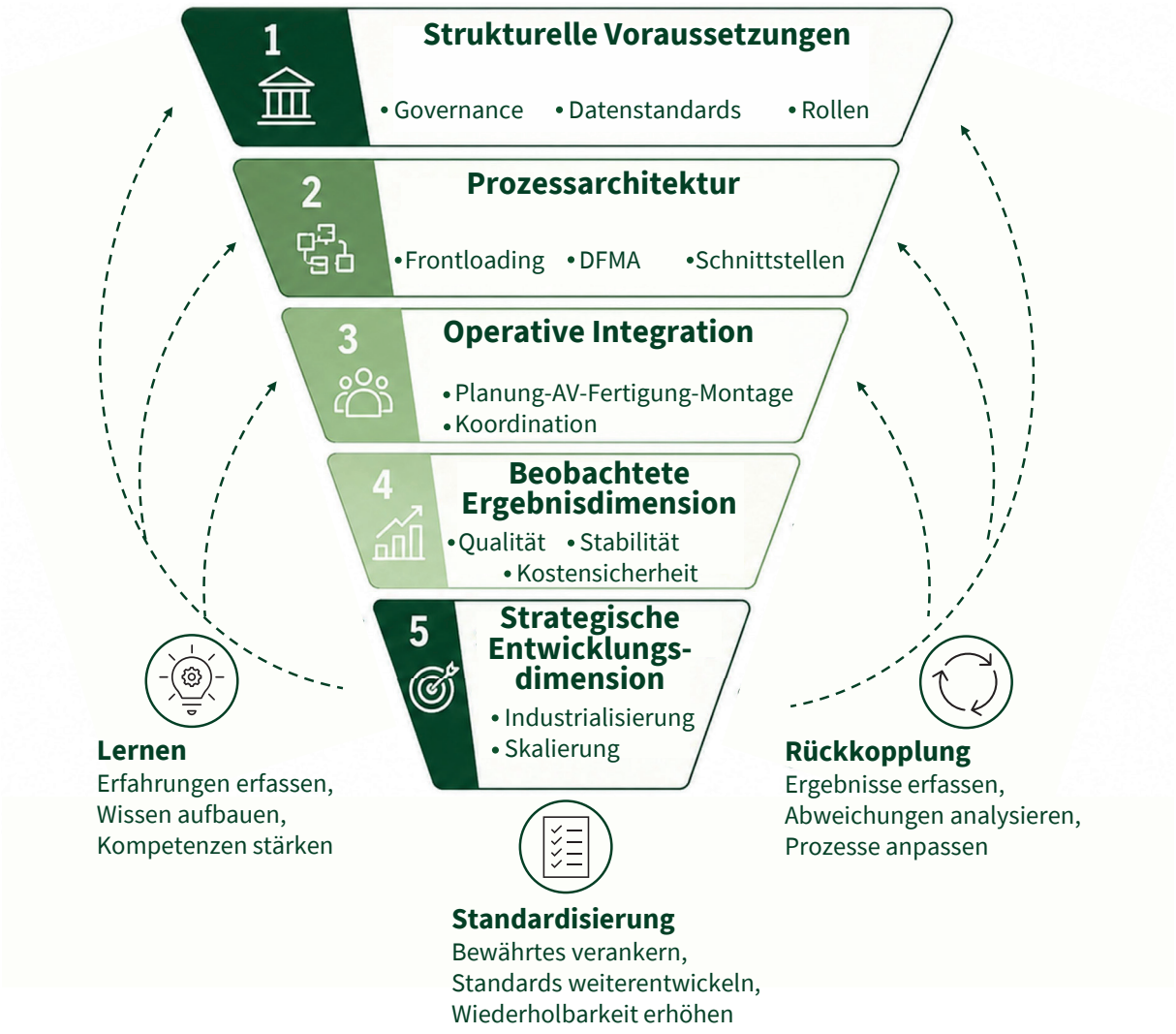


Abbildung 18: Fallstudienbasiertes Strukturmodell industrieller Wertschöpfung im Holzbau (eigene Darstellung, FLEX@HTWK)

