

tagungsband 2024



Digitaler Wandel im Bauwesen – Datenschungel oder erfolgsversprechender Gamechanger?

Baubetriebliche, bauwirtschaftliche und rechtliche Aspekte

IMPRESSUM

Herausgeber:

Assoc.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Christian Hofstadler

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Detlef Heck

Dipl.-Ing. Dr.techn. Markus Kummer

Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft

Arbeitsbereich für Baubetrieb und Bauwirtschaft

Technische Universität Graz

Lessingstraße 25/II

8010 Graz

Telefon +43 (0) 316 / 873 6251

Telefax +43 (0) 316 / 873 104251

E-Mail sekretariat.bbw@tugraz.at

Web www.bbw.tugraz.at

Redaktion: Dipl.-Ing. Dr.techn. Markus Kummer

1. Auflage März 2024

2024, Verlag der Technischen Universität Graz

www.tugraz-verlag.at

ISBN print 978-3-85125-985-8

ISBN e-book 978-3-85125-986-5

DOI: 10.3217/978-3-85125-985-8



Dieses Werk ist lizenziert unter der Creative Commons
Namensnennung – Nicht-kommerziell – Keine Bearbeitung 4.0 International
(CC BY-NC-ND 4.0) Lizenz.

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.de>

Diese CC-Lizenz gilt nicht für das Cover, Materialien von Dritten (anderen
Quellen zugeschrieben) und anderweitig gekennzeichnete Inhalte.

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

22. Grazer Baubetriebs- und Bauwirtschaftssymposium

**Digitaler Wandel im Bauwesen –
Datenschwungel oder erfolgsversprechender Gamechanger?**
Baubetriebliche, bauwirtschaftliche und
rechtliche Aspekte

Tagungsort

Technische Universität Graz
Rechbauerstraße 12
8010 Graz

Datum des Symposiums

22. März 2024

Herausgeber

Assoc.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Christian Hofstadler
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Detlef Heck
Dipl.-Ing. Dr.techn. Markus Kummer

Arbeitsbereich für Baubetrieb und Bauwirtschaft

Inhaltsverzeichnis

	VORWORT	3
	MAEDER / MAURER / MAURER	
I.	Kollaborative Vertragsmodelle und Digitalisierung – (wie) passt das zusammen?	5
	ANDRIEU / ZIEGER / URBAN	
II.	Die Digitalisierung und Automatisierung von Bauverfahren in Österreich	35
	LECHNER	
III.	BIM – Kritische Würdigung der Anwendungsfälle	53
	HOFSTADLER / KUMMER	
IV.	Verbesserte Kontrolle und Steuerung der Bauausführung durch digitalisierte Prozesse (Dashboards)	89
	MOOSBRUGGER	
V.	Bauwesen im Wandel: Digitalisierung als Treiberin für Disruption und Effizienz	133
	PÖLZL	
VI.	Nutzen von digitalen Berichten (z.B. Bautagesberichte, Feldaufnahmen, ...) für das Bauen und Betreiben	147
	RICHTER / SKOF	
VII.	Nachweis und Einsparung von THG-Emissionen durch digitalisierte Prozesse (im Sinne des European Green Deals)	163
	WALL / DALLINGER / KLEINFELDT	
VIII.	Nutzen digitalisierter Prozesse im Hinblick auf Nachhaltigkeit und Ressourcenschonung	189
	POCHMARSKI / KOBER	
IX.	Digitalisierung und ABGB bzw. ÖNORMEN B 2110/B 2118 – Passt das zusammen?	207
	SPONSOREN	225

Vorwort

Unser **Grazer Baubetriebs- und Bauwirtschaftssymposium** geht in die **22. Runde!**

Diesmal stellt unser Symposium unter dem Titel „**Digitaler Wandel im Bauwesen**“ einen brandaktuellen Prozess in den Fokus und beleuchtet, wie die Digitalisierung die Baubranche revolutionieren kann und wird. Die Schwerpunkte liegen dabei auf der Integration digitaler Prozesse in rechtliche Rahmenwerke, der Bereitschaft von Behörden für digitale Baueinreichungen, der kritischen Würdigung von BIM-Anwendungsfällen und der Effizienzsteigerung durch digitalisierte Bauprozesse. Besondere Aufmerksamkeit wird zudem der Verbesserung der Kontrolle und Steuerung der Bauausführung durch digitale Werkzeuge, dem Nutzen digitaler Bautagesberichte und der Rolle der Digitalisierung als Katalysator für Disruption und Effizienz im Bauwesen geschenkt. Best Practices in Bezug auf kollaborative Vertragsmodelle und die Reduzierung von Treibhausgasemissionen durch digitale Prozesse unterstreichen zudem den Nutzen der Digitalisierung im Hinblick auf Nachhaltigkeit und Ressourcenschonung.

Ergänzt werden diese Ausführungen im vorliegenden Tagungsband mit aktuellen Beiträgen aus der baubetrieblichen, bauwirtschaftlichen und bauvertragsrechtlichen Forschung und Praxis. Trotz des Transformationsprozesses hin zur Digitalisierung bleibt der entscheidende Akteur immer der handelnde Mensch, der dem Baugeschehen erst Ausdruck verleihen kann und wird. Unserem Denken, Fühlen, Handeln und Entscheiden soll folgender Leitsatz daher stets ein wertvoller und zukunftsweisender Wegbegleiter sein: „Ohne soziale und ökologische Wertschätzung erfolgt keine dauerhafte Wertschöpfung!“¹

Der Tagungsband spricht all jene an, die sich auf der Seite der Auftraggeber, Planenden und Auftragnehmer sowie als Jurist*innen und Sachverständige mit dem Thema der Digitalisierung im Bauwesen beschäftigen, neue Perspektiven und Forschungsentwicklungen kennenlernen möchten und eine Optimierung im Umgang mit diesem Thema anstreben.

Mit dem Symposium und diesem Tagungsband verfolgen wir das Ziel, Brücken zwischen den am Bau beteiligten Akteur*innen zu schlagen und einen konfliktarmen, sachlichen und konstruktiven Umgang zu fördern.

Wir danken den Autor*innen der Beiträge für ihre große Mühe, die innovativen Ansätze und ihre inspirierende Beteiligung an diesem Tagungsband!

Christian Hofstadler

Detlef Heck

Markus Kummer

¹ Hofstadler (2022), S. 9

I. Kollaborative Vertragsmodelle und Digitalisierung – (wie) passt das zusammen?

MSc ETH Arch Christian Maeder
Head of Design & Build Mgmt
pde Integrale Planung GmbH
Absberggasse 47, 1100 Wien
christian.maeder@gmx.net

MSc ETH Arch Christoph Maurer
Präsident Zentralkommission für Informationsmanagement des SIA
conrealis AG
Grossmünsterplatz 1, 8001 Zürich
christoph.maurer@conrealis.ch

Jan Maurer, BSc
Projektmanager
Privatgelehrter
jmaurer@gmx.ch

Inhaltsverzeichnis

Abstract	7
1 Von der VUCA zur BANI-Welt.....	8
1.1 Menschliche Gehirne suchen nach Mustern	8
1.2 Die Welt anhand von Modellen erklären.....	9
1.2.1 Die VUCA-Welt.....	9
1.2.2 Die BANI-Welt.....	11
1.3 Digitalisierung und Nachhaltigkeit in der BANI-Welt.....	12
1.3.1 Die Bauwirtschaft im Kontext von VUCA und BANI.....	13
1.4 „VUCA-Thesen“ der Plattform 4.0 aus dem Jahr 2016 – eine auszugsweise Betrachtung.....	14
1.4.1 These 02 – Die Digitalisierung bietet uns die Chance radikaler Verbesserungen!.....	14
1.4.2 These 09 – Der erfolgskritische Prozess AVVA wird angepasst werden müssen.....	15
1.4.3 These 15 – Es werden immer die Menschen die Maschinen beherrschen müssen, nicht umgekehrt	15

2	Kollaborative Vertragsmodelle	16
2.1	Fünf Thesen zur alternativen Vertragsgestaltung mit dem Fokus auf Kooperation und Partnerschaft	16
2.1.1	Alternative Projektabwicklungsmodelle (APA) – verfügbare Referenzen, Literatur und Fachwissen.....	17
2.1.2	Iternative Projektabwicklungsmodelle (APA) – reine Importware?.....	18
2.2	Anpassungen von Abwicklungssystemen / Verträgen	18
2.3	Die sphärenübergreifende (echte) Allianz	19
3	Kompliziert versus komplex.....	21
3.1	Kompliziert.....	22
3.2	Komplex.....	22
3.2.1	Wie können wir mit komplexen Systemen umgehen?.....	23
3.3	Kompliziert versus komplex.....	24
4	Daten oder Information	24
4.1	Daten	24
4.2	Von Daten zur Information.....	25
4.3	Die Krux mit der Information.....	26
5	Zusammenfassung und Ausblick.....	26
5.1	LOIN und LEAN – das Richtige zum richtigen Zeitpunkt.....	26
5.2	Hybrides Projektmanagement und AGIL / LEAN	28
5.3	Chancen bei der Anwendung von KI	30
	Abkürzungsverzeichnis	33
	Literaturverzeichnis	34

Abstract

In ihrem Beitrag gehen die Autoren auf die Zusammenhänge in den Themenbereichen Kooperative Vertragsmodelle und Digitalisierung ein sowie auf die Fragestellung, ob diese zusammenpassen und wenn ja, wie.

Wir schreiben das Jahr 2024 und Fachexpert*innen für globale Analyse haben uns nach der VUCA-Welt nun auch das Modell BANI als Hilfestellung zur einfacheren Orientierung vorgeschlagen, das mit seiner Begriffsverwendung jedoch nicht gerade sprühenden Optimismus verbreitet.

Und ob die Digitalisierung wirklich die radikalen Verbesserungen ermöglicht hat, wie im Jahr 2016 eine der Thesen der Plattform 4.0 „Planen. Bauen. Betreiben“ postuliert, darf mit Fug und Recht diskutiert werden. Wir diskutieren nicht mehr nur über BIM, sondern längst schon über digitale Zwillinge und Künstliche Intelligenz – ist das nun die nächste Chance für die Bauindustrie?

Im Kontext der zuvor genannten Entwicklungen sind verschiedene Kooperative Vertragsmodelle entstanden, die viele Fragen aufwerfen:

- Was macht die neuen Vertragsmodelle im Vergleich zu den klassischen Varianten kooperativ?
- Funktionieren diese Verträge im DACH-Raum und werden sie angenommen?
- Was meint die Industrie, welche Verträge zu welchem Projekt(-typus) passen?

Die Schweiz geht ihren Weg: Mit der Richtlinie SIA 2065 Planen und Bauen in Projektallianzen wird möglicherweise ein richtungsweisender Leitfaden entstehen, dessen Ansätze für komplexe Projekte auch in Deutschland und Österreich auf fruchtbaren Boden fallen könnten.

Was zum nächsten Thema führt: worin unterscheidet sich komplex von kompliziert und kann – oder sollte – eine Unterscheidung der Begriffe Auswirkungen haben, wenn Bauherren die Vergabestrategie für ihr Projekt aufstellen?

Danach geht es ins Gebirge: Was machen wir mit den BDMs – den Building Data Mountains? William Edwards Deming¹, der Schöpfer des aus dem Qualitätsmanagement wohlbekannten PDCA-Zyklus oder

¹ William Edwards Deming, in der Literatur fälschlicherweise auch Walter Edwards Deming, (* 14. Oktober 1900 in Sioux City, Iowa; † 20. Dezember 1993 in Washington, D.C.) war ein US-amerikanischer Physiker, Statistiker sowie Pionier im Bereich des Qualitätsmanagements. Als Schüler von Walter A. Shewhart, dem Begründer der statistischen Prozesslenkung, entwickelte er ab den 1940er-Jahren die prozessorientierte Sicht auf die Tätigkeiten eines Unternehmens, die später auch Eingang in die diversen Qualitätsnormen und Qualitätsmanagementlehren fand.

„Deming-Kreises“, findet hier Erwähnung mit einem Zitat:

In God we trust. All other must bring data.

Ist das ein zielführender Ansatz? Braucht eine Projektorganisationen für ihre Zusammenarbeit nicht vielmehr Informationen, die in einem sinnvollen Kontext stehen?

Im letzten Teil werden die Autoren vorstellen, welche Verbindungen zwischen den Produkten der Digitalisierung, Daten, Informationen und den kollaborativen Vertragsmodellen geschaffen werden müssen. Sie zeigen anhand von drei Beispielen, wo diese Themen einander sogar bedingen:

- bei Simulationen
- beim hybriden Projektmanagement
- beim Abfragen von Norminhalten mit Unterstützung von KI

Diese Beispiele sollen zum Nachdenken anregen, wie wir gemeinsam Abläufe verbessern und in der Bauindustrie Produkte mit einem vernünftigen und auch in Bezug auf die kommenden Generationen leistbaren Ressourceneinsatz schaffen können.

Nun bleibt nur noch, der geneigten Leserschaft eine kurzweilige und hoffentlich erkenntnisreiche Lektüre zu wünschen.

1 Von der VUCA zur BANI-Welt

Menschen suchen nach Mustern, um sich in der Welt zu orientieren und schaffen Modelle wie **VUCA** oder – in neuerer Zeit **BANI** – um die Welt modellhaft zu beschreiben und hoffentlich auch besser erklären zu können.

1.1 Menschliche Gehirne suchen nach Mustern

Menschliche Gehirne suchen nach Mustern, auch bei der Erschaffung von „Welterklärungsmodellen“. Der Drang zur Mustersuche ist eng mit der Funktionsweise und der evolutionären Geschichte des menschlichen Gehirns verbunden, weil folgende Aufgaben möglichst erfolgreich zu lösen sind:

Effiziente Informationsverarbeitung: Das Erkennen von Mustern ermöglicht es dem Gehirn, Informationen effizient zu verarbeiten, indem es komplexe Sinnesreize vereinfacht und organisiert. Mit Hilfe von Mustern kann das Gehirn schneller Schlussfolgerungen ziehen, als durch eine isolierte Betrachtung jeder einzelnen Information.

Schnellere Entscheidungsfindung: Durch das Zurückgreifen auf frühere Erfahrungen und das Anwenden bekannter Muster können Menschen schnell Entscheidungen treffen und situationsbezogen die beste Handlungsoption wählen. Dies ist besonders dort wichtig, wo schnelle Reaktionen erforderlich sind, um auf potenzielle Bedrohungen oder Chancen zu reagieren.

Aufstellen von Erwartungen und Prognosen: Weiter ermöglicht das Erkennen von Mustern dem Gehirn, künftige Ereignisse zu prognostizieren. Mit dem Rückgriff auf bekannte Muster kann das Gehirn Hypothesen aufstellen und entsprechende Handlungsweisen auslösen.

Sinnggebung und Sinnstiftung: Das Identifizieren von Mustern hilft dem Gehirn dabei, Sinn und Bedeutung aus der wahrgenommenen Umwelt zu extrahieren. Mit dem Erkennen und Interpretieren von Mustern kann das Gehirn die Welt um sich herum verstehen und sich in ihr orientieren.

Das Suchen nach und Finden von Mustern stellt eine grundlegende kognitive Funktion des menschlichen Gehirns dar.

1.2 Die Welt anhand von Modellen erklären

Modelle wie bspw. **VUCA** und **BANI** wurden entwickelt, um die Komplexität und die Herausforderungen in der heutigen Welt besser beschreiben und verstehen zu können – weil wir eben „gar nicht anders können“ als „immer“ nach Mustern zu suchen.

Diese konstruierten Modelle sollen uns dabei helfen, teils widersprüchliche und auf den ersten Blick vielleicht nicht oder nur sehr schwer einordenbare Daten, Fakten und Sachverhalte auf ihre Hauptmerkmale zu reduzieren, zu abstrahieren und damit in eine Ordnungsstruktur zu bringen, mit der wir sie besser fassen können.

Dabei werden wir vermutlich genau dort scheitern, wo sich Daten, Fakten und Sachverhalte den altbekannten und bewährten Ordnungssystemen dem Grunde nach entziehen – besonders das Wegfallen von klar erkennbaren Ursache-Wirkungszusammenhängen macht uns Menschen zu schaffen.

Zwar werden Sie das Chaospendel aus dem Physikunterricht² vermutlich kennen, aber mit seinem Bewegungsverhalten können doch die meisten von uns im alltäglichen Leben wenig bis gar nichts anfangen. Vielleicht hat es genau deshalb einen besonderen Reiz und verleitet zum Zuschauen.

Sowohl die Arbeit mit großen Bauprojekten als auch die Welt, wie wir sie wahrnehmen, zeigen immer wieder einmal Situationen, welche uns an das Verhalten des Chaospendels erinnern.

Damit müssen wir uns auseinandersetzen. Eine Möglichkeit ist der Versuch, dafür Erklärungsmodelle zu schaffen.

1.2.1 Die VUCA-Welt

VUCA ist ein Akronym für die Komponenten Volatility, Uncertainty, Complexity und Ambiguity unsers Lebens- und Arbeitsumfeldes und damit auch für das Wirtschaften, Planen und Bauen.

VUCA wurde erstmals 1987 verwendet am United States Army War College und war die Antwort auf den Zusammenbruch der UdSSR Anfang der 1990er Jahre.

² Beschreibung folgt im Kapitel „Komplex versus kompliziert“

Plötzlich gab es nicht mehr den einen Feind, es entstand nun eine multilaterale Welt, was neue Sicht- und Reaktionsweisen zur Folge haben musste.

Seit seinem Auftauchen bis heute hat der Begriff zunehmend Eingang in die Managementlehre und die Welt des Coachings gefunden, da er viele Jahre lang recht treffend die zunehmend schwierigen Rahmenbedingungen beschrieben hat, mit der sich Unternehmensführungen auseinandersetzen müssen.

Bauprojekte können und sollen hier gleichermaßen als Unternehmen auf Zeit betrachtet werden, womit VUCA auch auf diese Art von Unternehmung angewendet werden kann.

Nach ein paar Jahren wurde das VUCA-Modell mit DD erweitert, die für Dynamik und Diversität stehen. Das VUCADD-Modell beschrieb eine globalisierte und digitalisierte Wirtschaftswelt, die sich folgendermaßen charakterisiert(e):

Volatilität – (Volatility)

Zahlreiche Themen unterliegen extremen Schwankungen: bspw. Märkte, Aktienpreise aber auch Geschäftsmodelle und Kundenwünsche. Unternehmen müssen in ihrer Tätigkeit immer rascher auf sprunghaft sich verändernde Gegebenheiten reagieren.

Ungewissheit – (Uncertainty)

Längerfristige Zukunftsprognosen sind in der VUCA-Welt schwierig zu erstellen und Planbarkeit ist somit nur mehr beschränkt gegeben. In den Unternehmen führt das zu Instabilität und Unsicherheit, was aber auch die einzelnen Menschen selbst betrifft.

Komplexität – (Complexity)

Die VUCA-Welt wird komplexer, weil Globalisierung und Digitalisierung immer mehr Verbindungen zwischen verschiedensten Stakeholdern in den Märkten generieren. Einfache Ursache-Wirkung-Mechanismen sind nicht mehr zu erkennen, alles ist untereinander und nicht mehr nachvollziehbar verbunden.

Ambiguität – (Mehrdeutigkeit / Ambiguity)

In einer komplexen Welt Schwarz oder Weiß zu verteilen, geht nicht (mehr), es gibt meist kein klares Ja oder Nein. Sachverhalte werden oft unterschiedlich gesehen und interpretiert. Wir können weder die Ursachen eindeutig eruieren, noch deren Wirkungen umfassend einschätzen.

Diversität – (Diversity)

Unterschiedlichste Menschen mit unterschiedlichen Weltanschauungen und Prägungen arbeiten in Firmen und Betrieben, die Unterschiedlichkeit der Mitarbeiter*innen kann durch unterschiedliche Herkunft, Geschlechter oder Sozialisierung begründet sein. Dies kann als Vorteil und Chance genutzt werden, um mehr Kreativität und Innovationskraft hervorzu-bringen.

Dynamik – (Dynamic)

Schnelllebigkeit und Dynamik der Märkte sorgen für neue Herausforderungen bei den Marktteilnehmern: Sie müssen schneller und wendiger agieren. Silos sind zu überwinden und hierarchische Strukturen werden aufgelöst, ersetzt werden sie durch agile Organisationsformen und Arbeitsprozessen.

Trotz dieser Fortschreibung um die DD-Komponenten wird das VUCA(DD) Modell inzwischen zunehmend als überholt angesehen und bspw. ersetzt durch...

1.2.2 Die BANI-Welt

Die fortlaufende und von vielen Menschen als beschleunigt wahrgenommene Weiterentwicklung und Veränderung der Welt führt dazu, dass wir unsere Erklärungsmodelle anpassen, fortschreiben oder gleich ganz neue aufzustellen.