Das Modell verdeutlicht, dass industrielle Wertschöpfung in den untersuchten Fällen auf mehreren miteinander verbundenen Strukturierungsebenen beruht. Governance, Datenstandards und Rollen bilden den organisatorischen Rahmen, innerhalb dessen Frontloading, DfMA und Schnittstellenmanagement als Elemente der Prozessarchitektur ausgestaltet werden. Die operative Integration beschreibt die Kopplung von Planung, Arbeitsvorbereitung, Fertigung und Montage. Qualität, Prozessstabilität sowie Kosten- und Terminsicherheit werden als Ergebnisdimensionen eingeordnet, die in den Fallstudien mit diesen Strukturen in Verbindung gebracht werden. Industrialisierung und Skalierung bilden schließlich die strategische Entwicklungsebene. Die Ebenen beschreiben damit keine zwingende Abfolge, sondern unterschiedliche Perspektiven auf eine zusammenhängende Wertschöpfungsarchitektur.

Lernen, Standardisierung und Rückkopplung ergänzen diese Struktur um eine projektübergreifende Entwicklungsperspektive. Projekterfahrungen aus Planung, Fertigung, Montage und Schnittstellenkoordination können in Bauteilkataloge, Modellierungsregeln, Freigabeprozesse und Governance-Strukturen zurückgeführt werden. Dadurch lassen sich bestehende Standards weiterentwickeln und Prozesswissen schrittweise organisationsweit verfügbar machen. Das Modell macht damit zugleich sichtbar, dass industrielle Entwicklung als wiederkehrender Lern- und Anpassungsprozess zu interpretieren ist.

Das Strukturmodell verdichtet die Fallstudienbefunde zu einer analytischen Gesamtsicht und ordnet die untersuchten Themenfelder innerhalb einer gemeinsamen Wertschöpfungsarchitektur. Es bietet damit einen Bezugsrahmen für die Analyse industrieller Entwicklungsprozesse im Holzbau und verbindet organisatorische, prozessuale, datenbezogene und operative Strukturen mit den in den Fällen beobachteten Ergebnis- und Entwicklungsdimensionen.

Es werden wiederkehrende Strukturmerkmale und Zusammenhänge der untersuchten Fallstudien synthetisiert. Die dargestellten Beziehungen sind als empirisch abgeleitete Interpretationszusammenhänge zu verstehen. Eine Prüfung kausaler Beziehungen anhand quantitativer Prozess-, Kosten-, Zeit- und Qualitätsdaten erfolgte im Rahmen der vorliegenden Untersuchung nicht. Damit einhergehend ist die Reichweite dieser Interpretation vor dem Hintergrund des qualitativen Fallstudiendesigns einzuordnen. Die wesentlichen Einschränkungen werden im Folgenden zusammengefasst."

Limitationen der Untersuchung

Die Aussagekraft der Untersuchung ist durch das qualitative und theoriegeleitete Fallstudiendesign begrenzt. Die Fallauswahl konzentriert sich gezielt auf Unternehmen mit bereits ausgeprägten Organisations-, Produktions- oder Digitalisierungsstrukturen. Die Befunde beschreiben damit fortgeschrittene Entwicklungspfade und erlauben keine statistische Übertragung auf die Gesamtheit der Holzbaubranche. Pro Fall wurden ein bis zwei leitfadengestützte Experteninterviews ausgewertet; ein wesentlicher Teil der Aussagen beruht auf unternehmensbezogenen Selbsteinschätzungen. Insbesondere Angaben zu Kosten-, Zeit-, Qualitäts- und Produktivitätseffekten wurden nicht anhand unabhängiger Projektdaten überprüft. Die theoriegeleitete Auswertung entlang der bestehenden NWA-Thesen kann zudem die Wahrnehmung thesenkompatibler Befunde begünstigen. Zukünftige Untersuchungen sollten deshalb weitere Unternehmen mit unterschiedlichen Reifegraden einbeziehen und die qualitativen Befunde durch Projekt-, Prozess-, Kosten-, Zeit- und Fehlerdaten ergänzen. Der Joint-Venture-Exkurs ist aufgrund des frühen Entwicklungsstands der Organisation primär als explorativer Fall zu interpretieren.

Ausblick - zukünftige Betrachtungsfelder und Analysen

Aus den Fallstudien und ihren methodischen Grenzen ergeben sich mehrere weiterführende Forschungsfelder. Im Mittelpunkt steht die Frage, wie die identifizierten Prozess-, Daten- und Organisationsstrukturen unter unterschiedlichen Unternehmens- und Projektbedingungen stabilisiert und skaliert werden können. Besondere Relevanz besitzen dabei die Übertragbarkeit auf Unternehmen mit geringerem Digitalisierungs- und Industrialisierungsgrad, die empirische Bewertung wirtschaftlicher Effekte sowie die Bestimmung geeigneter Standardisierungs- und Integrationsgrade. Künftige Untersuchungen sollten hierfür qualitative Fallanalysen mit quantitativen Prozess-, Kosten-, Zeit- und Qualitätsdaten verbinden.

1) Daten- und Informationsarchitekturen
Ein wesentliches Untersuchungsfeld liegt in der Weiterentwicklung durchgängiger Datenarchitekturen. Entscheidend ist, unter welchen organisatorischen und technischen Bedingungen semantisch konsistente Informationsmodelle entstehen, die über Unternehmens-, System- und Gewerkegrenzen hinweg zuverlässig genutzt werden können. Dazu gehören verbindliche Modellierungsregeln, standardisierte Informationsanforderungen, robuste Schnittstellen, nachvollziehbare Versionierungs- und Änderungsprozesse sowie eindeutig zugewiesene Verantwortlichkeiten für Datenqualität, Prüfung und Freigabe (vgl. Jaskula u. a., 2025). Dabei sollte nicht ausschließlich die technische Durchgängigkeit einzelner Datenformate betrachtet werden. Ebenso relevant ist die Frage, ob Informationen entlang der Wertschöpfungskette in einer für den jeweiligen Anwendungsfall ausreichenden Qualität, Granularität und Verlässlichkeit verfügbar sind. Die Fallstudien zeigen, dass die Wirksamkeit digitaler Integration insbesondere davon abhängig ist, wie technische Schnittstellen durch geeignete Governance-Strukturen ergänzt und dauerhaft in betriebliche Routinen eingebettet werden (vgl. Yin u. a., 2019).

2) Digitale Prozess- und Systemarchitekturen
Darüber hinaus gewinnt die Analyse digitaler Prozessarchitekturen als infrastrukturelle Voraussetzung industrieller Skalierung an Bedeutung. Offene Schnittstellen, modulare Best-of-Breed-Architekturen sowie PLM-, CDE-, ERP- oder vergleichbare datenführende Strukturen können hierbei unterschiedliche Funktionen übernehmen. Entscheidend ist weniger die Einführung eines bestimmten Systemtyps als die funktionale Zuordnung von Informations-, Steuerungs- und Verantwortungsaufgaben innerhalb der gesamten Architektur. Künftige Untersuchungen sollten daher analysieren, wie solche Systemlandschaften aus den realen Arbeitsprozessen der Unternehmen heraus entwickelt, schrittweise integriert und organisationsübergreifend stabilisiert werden können. Von besonderer Bedeutung ist dabei die Frage, wie Veränderungen einzelner Systeme oder Schnittstellen aufgenommen werden können, ohne die Stabilität der gesamten Prozesskette zu gefährden. Skalierbarkeit erfordert damit neben technischer Interoperabilität auch eine ausreichende strukturelle Robustheit gegenüber technologischen und organisatorischen Veränderungen.