So ist 2020 auch das BANI-Modell³ im Zusammenhang mit der COVID-19 Pandemie und vor dem Hintergrund der zunehmend sichtbar werdenden Auswirkungen des Klimawandels entstanden:

- Brittle (brüchig)
- Anxious (ängstlich)
- Non-linear (nichtlinear⁴)
- Incomprehensible (unverständlich)

Die in den beiden Weltmodellen verwendeten Begriffe haben von VUCA nach BANI eine Entwicklung durchlaufen, die auf den ersten Blick wenig Anlass zu Optimismus gibt:

aus	volatil	wird	brüchig
aus	unsicher	wird	ängstlich
aus	komplex	wird	nicht-linear
aus	mehrdeutig	wird	unverständlich

³ In seinem Essay „Facing the age of chaos“ beschrieb der amerikanische Zukunftsforscher Jamais Cascio zu Beginn der Corona Pandemie mit BANI ein neues Paradigma, eine Steigerung von VUCA(DD). (Cascio, 2020)

⁴ Zu den nichtlinearen Systemen werden in der Systemtheorie diejenigen Systeme gezählt, deren Ausgangssignal nicht immer proportional zum Eingangssignal (Systemreiz) ist. Nichtlineare Systeme können sich wesentlich komplexer gebaren als lineare. In solchen Systemen kann eine kleine Veränderung einer Variable zu großen oder unvorhersehbaren Veränderungen anderer Variablen führen, während in linearen Systemen der Zusammenhang zwischen Systemreiz und -antwort proportional und vorhersagbar ist. Nichtlineare Systeme kommen in unterschiedlicher Komplexität als statische, dynamische, ein- und mehrwertige nichtlineare Systeme vor.

Die vorgefundene Begriffsanwendung lässt stark vermuten, dass die Einordnung systemischer Zusammenhänge mit dem Übergang vom VUCA zum BANI-Modell von der Autorenschaft als inzwischen noch deutlich schwieriger eingeschätzt wird, die Prognostizierbarkeit der Welt nimmt in der Wahrnehmung vieler Menschen gleichzeitig und offenbar auch stark ab:

Menschen nehmen ihre Umwelt als wenig planbar und gleichzeitig kaum beeinflussbar dynamisch wahr!

Davor kann auch die Bauindustrie nicht ihre Augen verschließen. Die Zusammenarbeit von Menschen in Projektorganisationen kann hier gleich doppelt betroffen sein:

- Erstens einmal aus dem Umstand, wie die Projektmitglieder die Welt grundsätzlich wahrnehmen und zu verstehen versuchen.
- Zweitens aus den konkreten, objektiven Projekteigenschaften und dem Projektumfeld kommend – hier beziehen wir uns dezidiert auf die Größe und den Komplexitätsgrad des Projektes sowie als Teil seines Umfelds die herrschenden Marktbedingungen.

Die „BANI-Adjektive“ sollen die Teams von Bauprojekten nun bestimmt nicht in Verzweiflung stürzen, wir sollten das Modell vielmehr nutzen, um nachzudenken, wie wir Methoden sowie Werkzeuge schaffen, um mit den „BANI-Adjektiven“ zielführend umgehen zu können.

Wir dürfen hierzu Prof. Barbara Stöttinger, Dekanin der Executive Academy an der WU Wien, für Projektleiter und -manager zitieren:

„In einer BANI-Welt zu führen, benötigt einen hohen Reifegrad und eine gezielte Entwicklung der eigenen Führungspersönlichkeit. Gleichzeitig ist es aber auch wichtig, Führungskräfte in Schutz zu nehmen: „Sie sollen heute die sprichwörtlichen „eierlegenden Wollmilchsäue“ sein und alles (lösen) können – der Druck auf sie ist enorm hoch.

Letztlich ist es wichtig, ihnen und auch den Mitarbeitenden Ressourcen an die Hand zu geben, damit sie auch in der Krise resilient bleiben. Denn: Aus der Krise kommen wir nur gemeinsam heraus.“

1.3 Digitalisierung und Nachhaltigkeit in der BANI-Welt

Die Veränderungen aus dem Prozess der digitalen Transformation und die zunehmend sichtbar werdenden Herausforderungen im Bereich der Nachhaltigkeit verhalten sich disruptiv gegenüber unseren vermeintlich „wohl ersessenen Rechten“!

In jüngerer Zeit werden viele Themenkomplexe angesprochen, die bei genauerem Hinhören deutlich wahrnehmbare Widersprüche enthalten. So steht bspw. der Fachkräftemangel den schlafenden Potentialen auf den Baustellen gegenüber, wo die Produktivität gesteigert und Verschwendung mit LEAN CONSTRUCTION vermindert werden könnte. Ein Zusammenhang wird hierbei jedoch selten oder fast nie thematisiert.

Viele Arbeitgeber beklagen, dass die verfügbaren Personalressourcen nicht für die erforderlichen Tätigkeiten geeignet scheinen – es wäre aber auch durchaus möglich, die Anforderungen an oder die Tätigkeiten selbst zu ändern.

Ein anderes Beispiel ist die Diskussion über den schnellstmöglichen Ersatz der Öl- und Gasheizungen durch klimafreundlichere Alternativen. Über den Umstand und die möglichen Auswirkungen, dass die Anzahl der Heizgradtage in Wien bis 2050 um 20 % abnehmen wird, spricht kaum jemand. (Formayer, Clementschitsch, Hofstätter, & Kromp-Kolb, 2009).

1.3.1 Die Bauwirtschaft im Kontext von VUCA und BANI

Die Herausforderungen bei der Führung von Bauprojekten können genauso mit den Thesen zur VUCA-Welt oder den „BANI-Adjektiven“ konfrontiert werden, um daraus die eine oder andere Problemlösungsstrategie zu entwickeln. Die herrschenden Rahmenbedingungen für das Management von Bauprojekten nehmen seit einigen Jahren deutlich an Komplexität zu:

Die Technische Gebäudeausstattung (TGA) beispielsweise wird immer komplexer, der Termin- und Kostendruck bei Bauprojekten ist gestiegen, viele Bauherren werden anspruchsvoller und sind auch fachtechnisch immer besser aufgestellt.

Die Rahmenbedingungen für die Bauindustrie ändern sich also genauso, wie für andere Branchen auch – lediglich mit einem Zeitversatz von ein paar Jahren.

Die Abwicklung von Bauprojekten nach den hier unter dem Begriff „industrieller Kontext“ versammelten Sichtweisen (Profit, Hierarchie, Kontrolle, Planung und Verschwiegenheit) ist aufgrund zunehmender Komplexität nicht mehr effizient. Damit einhergehend schmelzen auch potentielle Gewinnmargen in der Branche!

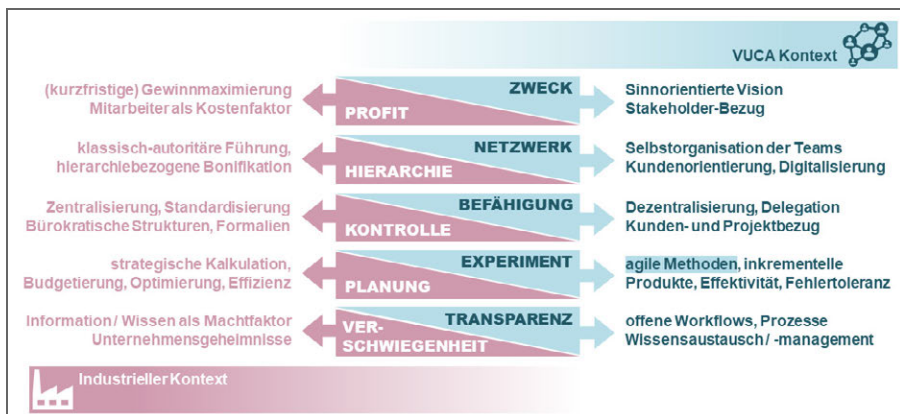


Abb. I-1 Verbindung des VUCA – zum industriellen Kontext

Noch erweckt die Bauindustrie bisweilen den Eindruck, Intransparenz als Geschäftsmodell zu verfolgen, was von den Auftraggebern als wenig vertrauensbildend wahrgenommen wird. Nur tragen oft auch die Auftraggeber selbst noch wenig zur Transparenz bei.

Andererseits gibt es auch Entwicklungen in andere Richtungen, welche die Sichtweisen aus dem „VUCA-Kontext“ aufgreifen, beginnend mit der Frage nach dem Sinn und Zweck des eigenen Handelns bis hin zur Schaffung von viel mehr Transparenz über die „Betriebssysteme der Projekte“.

Die Digitalisierung hat in den letzten Jahren prozessorientierte, vernetzte Werkzeuge und Plattformen für viele Abläufe der Planung und Bauproduktion hervorgebracht, welche die Transparenz bei der Kommunikation unter den Beteiligten, das Gemeinsame und eine konsistente sowie durchgängige Datenhaltung ermöglichen. Diese Werkzeuge können uns auch helfen, die BANI-Adjektive einigermaßen „in Schach zu halten“.

Es bleibt noch einiges zu tun bei der Integration verschiedener Teilsysteme, aber die Entwicklung hin zu stärkerer Integration geht rasch und nachhaltig weiter. Sie ist mit Sicherheit nicht aufzuhalten – und sie führt zu tiefgreifenden Veränderungen bei der Art und Weise, wie wir an Bauprojekten zusammenarbeiten.

1.4 „VUCA-Thesen“ der Plattform 4.0 aus dem Jahr 2016 – eine auszugsweise Betrachtung

Eine Gruppe von Vertreterinnen und Vertretern aller Bereiche des Bauwesens und des Betriebs von Objekten (Gebäuden, Infrastruktur, Anlagen) hat im Jahr 2016 achtzehn Thesen zur Zukunft des Bauens aufgestellt (Christalon, et al., 2016) – das war noch vor der Entwicklung des Modells der BANI-Welt, weshalb wir hier etwas „vorlaut“ das Etikett VUCA-Thesen verwenden:

1.4.1 These 02 – Die Digitalisierung bietet uns die Chance radikaler Verbesserungen!

BIM steht im Zentrum der Digitalisierung in Architektur, Ingenieurwesen und verwandten Berufen. Es ermöglicht eine digitale Vorschau und Simulation von Bauprojekten, fördert eine umfassende Zusammenarbeit der Projektbeteiligten und bringt radikale Verbesserungen in Bezug auf Qualität, Termintreue und Kostenkontrolle. BIM ist keine lineare Methode, sondern eine Philosophie des gemeinsamen Wirkens über alle Phasen eines Projekts hinweg. Es erfordert interdisziplinäres Denken, Kooperation und Transparenz, und fördert die Digitalisierung von Bauprozessen sowie eine effiziente Bauablaufplanung. Die Digitalisierung des Betriebs ermöglicht eine effiziente Nutzung von Objekten und eine vorausschauende Erhaltungsplanung, was eine Schnittstelle zu einem aktiven Asset Management System schafft.

Diese These hat sich in der Planung größtenteils bereits bewahrheitet. Komplexere Bauprojekte werden heute kaum mehr ohne BIM geplant.

Aktuell hält BIM gewerkeweise auch Einzug in die Ausführungsphase und auch auf Baustellen, wobei die konstruktive Struktur der Bauten der Trendgeber ist, vor allem beim Holz-, Stahl- und Betonbau.

1.4.2 These 09 – Der erfolgskritische Prozess AVVA wird angepasst werden müssen

AVVA steht für Ausschreibung, Vergabe, Vertrag, Abrechnung.

Mit den heute üblichen Verfahrensmustern werden wir die künftigen Prozesse nicht sinnvoll gestalten und abwickeln können. Neue Anforderungen werden sich aus Sicht von Technologie, Wirtschaft, Recht und Nachhaltigkeit ergeben.

In anderen Wirtschaftsräumen werden bereits neue Wege bei Vertrags- und Abwicklungsmodellen beschritten wie Integrated Project Delivery, Partnering, Alliance Contracts, Competitive Dialogue, NewEngineering Contract, Early Contractor Involvement...

Diese Entwicklungen sind zu analysieren, in ausgewählten Pilotprojekten umzusetzen und, wenn positiv, großflächig einzusetzen.

Heute stehen wir im DACH-Raum erst bei den Pilotprojekten, führend sind dabei die Sparten Infrastruktur/Tiefbau.

1.4.3 These 15 – Es werden immer die Menschen die Maschinen beherrschen müssen, nicht umgekehrt

Umgekehrt wird es nicht funktionieren oder es wird zur Katastrophe für die Menschen werden. Diese These hat so viele Facetten, dass wir sie so allein stehen lassen wollen.

ChatGPT: Die Aussage bedeutet, dass Menschen diejenigen sein sollten, die die Kontrolle über Maschinen behalten und nicht umgekehrt, wo Maschinen die Kontrolle über Menschen übernehmen. Es betont die Wichtigkeit menschlicher Führung und Kontrolle über technologische Entwicklungen.

User: Was kann passieren im umgekehrten Fall?

ChatGPT: Im umgekehrten Fall, wenn Maschinen die Kontrolle über Menschen übernehmen, könnten verschiedene negative Szenarien eintreten:

1. Mangelnde Autonomie: Menschen könnten ihre Autonomie und Entscheidungsfreiheit verlieren, da Maschinen Entscheidungen treffen und Handlungen kontrollieren.
2. Fehlende Verantwortlichkeit: Maschinen haben keine moralische Verantwortung oder Empathie wie Menschen, was zu unvorhersehbaren oder unmenschlichen Entscheidungen führen könnte.
3. Abhängigkeit und Kontrollverlust: Menschen könnten zunehmend von Maschinen abhängig werden und die Kontrolle über wichtige Aspekte ihres Lebens an künstliche Intelligenzen abgeben.
4. Gesellschaftliche Disruption: Die soziale Ordnung könnte gestört werden, wenn Maschinen menschliche Arbeitskräfte ersetzen und zu Arbeitslosigkeit und sozialen Unruhen führen.

5. Ethik- und Sicherheitsprobleme: Maschinen könnten ethische Grundsätze nicht berücksichtigen oder Sicherheitsrisiken verursachen, die Menschen gefährden könnten.

Insgesamt könnten diese Szenarien zu einer ungleichen Machtverteilung zwischen Mensch und Maschine sowie zu potenziell negativen Auswirkungen auf die Gesellschaft führen...

2 Kollaborative Vertragsmodelle

Die steigenden Herausforderungen bei großen Bauprojekten haben in den vergangenen zehn bis zwanzig Jahren zu intensiven Diskussionen unter verschiedenen Projektbeteiligten geführt. Derartige Diskussionen hatten im Weiteren sowohl private und öffentliche Initiative als auch Forschungsprojekte zur Folge, alle vor dem Hintergrund und mit der Absicht, die Rahmenbedingungen für die Abwicklung von Großprojekten im Hoch- und Tiefbau aber auch in der Infrastruktur zu verbessern.

Unweigerlich tritt in diesem Zusammenhang früher oder später die Vertragsgestaltung als zentrales Element der Betrachtung in den Vordergrund und muss behandelt werden.

2.1 Fünf Thesen zur alternativen Vertragsgestaltung mit dem Fokus auf Kooperation und Partnerschaft

Die folgenden fünf sparten- und disziplinenübergreifenden Thesen verweisen auf wesentliche Themen in der Diskussion zu den alternativen Vertragsmodellen mit Fokus auf Kooperation und Partnerschaft:

1. Um zu anderen und besseren Projektergebnissen beim Planen und Bauen zu kommen, brauchen wir für die jeweilige Aufgabenstellung angemessene Verträge – das bedeutet bei den allermeisten Großprojekten ein (typen)spezifisches Vertragskonstrukt.
2. Um Ressourcen sinnvoll damit gleichzeitig schonend einzusetzen, brauchen wir faire Verträge, welche schlanke Projektorganisationen ermöglichen oder noch besser: fördern.
3. Um Verschwendung zu vermeiden, brauchen wir Verträge, welche die Konzentration auf das Wesentliche unterstützen. Davon umfasst ist auch der Fokus auf die Problemlösung und NICHT auf die Risikoverschiebung oder die Schuld feststellung und -zuweisung.
4. Verträge müssen die Prozesse der Konfliktlösung strukturieren und institutionalisieren, bevor ein Streit überhaupt ausgebrochen ist.
5. Und zuletzt aber entscheidend: Die Verträge sollen das Fundament für eine positive, konstruktive Zusammenarbeit bilden, an der die Projektbeteiligten mit Freude teilhaben.

Die größten Hindernisse für einen entsprechenden Wandel sind die Macht der Gewohnheit und die Trägheit des Systems! Gerade in Sachen kooperative Vertragsmodelle bis hin zu den Allianzverträgen stehen wir in Österreich doch noch ziemlich am Anfang.


 Klassische Vertragsmodelle	 Kooperative Vertragsmodelle
<ul style="list-style-type: none"> - Objektbezogen (insb. Werkvertrag) - Sphärengetrennt - Risikoverlagernd (ggf. einseitig/unfair) - System der Schuldzuweisung - kreative Forderungsbegründung - Viele Ressourcen für (Anti-) Claiming - Nebenkriegsschauplätze 	<ul style="list-style-type: none"> - Prozess-, Personen-, Beziehungsbezogen - Sphärenübergreifend - Risiko- und Gewinnteilung - System der Anreize und Motivation - Erfolgsbeteiligung (win-win Ansatz) - Schlankere Organisation möglich - Konzentration auf das Wesentliche

Abb. I-2 Eigenschaften von klassischen und kooperativen Vertragsmodellen

2.1.1 Alternative Projektabwicklungsmodelle (APA) – verfügbare Referenzen, Literatur und Fachwissen

Aktuell relativ selten sind heute noch verfügbare Literatur und die zu den APA korrespondierenden Beispiele aus der Rechtsprechung und Judikatur.

Das relevante Fachwissen ist im Markt bereits breiter gestreut, reale Vorbilder aus abgeschlossenen Projekten sind aber immer noch selten – d.h. mit kooperativen Vertragsmodellen kennen sich aus eigener Erfahrung nur sehr wenige Marktteilnehmer aus. Das gilt für alle Stakeholder gleich, unabhängig von ihrer aus konventioneller Sicht betrachteten Zugehörigkeit zu einer der klassischen Sphären.

Es soll hier aber keinesfalls der Eindruck entstehen, dass kooperative Ansätze besonders schwer zu verwirklichen wären – wesentlich scheint uns die Erkenntnis, dass kooperative Ansätze in Projekten mit sehr unterschiedlichen Vertragsmodellen umgesetzt werden können. Es muss nicht immer eine (echte) Allianz auf Basis eines Mehrparteienvertrages sein.

Viel entscheidender ist es, ein für das Projekt und dessen Ziele geeignetes Vertragsmodell auszuwählen, hinter dem alle Beteiligten gut stehen können.

Mit einer entsprechenden Rechtsberatung ist es heute im DACH-Raum ohne Schwierigkeiten möglich, kooperative Modelle bis hin zu Allianzverträgen konform zum gesetzlichen Rahmen für öffentliche Vergaben auszuschreiben und zu vergeben.⁵

Und die privaten Bauherren müssen sich lediglich trauen – einige tun es bereits und es werden mit der Zeit immer mehr, die solche Modelle erfolgreich umsetzen.

⁵ Julius Warda: Die Realisierbarkeit von Allianzverträgen im deutschen Vertragsrecht. Eine rechtsvergleichende Untersuchung am Beispiel von Project Partnering, Project Alliancing und Integrated Project Delivery.

2.1.2 Alternative Projektentwicklungsmodelle (APA) – reine Importware?

Viele der in den letzten Jahren auch im DACH-Raum aufgetauchten und besprochenen Projektentwicklungsmodelle kommen ursprünglich aus dem angelsächsischen Kulturkreis.

Dahinter liegen entsprechende Denk- und dazu passende Rechtssysteme – Stichwort „Case Law“ im Vergleich zu „Civil Law“.



Bezeichnung	(Abk)	Land	Einführung
Project Partnering	(PP)	UK	1990
Project Partnering Contract	(PPC)	UK	2000
Project Alliancing	(PA)	AU SF NO	1990 2009 2015
Integrated Project Delivery	(IPD)	USA CA	2003 2010
Integrierte Projektentwicklung	(iPA)	DE	2018

* APA: Alternative Projektentwicklungsmodelle, aus: Roman-Müller, H., Becker S.C. (2022): Integrierte Projektentwicklung (iPA), Schnelleinstieg für Bauherren, Architekten und Ingenieure, Springer Wiesbaden

Abb. I-3 Ein Überblick über einige APA mit Herkunftsangabe

Daraus ergibt sich, dass beim „Import“ von vertraglichen Betriebssystemen für Projekte Anpassungen erforderlich werden – im DACH-Raum finden aktuell zahlreiche Versuche in dieser Hinsicht statt.

2.2 Anpassungen von Abwicklungssystemen / Verträgen

Zahlreiche Anwaltskanzleien im DACH-Raum haben Einiges an Zeit und Energie in die Anpassung von alternativen Abwicklungssystemen investiert – insbesondere auch, um das in unseren Kulturkreis stark verankerte System der Sphären (siehe dazu die ÖNORM B 2118) bei den alternativen Abwicklungssystemen in einer möglichst verträglichen Spielart aufzunehmen.