3) Rückkopplungsschleifen und Learnings
Ein weiteres Betrachtungsfeld betrifft die systematische Rückkopplung von Projekterfahrungen in Produkt-, Prozess- und Datenstrukturen. Wiederholbarkeit entsteht nicht allein durch einmalig definierte Standards, sondern durch deren kontinuierliche Überprüfung und Weiterentwicklung. Abweichungen, Fehler, Nacharbeiten, Schnittstellenprobleme sowie Kosten- und Terminwirkungen sollten deshalb strukturiert erfasst und in Bauteilkataloge, Modellierungsregeln, Prüfprozesse und organisatorische Standards zurückgeführt werden. Zukünftige Forschung sollte untersuchen, mit welchen Kennzahlen und Bewertungsverfahren diese Rückkopplung belastbar gestaltet werden kann und wie projektbezogenes Erfahrungswissen in organisationsweit verfügbares Prozesswissen überführt werden kann. Erst dadurch kann aus wiederholter Projekterfahrung eine institutionalisierte Lernstruktur entstehen, die langfristig zur Stabilisierung industrieller Prozesse beiträgt.

4) Organisationale Kompetenzentwicklung
Eng damit verbunden ist die organisatorische Verankerung digitaler Routinen. Skalierungsfähigkeit setzt einen systematischen Kompetenzaufbau, transparente Kommunikationsstrukturen, definierte Entscheidungswege und kontinuierliche Verbesserungsprozesse voraus (vgl. Olanipekun und Sutrisna, 2021). Gerade in mittelständisch geprägten Unternehmensstrukturen wird digitale Souveränität damit zu einem wesentlichen Entwicklungsfaktor. Unternehmen müssen in der Lage sein, ihre digitalen Prozessarchitekturen nicht nur anzuwenden, sondern deren Funktionsweise zu verstehen, Schnittstellen zu bewerten, Datenqualität zu kontrollieren und die Systeme bei veränderten Anforderungen eigenständig weiterzuentwickeln. Nachfolgende Untersuchungen sollten daher stärker betrachten, welche Rollenprofile, Kompetenzen und Organisationsformen hierfür notwendig sind und wie sich bislang stark personenbezogenes Erfahrungswissen in reproduzierbare organisatorische Strukturen überführen lässt.

5) Institutionelle und vertragliche Rahmenbedingungen

Schließlich bleibt die Analyse institutioneller Rahmenbedingungen wesentlich. Vergabe-, Genehmigungs-, Vertrags- und Honorarmodelle beeinflussen maßgeblich, wann produktions- und fertigungsrelevante Entscheidungen getroffen und welche Akteure in frühen Projektphasen eingebunden werden können. Die Bedeutung dieser Rahmenbedingungen wird auch im aktuellen branchenseitigen Politikdiskurs aufgegriffen. So adressiert die KOALITION für HOLZBAU unter anderem vergabe-, genehmigungs- und förderpolitische Bedingungen als Ansatzpunkte für eine breitere Umsetzung moderner Holzbauweisen (KOALITION für HOLZBAU, 2024). Die Position ist als interessengeleitete Branchenperspektive einzuordnen. Zukünftige Untersuchungen sollten daher differenzieren, an welchen Stellen bestehende institutionelle Strukturen frühzeitige Systementscheidungen, integrierte Planung und standardisierte Prozessmodelle unterstützen beziehungsweise erschweren. Von besonderem Interesse sind dabei Vergütungs- und Risikomodelle für die erhöhte Vorleistungsintensität des Frontloadings sowie kooperative Vertrags- und Organisationsformen, die eine frühzeitige Integration von Planungs-, Fertigungs- und Montagekompetenzen ermöglichen. Neben regulatorischen Anpassungen ist damit auch die Anschlussfähigkeit industrieller Prozessmodelle an bestehende Bauherren-, Vergabe- und Genehmigungsstrukturen zu untersuchen.

6) KI-gestützte Prozess- und Entscheidungsunterstützung

Ein weiterführendes Betrachtungsszenario ergibt sich aus der zunehmenden KI-gestützten Automatisierung von Planungs-, Prüf- und Steuerungsprozessen (vgl. Oesterreich und Teuteberg, 2016).

Die in den Fallstudien identifizierte Notwendigkeit konsistenter Daten- und Prozessarchitekturen bildet hierfür eine wesentliche Voraussetzung. Perspektivisch könnten strukturierte Produkt- und Prozessdaten genutzt werden, um Varianten automatisiert auf Fertigbarkeit, Kosten- oder Regelkonformität zu prüfen, Planungsentscheidungen mit Erfahrungsdaten vergangener Projekte zu unterstützen oder Abweichungen in Daten- und Prozessketten frühzeitig zu erkennen. Der wissenschaftlich relevante Untersuchungsgegenstand liegt dabei weniger in der isolierten Leistungsfähigkeit einzelner KI-Verfahren als in deren kontrollierter Einbettung in bestehende Entscheidungs-, Freigabe- und Verantwortungsstrukturen. Zu klären wäre insbesondere, welche Datenqualität für verlässliche Anwendungen erforderlich ist, wie automatisierte Entscheidungen nachvollziehbar geprüft werden können und an welchen Stellen menschliche Entscheidungshoheit erhalten bleiben muss. Damit erweitert sich die Fragestellung von der Digitalisierung bestehender Prozesse hin zur Entwicklung datenbasierter, adaptiver Prozessarchitekturen, die Erfahrungen systematisch auswerten und für zukünftige Projekte nutzbar machen können.

Insgesamt wird deutlich, dass die zukünftige Entwicklung des industriellen Holzbaus von der Kopplung produktionsnaher Systemintegration, standardisierter und zugleich adaptiver Prozessstrukturen, strategischer Kooperation sowie belastbarer Daten- und Governance-Architekturen abhängt. Entscheidend ist, diese Elemente nicht isoliert weiterzuentwickeln, sondern als zusammenhängende Wertschöpfungsarchitektur zu betrachten. Langfristige Skalierbarkeit entsteht, wenn technische Integration, organisatorische Lernfähigkeit und institutionelle Anschlussfähigkeit gemeinsam etabliert werden und zugleich ausreichend Spielraum für projektspezifische Anforderungen erhalten bleibt.

Quellen

Hinweis zu KI-gestützten Arbeitsanteilen

Im Rahmen der Erstellung dieser Publikation und ihrer Qualitätssicherung wurden Werkzeuge generativer KI unterstützend eingesetzt. Die Nutzung erfolgte für klar abgegrenzte Arbeitsanteile und ist in der nachfolgenden Auflistung nach Hilfsmittel, Modell beziehungsweise Modus, betroffenem Arbeitsbereich und Einsatzform dokumentiert. Der Einsatz erfolgte iterativ. KI-gestützte Ergebnisse wurden nicht ungeprüft übernommen, sondern durch die Autorenschaft fachlich, redaktionell und wissenschaftlich bewertet und eigenständig modifiziert. Die Grundidee, Themenwahl, fachliche Zielsetzung und konzeptionelle Anlage des Dokuments stammen von der Autorenschaft. Die Verantwortung für Inhalt, Argumentation, Quellenverwendung, Abbildungen, Bewertungen, Schlussfolgerungen und Layout liegt vollständig bei der Autorenschaft.