Einen guten Überblick über die Spielarten liefert das Merkblatt des ÖBV mit dem Titel „Alternative Vertragsmodelle“. Es befasst sich mit dem Vergleich verschiedener Modelle und schlägt einen Fragenkatalog für Auftraggeber vor, deren Beantwortung als Ergebnis einen Hinweis zur Auswahl einer geeigneten Vertragsart für ein konkretes Projekt liefert. Der Fragenkatalog berücksichtigt unter anderem die Komplexität eines zu analysierenden Projekts – die untenstehende Grafik zeigt das Punktsystem für die Projektklassen und die Entsprechung bei potentiellen Vertragstypen:

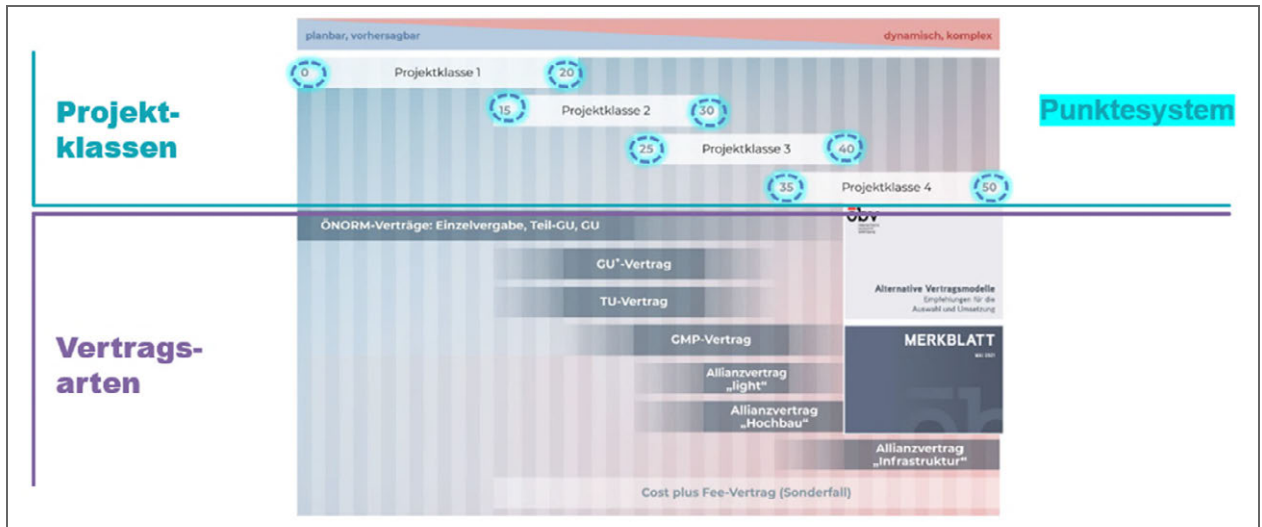


Abb. I-4 Übersicht über alternative Vertragsmodelle laut Merkblatt ÖBV

Konkret geht es in diesem Merkblatt um die Vertragsarten:

- ÖNORM-Verträge; Einzelvergabe, Teil-GU, GU
- GU⁺ - Vertrag
- TU - Vertrag
- GMP - Vertrag (Garantierter Maximalpreis)
- Allianzvertrag „light“ / Allianzvertrag „Hochbau“ und „Infrastruktur“⁶

Für Auftraggebervertreter und Projektmanager /-steuerer sind Kenntnisse zu den oben genannten Vertragstypen, deren Unterschieden und Auswirkungen auf das Betriebssystem der abzuwickelnden Projekte bei der Bestimmung einer angemessenen Vergabestrategie unerlässlich – Auftraggeber sind gut beraten, wenn sie sich zu Beginn eines großen und komplexen Bauvorhabens entsprechendes Wissen – im Bedarfsfall auch externes Beraterwissen – in ihr Projektteam holen.

2.3 Die sphärenübergreifende (echte) Allianz

Mit einem kooperativen Vertragsmodell, das auf die Überwindung der Sphären abzielt, findet gleichzeitig ein Paradigmenwechsel hinsichtlich der Aufbau- und Ablauforganisation statt. Dies soll am Beispiel einer Allianz für ein Bauprojekt erläuternd gestreift werden, wo als vertragliche Grundlage und damit als Fundament der Zusammenarbeit ein relationaler Mehrparteienvertrag zwischen Bauherr⁷, Architekturbüro und Generalunternehmer gewählt wurde.

⁶ Der Begriff Allianz wird im ÖBV Merkblatt bereits auf Österreich adaptiert verwendet.

⁷ Es wäre zu überlegen, ob im Zusammenhang mit kooperativen Abwicklungsmodellen im Allgemeinen und mit Allianzen im Besondern der Begriff Bauherr nicht grundsätzlich durch Kunde (im Englischen: Client) oder Auftraggeber ersetzt werden sollte.

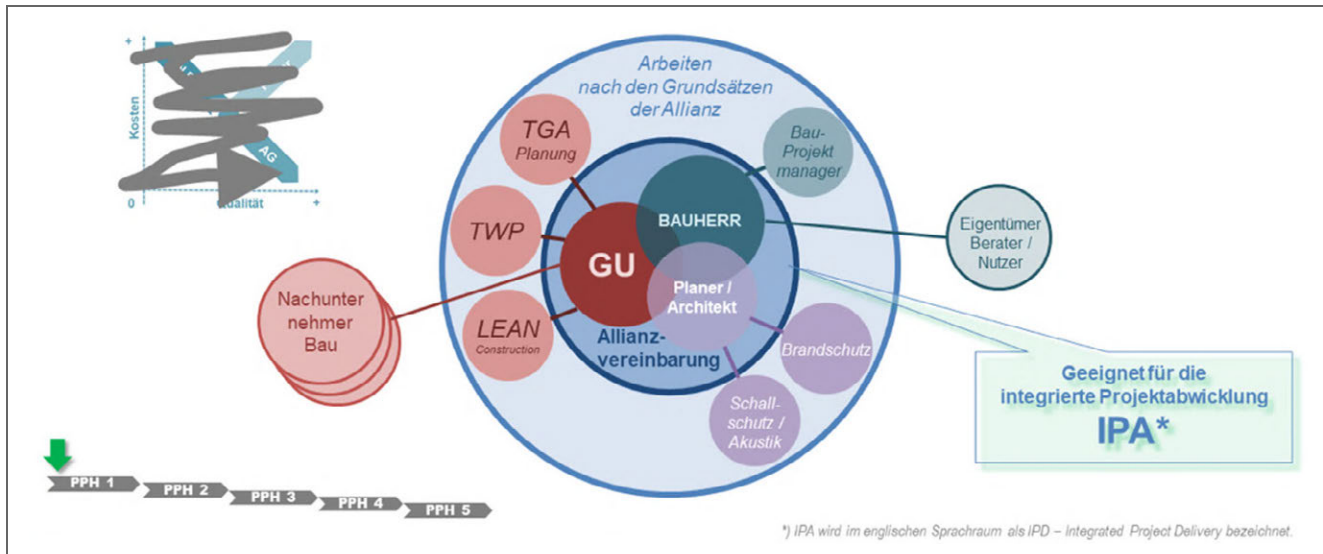


Abb. I-5 Diagramm für die Aufbauorganisation einer echten Allianz

Es gibt fundamentale Unterschiede in der Abwicklung mit einer echten Allianz im Vergleich zu klassischen Methoden mit Sphärentrennung:

- Erstens beschreibt ein (echter) relationaler oder Allianzvertrag nicht vorrangig das Werk sondern dessen Entstehungsprozess und die Beziehungen (Relationen) der Projektbeteiligten untereinander.
- Zweitens muss der Bauherr die Entscheidung für eine derartige Allianz ganz zu Beginn des Projektes in der PPH 1 „Projektvorbereitung“ treffen (Pfeil im Phasenablauf in der Abbildung oben).
- Ein weiterer fundamentaler Unterschied ist, dass die Allianz bestehend aus Bauherr, Architekt und GU die Verantwortung für die Planung übernimmt. Das Bauwerk wird somit in einer ersten Phase gemeinsam definiert – erst nach Vorliegen einer durch die Allianz freigegebenen Kostenberechnung wird das Realisierungsbudget endgültig fixiert.

Die Konsequenz ist klar: die klassische Sphärenzuordnung und die strikte Trennung von Planung und Ausführung werden mit diesem Abwicklungsmodell nicht nur in Frage gestellt, sondern definitiv überwunden. Baufachleute sind bei der Planung schon in den frühen Phasen eingebunden, was die Einschätzung der technischen Machbarkeit und der wirtschaftlichen Konsequenzen daraus erleichtert und so eine deutlich belastbarere Kostenermittlung in der Planung und daraus resultierend die Festlegung eines Kostenziels auf Basis von Marktpreisen überhaupt erst ermöglicht (ECI, Early Contractor Involvement).

ECI wird in einer Allianz sozusagen zu einem Standardvorgehen bei der Planung und Ausführung.

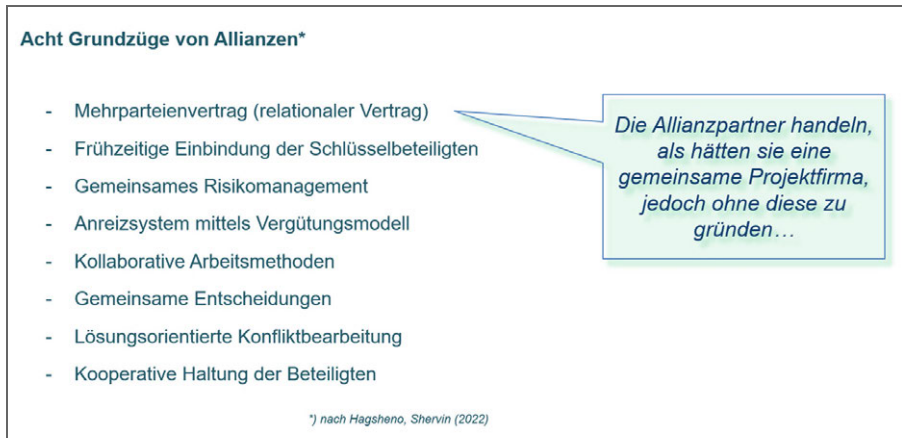


Abb. I-6 Liste der Grundzüge von Allianzverträgen

Echte (relationale) Allianzen kann man an den oben genannten acht Grundzügen erkennen.

Es ist auch das einzige der bisher angesprochenen Modelle, das für eine integrierte Projektabwicklung „IPA“ geeignet ist.

3 Kompliziert versus komplex

Im Zuge der Weiterentwicklung von LLMs⁸ im letzten Jahr haben Systeme der Künstlichen Intelligenz wahrnehmbar große Fortschritte gemacht. Wenn Sie beispielsweise ChatGPT in der frei zugänglichen Version 3.5 die Frage stellen „**Was ist ein komplexes Bauprojekt?**“ so werden Sie eine umfassende und durchaus brauchbare Antwort erhalten – versuchen Sie es doch einfach selbst!

Zusätzlich wollen wir uns hier den Begriffsdefinitionen von Kompliziertheit und Komplexität widmen, denn diese helfen zu verstehen, unter welchen Umständen und aus welchen Gründen große Bauprojekte komplex werden und welche Eigenschaften Projekte aufweisen, die eben nicht als komplex, sondern „nur“ als kompliziert zu bezeichnen sind.

⁸ LLM: Large Language Model – Ein „Large Language Model“ (LLM) ist ein Typus Künstlicher Intelligenz (KI) und darauf spezialisiert, menschenähnliche Texte zu generieren und zu verstehen. Diese Modelle basieren auf maschinellem Lernen und künstlicher Intelligenz, unter anderem auch auf Techniken des Deep Learning. Sie sind darauf ausgelegt, natürliche Sprache in großem Umfang zu verarbeiten. Der Teilbegriff „Large“ bezieht sich auf die in der Regel sehr umfangreichen Datensätze, die zum Training der LLMs herangezogen werden. Sie bestehen aus Texten in natürlicher Sprache. LLMs verfügen über eine große Anzahl von Parametern. Die komplexe Architektur dieser Künstlichen Intelligenzen ermöglicht es diesen LLM-Systemen, komplexe Sprachmuster zu erfassen und reproduzieren.

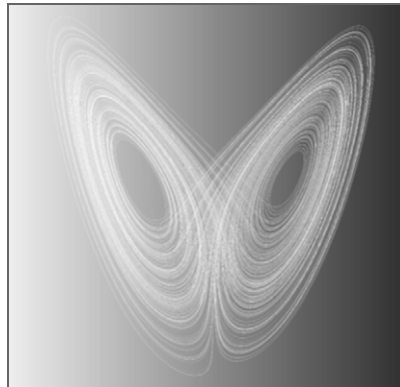


Abb. I-8 Fractint-generierter Graph zu Lorenz Attraktor
Projektion eines Phasensystems mit folgenden „kanonischen“ Parameter-Werten: $r = 28$, $\sigma = 10$, $b = 8/3$ und Inkrement 0.001

Diese Art von Pendel wird bei unterschiedlichen Anfangsbedingungen scheinbar zufällige, überraschende und unvorhersehbare Bewegungen ausführen, welche sich nicht einfach durch einfache mathematische Modelle erklären oder vorhersagen lassen.

Dieses Verhalten wird als chaotisch bezeichnet und macht das Chaospendel zu einem interessanten Untersuchungsobjekt in der Chaosforschung und Nichtlinearen Dynamik.

Komplexe Systeme bestehen in Unternehmen aus Menschen und Projekte sind per Definition als Unternehmen auf Zeit zu verstehen.

Die Projektbeteiligten entscheiden immer wieder selbst, welche Folgeoperation sie aus einem vorangegangenen Zustand wählen, also insbesondere was sie sagen, wenn etwas anderes zuvor gesagt wurde oder was sie tun, wenn etwas anderes zuvor getan wurde.

Genau diese Entscheidungen über die Folgeoperationen sind nicht wirklich vorherseh- oder berechenbar, sie könnten immer auch anders ausfallen.

Daher sind komplexe Systeme für sich und andere eine Folge aus derartigen Überraschungen.¹⁰

3.2.1 Wie können wir mit komplexen Systemen umgehen?

Die obige Betrachtung von Kompliziertheit und Komplexität führt weiter zur Erkenntnis, dass für den Umgang mit komplexen Systemen und Problemstellungen „vernetztes Denken in Systemen“ erforderlich ist.

⁹ Ein Chaospendel ist ein einfaches mechanisches System, das aus einem Pendel mit zumindest zwei Gelenken besteht. Die Arme des Pendels können 360° frei schwingen. Obwohl die zugrunde liegenden physikalischen Gesetze, die das System beschreiben, bekannt sind (z.B. die Mechanik und der Schwerkraft), führt die Nichtlinearität des Systems zu einem komplexen Bewegungsverhalten dieser Art von Pendel.

¹⁰ Quelle: Text basierend auf AGILE4WORK – Thorsten Wolf, September 2016

Es bezieht sich auf die Fähigkeit, Zusammenhänge und Wechselwirkungen aufgrund der Beziehungen zwischen den verschiedenen Elementen oder Subsystemen eines größeren Ganzen zu verstehen.

Menschen oder Teams, die mit solchen Systemen erfolgreich umgehen sollen, benötigen zweierlei: eine gewisse (Berufs-)Erfahrung als auch anwendungsorientiertes Wissen – insbesondere die Komponenten mit Bezug zum Umgang mit den anderen Menschen im Team, mit Methoden, Werkzeugen und mit der Technologie.

3.3 Kompliziert versus komplex

Zusammengefasst heißt das:

Kompliziertheit bezieht sich auf Systeme und Probleme mit vielen klar definierten Teilen und vorhersehbaren Regeln, während sich Komplexität auf Systeme und Probleme mit vielen miteinander verbundenen und nicht immer vorherseh- oder berechenbaren Elementen bezieht.

Komplexe Großprojekte im Bau sind also solche, welche nicht mit reinem Wissen (oder auch immer mehr Wissen) steuer- und beherrschbar sind, denn sie sind grundsätzlich nicht vollständig vorhersag- oder berechenbar. Solche Projekte brauchen somit besondere Frameworks für die erfolgreiche Projektarbeit.

4 Daten oder Information

4.1 Daten

Digitale Daten sind an sich formlos. Eine Form erhalten sie, indem sie in einem Programm oder einer Applikation dem User gegenüber in eine Form gebracht werden, die dieser verstehen kann. Damit unterscheiden sich die digitalen von den herkömmlichen analogen Daten maßgeblich. Letztere waren nie formlos erstell- und transportierbar. Analoge Daten entsprechen ihrer Information.



Abb. I-9 Klaus Taschler, Datenhaufen / Data Pile, 2012

Nicht so digitale Daten. Die Daten auf einer gefüllten Festplatte haben keinen Wert aus sich heraus. Sie sind nichts als eine Abfolge von Nullen und Einsen, mithin ein reiner Datenhaufen.

4.2 Von Daten zur Information

Aus dem Datenhaufen wird nutzbare Information, sobald es eine Methode gibt, diese Daten zu interpretieren und sie formal für einen Menschen oder eine Maschine lesbar aufzubereiten. Dafür ist Standardisierung notwendig, welche die Struktur der zu speichernden Daten vorgibt, was die Interpretation erst möglich macht. Für die Standardisierung existieren zahllose Methoden, wobei der angewendete Standard meist nur einer einzigen Firma bekannt ist, die sich durch die „methodische Abschottung“ ihr Geschäftsmodell sichert.

Vorhandene Daten können immer nur mit der für ihre Speicherung angewendeten Methode interpretiert werden, andere Methoden schlagen fehl. Die Verfügbarkeit der richtigen Methode ist daher unerlässlich, um aus Daten Informationen auslesen zu können.

Um Gebäudedaten sinnvoll speichern und interpretieren zu können, wurde – als wichtigstes öffentlich standardisiertes Format IFC entwickelt (Industry Foundation Classes). Dieses in der ISO 16739-1 spezifizierte Format erlaubt es, Gebäudedaten in geometrischer, alphanumerischer oder in Dokumenten vorliegender Form zusammen so abzuspeichern, dass Bauteile und Gebäudestrukturen ausgelesen und diesen weitere Informationen zugeordnet werden können.

Der Begriff „BIM“ (Building Information Modeling) bezieht sich direkt auf die Methode, die Gebäudeinformationen so zu strukturieren, dass sich daraus ein abstrahiertes, aber in sich hoch verlinktes, mit beliebig viel Information angereichertes Modell eines Gebäudes erstellen lässt.

Das Geheimnis von IFC – und damit indirekt auch vom BIM-Gebäudemodell – ergibt sich damit aus dieser standardisierten Struktur. Sie ist sowohl maschinen- als auch menschenlesbar, nebenstehende Abbildung zeigt ein gängiges XML-Format.

Allerdings dürfen wir eines nicht unterschätzen: da mit dem Gebäudemodell versucht wird, möglichst informationsreich ein reales Gebäude abzubilden, wird das Modell in sich hochkomplex. Der Grad der Komplexität zeigt sich einerseits im schieren Umfang der Daten, besonders aber in der tiefen Verschachtelung und intensiven Verlinkung der Informationen untereinander. Eine Menschenlesbarkeit ist deswegen nur theoretisch gegeben. Wirklich verstehen kann man eine IFC-Datei nur mit sehr großem Aufwand.

Die Verwendung von spezialisierten Tools, welche die Informationen in der IFC-Datei aufbereiten und darstellen können, ist daher unerlässlich für den Umgang mit den digitalen Modellen.

```

-<IfcPerson id="i1538">
  <Id/>
  <FamilyName>Nicht definiert</FamilyName>
  <GivenName/>
</IfcPerson>
-<IfcOrganization id="i1540">
  <Id/>
  <Name>Nicht definiert</Name>
  <Description/>
</IfcOrganization>
-<IfcPersonAndOrganization id="i1544">
  -<ThePerson>
    <IfcPerson xsi:nil="true" ref="i1538"/>
  </ThePerson>
  -<TheOrganization>
    <IfcOrganization xsi:nil="true" ref="i1540"/>
  </TheOrganization>
</IfcPersonAndOrganization>
-<IfcOrganization id="i1545">
  <Id>G5</Id>
  <Name>Graphisoft</Name>
  <Description>Graphisoft</Description>
</IfcOrganization>

```

4.3 Die Krux mit der Information

Ein Tool kann aus Daten lediglich in einem beschränktem Maß Informationen extrahieren, da es sie nicht werten kann. Die Interpretation beschränkt sich auf die formale, nicht auf die inhaltliche Ebene. Diese erschließt sich erst durch die Verbindung der vorhandenen Information mit einem Kontext. Anschaulich lässt sich dies anhand des folgenden Beispiels erläutern:

Ein Schriftmaler erhält den Auftrag, ein Autobahnschild zu erstellen mit Abstandsangaben zu den nächsten Ortschaften. Solange er diesen Auftrag in seiner Werkstatt ausführt, sind diese Abstandsangaben reine Daten. Es ist allen klar, die den Text auf dem Schild lesen, dass die Abstände nicht von der Werkstatt aus gelten.

Zur Information werden diese Daten erst, wenn das Schild am richtigen Ort an der Autobahn aufgestellt wird.

Wird das Schild aber fälschlicherweise in der anderen Fahrtrichtung aufgestellt, ist die Information zwar korrekt (die Abstände stimmen), aber für die, die im Auto sitzend das Schild lesen und interpretieren, sind es Fake News – die angegebene Ortschaft liegt hinter, nicht vor ihnen.

Der Kontext ist also für die Interpretationsmöglichkeiten der Daten und den Grad ihres Nutzens entscheidend. Entsprechend ist die wohl wichtigste Aufgabe des Informationsmanagements in einem Projekt, nicht nur den Datenfluss sicherzustellen, sondern immer auch den Kontext mitzuliefern, innerhalb dessen Informationen gültig sind.