Unterstützung im Arbeitsanteil	**KI-basiertes Werkzeug**	**Unterstützter Bereich**	**Bemerkung**
Quellen-Retrieval	GPT-5.4, GPT-5.5, GPT-5.6; Modus Thinking Extended (vgl. OpenAI, 2026)	Quellen- und Literaturarbeit für das gesamte Dokument	Quellenrecherche auf Grundlage definierter Themenfelder.
Zusammenfassung von Quellen und Texten	GPT-5.5, GPT-5.6; Modus Thinking Extended	Quellen- und Literaturarbeit; Stand der FuE	Vorstrukturierung und Zusammenfassung relevanter Quelleninhalte.
Vertiefende Plausibilisierung der Forschungs- und Entwicklungslücke	GPT-5.5 Pro; Modus Deep Research	Einordnung des Lösungsansatzes	Explorative Einordnung bestehender Ansätze und ergänzender Forschungsperspektiven.
Fachliche Reflexion und Gegenargumentation	GPT-5.4, GPT-5.5, GPT-5.6; Modus Thinking Extended	Argumentationsstruktur, fachliche Einordnung und Schlussfolgerungen	Reflexion alternativer Argumentationslinien und möglicher fachlicher Einwände.
Generierung von Textbausteinen	GPT-5.4, GPT-5.5, GPT-5.6; Modus Thinking Extended	Einzelne Formulierungen und Übergänge	Erstellung redaktioneller Textvarianten als Arbeitsgrundlage.
Grammatik- und Rechtschreibprüfung	GPT-5.6; Modus Thinking Extended	Redaktionelle Überarbeitung des gesamten Dokuments	Sprachliche Korrektur, formale Textprüfung und Konsistenzprüfung.
Bildgenerierung	Firefly Image Model 4; Standardparameter (vgl. Adobe, 2026), GPT-5.4; Modus Thinking Extended (vgl. OpenAI, 2026)	Titelseitengrafik; Piktogramme zur visuellen Ergänzung	Generierung und gestalterische Weiterentwicklung illustrativer Elemente.

Literaturverzeichnis

d'Angelico, L., Meyer, C. und Stahr, A. (2026) Integration der digitalen Schnittstelle Architektur und Holzbau. Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig. Verfügbar unter: https://doi.org/10.33968/2026.59.

BMWSB & BMEL (2023). Holzbauinitiative – Strategie der Bundesregierung zur Stärkung des Holzbaus als ein wichtiger Beitrag für ein klimagerechtes und ressourceneffizientes Bauen. Berlin.

Boothroyd, G., Dewhurst, P. und Knight, W.A. (2010) Product Design for Manufacture and Assembly. 0 Aufl. CRC Press. Verfügbar unter: https://doi.org/10.1201/9781420089288.

Gläser, J. und Laudel, G. (2010) Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse. 4. Aufl. VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Light, B., Holland, C.P. und Wills, K. (2001) „ERP and best of breed: a comparative analysis", Business Process Management Journal, 7(3), S. 216–224. Verfügbar unter: https://doi.org/10.1108/14637150110392683.

Bao, Z. u. a. (2022) „Design for manufacture and assembly (DfMA) enablers for offsite interior design and construction", Building Research & Information, 50(3), S. 325–338. Verfügbar unter: https://doi.org/10.1080/09613218.2021.1966734.

Costa, S. u. a. (2023) „A Systematic Literature Review and Conceptual Framework of Construction Industrialization", Journal of Construction Engineering and Management, 149(2), S. 03122013. Verfügbar unter: https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0002410.

Quellen

Gao, S., Jin, R. und Lu, W. (2020) „Design for manufacture and assembly in construction: a review“, Building Research & Information, 48(5), S. 538–550. Verfügbar unter: https://doi.org/10.1080/09613218.2019.1660608.

Hyun, H., Kim, H.-G. und Kim, J.-S. (2022) „Integrated Off-Site Construction Design Process including DfMA Considerations“, Sustainability, 14(7), S. 4084. Verfügbar unter: https://doi.org/10.3390/su14074084.

Jaskula, K. u. a. (2025) „Common data environments in construction: state-of-the-art and challenges for practical implementation“, Construction Innovation, 25(5), S. 1522–1541. Verfügbar unter: https://doi.org/10.1108/CI-04-2023-0088.

Jiang, S. u. a. (2019) „OpenBIM: An Enabling Solution for Information Interoperability“, Applied Sciences, 9(24), S. 5358. Verfügbar unter: https://doi.org/10.3390/app9245358.

KOALITION für HOLZBAU (2024). Bundestagswahlkampf 2025 – Positionen der KOALITION für HOLZBAU: Das Neue Bauen – Bauwende ernst nehmen. Deutsche Agentur für Politikberatung GmbH, Berlin.