Im Zusammenhang mit der Entwicklung alternativer Abwicklungsmodelle (APA) hat sich gezeigt, dass das Informationsmanagement eine gemeinsame Aufgabe darstellt, die im Team anzugehen ist.

Gleichzeitig wird die Projektorganisation in so einem Setting in die Lage versetzt, mit den auf dem gemeinsamen Informationsmanagement basierenden Methoden und Werkzeugen das Wissensgefälle zwischen den Sphären, den Firmen und den beteiligten Personen zu verringern und den Informationsfluss deutlich zu verbessern.

5 Zusammenfassung und Ausblick

5.1 LOIN und LEAN – das Richtige zum richtigen Zeitpunkt

LEAN und auch die erste These aus „Thesen zur Zukunft des Bauens“ (Christalon, et al., 2016) folgen dem Grundsatz, Prozesse von hinten nach vorne zu denken, ausgehend vom zu erzielenden Ergebnis:

Wir müssen den Entwicklungsprozess von hinten beginnen!

Planen bedeutet, etwas zu antizipieren und zu optimieren, das meist niemand genau kennt. Je genauer und früher wir dieses unbekanntes Ziel in der Entwicklungsphase hinterfragen und beschreiben, desto besser können wir es planen.

In der BIM Methodik gibt es aktuell eine Entwicklung, den „**Level of Information Need – LOIN**“ übergeordnet zur Bestimmung des praktischen Informationsbedarfs heranzuziehen. Dabei lässt sich die Methode der Anwendungsfälle (Use Cases) voreilhaft einsetzen, indem

- nur Informationen generiert werden, die in ihrer Anwendung im Projekt auch einen Nutzen stiften
- dadurch die Komplexität im Projekt reduziert wird, weil andere Informationen weder verwaltet noch aktualisiert werden müssen
- die Datenmenge insgesamt geringer gehalten werden kann
- der Prozess der Generierung der Informationen selbst planbar wird.

Die LOIN-Methode ist unter anderem in den Normen ISO 19650 „Building Information Modeling“ und EN 17412-1: 2021-06 „Building Information Modeling – Level of Information Need“ beschrieben.

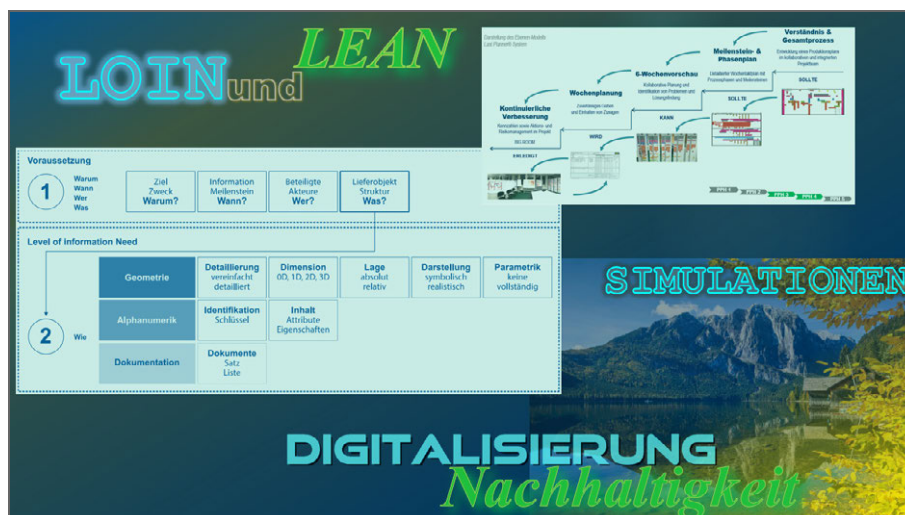


Abb. I-10 LOIN und LEAN „Last Planner System“ – Grundlage für Simulationen

Aktuell werden die Verbesserungspotentiale beim Einsatz von LOIN in der BIM-Gemeinde lebhaft diskutiert und auch in Pilotprojekten implementiert.

Was sich dabei immer deutlicher zeigt: Nützliche Informationen in angemessener Tiefe und zum richtigen Zeitpunkt (= „rechtzeitig“) stellen die Basis dar für Simulationen am digitalen Zwilling. Sind diese Informationen nicht rechtzeitig vorhanden, so können auch richtungsweisende Entscheidungen nicht getroffen werden – ein Nachholen von solchen Entscheidungen ist nur bis zu einem gewissen Zeitpunkt und meist unter enormem Aufwand möglich – und danach überhaupt nicht mehr.

Das gilt unter anderem für sehr viele entscheidende Fragen zur Nachhaltigkeit in einem Projekt, wo der Zeitpunkt von Entscheidungen und damit Weichenstellungen für den Lebenszyklus als kritisch zu sehen ist.

LOIN stellt eine Methode dar, die beim Management dieser Fragestellungen sehr hilfreich sein kann (Stichwort: Planbarkeit der Generierung von Informationen).

5.2 Hybrides Projektmanagement und AGIL / LEAN

Im Alltag der Bauprojekte haben klassische und agile Projektmanagement-Methoden gleichermaßen ihre Daseinsberechtigung. Vergleichen wir die Begriffe in den Boxen „KLASSISCH“ und „AGIL“ miteinander, so treten doch einige Unterschiede hervor.

Die **klassische** Denkweise baut auf viel Planung, auf Regeln, Vorschriften und vordefinierte Prozesse, die im Detail betrachtet und „heruntergebrochen“ werden.

Diese Denkweise folgt der Überzeugung, dass unter optimalen Umständen so gut wie alles vorab und umfänglich planbar und somit die Möglichkeit für die Vorausschau und gleichzeitig der Risikominimierung zur Erhöhung der „Projektsicherheit“ gegeben ist. Die andere Seite der Medaille stellt sich in der in diesem Setting rasch einmal identifizierten und abzulehnenden „Projektstörungen“ dar.

Agil sein bedeutet auf der anderen Seite, anpassungsfähig, wendig und schnell zu sein. Diese Denkweise stellt die Projektbeteiligten als menschliche Wesen in den Mittelpunkt ihrer Überlegungen. Die gelungene Kommunikation zwischen den Menschen wird als potentiell größerer Erfolgsfaktor betrachtet als der vermeintlich perfekte Plan und die zugehörige Vorausschau.

Der Erfolg von Agilität ist von der Vision getrieben und erlaubt mehr Freiheiten und Experimente in der täglichen Arbeit des Projektteams, erfordert aber gleichzeitig entsprechende soziale und kommunikative Kenntnisse und Fähigkeiten bei den Beteiligten.

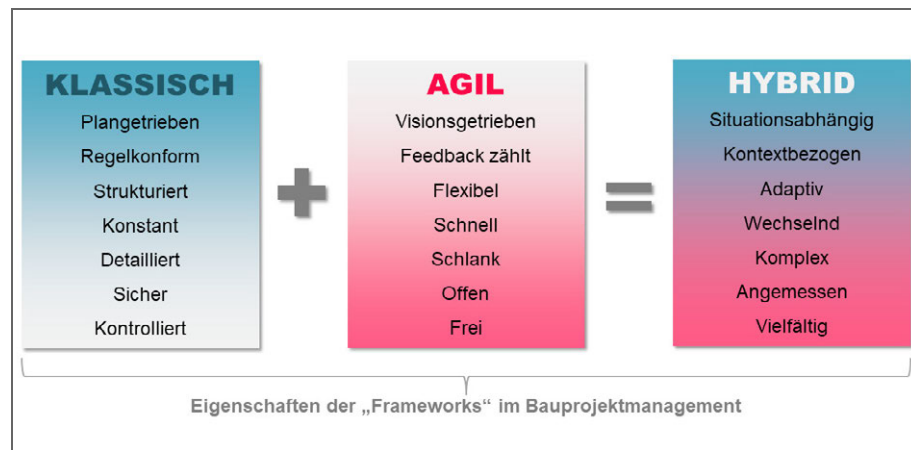


Abb. I-11 Auszug aus LEAN BAU MANAGEMENT, Christian Maeder, TU-Graz

Der „Hybride Ansatz“ versucht nun, die positiven Aspekte der klassischen und der agilen Denkweise zu vereinen. Hybrid bedeutet, bunt, gemischt, vielfältig. Der Fokus stellt dabei auf die Situation und den Kontext des konkreten Projektes ab, das mit diesem Ansatz abgewickelt werden soll.

Um hybride Frameworks erfolgreich aufzusetzen, braucht es unbedingt eine ernsthafte, ehrliche Auseinandersetzung mit den Gegebenheiten und Voraussetzungen des konkreten Projektes in seiner Anfangsphase. Hierzu kann bspw. das System der Projektklassen nach Punktevergabe

herangezogen werden (siehe ÖBV-Merkblatt „Alternative Vertragsmodelle“ weiter oben).

Die Projektkultur soll sich verbessern – wir wollen mehr Spaß an der Zusammenarbeit haben. Projekterfolg und Kultur hängen eng zusammen, weshalb die Verbesserung der Kultur ein unabdingbarer Baustein für bessere Projektergebnisse darstellt.

Das ist keine Sozialromantik, sondern ein Gebot der Stunde, weil die aktuell vorherrschenden Konfigurationen bei Großprojekten in der Baubranche keine befriedigenden Ergebnisse mehr liefern. Bei komplexen Großprojekten finden wir oft eine den Erfolg bedrohende Fluktuation bei den Beteiligten vor – oder es wird viel zu wenig bis überhaupt kein Personal mehr gefunden.

Für Deutschland wurde statistisch festgestellt, dass die Produktivität in der Baubranche in den 25 Jahren zwischen 1990 und 2015 gar nicht zugenommen hat, während der durchschnittliche Vergleichswert über alle Branchen für denselben Zeitraum bei plus 40 % liegt.

Auch der Blick auf die wirtschaftlichen Daten einzelner Vorhaben lässt stark vermuten, dass die an der Wertschöpfung direkt beteiligten Unternehmen mit einer gegnerischen und konfliktfördernden Kultur in der Projektarbeit kein gutes Geld mehr verdienen können, weil wir bei den klassischen Abwicklungsformen einen zu geringen Anteil wertschöpfender Tätigkeiten haben, der bei der partnerschaftlichen Abwicklung viel höher sein könnte – Studien weisen auf potentielle Steigerungsraten im Bereich von 10 % bis 20 % hin. Besonderes viel Potential liegt hier in der Managementmethode des LEAN CONSTRUCTION.

Also sollte der Kulturwandel bei dafür geeigneten Projekten schon rein aus wirtschaftlichen Überlegungen heraus angestrebt werden. Dazu brauchen wir zweierlei – die Potentiale der digital unterstützten Kollaboration sowie ein kooperatives, vertragliches Fundament als Projekt-Betriebssystem.

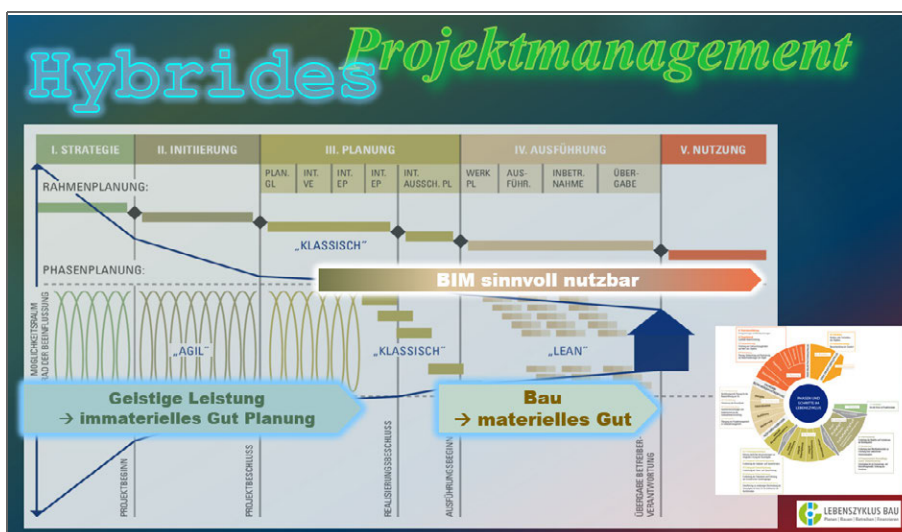


Abb. I-12 Hybrider Abwicklungsprozess, basierend auf der Darstellung des K.O.P.T. Modells der IG-Lebenszyklus Bau

Der Charakter des Hybriden zeigt sich im Projektablauf nach dem K.O.P.T. Modell. Der Ursprung der agilen Methoden liegt in der Entwicklung von Software, wofür sie konzipiert, entwickelt und weiter verfeinert wurden. Die Prozesse der Softwareentwicklung ähneln strukturell diejenigen der frühen Planungsphasen in Bauprojekten. In beiden Bereichen geht es um geistige Leistung und um das Entstehen eines immateriellen Gutes.

Ganz im Gegensatz dazu steht die Phase der Bauausführung – dort geht es immer um die Entstehung materieller Güter, womit Systeme der Produktion und damit LEAN anwendbar werden.

Diesen Umständen folgend schlägt auch das K.O.P.T. Modell¹¹ Folgendes vor, für

- die frühen Planungsphasen den Einsatz agiler Methoden
- die Schnittstelle bei den Vergaben der Bauleistungen einen klassischen Wasserfall und
- die Produktion des Bauwerks LEAN CONSTRUCTION.

Der grundlegende Rahmen für alle Teilphasen kann und soll durchaus den übergeordneten LEAN-Prinzipien folgen.

5.3 Chancen bei der Anwendung von KI

Seit der Verfügbarkeit von ChatGPT für ein breites Publikum im November 2022 ist das Thema KI in den Fokus der Öffentlichkeit gerückt. Die Entwicklung sowohl der technischen Möglichkeiten als auch ihrer Anwendung in der Praxis schreitet seither mit unverminderter Geschwindigkeit voran. Auch in der Bauwirtschaft wird aktiv und mit Erfolg geforscht, wie z.B. von Dr. Michael Anton Kraus an der ETHZ.

Am 2. Februar dieses Jahres hat der SIA im Rahmen des AEC-Hackathons in Winterthur den Teilnehmenden die Aufgabe gestellt, Inhalte, die in unterschiedlichen Einzelnormen vorhanden sind, über ein einfaches Suchfeld zugänglich zu machen.

¹¹ K.O.P.T. – Kultur. Organisaton. Prozesse. Technologie | Modell der IG Lebenszyklus Bau für hybrides Projektmanagment



Abb. I-13 Vorstellung der Challenge am AEC Hackathon (Bild: Paul Curschellas)

Klassischerweise funktioniert die Abfrage von Inhalten eines Dokuments über zugewiesene Schlagworte. Auch wissenschaftliche Bibliotheken folgen weiterhin diesem Prinzip. Die Schwächen einer solchen Indexsuche liegen auf der Hand: verwendet man einen standardisierten Index zur Katalogisierung, können neue Inhalte nur durch Erweiterung des Standards verfügbar gemacht werden. Bei einem frei erweiterbaren Index hingegen kann nicht sichergestellt werden, dass Dokumente ähnlichen Inhalts mit den gleichen Begriffen verschlagwortet werden.

Natürlich erlauben Bibliotheken heute bei ihrem digitalisierten Bestand auch eine Volltextsuche. Allerdings beschränkt sich diese Suche auf ein einzelnes Dokument, und gefunden werden üblicherweise nur präzise Übereinstimmungen einzelner Wörter oder ganzer Sätze.

Die neuen Sprachmodelle (LLM, Large Language Models), die den KI-gestützten Systemen zu Grunde liegen, ermöglichen demgegenüber den Zugang über semantische Abfragen. Damit wird nicht nur ermöglicht, dass Fragen an den Inhalt in Klartext formuliert werden – zusätzlich wird Inhalt gefunden, der von seiner Bedeutung zur Frage passt, auch wenn kein einziges Wort der Frage tatsächlich im gefundenen Text vorkommt.

Die jungen Teilnehmerinnen und Teilnehmer des Hackathons in Winterthur konnten innerhalb von 2 Tagen erste Antworten auf die gestellte Frage liefern. Sie bauten ein Tool auf, das die zur Verfügung gestellten Normen analysieren und tatsächlich gültige Antworten – innerhalb gewisser Grenzen – zu beliebigen Fragen zurückgeben konnte, unter Angabe des Dokuments wie auch der Passage innerhalb des Dokuments.

Dieser einfache, schnell hingeworfene „Hack“ zeigt das gewaltige Potenzial, das mit den neuen Möglichkeiten eröffnet wird. Es lässt sich damit jede Form von Inhalt in Dokumenten, bei Erweiterung auch von Datenbanken und beliebigen anderen Informationsquellen semantisch erfassen und erschließen. Ob es sich dabei um den gesamten Pool auf den Servern eines Architekturbüros handelt, um den Bestand eines sich über Jahre hinziehenden Großprojekts oder um die gesetzlichen und normativen Regeln eines Landes oder der gar der ganzen Welt, ist dazu irrelevant.

Der SIA beginnt derzeit wie viele andere Normierungsgremien Europas, sein auf dem Verkauf von Einzelnormen basierendes Geschäftsmodell zu hinterfragen und ein neues, inhaltsbasiertes Modell zu entwickeln.

Allein ein solcher Wechsel wird unseren Umgang mit Normen und Vorschriften vollständig verändern und vereinfachen. Dass am Ende eine automatisierte Prüfung und Zertifizierung der Normkonformität unserer Planungen stehen wird, lässt sich heute bereits vorhersagen, auch wenn noch nicht klar ist, wie lange wir dafür benötigen werden.

Abkürzungsverzeichnis

AEC	Architecture, Engineering, Construction
APA	Alternative Projektentwicklungsmodelle
BANI	Brittle, Anxious, Non-linear, Incomprehensible
BIM	Building Information Modeling
DACH	Deutschland, Österreich, Schweiz
ETHZ	Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
GMP	Garantierter Maximalpreis
GU	Generalunternehmer
IFC	Industry Foundation Classes
IPA	Integrierte Projektentwicklung
ISO	International Standards Organisation
KI	Künstliche Intelligenz
K.O.P.T.	Kultur. Organisation. Prozesse. Technologie.
LLM	Large Language Model
LOIN	Level of Information Need
PDCA	Plan, Do, Check, Act
SIA	Schweizer Ingenieur- und Architektenverein
TGA	Technische Gebäudeausstattung
TU	Totalunternehmer
VUCA	Volatility, Uncertainty, Complexity, Ambiguity

Literaturverzeichnis

Cascio, J. (29. April 2020). medium.com.

Von <https://medium.com/@cascio/facing-the-age-of-chaos-b00687b1f51d> abgerufen

Christalon, H., Goger, G., Iff, P., Reismann, W., Schwarz, H., & Waschl, A. (Oktober 2016). oiav.at. Von https://www.oiav.at/wp-content/uploads/2021/01/Plattform4.0_Schrift01.pdf abgerufen

Formayer, H., Clementschitsch, L., Hofstätter, M., & Kromp-Kolb, H. (September 2009). boku.ac.at. Von https://meteo.boku.ac.at/report/boku-met_report_16_online.pdf abgerufen

II. Die Digitalisierung und Automatisierung von Bauverfahren in Österreich

Mag. Lukas Andrieu (LL.M)
ScherbaumSeebacher Rechtsanwälte GmbH
Schmiedgasse 2, 8010 Graz
andrieu.lukas@scherbaum-seebacher.at

Mag. Lea Zieger, BA
ScherbaumSeebacher Rechtsanwälte GmbH
Schmiedgasse 2, 8010 Graz
zieger.lea@scherbaum-seebacher.at

Assistent Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Harald Urban, BSc.
TU Wien, FOB Digitaler Bauprozess
Karlsplatz 14/235-03, 1040 Wien
Harald.urban@tuwien.ac.at

Inhaltsverzeichnis

Abstract	36
1 Einleitung	36
2 Bauverfahren und E-Government.....	37
3 Wien als Vorreiter im digitalen Bauverfahren.....	38
3.1 Die WrBO-Nov 2020 als Grundlage.....	38
3.2 Die digitale Verfahrenseinleitung	39
3.2.1 Bauanzeige	40
3.2.2 Einleitung des elektronischen Baubewilligungsverfahrens	41
3.3 Die weitere Vorgangsweise im elektronischen Baubewilligungsverfahren.....	42
3.3.1 Die elektronische Zustellung als Voraussetzung	42
3.3.2 Verbot des Medienbruchs im elektronischen Bauverfahren	43
3.3.3 Einbringung weiterer Unterlagen	44
3.3.4 Die Bauverhandlung	44
3.3.5 Abschluss des Verfahrens	45
3.4 Weitere Digitalisierungsprojekte	45
4 Die Situation in anderen Bundesländern	47
5 Fazit	50
Abkürzungsverzeichnis	51
Literaturverzeichnis	52

Abstract

Behörden haben im Rahmen der Erteilung von Baubewilligungen einen gesetzlichen Auftrag zu erfüllen. Gleichzeitig erfordert eine moderne Standortpolitik und Verwaltung eine (hinsichtlich der Zeit und Kosten) effiziente, nutzerfreundliche und transparente Erledigung von Genehmigungsverfahren. Die Digitalisierung bietet Bürger*innen und Behörden dabei auch im Bereich von Bauverfahren neues enormes Potential. Building Information Modeling (BIM) ist als digitaler und integrativer Ansatz für die Abwicklung von Projekten in der Baubranche in aller Munde und es herrscht Einigkeit, dass die digitale Transformation hin zu einem intelligenten Gebäudedatenmodell die Planung, Bauausführung und den Betrieb grundlegend verändern wird. Die Autoren befassen sich mit ersten (gesetzlichen) Initiativen und Pilotprojekten, die die (zumindest teilweise) Digitalisierung bei Baueinreichungen vorantreiben. Trotz dieser positiven Entwicklung liegt hier noch ein weiter Weg vor uns. Die föderalen Zuständigkeiten erfordern ein grenzübergreifendes Denken.¹

Keywords: Digitalisierung, Automatisierung, digitales Bauverfahren, E-Government, Building Information Modeling

1 Einleitung

Die Digitalisierung ist auf dem Vormarsch und hat alle Lebensbereiche fest im Griff. Sie macht auch vor der Verwaltung nicht Halt und so entstehen unter dem Titel des Electronic Governments (E-Government) völlig neue Abwicklungsmöglichkeiten. Das steigert verwaltungsintern die Effizienz und verringert den Bearbeitungsaufwand, womit auch für die Bürger und Bürgerinnen bedeutsame Vorteile geschaffen werden. Die Digitalisierung der Baubranche, auch als 4. Industrielle Revolution bezeichnet,² ist mit dem Inkrafttreten der Wiener Bauordnungsnovelle 2020 (WrBO-Nov 2020)³ in den Fokus gerückt. Erstmals wurde eine Rechtsgrundlage geschaffen, die eine vollständige elektronische Abwicklung von Bauverfahren ermöglicht. Obwohl dies in der Literatur⁴ sehr begrüßt und das Verfahren für alle Beteiligten dadurch verbessert werden soll, ist die Schaffung ähnlicher Regelungen in anderen Bundesländern bisher noch nicht in dieser Detailtiefe umgesetzt. Im Folgenden werden daher beispielhaft die Neuerungen der WrBO-Nov 2020 analysiert und die österreichweite Situation dargestellt.

¹ Dieser Beitrag wurde ursprünglich in einer früheren Fassung als Beitrag im Jahrbuch Digitalisierung und Recht 2023 veröffentlicht.

² *Schranz/Gerger/Fischer/Urban*, Digitalisierung und Standardisierung der Immobilienwirtschaft unter Anwendung von BIM am Beispiel eines Neubaus: Bio-Institut der HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Endbericht (2021) 50.

³ Wiener Bauordnungsnovelle 2020 LGBl Wien 2020/61.

⁴ Vgl ua *Cech*, Das digitale Bauverfahren nach der Bauordnung für Wien, *immo-lex* 2021, 29 (30); *Fuchs*, Vom digitalen Bauverfahren zum digitalen Baupolizisten, *bauaktuell* 2022, 88 (88).

2 Bauverfahren und E-Government

Beim E-Government sollen durch die Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) die öffentlichen Dienste sowie die Durchführung staatlicher Politik verbessert werden, indem Bürger*innen ein elektronischer Zugang zur Verwaltung ermöglicht wird. Das beschleunigt die Prozesse innerhalb der Verwaltung und wirkt sich somit unmittelbar auf die Antragsteller*innen aus.⁵ Rechtsgrundlage für das E-Government in Österreich ist das E-Government-Gesetz (EGovG),⁶ das rechtserhebliche elektronische Kommunikation fördern und den elektronischen Verkehr mit öffentlichen Stellen erleichtern soll.⁷ Erfolge des österreichischen E-Governments sind ua die Bürgerkarte⁸ und der elektronische Akt (ELAK)⁹ und verschiedenste digitale Services im Web wie die App „Digitales Amt“,¹⁰ das Unternehmensserviceportal¹¹ oder die elektronische Zustellung.¹² Die Digitalisierung des Bauverfahrens soll den elektronischen Verkehr mit der Behörde vereinfachen und so eine erhebliche Verfahrenserleichterung für die Bauwerber*innen darstellen. Vor dem Hintergrund des EGovG stellt sich die Frage, warum die Abwicklung sämtlicher Bauverfahren in Österreich bisher noch nicht vollständig digitalisiert wurde. Eine Antwort liefert § 1a EGovG, wonach das Recht auf elektronischen Verkehr nur in Angelegenheiten, die in Gesetzgebung Bundessache sind, besteht. Da im Baurecht die alleinige Gesetzkompetenz bei den Ländern liegt, kann aus dem EGovG kein Recht auf elektronischen Verkehr im Bauverfahren abgeleitet werden. Die Länder haben eigene elektronische Verwaltungsanwendungen,¹³ die unterschiedlichste digitale Abwicklungen ermöglichen.

⁵ Vgl. *Karnig/Kustor*, E-Government, in *Bauer/Reimer* (Hrsg), Handbuch Datenschutzrecht (2009) 231; Kommission der Europäischen Gemeinschaften, Mitteilung der Europäischen Kommission an den Rat, das Europäische Parlament, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen: die Rolle elektronischer Behördendienste (E-Government) für die Zukunft Europas, KOM (2003) 567 endg, 26.9.2003, 4.

⁶ EGovG BGBl I 2004/10.

⁷ § 1 Abs 1 EGovG.

⁸ *Bürgerservice des Bundesministeriums für Finanzen*, Handy-Signatur & Bürgerkarte: Der digitale Ausweis, <https://www.buergerkarte.at/> (abgerufen am 10.01.2023).

⁹ Bundesrechenzentrum BRZ, Der elektronische Akt „ELAK“, <https://www.brz.gv.at/was-wir-tun/services-produkte/elak.html>

¹⁰ *Bundesministerium für Finanzen*, App „Digitales Amt“, https://www.oesterreich.gv.at/ueber-oesterreichgvat/faq/app_digitales_amt.html (abgerufen am 10.01.2023).

¹¹ *Bundesministerium für Finanzen*, Das digitale Unternehmensservice, <https://www.usp.gv.at/> (abgerufen am 10.01.2023).

¹² Vgl. §§ 28 ff ZustellG

3 Wien als Vorreiter im digitalen Bauverfahren

3.1 Die WrBO-Nov 2020 als Grundlage

Mit der am 01.02.2021 in Kraft getretenen¹⁴ WrBO-Nov 2020 hat der Gesetzgeber einen ersten wichtigen Schritt in Richtung Digitalisierung im Bauverfahren gesetzt. Neben der Ergänzung von Normen zu Klimaschutz und Umsetzung von unionsrechtlichen Vorgaben zur Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden sowie Einrichtung einer Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge, war die Schaffung einer Rechtsgrundlage für die elektronische Abwicklung von Bauverfahren ein zentrales Regelungsziel. Damit sollten sämtliche Behördenschritte elektronisch gesetzt werden können. Mit der Novelle wurden nicht nur neue, im Zeichen der Digitalisierung stehende, Grundlagen eingeführt, sondern auch bestehende Regelungen angepasst, so ua § 127 und § 128 BO für Wien.¹⁵

Die Novelle stand in unmittelbarem Zusammenhang mit der Novellierung des § 118 BO für Wien mit dem LGBl Wien 2020/60, die aufgrund der Durchführung eines Notrifizierungsverfahrens entsprechend der RL 2015/1535/EU iVm den Bestimmungen des Wiener Notrifizierungsgesetzes in einem gesonderten Gesetzgebungsverfahren erfolgt ist. Mit dieser Novellierung wurden strengere allgemeine Anforderungen an Bauwerke im Zusammenhang mit Energieeinsparung und Wärmeschutz gestellt.¹⁶

Es gab durchaus hohe wirtschaftliche sowie finanzielle Erwartungen an die Novelle. Als wirtschaftspolitische Auswirkungen der Einführung eines elektronischen Bauverfahrens und des Entfalls der analogen Unterschriftserfordernisse auf den Bauplänen wurden für die Beteiligten des Verfahrens Erleichterungen in der Vorbereitung und der praktischen Abwicklung des Bauverfahrens erwartet.¹⁷ Finanziell wurde als Vorteil die Vereinfachung

¹³ Vgl für die Steiermark *Amt der Steiermärkischen Landesregierung*, E-Government, <https://www.e-government.steiermark.at/cms/beitrag/10021858/27737954/>; für Kärnten *Land Kärnten*, <https://portal.ktn.gv.at/Account/Login?ReturnUrl=%2F>; für das Burgenland *Land Burgenland*, eGovernment Burgenland, <https://apps.bglg.gv.at/>; für Niederösterreich *Land Niederösterreich*, E-Government, <https://www.noel.gv.at/noel/E-Government/E-Government.html>; für Oberösterreich *Land Oberösterreich*, E-Government, <https://www.land-oberoesterreich.gv.at/egov.htm>; für Wien *Stadt Wien*, E-Government in der Stadt Wien, <https://digitales.wien.gv.at/e-government/>; für Tirol *Amt der Tiroler Landesregierung*, E-Government, <https://www.tirol.gv.at/buergerservice/e-government/>; für Salzburg *Land Salzburg*, E-Government, https://www.salzburg.gv.at/verwaltung/_Seiten/gemeinden-e-government.aspx; für Vorarlberg *Land Vorarlberg*, Amtssignaturen gemäß E-Government-Gesetz (E-GovG), <https://vorarlberg.at/-/amtssignaturen-gemaess-e-government-gesetz-e-govg> (jeweils abgerufen am 10.01.2023).

¹⁴ Art IV Abs 2 Bauordnungsnovelle 2020.

¹⁵ BO für Wien LGBl 1930/11; vgl *Pallitsch/Cani*, Wiener Bauordnungsnovelle 2020 – ein Überblick, ZVB 2021, 92 (95).

¹⁶ ErläutNov LG-85007-2019 Blg. Nr. 19/2020, 10.

für die Beteiligten, insb den Bauwerber, gesehen, da die Einbringung der Einreichunterlagen in Papierform nicht mehr nötig ist und die Kenntnisnahme durch den Bauführer als alternative Möglichkeit der Planunterfertigung den Bedürfnissen der Praxis entgegenkommt. Der Aufwand für die Einführung eines elektronischen Bauverfahrens als weitere Ausbaustufe der Aktendigitalisierung in der Wiener Stadtverwaltung wurde dagegen als geringfügig eingestuft. Dies vor allem, weil in der Baubehörde bereits eine technische Infrastruktur existiert hat, auf die beim Ausbau der Digitalisierung zurückgegriffen werden konnte. Der durch die Verfahrensabwicklung bedingte zusätzliche Manipulationsaufwand für die Mitarbeiter*innen der Behörde wurde als gering prognostiziert.¹⁸

Mit der Wiener Bauordnungsnovelle 2023¹⁹ wurden in der BO für Wien weitere Ergänzungen in Sachen Digitalisierung vorgenommen. So ist der Teilungsplan gem § 15 Abs 3 BO für Wien in elektronischer Form zu übermitteln, wobei die Behörde aus technischen oder organisatorischen Gründen die Vorlage von einem oder mehreren Exemplaren des Teilungsplanes in Papierform verlangen kann. Die elektronische Einbringungsform soll Grundabteilungsverfahren beschleunigen und vereinfachen.²⁰ § 128a der BO für Wien sieht nunmehr vor, dass die Eigentümer bzw. die Hausverwaltung das Bauwerksbuch in elektronischer Form zu führen und der Behörde auf Verlangen zur Einsicht zur Verfügung zu stellen haben. Die Digitalisierung der Bauordnung schreitet somit nicht nur bei der Bewilligung und Fertigstellung voran, sondern berücksichtigt mit der WrBO-Nov 2023 auch den Bauwerksbetrieb. Aus den Erläuterungen ergibt sich, dass die Behörde alternativ weiterhin analog Einsicht in das Bauwerksbuch nehmen kann.²¹

3.2 Die digitale Verfahrenseinleitung

Die Verfahrenseinleitung ist durch Bauanzeige oder Antrag auf Erteilung einer Baubewilligung möglich. Beides kann auf Grund der Neuerungen durch die WrBO-Nov 2020 in elektronischer Form eingebracht werden. Die Bauwerber sind allerdings nicht verpflichtet, ihr Anbringen digital einzureichen, sondern haben ein Wahlrecht; Einbringungen in analoger Form sind auch weiterhin möglich.

Mittels des sog. „Virtuellen Amtes“ können Amtswege bereits seit Jahren digital erledigt werden.²² Die Unterlagen werden oft analog eingereicht, von der Behörde elektronisch erfasst und folglich in einem elektronischen Akt hinterlegt. Baubewilligungsverfahren waren hiervon bis zum Inkrafttreten der WrBO-Nov 2020 ausgenommen, die Akten wurden in Papier geführt.²³

¹⁷ ErläutNov LG-85007-2019 Blg. Nr. 19/2020, 10.

¹⁸ ErläutNov LG-85007-2019 Blg. Nr. 19/2020, 11.

¹⁹ Bauordnungsnovelle 2023 LGBl Wien 2020/37.

²⁰ ErläutNov LG-384606-2023 Blg. Nr. 21/2023, 15.

²¹ ErläutNov LG-384606-2023 Blg. Nr. 21/2023, 36.

²² *Stadt Wien*, Das virtuelle Amt, <https://digitales.wien.gv.at/e-government/virtuelles-amt/> (abgerufen am 10.01.2023).

3.2.1 Bauanzeige

Liegt ein Fall des § 62 Abs 1 BO für Wien vor, ist lediglich eine Bauanzeige zu erstatten. Diese kann seit Ergänzung des § 62 Abs 2 BO für Wien im Rahmen der WrBO-Nov 2020 auch elektronisch eingereicht werden. Die Einreichungen sind über ein im Internet kundgemachtes Portal²⁴ vorzunehmen. Aus dem Gesetzeswortlaut geht klar hervor, dass die Nutzung des Portals für die elektronische Einreichung zwingend notwendig ist. Dies ist als organisatorische Beschränkung gem § 13 Abs 2 AVG²⁵ zu verstehen, wonach eine Übermittlung von schriftlichen Anbringen per E-Mail nur insoweit möglich ist, als für den elektronischen Verkehr zwischen der Behörde und den Beteiligten nicht besondere Übermittlungsformen vorgesehen sind. Die damit einhergehende Beschränkung des elektronischen Verkehrs ist insb durch die mit dem E-Mail-Kontakt verbundene Gefährdung der IT-Sicherheit der Behörde zu rechtfertigen.²⁶

Wird dennoch auf anderem Wege eingereicht, liegt ein Mangel vor. § 13 Abs 3 AVG stellt klar, dass ein solcher Mangel nicht zur Zurückweisung durch die Behörde führen kann. Stattdessen hat die Behörde den Einschreiter zur Verbesserung binnen einer angemessenen Frist aufzufordern. Nur wenn dieser die Frist fruchtlos verstreichen lässt, wird das Anbringen zurückgewiesen. Wird dem Verbesserungsauftrag nachgekommen und der Mangel rechtzeitig behoben, gilt das Anbringen als ursprünglich richtig angebracht.²⁷

Der Anzeige sind die Baupläne in elektronischer Form anzuschließen. Diese sind vom Bauwerber oder dessen bevollmächtigten Vertreter nicht handschriftlich, sondern elektronisch zu signieren.²⁸ Die Signatur erfüllt gem § 4 Abs 1 SVG²⁹ das rechtliche Erfordernis der Schriftlichkeit iSd § 886 ABGB³⁰ und soll die eindeutige Zuordenbarkeit zum Ersteller und die Unverfälschtheit des signierten Planes gewährleisten.³¹ Bei juristischen Personen sind besondere Vorgaben zu beachten. Signaturen, die ihnen zugeordnete und von ihnen ausgewählte berechnete Mitarbeiter*innen, wie zB Geschäftsführer*in, getätigt haben, reichen nicht aus. Problematisch ist hier, dass eingeräumte Signaturermächtigungen die betroffene Person nicht in jedem Fall zur Zeichnung berechtigen. Werden solche Mantelsignaturen akzeptiert, könnte es zur Unterzeichnung durch Nichtberechnete kommen. Weiters ist die Individualisierung der signierenden Personen uU mit Schwierigkeiten verbunden,

²³ *Oppel*, Elektronische Einreichung von Bauprojekten – Wiener Modell, ZVB 2021, 412 (412-413).

²⁴ *Stadt Wien*, Meine Amtswege, <https://mein.wien.gv.at/Meine-Amtswege/Bau-einreichung/> (abgerufen am 27.12.2023).

²⁵ AVG BGBl 1991/51.

²⁶ ErläutRV 294 BlgNR 23. GP 9.

²⁷ § 13 Abs 3 AVG.

²⁸ § 63a Abs 1 lit a und § 65 Abs 1 BO für Wien.

²⁹ SVG BGBl I 2016/50.

³⁰ ABGB JGS 1811/946.

³¹ ErläutNov LG-85007-2019 Blg. Nr. 19/2020, 14.

weil die Signatur nur dem Rechtsträger zugeordnet wird.³² Die Problematik der Mantelsignatur besteht in Wien nicht. Um das Erfordernis der digitalen Signatur zu erfüllen, müssen Bauwerber oder deren bevollmächtigte Vertreter ein Stadt Wien Konto, über das eine Kontaktaufnahme mit der Stadtverwaltung und die Erledigung von Amtswegen möglich ist,³³ mithilfe einer Handy-Signatur erstellen.³⁴ Da ein solches Konto stets einer Person zugeordnet ist, kommt die Mantelsignatur für Verfahren nach der BO für Wien nicht in Frage.³⁵

Zusätzlich ist eine Erklärung zur Teilnahme an der elektronischen Zustellung zu übermitteln. Diese Erklärung des Bauwerbers oder seines bevollmächtigten Vertreters hat den Vorgaben des § 1b E-GovG zu entsprechen: Unternehmen sind verpflichtet, an der elektronischen Zustellung teilzunehmen. Der Verweis ist sinngemäß zu verstehen; das Erfordernis der Teilnahme an der elektronischen Zustellung im Rahmen der Verfahren der BO für Wien beschränkt sich nicht nur auf Unternehmen, sondern bezieht sich gleichermaßen auf natürliche und juristische Personen.³⁶

3.2.2 Einleitung des elektronischen Baubewilligungsverfahrens

Herzstück der WrBO-Nov 2020 in Bezug auf die digitale Abwicklung von Bauverfahren ist § 63a BO für Wien, der als Voraussetzung für die Durchführung eines digitalen Baubewilligungsverfahrens die Einleitung des elektronischen Baubewilligungsverfahrens ermöglicht.

Auch für die Einreichung im elektronischen Baubewilligungsverfahren gilt, dass die Unterlagen ausschließlich über das im Internet kundgemachte Portal³⁷ zu übermitteln sind. Es gelten hierfür die bereits dargestellten Voraussetzungen für die Portale. Eingereicht werden müssen die Baupläne und eine Erklärung, dass der Bauwerber oder sein Bevollmächtigter an der elektronischen Zustellung iSd § 1b E-GovG teilnehmen; die Vorgaben dazu gleichen jenen für die Bauanzeige. Weitere einzureichende Dokumente sind die Zustimmung des Eigentümers bzw aller Miteigentümer, sollte der Bauwerber nicht Eigentümer oder nur Miteigentümer sein, sowie die Unterlagen gem § 63 Abs 1 lit e bis n BO für Wien,³⁸ so bspw der Nachweis der Verfügbarkeit über eine ausreichende Wassermenge zur Brandbekämpfung oder eine Bestätigung des Planverfassers, dass die Grundsätze des barrierefreien Bauens und Planens eingehalten wurden.

³² *Oppel*, ZVB 2021, 412 (413-414).

³³ *Stadt Wien*, Das Stadt Wien Konto, <https://konto.wien.gv.at/> (abgerufen am 27.12.2023).

³⁴ *Stadt Wien*, Bauverfahren digital einreichen, <https://www.wien.gv.at/wohnen/baupolizei/planen/digitale-baueinreichung.html> (abgerufen am 27.12.2023).

³⁵ *Oppel*, ZVB 2021, 412 (414).

³⁶ ErläutNov LG-85007-2019 Blg. Nr. 19/2020, 13.

³⁷ *Stadt Wien*, Meine Amtswegen, <https://mein.wien.gv.at/Meine-Amtswegen/Baueinreichung/> (abgerufen am 10.01.2023).

³⁸ Vgl § 63a Abs 1 lit e bis n BO für Wien.

3.3 Die weitere Vorgangsweise im elektronischen Baubewilligungsverfahren

Ein Baubewilligungsverfahren ist gem § 123a Abs 1 BO für Wien als elektronisch zu qualifizieren, wenn das Anbringen elektronisch über das bekanntgegebene Portal eingebracht und das Verfahren elektronisch geführt wird.

3.3.1 Die elektronische Zustellung als Voraussetzung

Damit ein elektronische Baubewilligungsverfahren durchgeführt werden kann, braucht es die Möglichkeit der Zustellung mit Zustellnachweis iSd § 35 ZustellG³⁹ im elektronischen Verfahren über einen Zustelldienst.