Light, B., Holland, C.P. und Wills, K. (2001) „ERP and best of breed: a comparative analysis“, Business Process Management Journal, 7(3), S. 216–224. Verfügbar unter: https://doi.org/10.1108/14637150110392683.

Meyer, C., Stahr, A. und Hamingerova, M. (2025) Potentiale digitaler Wertschöpfungskonzepte zur Verbesserung der wirtschaftlichen Konkurrenzfähigkeit des Holzbaus. Ergebnisse aus den Interviews im Rahmen des Projekts „New Wood Approach“. Leipzig: HTWK Leipzig, S. 20. Verfügbar unter: https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:l189-qucosa2-968148.

Oesterreich, T.D. und Teuteberg, F. (2016) „Understanding the implications of digitisation and automation in the context of Industry 4.0: A triangulation approach and elements of a research agenda for the construction industry“, Computers in Industry, 83, S. 121–139. Verfügbar unter: https://doi.org/10.1016/j.compind.2016.09.006.

Olanipekun, A.O. und Sutrisna, M. (2021) „Facilitating Digital Transformation in Construction—A Systematic Review of the Current State of the Art“, Frontiers in Built Environment, 7, S. 660758. Verfügbar unter: https://doi.org/10.3389/fbuil.2021.660758.

Samuelson, O. und Stehn, L. (2023) „Digital transformation in construction – a review“, Journal of Information Technology in Construction, 28, S. 385–404. Verfügbar unter: https://doi.org/10.36680/j.itcon.2023.020.

Vial, G. (2019) „Understanding digital transformation: A review and a research agenda“, The Journal of Strategic Information Systems, 28(2), S. 118–144. Verfügbar unter: https://doi.org/10.1016/j.jsis.2019.01.003.

Weggler, S. (2025) Arbeitsvorbereitung im Holzbau. 1. Auflage. Köln: RM Rudolf Müller Medien GmbH & Co. KG.

Yin, X. u. a. (2019) „Building information modelling for off-site construction: Review and future directions“, Automation in Construction, 101, S. 72–91. Verfügbar unter: https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.01.010.

Zhou, S. (Alexander) (2024) „Platforming for industrialized building: a comparative case study of digitally-enabled product platforms“, Building Research & Information, 52(1–2), S. 4–18. Verfügbar unter: https://doi.org/10.1080/09613218.2023.2200157.

Quellen

Internetquellen

buildingSMART International, Ltd (2026) „IFC - Industry Foundation Classes“, 13 Mai. Verfügbar unter: https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/.

Autodesk GmbH (2026) „Revit“, 13 Mai. Verfügbar unter: https://www.autodesk.com/de/products/revit/overview.

Dalux Germany GmbH (2026) „Dalux“, 13 Mai. Verfügbar unter: https://www.dalux.com/de/produkte/field-basic/?utm_id=DACH_de_gads_fba_pmax_90&utm_term=&utm_campaign=DACH+%7C+Field+Basic+%7C+Performance+Max&utm_source=adwords&utm_medium=ppc&hsa_acc=5666769734&hsa_cam=19720111326&hsa_grp=&hsa_ad=&hsa_src=x&hsa_tgt=&hsa_kw=&hsa_mt=&hsa_net=adwords&hsa_ver=3&gad_source=1&gad_campaignid=19728865187&gbraid=0AAAADkdNV0OqxL7wi_D8KWjHASuRqH14&gclid=CjwKCAjwwpDQBhAuEiwAa-4Wo9rWXMe94bCtZGy4xelyS-foy3lY3uTuCblaA3rjFzZNre3f2R0IIRoCHcQQAvD_BwE.

Dietrich's Technology GmbH (2026) „Dietrichs“, 13 Mai. Verfügbar unter: https://de.dietrichs.com/produkte-fuer-den-holzbau/fokusthemen/.

TÜV Rheinland Forschungs- und Innovationsmanagement GmbH (2026) „Common Data Environment (CDE)“, 13 Mai. Verfügbar unter: https://www.bimdeutschland.de/bim-wissen/standards-normen-richtlinien/common-data-environment.