Um die elektronische Zustellung nach dem ZustellG nutzen zu können, haben die Empfänger ihre Daten, bspw Name und E-Mail-Adresse, in einem Teilnehmerverzeichnis zu hinterlegen.⁴⁰ Die Zurverfügungstellung der Daten, deren Abmeldung und Änderung erfolgt über das mit dem BGBl I 2017/40 eingeführten Anzeigemodul, das beim Unternehmens- und Bürgerserviceportal eingebunden ist. Hintergrund der Einführung des Anzeigemoduls war die gebündelte Anzeige der bei den einzelnen elektronischen Zustelldiensten verfügbaren Metainformationen für die Empfänger und die jederzeitige Abrufbarkeit der bereitgehaltenen Dokumente.⁴¹ Das Modul ermöglicht den Empfängern online die Anzeige der das Dokument beschreibenden Daten von zur Abholung für sie bereitgehaltenen Dokumenten, die Verständigung darüber sowie die Abholung der Dokumente.⁴² Das Anzeigemodul protokolliert weiters alle Daten zur Abholung durch den Empfänger und übermittelt diese elektronisch an die jeweiligen Absender; es erstellt somit die Zustellnachweise.⁴³

Wird im elektronischen Baubewilligungsverfahren nach der BO für Wien zugestellt und sind die Empfänger bei einem Teilnehmerverzeichnis angemeldet, erfolgt diese Zustellung mit Zustellnachweis durch einen Zustelldienst.⁴⁴ Wurde das Dokument übermittelt, hat das Anzeigemodul den Empfänger unverzüglich davon zu verständigen, dass das Dokument zur Abholung bereit liegt; dies erfolgt an die bekanntgegebene Email-Adresse des Empfängers. Die elektronische Verständigung enthält ua Angaben zum Absender, dem Datum der Versendung oder dem Ende der Abholfrist. Wird das Dokument nicht innerhalb von 48 Stunden abgeholt, wird erneut zugestellt. Die Abholung des Dokuments ist ebenfalls über das Anzeigemodul durch berechnigte Personen möglich; das sind der Empfänger und eine zur Empfangnahme berechnigte Person. Das

³⁹ ZustellG BGBl 1982/200.

⁴⁰ Vgl § 28b Abs 1 ZustellG.

⁴¹ ErläutRV 1457 BlgNR 25. GP 6.

⁴² § 37b Abs 1 ZustellG; Frauenberger-Pfeiler, eZustellungNEU im Zivilverfahren, JAP 2019/2020, 115.

⁴³ § 37b Abs 3 ZuStellG; Frauenberger-Pfeiler, JAP 2019/2020, 116.

⁴⁴ § 123a Abs 2 ZustellG und § 35 Abs 1 iVm § 34 Abs 1 ZustellG.

Dokument wird zwei Wochen zur Abholung bereitgehalten, nach acht Wochen erfolgt die Löschung durch den Zustelldienst.⁴⁵

Ist das Dokument zur Abholung bereitgehalten, wird es mit seiner Abholung zugestellt. Die Zustellung selbst gilt als am ersten Werktag nach der Versendung der ersten elektronischen Verständigung als bewirkt; Samstage gelten nicht als Werktage. Langt die elektronische Verständigung nicht beim Empfänger ein, gilt die Zustellung grundsätzlich nicht als bewirkt. Dies ändert sich, wenn die elektronische Verständigung doch innerhalb der Abholfrist einlangt – die Zustellung wird dann mit dem folgenden Tag wirksam. Nicht bewirkt wird die Zustellung weiters, wenn der Empfänger (i) von der elektronischen Zustellung keine Kenntnis hatte oder (ii) Kenntnis hatte, aber während der Abholfrist von den Abgabestellen nicht nur vorübergehend abwesend war. In letzterem Fall wird die Zustellung mit dem auf die Rückkehr an die Abgabestelle folgenden Tag, an dem das Dokument abgeholt werden konnte, wirksam. Voraussetzung ist, dass dies innerhalb der Abholfrist erfolgt. Da es dem Empfänger offensteht mehrere E-Mail-Adressen anzugeben, kann es zur Versendung der elektronischen Verständigung an mehrere Adressen kommen. In diesem Fall ist der Zeitpunkt der frühesten Versendung maßgeblich.⁴⁶

Die Teilnahme an der elektronischen Zustellung ist eine absolute Voraussetzung für die Durchführung des elektronischen Verfahrens. Problematisch ist, wenn sich während des Verfahrens herausstellt, dass der Bauwerber oder ein bevollmächtigter Vertreter nicht oder nicht mehr an der elektronischen Zustellung teilnehmen oder die elektronische Zustellung aus in der Sphäre des Bauwerbers liegenden Gründen nicht erfolgen kann. Tritt einer dieser Fälle ein, hat die Behörde jedenfalls einen Auftrag zur Behebung des Mangels iSd § 13 Abs 3 AVG zu erteilen; nur wenn dieser erfolglos ist, darf der Antrag in jeder Lage des Verfahrens zurückgewiesen werden.⁴⁷ Die Zurückweisung soll nicht im Ermessen der Behörde liegen, sondern ist jedenfalls vorzunehmen.⁴⁸ Kein Zurückweisungsgrund ist hingegen die bloße Änderung der elektronischen Zustelladresse. Die elektronische Zustellung ist diesenfalls ungestört möglich und die Behörde kann weiterhin mit dem Bauwerber in Kontakt treten.⁴⁹

3.3.2 Verbot des Medienbruchs im elektronischen Bauverfahren

Die Einführung des elektronischen Bauverfahrens und dessen Durchführung ist nur zweckmäßig, wenn das Verfahren vollständig digital geführt wird. Einreichungen in Papierform und auf elektronischem Wege

⁴⁵ § 35 Abs 1-4 ZustellG.

⁴⁶ § 35 Abs 5-8 ZustellG.

⁴⁷ § 123a Abs 3 BO für Wien; ErläutNov LG-85007-2019 Blg. Nr. 19/2020, 17.

⁴⁸ *Pallitsch/Cani*, ZVB 2021, 92 (94), die in FN 29 auf die Formulierung des § 123a Abs 3 BO für Wien hinweisen: „[...] hat die Behörde das Ansuchen in jeder Lage des Verfahrens zurückzuweisen“.

⁴⁹ *Oppel*, ZVB 2021, 412 (414).

sind deshalb nicht möglich. Am Verfahren beteiligte Dritte können hingegen weiterhin in Papierform einreichen.⁵⁰

Die Behörde kann dagegen gem § 123a Abs 4 BO für Wien bis zur Erstattung der Fertigstellungsanzeige die Vorlage von Unterlagen in Papier verlangen, wenn bestimmte technische oder organisatorische Gründe vorliegen. Dies kann insb auf Grund der Gegebenheiten bei den im Verfahren beteiligten Stellen, insb Bezirksbauausschüsse oder Verwaltungsgerichte, notwendig sein.⁵¹

3.3.3 Einbringung weiterer Unterlagen

Wurde das Baubewilligungsverfahren elektronisch geführt bzw die Bauanzeige elektronisch erstattet, sind auch die notwendigen Eingaben und Urkunden über das von der Behörde bekanntgegebene Portal einzubringen.⁵²

Derart zu melden ist die Abweichung von bewilligten Bauvorhaben (§ 73 BO für Wien), der Zeitpunkt des Beginns der Bauführung (§ 124 Abs 2 BO für Wien), die Zurücklegung der Bauführung durch den Bauführer (§ 124 Abs 3 BO für Wien), der Wechsel des Bauwerbers (§ 124 Abs 4 BO für Wien), eine Abweichung von den Bauvorschriften bzw den Bauplänen oder Nichtverwendung bzw unsachgemäße Verwendung von entsprechenden Baustoffen oder mangelhafte Ausführung von Konstruktionen (§ 125 Abs 2 BO für Wien), die Bekanntgabe eines Prüfenieurs (§ 127 Abs 3a BO für Wien) sowie die Fertigstellungsanzeige und die ihr anzuschließenden Unterlagen (§ 128 BO für Wien).

3.3.4 Die Bauverhandlung

Für die Bauverhandlung ist beim elektronischen Verfahren derzeit keine digitale Abwicklung vorgesehen; die Beteiligten müssen weiterhin persönlich erscheinen. Begründet wird dies ua damit, dass eine Übertragung ohne Unterbrechung nicht garantiert werden könne, weil die technischen Voraussetzungen für Videokonferenzen nicht stabil genug seien. Das sei in Hinblick auf die effektive Möglichkeit der Wahrnehmung von Nachbarrechten relevant. Die Rechtssicherheit von Baubewilligungen würde in Frage gestellt, weil Einwendungen bei Fehlern in der Übertragung bis zu drei Monate nach Baubeginn möglich wären.⁵³

Im Sinne einer Vereinfachung des Verfahrens sollte die Möglichkeit der digitalen Abwicklung von Bauverhandlungen nochmals evaluiert werden. § 134 Abs 4 BO für Wien erlaubt Einwendungen, wenn Nachbar*innen ohne ihr Verschulden daran gehindert wurden, ihre Parteistellung zu erlangen. Kurzfristige Verbindungsunterbrechungen stehen der

⁵⁰ ErläutNov LG-85007-2019 Blg. Nr. 19/2020,17; Oppel, ZVB 2021, 412 (413).

⁵¹ ErläutNov LG-85007-2019 Blg Nr. 19/2020, 17.

⁵² § 123a Abs 4 BO für Wien.

⁵³ Vgl *Cech*, *immolex* 2021, 29 (30) ua mit Verweis auf § 134 Abs 3 und 4 BO für Wien.

Erlangung der Parteistellung jedenfalls nicht entgegen, insb wenn die Bauverhandlung während den Unterbrechungen nicht fortgeführt und auf die betroffene Partei gewartet wird. Sollte die Wiederherstellung der Verbindung nicht möglich sein, können die Rechte der Partei durch die Vertagung der Verhandlung gewahrt werden. Völlig neu sind Videoverhandlungen im österreichischen Recht ohnehin nicht; bei der Durchführung von digitalen Bauverhandlungen wäre ein Rückgriff auf die Covid-19 bedingten bzw. die im Zusammenhang mit § 132a ZPO, mit welchem die Möglichkeit zur Abhaltung einer Verhandlung via Videokonferenz im Dauerrecht verankert wurde,⁵⁴ gemachten Erfahrungen bei Zivilprozessen möglich.

3.3.5 Abschluss des Verfahrens

Während der Bauphase müssen die bewilligten Pläne sowie statischen Unterlagen auf der Baustelle in physischer Form vorhanden sein.⁵⁵ Die bei Fertigstellung des Bauwerks gem § 128 BO für Wien zu erstattende Fertigstellungsanzeige sowie die ihr anzuschließenden Unterlagen sind ebenfalls elektronisch einzubringen.⁵⁶ Stellt der Ziviltechniker eine Bestätigung iSd § 128 Abs 2 Z 1 BO für Wien aus, ist diese auf Grund der Anordnung in § 15 ZTG 2019⁵⁷ elektronisch zu signieren.⁵⁸ Elektronisch erledigt wird weiters die Meldung des Baubeginns sowie die Mitteilung des Bauführers und uU des Prüfengeieurs.⁵⁹ Bescheide werden an die elektronische Zustelladresse zugestellt.⁶⁰

3.4 Weitere Digitalisierungsprojekte

Mit dem von der EU geförderten Forschungsprojekt Building Regulations Information for Submission Involvement, kurz BRISE-Vienna, soll Wien europaweiter Vorreiter im Bereich der modernen Verwaltung werden. BRISE Vienna wurde in Zusammenarbeit mit der TU Wien, der Stadt Wien, der ZT-Kammer sowie BIM-Expert*innen der Firma ODE umgesetzt.⁶¹ Im Forschungsprojekt BRISE-Vienna beschäftigte sich das Forschungsteam mit der digitalen Transformation des Baubewilligungsverfahrens. Ziel war es, durch die Kombination unterschiedlichster Techno-

⁵⁴ Melzer in *Kodek/Oberhammer*, ZPO-ON § 132a ZPO (Stand 9.10.2023, rdb.at) Rz 1.

⁵⁵ Cech, *immolex* 2021, 29 (30).

⁵⁶ § 123a Abs 5 BO für Wien.

⁵⁷ ZTG 2019 BGBl I 2019/29.

⁵⁸ ErläutNov LG-85007-2019 Blg. Nr. 19/2020, 18.

⁵⁹ Cech, *immolex* 2021, 29 (29).

⁶⁰ *Stadt Wien*, Bauverfahren digital einreichen, <https://www.wien.gv.at/wohnen/baupolizei/planen/digitale-baueinreichung.html> (abgerufen am 27.12.2023).

⁶¹ *Stadt Wien*, BRISE Vienna: Building Regulations Information for Submission Involvement Projektbeschreibung, <https://digitales.wien.gv.at/wp-content/uploads/sites/47/2021/12/Projektbeschreibung.pdf>, 4 (abgerufen am 04.01.2023).

logien Geld, Zeit und Energie zu sparen und das Bauverfahren schneller, effizienter, nachhaltiger und transparenter auszugestalten. Erreicht werden sollten die Ziele mit dem Einsatz von Augmented Reality (AR), künstlicher Intelligenz (KI) und Building Information Modeling (BIM).

Ein wesentliches Ziel des Projektes war eine BIM-basierte Einreichung und teilautomatische Prüfung der Rechtsmaterie. BIM hat somit einen besonderen Stellenwert bei BRISE-Vienna eingenommen, da es Daten bereitstellt, die für die teilautomatische Überprüfung durch die Baubehörde genutzt wird,⁶² und dreidimensionale Baueinreichungen ermöglicht.⁶³ Im Rahmen des Projektes wurden die Informationen, die im BIM-Modell für eine teilautomatische Überprüfung der Rechtsmaterie vorhanden sein müssen, analysiert und bestimmt. Die WrBO, WGarG und die OIB-Richtlinien bildeten den Evaluierungsumfang. Ergebnis war eine BIM-Informationsanforderung für das einzureichende BIM-Modell (Bezeichnung: Bauantragsmodell). Auf deren Basis entwickelten die Projektpartner eine IT gestützte Prüfung des BIM-Modells.

Im Zuge einer anschließenden Pilotphase reichten Planende reale Projekte gemäß den BIM-Informationsanforderungen BIM-basiert ein. Die Planenden konnten eine Vorprüfung verwenden. Dies ist eine webbasierte automatische Prüfung des BIM-Modells, welche jederzeit und beliebig oft durchgeführt werden kann und stellt keine Einreichung dar. Diese ermöglichte eine teilweise Prüfung der Rechtsmaterie am BIM-Modell bevor überhaupt eingereicht wird. Bei der Einreichung erfolgte die vollständige teilautomatische Prüfung der Rechtsmaterie anhand des BIM-Modells.

Die BIM-Modelle wurden im IFC-Format eingereicht, ein internationaler Standard (ISO 16739) für den Datenaustausch von Bauwerksdaten. Ein wesentlicher Vorteil dieses offenen Standards für die Bauwerber ist, dass sie nicht durch die Nutzung von bestimmter Software beschränkt sind.⁶⁴

Wenn in Zukunft die Fertigstellung ebenfalls BIM-basiert umgesetzt wird, erhält die Behörde durch BIM einen digitalen Zwilling des Gebäudes,⁶⁵ dessen Nutzung sowohl für die Phase der Errichtung/Umbau, als auch für die der Betreibung von Gebäuden und Nachhaltigkeitsnachweisen offensteht.⁶⁶

⁶² *Krischmann/Urban/Schranz*, Entwicklung eines openBIM-Bewilligungsverfahrens, Bauingenieur BD. 95 (2020) Nr 9, 335.

⁶³ *Cech*, immolex 2021, 29 (29).

⁶⁴ *Urban/Schranz/Krischmann/Asmera/Pinter*, OIAZ 166.

⁶⁵ *Schranz/Gerger/Fischer/Urban*, Digitalisierung und Standardisierung der Immobilienwirtschaft unter Anwendung von BIM am Beispiel eines Neubaus: Bio-Institut der HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Endbericht (2021) 51.

⁶⁶ *Stadt Wien*, BRISE Vienna: Building Regulations Information for Submission Involvement Management Summary, https://digitales.wien.gv.at/wp-content/uploads/sites/47/2021/07/BRISE_Vienna_Management_Summary.pdf, 3 (abgerufen am 04.01.2023).

In diesem Projekt wurde ebenfalls die digitale Einsichtnahme und Bauverhandlung entwickelt, getestet und evaluiert, welche bisher in der WrBO-Nov 2020 und 2023 nicht berücksichtigt wurden. Erreicht sollte dies mit Hilfe von Augmented Reality und den zur Verfügung stehenden openBIM-Modellen werden. Mithilfe von Augmented Reality ist es möglich, Bauvorhaben realitätsnah zu visualisieren und diese somit insb für Bürger*innen nachvollziehbarer zu machen.

KI wird bei BRISE-Vienna für die Analyse von textuellen Bestimmungen, Unterschriften und Planungsdokumenten genutzt.⁶⁷ Sie unterstützt vor allem Expert*innen in Form von automatischen Klassifizierungen, Kategorisierungen und Markierungen.⁶⁸

4 Die Situation in anderen Bundesländern

Während die Stadt Wien eine Rolle als Vorreiterin in Sachen Digitalisierung und Baurecht einnimmt, sind die Verfahren in anderen Bundesländern trotz bestehender Initiativen noch weitgehend analog ausgestaltet. Bisher keine grundlegenden Regelungen zu digitalen Verfahren bzw Verfahrensab-schnitten sehen das Steiermärkische Baugesetz,⁶⁹ die Kärntner Bauordnung⁷⁰ und die Tiroler Bauordnung⁷¹ vor. In der Steiermark sind gem § 81a Abs 1 StmK BauG die Daten des Energieausweises in elektronischer Form zu übermitteln. Dasselbe gilt auch für Energieausweise im Tirol,⁷² Kärnten,⁷³ Vorarlberg⁷⁴ und Niederösterreich.⁷⁵

Mit dem Gesetz über Neuerungen im Zusammenhang mit der Digitalisierung⁷⁶ wurde im Vorarlberger Baugesetz⁷⁷ die Möglichkeit, Anzeigen, Anträge, Nachweise und Pläne elektronisch zu übermitteln, vorge-sehen.⁷⁸ Wird physisch eingebracht, kann die Behörde auch die Übermittlung einer elektronischen Ausfertigung verlangen.⁷⁹ Anwendungsfälle sind bspw umfangreiche Antragsunterlagen oder wenn Dritte

⁶⁷ *Stadt Wien*, BRISE Vienna: Building Regulations Information for Submission Involvement Management Summary, https://digitales.wien.gv.at/wp-content/uploads/sites/47/2021/07/BRISE_Vienna_Management_Summary.pdf, 3 (abgerufen am 04.01.2023).

⁶⁸ *Urban/Schranz/Krischmann/Asmera/Pinter*, Einsatz von openBIM und KI im Bewilligungsverfahren der Stadt Wien, OIAZ 166.

⁶⁹ Stmk BauG LGBl 1995/59; im Steiermärkischen Baugesetz wird ua in § 28a auf die elektronische Zustellung Bezug genommen.

⁷⁰ K-VO 1996 LGBl 1996/62.

⁷¹ TBO LGBl 2022/44.

⁷² § 26 Abs 2 TBO.

⁷³ § 44e Abs 3 K-BV.

⁷⁴ § 21a Abs 2 VlbG BauG.

⁷⁵ § 33a NÖ BO.

⁷⁶ LGBl 2022/4.

⁷⁷ VlbG BauG LGBl 2001(52).

⁷⁸ Vgl für die Baugrundlagenbestimmung § 3 VlbG BauG; für den Bauantrag § 24 VlbG BauG; für die Bauanzeige § 32 VlbG BauG

⁷⁹ Vgl § 3 Abs 3a lit a VlbG BauG; § 24 Abs 4 lit a; 32 Abs 3 lit a VlbG BauG.

wie Sachverständige dem Verfahren beizuziehen sind und ihnen eine elektronische Ausfertigung der Pläne zur Verfügung gestellt werden soll.⁸⁰ Im Falle der elektronischen Einbringung hat der Antragsteller bei Antragstellung mitzuteilen, ob er im Teilnehmerverzeichnis registriert ist und an der elektronischen Zustellung mit Zustellnachweis nach dem Zustellgesetz teilnimmt. Kommt der Antragsteller dieser Verpflichtung nicht nach oder stellt sich während des Verfahrens heraus, dass dieser an der elektronischen Zustellung mit Zustellnachweis nicht teilnimmt, kann die Behörde innerhalb von zwei Wochen die Vorlage weiterer physischer Ausfertigungen verlangen.⁸¹ Es besteht folglich weiterhin eine Wahlfreiheit zwischen der elektronischen und der physischen Einbringung,⁸² solange alle im Gesetz genannten Voraussetzungen erfüllt werden. Das Ziel des Gesetzes, die Landesrechtsordnung im Sinne der Digitalisierung, Transparenz und Bürgerfreundlichkeit an die fortschreitenden technologischen Entwicklungen anzupassen, wird mit diesen Regelungen jedenfalls erfüllt.⁸³ Es bleibt abzuwarten, ob in Zukunft weitere Normen des Vorarlberger Baugesetzes entsprechend angepasst und das Verfahren damit für Bauwerber erleichtert wird.

Mit dem Oberösterreichischen Digitalisierungsgesetz⁸⁴ soll allgemein die Durchführung von elektronischen Verfahren ermöglicht werden. Aus der Regierungsvorlage geht hervor, dass ein wesentlicher Punkt des Gesetzes die Möglichkeit der elektronischen Einbringung ist. Die Antragsteller können aber zwischen der elektronischen und der physischen Einbringung wählen.⁸⁵ Entscheiden sie sich für ein elektronisches Verfahren, können alle Beteiligte, wie der Antragsteller oder das zuständige Planungsbüro, auf den Akt zugreifen und so den Fortschritt des Verfahrens verfolgen. Erst wenn alle Dokumente vorhanden sind und Angaben gemacht wurden, kann der Antrag eingereicht werden.⁸⁶ Der Behörde muss bei Antragstellung mitgeteilt werden, ob der Antragsteller im Teilnehmerverzeichnis registriert und die Teilnahme an der elektronischen Zustellung mit Zustellnachweis beabsichtigt ist. Ist eine elektronische Zustellung nicht mehr möglich, kann die Behörde innerhalb von zwei Wochen ab Kenntnisnahme Ausfertigungen in Papier verlangen.⁸⁷ Auf das Bauverfahren haben diese Neuerungen bisher keine Auswirkungen. In § 4 Abs 3 Z 3 Oö BauO⁸⁸ wird die elektronische Einreichung im Zusammenhang mit der Bauplatzbewilligung zwar erwähnt, weitere Ausgestaltungen des elektronischen Verfahrens finden sich aber nicht im Gesetz. Derzeit steht das elektronische Verfahren aber auch noch nicht

⁸⁰ Bericht zur Regierungsvorlage 41 iVm 61.

⁸¹ Vgl § 3 Abs 3a lit b VlbG BauG; § 24 Abs 4 lit b; 32 Abs 3 lit b VlbG BauG.

⁸² BRv 111 BlgLT 31. GP 41 iVm 61.

⁸³ BRv 111 BlgLT 31. GP 1.

⁸⁴ Oö Digitalisierungsgesetz 2023 LGBl 2022/111.

⁸⁵ Bericht des Verfassungsausschusses zu RV 290/2022 Blg. Nr. 338/2022, 24. GP 2.

⁸⁶ Österreichischer Rundfunk, Neue Plattform zur digitalen Verfahrensabwicklung, <https://ooe.orf.at/stories/3186693/> (abgerufen am 05.01.2023).

⁸⁷ Bericht des Verfassungsausschusses zu RV 290/2022, 24. GP 2-3.

⁸⁸ Oö BauO LGBl 1994/66.

allen offen; es befindet sich in einer Testphase, an der nur ausgewählte Unternehmen teilnehmen können. Sobald die digitale Verfahrensführung ausreichend erprobt und die Rechtssicherheit garantiert ist, soll das Verfahren breiter zugänglich sein.⁸⁹

Das Burgenländische Baugesetz⁹⁰ ermöglicht mit § 17 Abs 2a, die für die Baubewilligung notwendigen Unterlagen elektronisch einzubringen. Wie in einigen anderen Bundesländern, sind Energieausweise in der Energieausweisdatenbank zu registrieren.⁹¹ Ein elektronisches Verfahren gibt es bisher nicht.

In Niederösterreich müssen bei Neu- und Zubauten von Gebäuden iSd § 14 Z 1 NÖ BauO⁹² die notwendigen Daten⁹³ vom Planverfasser in elektronischer Form an die Baubehörde übermittelt werden. Hintergrund dieser Regelung ist, dass die elektronische Zurverfügungstellung der Daten am effizientesten ist, denn die Daten sind in Folge auch an die Bundesanstalt Statistik Österreich elektronisch zu übermitteln.⁹⁴

Nach dem in Salzburg geltenden Baupolizeigesetz⁹⁵ sind die Daten iSd § 4 Abs 1 Z 2 und 4 GWR-Gesetz⁹⁶ bei Ansuchen für die Bewilligung der Errichtung von ober- und unterirdischen Bauten einschließlich Zu- und Aufbauten in Salzburg ebenfalls in elektronischer Form an die Gemeinde zu übermitteln.⁹⁷ Die Landesregierung hat eine Datenbank eingerichtet, die alle Energieausweis für Bauten und Nutzungseinheiten umfasst. Registrierungen, Dateneinbringungen und -abfragen sind über eine Online-Applikation durchzuführen.⁹⁸

Trotz der Ermächtigung in Art 15 Abs 1 B-VG⁹⁹ ist zu hinterfragen, wie sinnvoll solch unterschiedliche Regelungen sind. Gerade bei Vorschriften, die elektronische Verfahren ermöglichen und somit bei Bauwerbern zu wesentlichen Erleichterungen führen, wären einheitliche Regelungen zweckmäßig. Dessenfalls ist zu erwägen ein Portal zu schaffen, bei dem Eingaben für Bauvorhaben in allen Bundesländern gemacht werden können. Das würde nicht nur die Kosten für die Aufrechterhaltung und Wartung der Portale verringern, sondern die Verfahren für die Bauwerber, insb wenn sie in unterschiedlichen Bundesländern Bauvorhaben verantworten, wesentlich vereinfachen.

⁸⁹ *Österreichischer Rundfunk*, Neue Plattform zur digitalen Verfahrensabwicklung, <https://oe.orf.at/stories/3186693/> (abgerufen am 05.01.2023).

⁹⁰ Bgld BauG LGBl 1998/10.

⁹¹ § 17 Abs 2 Bgld BauG.

⁹² NÖ BO LGBl 2015/1.

⁹³ Vgl § 4 Abs 1 Z 2 und 4 GWR-Gesetz.

⁹⁴ *Amt der Niederösterreichischen Landesregierung*, NÖ Bauordnung 2014 Motivenbericht, 19.

⁹⁵ BauPolG LGBl 1997/40.

⁹⁶ GWR-Gesetz BGBl I 2004/9.

⁹⁷ § 4 Abs 1a iVm § 2 Abs 1 Z 1 BauPolG.

⁹⁸ § 17c BauPolG.

⁹⁹ B-VG BGBl 1930/1.

5 Fazit

Die Digitalisierung macht sich auch in der Verwaltung bemerkbar. Durch die Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) erhalten Bürger*innen einen elektronischen Zugang zur Verwaltung. Diese Entwicklung ist auch bereits vereinzelt in den Bauordnungen der Länder zu beobachten, insb in Wien. Dort wurde ein elektronisch abgewickelter Verfahren geschaffen, unabhängig davon, ob die Einleitung durch Bauanzeige oder Antrag auf Erteilung der Baubewilligung erfolgt. Voraussetzung für die Durchführung des Baubewilligungsverfahrens ist die Teilnahme an der elektronischen Zustellung; das muss während des gesamten Verfahrens berücksichtigt werden. Während die Einleitung und der Abschluss des Verfahrens elektronisch erfolgt, kann die Bauverhandlung bisher nicht digital abgehalten werden. Begründet wird dies mit möglichen Einwendungen durch Nachbar*innen, die bei Übertragungsproblemen nicht möglich seien und damit die Gefahr der Erhebung von Einwendungen einhergehe. Gelöst werden kann dieses Problem mit Unterbrechung der Verhandlung bis zum Wiederbeitritt der betroffenen Partei oder Vertagung der Verhandlung. Mit weiteren Digitalisierungsprojekten, wie BRISE-Vienna, versucht die Stadt Wien die Bauverfahren zu beschleunigen und sie effizienter, nachhaltiger und transparenter auszugestalten. Hält man sich die Vorteile des elektronischen Verfahrens, die nicht nur den Bauwerbern zugutekommen sondern sich auch verwaltungsintern positiv auswirken, vor Augen, ist es nur eine Frage der Zeit, bis in allen Bundesländern entsprechende Grundlagen und digitale Verfahren geschaffen werden. Die Evaluierungen und Erfahrungen in Wien können hier als wichtige Grundlage dienen. Gerade durch die digitale Transformation in Bau, Planung und Betrieb durch BIM ist die Frage der Möglichkeit (nicht zwingend Pflicht) einer vollständig elektronischen Baubewilligung ein wesentlicher Beitrag zu einer moderneren Verwaltung in Österreich.

Abkürzungsverzeichnis

AR	Argumented Reality
BIM	Building Information Modeling
BRISE	Building Regulations Information for Submission Evolution
bspw	beispielsweise
bzw	beziehungsweise
gem	gemäß
insb	insbesondere
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologien
iSd	im Sinne des
KI	Künstliche Intelligenz
ua	unter anderem
uU	unter Umständen
vgl	vergleiche
zB	zum Beispiel

Literaturverzeichnis

Bauer;Reimer (Hrsg): Handbuch Datenschutzrecht. Wien 2009.

Cech: Das digitale Bauverfahren nach der Bauordnung für Wien, immolex. Wien 2021, 29.

Frauenberger-Pfeiler: eZustellungNEU im Zivilverfahren, JAP. Wien 2019/2020, 115.

Fuchs: Vom digitalen Bauverfahren zum digitalen Baupolizisten, bauaktuell. Wien 2022, 88.

Kommission der Europäischen Gemeinschaften: Mitteilung der Europäischen Kommission an den Rat, das Europäische Parlament, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen: die Rolle elektronischer Behördendienste (E-Government) für die Zukunft Europas, KOM (2003) 567 endg. Brüssel 26.9.2003.

Krischmann;Urban;Schranz: Entwicklung eines openBIM-Bewilligungsverfahrens, Bauingenieur BD 95. Düsseldorf 2020 Nr 9.

Oppel: Elektronische Einreichung von Bauprojekten – Wiener Modell, ZVB. Wien 2021, 412.

Pallitsch;Cani: Wiener Bauordnungsnovelle 2020 – ein Überblick, ZVB. Wien 2021, 92.

Schranz;Gegger;Fischer;Urban: Digitalisierung und Standardisierung der Immobilienwirtschaft unter Anwendung von BIM am Beispiel eines Neubaus: Bio-Institut der HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Endbericht. Wien 2021.

Urban;Schranz;Krischmann;Asmera;Pinter: Einsatz von openBIM und KI im Bewilligungsverfahren der Stadt Wien, OIAZ. Wien 2021, 166.

III. BIM – Kritische Würdigung der Anwendungsfälle

Univ.-Prof.i.R. Dipl.-Ing. Hans Lechner
GF Hans Lechner ZT e.U.
Lerchenfelder Straße 65, 1070 Wien
office@hanslechner.at

Inhaltsverzeichnis

Abstract	55
1 Leistungsmodell BIM-Anwendungsfälle (AWF) (LM.BIM).....	56
2 BIM-Anwendungsfälle.....	60
2.1 BIM-Bestandserfassung	60
2.2 BIM-Baugrunderfassung.....	60
2.3 BIM-Planung, (LPH 2-4, je Fachbereich).....	61
2.4 BIM-Koordinierung (Qualitätsmanagement)	62
2.4.a BIM-Manager:in (BPS) auf Seiten des AG (PS und oder PL)...	63
2.4.b BIM-Gesamtkoordinierung (BGK) auf Seite des GP bzw. OA oder Bi	64
2.4.c BIM-Fachkoordinierung, BFK-OA, BFK-TW, BFK-TA, BFK-Bi .	65
2.4.d Ersteller:in OA, TW, TA, Bi.....	66
2.5 BIM-unterstützte Bemessung und Nachweisführung.....	67
2.6 BIM-unterstützte Nachweisführungen und Zertifizierungen (zB. digitaler Gebäudepass, ÖGNi u.a., Taxonomie).....	68
2.7 BIM-Visualisierungen	68
2.8 BIM-unterstützte Mengenermittlung.....	69
2.9 BIM-unterstützte Kostenermittlungen	70
2.10 BIM-Bauphasensimulationen.....	72
2.11 BIM-Raumbuch / Anlagenbuch	73
2.12 BIM-basiertes Behördenverfahren (zukünftiger Anwendungsfall) 74	
2.13 BIM-unterstützte LV-Erstellung	75
2.14 BIM-Ausführungsplanung	76
2.15 BIM-Werks+Montageplanung (der ausführenden Firmen)	77
2.16 BIM-unterstützter Arbeits- und Gesundheitsschutz	77

2.17	BIM-Modelländerungen	78
2.18	BIM-unterstützte Bauüberwachung (Qualitätskontrolle gem. LM.VM.)	79
2.19	BIM-unterstütztes Mängelmanagement in der Bauabwicklung	80
2.20	BIM-Baufortschrittskontrolle	80
2.21	BIM-Bauabrechnung.....	81
2.22	BIM-Bestandsdokumentation für behördliche Nachweisführungen	82
2.23	BIM-As-Built-Modelle	82
	Abkürzungsverzeichnis	86

Abstract

Building-Information-Modeling war (neben der Nachhaltigkeit) einer der großen Anlässe für die Überarbeitung von LM.VM.2014 → 2023, wobei festzustellen war, dass die Durchdringtiefe von BIM in den Planungsbüros 2022 vermutlich erst bei 15 % lag und auf die größeren Büros konzentriert war.

Die Welt von BIM ist per 2023/24 zweigeteilt,

- closed BIM (rund um einen großen Softwareproduzenten) läuft in mehreren großen Büros, zum Teil seit etwa 2010, ist u.a. geprägt von stark gestiegenen Mietkosten p.a.
- open BIM zeigt mehrere unterschiedliche Hersteller, deren Programme über die Standardschnittstelle IFC ihre Daten austauschen und zusammenführen lassen, die Weiterentwicklungen sind überaus dynamisch,
 - ▶ die Versprechungen der Softwareindustrie sind geprägt von Absichtserklärungen, die vielfach erst konsolidiert werden müssen, die Anwender sind oft unfreiwillige Testlabore,
 - ▶ sehr viele der Heilsversprechungen sind geprägt von den deutlich geringeren technischen Anforderungen amerikanisch-britischer Planungswelten, wo z.B. die Anforderungen des RIBA (Royal Institute of British Architects) an die Ausführungsplanung im DACH-Raum zwischen LPH 2 und LPH 3 liegen,
 - ▶ manche Anforderungen der von 100-500 graduierten LOI, LOG ... Definitionen sind geprägt von Nichtplanern, die oft auch die Ambition zeigen, den Bauplaner:innen jetzt endlich die Welt zu erklären,
 - ▶ dennoch ist BIM der richtige Weg, wenn die Werbesprüche endlich von der Verfügbarkeit brauchbarer Softwarelösungen abgelöst werden und wenn die Hohen Schulen nicht nur Gestaltungsübungen, sondern auch Konstruktionslehre auf BIM trainieren.

Für viele Büros, die heute erst umsteigen ist dieser Schritt aufwendig, weil die Mitarbeiter:innen intensiv geschult werden müssen, weil die Bibliotheken mit Bedacht um- und aufgebaut werden müssen, auch weil die „Chefs“ die Arbeitsmethode mitlernen müssen, um mitreden zu können.

BIM fordert Planer:innen indirekt auf, sich eine Bibliothek an Familien/Elementen/Positionen mit definierten Eigenschaften/Attributen aufzubauen und nicht bei jedem Projekt alles neu zu erfinden. Das ist keine Beschränkung der „Gestaltungsfreiheit“, eher im Gegenteil, die Chance seine eigene Handschrift an unterschiedlichen Projekten deutlich zu machen. Einen *W. Holzbauer* konnte man am Handlauf erkennen, einen *Gutbrod* am Treppenschnitt.

BIM fördert aus der inneren Rationalität der Planungen das Denken in Systemen (Baukasten), was auch für Auftraggeber positiv sein kann, weil nicht jede Ecke eines Objektes neue Überraschungen bietet.

1 Leistungsmodell BIM-Anwendungsfälle (AWF) (LM.BIM)

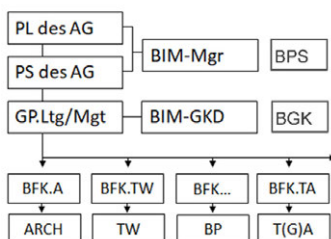
Die Leistungen des Planers/der Planerin sind entsprechend den nachfolgenden Bestimmungen zu erbringen, wobei die Anwendung im Zusammenhang mit den Allgemeinen Regelungen und dem Zeitstrukturmodell [ZM] erfolgt:

Die Leistungen der Planer:innen setzen eine Umsetzung mit qualifizierten Unternehmen und eine qualifizierte Mitwirkung der Ausführenden in der Errichtung voraus. Planung von prototypischen Objekten kann nicht so vollständig und nicht in gleicher Tiefe wie die von industriell gefertigten Produkten sein. Die „gewerbliche“ Mitwirkung ist in Bauprojekten dabei wesentlich für den Gesamterfolg.

BIM.1 Anwendungsbereich

- 1) Die BIM.2 ff umfassen Anwendungsfälle für Neubauten, Wiederaufbauten, Erweiterungsbauten, Umbauten, Modernisierungen, Instandsetzungen und Instandhaltungen, die bei der Arbeit mit Building-Information-Modelling zu den Grundleistungen der eigentlichen Planungsleistung dazugefügt werden können.
- 2) BIM.2 ff regelt die mit dem AIA+BAP disponierten Anwendungsfälle für die Beteiligten eines BIM-Projekts, fachbezogene Einzelleistungen sind in den jeweiligen Fachbereichen PS, GP, OA, TW, TA angeführt.
- 3) Optionale Leistungen sind gesondert zu vereinbaren.
- 4) Die BIM-Anwendungsfälle beschreiben Leistungen, die erst durch BIM für die fachbereichsgrenzen-überschreitende Zusammenarbeit mehrerer Projektbeteiligter in Modellen entstehen. Sie sind in mehreren Fachbereichen zu erbringen, die in LM.VM.BIM zusammengefasst sind.
- 5) Folgende Anwendungsfälle (AWF) stehen per 06/2023 zur Verfügung:

- 2.1. BIM-Bestandserfassung
- 2.2. BIM-Baugrunderfassung
- 2.3. BIM-Planung
- 2.4. BIM-Koordinierung (Qualitätsmanagement)
- 2.5. BIM-unterstützte Bemessung und Nachweisführung
- 2.6. BIM-unterstützte Nachweisführung und Zertifizierungen
- 2.7. BIM-Visualisierungen
- 2.8. BIM-unterstützte Mengenermittlung
- 2.9. BIM-unterstützte Kostenermittlung
- 2.11. BIM-Raumbuch/Anlagenbuch
- 2.12. BIM-basiertes Behördenverfahren (zukünftiger Anwendungsfall)
- 2.13. BIM-unterstützte-LV-Erstellung
- 2.14. BIM-Ausführungsplanung
- 2.15. BIM-Werks+Montageplanung
- 2.16. BIM-unterstützter Arbeits- und Gesundheitsschutz
- 2.17. BIM-Modelländerungen



BIM- Bezüge und Leistungen werden idR in blauer Schrift geschrieben

- 2.18 BIM-unterstützte Bauüberwachung
- 2.19 BIM- unterstütztes Mangelmanagement in der Bauabwicklung
- 2.20 BIM-Baufortschrittskontrolle
- 2.21 BIM-Bauabrechnung
- 2.22 BIM Bestandsdokumentation für behördliche Nachweisführung
- 2.23 BIM-As-Built-Modelle

Ausgangspunkt des Heftes LM.VM.BIM ist das Heft BIM-Anwendungsfälle der Arbeitsgruppe öffentlichen Auftraggeber (AGoeAG) im ÖIAV, die Anwendungsfälle für BIM-Leistungen erarbeitet haben, mit denen das Heft LM.VM.BIM 2023 soweit wie möglich abgestimmt wurde.

Die **öffentlichen Auftraggeber:innen** haben sich auf die Anwendungen von „**open BIM**“ fokussiert, weshalb auch die Vorschläge und die Kommentare zu LM.VM.BIM auf die Anwendung von open BIM und den Datenaustausch mit IFC ausgerichtet sind.

Es wird darauf hingewiesen, dass im Heft „BIM-Anwendungsfälle öffentlicher Auftraggeber“ Leistungen dargestellt werden, die nicht in den Grundleistungen der LM.VM.2014 und 2023 „geschuldet“ werden. Etliche der Leistungen werden im Hochbau in „Forschungsprojekten“, mit dem Aufwand einer Erstanwendung erstmalig erprobt. Es ist davon auszugehen, dass einige Fälle längerfristig wünschenswert, aber noch nicht durchprogrammiert sind und die Leistungsbilder dieses Heftes nicht bedeuten, dass „Alles“ ad hoc schon umgesetzt werden kann.

Da die Publikation der AGoeAG von der Infrastrukturplanung (Linienbauwerke) geprägt war, wurde in LM.VM.BIM die Hochbauplanung (Architektur, Tragwerksplanung, Technische Gebäudeausrüstung und weitere Fachplanungen) eingearbeitet, deren deutlich größere höhere Zahl an BIM-Elementen (Gewerke-Positionen, ...) weniger detaillierte Vorgaben in AIA und BAP nahelegen.

Die Planer:innenverträge und die AIA in Projekten sind nicht nur auf die gewünschten/notwendigen BIM-Anwendungsfälle zu erweitern, sondern auch auf die unterschiedlichen Bearbeitungstiefen der Leistungsphasen abzustellen.

Im Heft „BIM-Anwendungsfälle öffentlicher Auftraggeber“ sind im Kapitel 7 Fälle aufgezählt, die in der **Betriebsphase** angewandt werden sollen. Dazu ist festzustellen, dass solche Leistungen nicht Teil der Planer:innenleistungen sind. Gebäudebetrieb ist **nicht** in den Ausbildungsplänen der Planer:innenausbildung enthalten, die auf die Konzeption und Errichtung von Objekten fokussieren.

Die Detailtiefe der Beschreibungen in Kapitel 7 des Heftes der AGoeAG ist an Vorgaben orientiert, die möglicherweise in Linienbauwerken (auf der Strecke) nicht aber 1:1 in Hochbauten mit komplexem Ausbau und/oder komplexen TGA-Anlagen erfüllbar sind, bei denen allein die Datenmenge die vorhandenen Programme (Koordinierungsmodelle) und Computer überfordern kann, die sich auch in aktuellen FM-Systemen nicht 1:1 abbilden lassen.

Praxisberichte zeigen bei FM-Anwendungen im Hochbau eher die Rückbearbeitung der Modelle auf die Darstellungstiefe von LOI+LOG 200 - 300.

Für nachstehende Deklarationen wird von einem (aktuell machbaren) Durchschnitt ausgegangen. In allen Fällen ist die Plattform (PKMS+CDE) vom AG zur Verfügung zu stellen.

Planung ist die Konfiguration anwendungsorientierten Wissens, mit dessen Ergebnis der Auftraggeber in die Lage versetzt werden soll, von Dritten ein Objekt errichten zu lassen.

Bauplanung kann aus wirtschaftlichen Gründen niemals so vollständig sein, wie die Planung von Industrieprodukten (z.B. Autos), weil defacto jedes Projekt ein Unikat darstellt. Nicht weil Projekte so „einmalig“ wären, sondern weil sie tatsächlich in der jeweiligen Konstellation der Beteiligten nur einmal gemacht werden und damit die in der Industrie so wertvollen kontinuierlichen Verbesserungsprozesse (der Serienbearbeitung) aufgrund geringer Wiederholungsraten nur eingeschränkt generiert werden können.

BIM-Anwendungsfälle beschreiben z.T. Grundleistungen der Planungen, sowie darüber hinausgehende Leistungen der Planer:innen, die vom oder von der Auftraggeber:in seiner/ihrer AIA oder dem BAP möglichst konkret und fallbezogen für erforderlich/wünschenswert gehalten werden, um die Projektziele des AG zu erreichen.

Die Anwendungsfälle (AWF) sind als Leistungsbild textlich vorkonfiguriert und werden soweit derzeit (2023) möglich mit Zusatz-%-Punkten bausteinartig als Verhandlungsunterlage verknüpft. Einige AWF bauen aufeinander auf und sind zu Paketen zusammengestellt anzuwenden. BIM-Planungen erfordern jedenfalls die AWF 2.3, 2.4 sowie 2.14.

Da diese Art der Darstellung neu ist, stehen per 2023 nicht für alle Anwendungsfälle praxiserprobte Prozesse, direkt anwendungsfähige Programme, valide Aufwandseinschätzungen zur Verfügung.

Per 2023 sollten, nach Aussagen einiger Softwarehersteller, optimistische 50 % der Positionen der Kostenfeststellung aus den Modellen (LOI+LOG 400) „automatisiert“ als Ausschreibungsposition/Mengen generiert werden können. Der „Rest“ ist weiterhin über ergänzende Pläne oder Beschreibungen (z.B. Baustelleneinrichtungen) in den LV-Programmen zu erarbeiten.

Weiters sind für einige Anwendungen (z.B. Mengenermittlung):

- mehrere Bearbeitungsdurchgänge mit (zwischen) Ergänzungen der Modelle anzunehmen,
- konventionelle Ergänzungen vorzunehmen, wenn Positionen im Modell nicht sinnvoll attribuierbar sind,
- Kumulierung aus Modellen unterschiedlichen Stände, Entfall von Elementen, dazukommende Teilmengen,

noch nicht in allen Software-Produkten verfügbar.

In allen Diskussionsbeiträgen zu LM.VM.BIM wurde klar, dass die Modelle allein für die Errichtung durch die ausführenden Firmen nicht ausreichen bzw. nicht eingesetzt werden. Neben den BIM-Modellen sind flächendeckend 2D-Pläne und Details zu erarbeiten. In den Projekten müssen somit unterschiedliche Arbeitsmethoden und Werkzeuge synchronisiert und nachbearbeitet (Beschriftung, Vermaßung ...) werden. Dies ist unter anderem das wesentliche Argument, warum Planer:innen für die Anwendung von BIM höhere Aufwendungen reklamieren.

Weiters ist mit BIM ein neuer Aufwand an Regelkonformitäts-Prüfungen (= fälschlich Koordinationen genannt) verbunden, der über die fachliche Koordinierung durch die Planer:innen hinaus, fremdbestimmt und tendenziell zu oft (\approx laufend ...) eingesetzt werden will, um die formalen Bedingungen für das Zusammenfügen der Teilmodelle zu prüfen.

Die Vision, dass alle Planer:innen gleichzeitig in „einem“ Modell arbeiten würden, ist in open BIM real nicht zutreffend. Häufig wird das Weiterplanen des oder der Architekt:in, nach Freigabe des OA-Modells für die Fachplaner:innen deren Arbeitsgrundlage in Frage stellen. Die gegenseitige Stabilität der Planungen ist in BIM wichtiger als in den Planungsmethoden davor.

Die etwa 6-monatige fachliche Diskussion mit Auftraggeber:innen, Vertretern von Building Smart, Planer:innen hat gezeigt, dass die vorformulierten Genauigkeitsanforderungen [LOI+LOG...] der BIM-Welt nicht mit den eher maßstabsorientierten Stufen der Leistungsphasen, auch nicht mit den in Normen (z.B. H 6010, E 8390-1 oder A 6240 - 1 und 2) formulierten Anforderungen zusammenpassen.

Es wird daher ein weiteres mit den Planerleistungen synchronisiertes Heft, über einen (projektbezogen) konkretisierten Level of Information needed [LOI.N] geben, mit dem die bisherige Definitionen LOI+LOG 100, 200, 300, 400, 500 neu definiert werden sollen. D.h. sowohl in LM.VM.BIM als auch in den Einzelheften der Planer:innen, gelten die derzeit genannten LOI+LOG - Bezeichnungen als vorläufige Definitionen. Es wird empfohlen ggf. projektadäquate Konkretisierungen in den Verträgen den Leistungsbildern, den AIA und BAP zu verhandeln.

Bis zur Verfügbarkeit allgemein anerkannter Muster-AIA und Muster-BAP ist von einem erhöhten Beratungs- und Bearbeitungsaufwand für deren Erstellung auszugehen.

In einem Heft der AGoeAG im ÖIAV finden sich Darstellungen zum Nutzen der BIM-Methode (Schriftenreihe der AG öff. Auftraggeber Heft 01).

Das Heft zu den BIM-Anwendungsfällen öffentlicher Auftraggeber:innen wurde als Schrift 02 auf die Homepage des ÖIAV eingestellt.

[AGoeAG_Schrift-02-BIM-Anwendungsfaelle-1.pdf \(oiaav.at\)](https://www.oiaav.at/wp-content/uploads/2023/06/AGoeAG_Schrift-02-BIM-Anwendungsfaelle-1.pdf)¹

¹ https://www.oiaav.at/wp-content/uploads/2023/06/AGoeAG_Schrift-02-BIM-Anwendungsfaelle-1.pdf

Es ist anzunehmen, dass sowohl die Beschreibungen wie auch die Aufwandswerte zu BIM-AWF in kürzerer Halbwertszeit fortgeschrieben werden, als die anderer Hefte von LM.VM.2023, weshalb wir vorschlagen, sich via Internet bei pmttools.eu anzumelden, um eine künftige Fortschreibung des Heftes BIM-AWF zu erhalten. Aus heutiger Sicht wird dieses als pdf an die Teilnehmer:innen der Anmelde-Liste per E-Mail übermittelt werden.

mailto:bim-anwendungsfaelle@pmttools.eu

2 BIM-Anwendungsfälle

2.1 BIM-Bestandserfassung

- a) Abstimmen / Festlegen des Umfangs und der Bearbeitungstiefe
LOG geometrische Genauigkeit
LOI . Informationen zB. Materialien an Oberflächen,
- b) Bestandsaufnahme durch Vermesser unter Verwendung bestehender Pläne, Kontrollmaße, sowie erg. Aufnahmen
- c) Erstellung der Bestandsmodelle, Abstimmung zw. Vermessung – Modellierung, Prüfprotokoll
- d) Übergabe an AG

Optionale Leistungen

1. *Erhöhte Genauigkeit der dig. Aufnahme*
 2. *Bilddarstellung Wände, Böden, Decken. Einbauten*
 3. *Analyse der Bauschäden*
 4. *Detailuntersuchungen für Einbauten, nicht sichtbare, tragende Strukturen, Geländer, Fassaden*
 5. *Erheben von Leistungsdaten aus dem Betrieb für Simulationen, Einsparungspotentiale*
 6. *Ergänzende Maßnahmen (Einbautenerhebungen, Materialanalysen, Materialentnahmen, Leistungsmessungen...)*
- ▶ umfangreiche Aufgaben/Bearbeitungshinweise für Bestandsaufnahmen finden sich in LM.VM.PE.
 - ▶ für TGA-Anlagen sind neben der Geometrie der Anlagen die Schemata, Leistungswerte, Verbrauchswerte, Lastangaben, Durchflußmengen etc. wichtig für die künftigen Planungen (vgl. auch LM.VM.PE).

2.2 BIM-Baugrunderfassung

- a) Abstimmen/Festlegen des Umfangs und der Bearbeitungstiefe des 3-D-Modells (LOIN)
 - LOI+LOG 200 für LPH 2
 - LOI+LOG 300 für LPH 3
- b) Erstellen des initialen Baugrundmodells auf Basis der vorhandenen Daten
- c) Einbeziehen von Einbauten, Untersuchungen, (Kampfmittel), Analysen, Pegelmessungen .. Fortschreiben des initialen Modells
- d) Aufbereiten / Übergabe der Daten

optionale Leistungen:

1. *periodische Anpassungen des Baugrundmodells auf Basis von IST-Daten*

Es wird angeregt die Einbauten (Leitungen, Kollektoren, Anlagen ...) in das BIM-Baugrund-Modell zu integrieren.

2.3 BIM-Planung, (LPH 2-4, je Fachbereich)

- a) Erstellen/Fortschreiben von BIM-Fachmodellen und Attribuierung je Fachbereich gemäß AIA und BAP je LPH, beginnend mit
 - LOI+LOG 200 für LPH 2
 - LOI+LOG 300 für LPH 3
 - LOI+LOG 300 für LPH 4 (jedoch bezogen auf Bauordnungsrecht)
- b) Integration von Informationen für und von Berechnungen, Berichten,
- c) Modellbearbeitungen, Planungsbearbeitungen je LPH
 - zunächst sind die Modelle/Pläne des Objektplaners soweit zu erstellen, dass die Fachplanungen TW, BP+NH, BR, TA, ... darauf aufsetzen können, weiters sind
 - die Modelle/Pläne der Fachplanungen soweit zu erstellen, dass erforderliche Berechnungen/Dimensionierungen und
 - bei der TWPL die dimensionierte Tragkonstruktion übernommen,
 - bei den FPL, BP + NH, BR ... die fachlichen Beiträge (Berechnungen, Dimensionierungen, Angaben, Aufbauten, Beschreibungen) erarbeitet und an die OA übergeben werden,
 - bei der TGA das Layout der Anlagen + Leitungen an die Objektplanung zurückgespielt werden,
 - die OA die fachliche Koordination + Integration der Fachplanungen durchführt,
 - dieser Kreislauf ist in allen Zonen und LPHen idR. mehrfach zu durchlaufen
- d) Ableitung von Plänen und Erstellung ergänzender Pläne, sowie Vervollständigung der Pläne mit Plankopf, Maßketten, Berechnungen, Beschreibungen, exemplarische (LPH 2) bzw. /ausführungsfähige (LPH 3) Details
- e) Abstimmung der Ergebnisse, Fortschreibung der Fachmodelle, Zwischenredaktionen
- f) Prüfung und Freigabe im Sinne eigener fachlicher Qualitätskontrolle [AWF 2.4.c]
- g) Prüfung der Regelkonformität der Fachmodelle und Koordinierungsmodelle durch BGK, infolge BPS (Prüfregelset, Schwellenwerte), AWF 2.4.a und b, Kommunikation der Ergebnisse und Maßnahmen
- h) Umsetzung der Korrekturen, Nachverfolgung
Integration der Koordinierungsergebnisse der anderen Fachbereiche und data drops, mit / aus dem Koordinierungsmodell,
- i) Übergabe/Präsentation je LPH an AG/Nutzer/Behörden zur Freigabe bzw. Genehmigung

LPH 5-7 siehe 2.14

Grundleistung der Planer

Leistung aus BIM 2.4.c

Optionale Leistungen

1. spezielle Ableitungen wie zB. Bildarstellungen, Decken + Wandansichten, Trassierungsdaten
2. erhöhte Anzahl von Koordinierungen/Kollisionsprüfungen
3. Zwischenpräsentation der zusammengeführten Fachmodelle

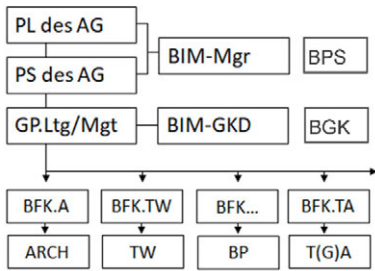
► **BIM-Planung und BIM-Qualitätssicherung (Koordination) bilden gemeinsam die Basis einer BIM-Planung. Ohne diese Anwendungsfälle handelt es sich um keine BIM-Projekte.**

- für Projekte der Projektklasse² 1-2 wird:
 - in der Vorentwurfsplanung eine Zwischenredaktion (Modellprüfung),
 - mit der Entwurfsplanung zwei Zwischenredaktionen und je eine abschließende Modellprüfung zur Abgabe der LPH empfohlen,
- für Projekte der Projektklasse 3-X werden:
 - in der Vorentwurfsplanung zwei Zwischenredaktionen,
 - in der Entwurfsplanung drei Zwischenredaktionen und je eine abschließende Modellprüfung zur Abgabe der LPH empfohlen.

Die Ausführungsplanung (AFP) ist BIM 2.14 beschrieben.

Die Auflagen der Baugenehmigung sind in die Bearbeitung der LPH 5-7 einzubinden und der ÖBA/FBA als Vorgabe zur Kontrolle der Leistungen der AN zu übergeben.

² Projektklassen: <http://projektklassen.hanslechner.at>



2.4 BIM-Koordinierung (Qualitätsmanagement)

- im Bereich Projektleitung oder Projektsteuerung sind durch den oder die **BIM-Manager:in** (des AG, der PS) die generellen Anforderungen des AG an die Ausrichtung der Projektabwicklung und die Art und Mengen der zu übergebenden Daten, der zu bearbeitenden Anwendungsfälle zu erarbeiten und mit dem BGK und den BFK abzustimmen/festzulegen,
- in kleinen Projekten oder solchen ohne Generalplaner kann der oder die BIM-Manager:in die Leistungen des BGK übernehmen,
- im Bereich des Generalplaners sind durch den oder die **BIM-Gesamtkoordinator:in** [BGK] die Beiträge der Fachplaner:innen (OA, FA, TW, TA...) zusammenzuführen, zu prüfen und dem oder der BIM-Manager:in periodisch/mit jeder LPH zu übergeben,
- im Bereich der Fachplaner (OA, FA, TW, TA...) sind durch den oder die **BIM-Fachkoordinator:innen** [BFK] die eigenen Teilmodelle regelmäßig zu prüfen und dem BGK zu übergeben, sowie Abweichungen vom Qualitätsplan aufzuzeigen,
- Für ev. Werkstatt- und Montageplanungen sind vergleichbare Rollen der BIM-Koordinierung zusätzlich zu o.g. Rollen der Planung zu etablieren.

- ▶ **BIM-Qualitätsmanagement (= BIM-Koordinierung) und BIM-Planung bilden gemeinsam die Basis – nach der Definition von building smart – einer BIM-Planung, ohne diese Anwendungsfälle handelt es sich um kein BIM-Projekt.**

Es ist beobachtbar, dass es unter routinierten Planungsbeteiligten Projektabwicklungen gibt, die ohne (externe) Berater / Kontrolloren professionelle Ergebnisse erarbeiten.

- ▶ wesentliche Aufgabe der BIM-Koordinierung ist es, diese Beiträge im Rahmen der BIM Qualitätssicherung aufeinander abgestimmt in ein Gesamtmodell der einzelnen Leistungsphasen zu integrieren.

Bei sehr großen Projekten sind auch mehrere Koordinierungsmodelle mit gegenseitiger Verprobung vorstellbar.

2.4.a BIM-Manager:in (BPS) auf Seiten des AG (PS und oder PL)

- Aufbau der Datengrundstruktur (LOI), Analyse, Berücksichtigung der Betreiberanforderungen,
 - Abstimmen, Erarbeiten der Projektdatenstruktur mit dem GP,
 - Integration der Datenstrukturen OA, TW, BP/BR, TA und AN,
 - Bereitstellen der Datengrundstruktur für AIA, BAP, maschinenlesbar als Konfigurationsdatei für die Modellerstellung und Modellprüfung,
 - Anforderungsmodelle,
 - Erfassung der Vorgaben aus dem RFP,
 - Abstimmung mit AIA, BAP, LOI.N, oder gemäß ÖN A 6241-4,
 - Erstellen des/eines Anforderungsmodells,
 - *Verifizieren BIM-Kompetenzen GP, OA, TW, TA durch BAP-Kolloquium, Projektstartkolloquium, Modellierungskolloquium, Qualifizierungskolloquium,*
 - BIM-PS LPH 2, 3, 4 (=PPH2)
 - MW an Aufbau, Fortschreibung der BIM-Organisation, AIA, BAP
 - Steuerung+Überwachung der Koordinierungssitzungen, Vorgaben zu Prüfrhythmen, Prüfroutinen, Berichtsführung, Nachverfolgung der Agenda/Mängel
 - Unterstützen des GP bei der Verwendung der Anforderungsmodelle
 - Überwachung der Beiträge des BGK auf Einhaltung der Vorgaben
 - Überwachung der Modelldatenübergaben je LPH
 - Berichterstattung an den AG
 - BIM-PS LPH 5, 6, 7 (=PPH3)
 - Fortschreibung der BIM-Organisation, AIA,
 - Steuerung+Überwachung der Koordinierungssitzungen zur Ausführungsplanung,
 - Überwachung der Beiträge des BGK und der Modelldatenübergaben,
 - Berichterstattung an den AG,
 - Vorgaben zu den Kompetenzanforderungen an die ausführenden AN für M+W-Planungen+Prüfungen,
 - für as built Vermessungen, Nachführung der M+W Pläne und Nachweise,
 - *Verifizieren der BIM-Kompetenzen der AN durch Kolloquien je AN*
 - BIM-PS LPH 8, nur wenn die ausführenden Firmen die M+W Planung in BIM machen
 - *Steuerung+Überwachung der KOO-Sitzungen zu Freigaben der M+W-Planungen mit BIM,*
 - *Steuerung+Überwachung der Auswertungen der as-built-Aufnahmen,*
 - *Überprüfung der Beiträge des BGK, der Planer:innen, Nachbearbeitungen,*
 - *Überprüfung der Beiträge der Nachbearbeitung der ausführenden Firmen,*
 - *Kontrolle aller übergebenen Modelldaten, auf Vollständigkeit+Konformität mit BAP,*
- Optionale Leistungen**
- *Betreiben des CDE (Common Data Environment), Bereitstellen der ausfallsicheren Datenräume.*
 - *Administration der Zugangsberechtigungen der Planer und AN,*
 - *Überwachung der abschließenden Übergabe der Daten an das FM,*
 - *Erweitern + Ergänzen der Daten für den Gebäudebetrieb*

Die Erstellung und Abstimmung der AIA mit dem AG und GP ist in LM.VM.PS disponiert.

Die Auftraggeber-Informationsanforderungen (AIA) enthalten i.d.R. die vom AG für sein Projekt gewünschten BIM-Anwendungsfälle, mit denen die Grundleistungen von GP, OA, TW, TA erweitert und der vom AG erwartete Mehrwert der BIM-Bearbeitung generiert werden soll.

Die AIA sind als Vertragsgrundlage den Unterlagen von Wettbewerbs- oder Verhandlungsverfahren beizufügen, um die Anforderungen des AG ab ovo klarzustellen.

2.4.b BIM-Gesamtkoordinierung (BGK) auf Seite des GP bzw. OA oder Bi

- ▶ Umsetzen der Informationsbedürfnisse des AG bezogen auf die digitale Projektabwicklung,
 - Abstimmung mit BIM-Manager des AG und den BIM-Fachkoordinatoren
 - Überprüfung der im BAP definierten Vorgaben im Projektverlauf
- BIM-Implementierung, Überwachung der gewerkeseitigen BIM-Implementierung
- Erstellung BGK-Prüfregeln, Einrichten Kollaborationsplattform (CDE)
- Wahrnehmen der Rolle der BIM-Gesamtkoordinierung gemäß AIA
- *Konzeption, Anordnung und Umsetzung der projektspezifischen Schulungen (intern oder extern), Freigabe + Bestätigung der Aus+ Weiterbildung der Koordinatoren*
- Fördern der Zusammenarbeit und Kommunikation im Team, regelmäßige Koordination aller GP-Beteiligten mit AG
- Zusammenstellen, Übergeben der Inhalte der dig. Projektabwicklung an den oder die AG/BIM-Manager:in
- primärer Ansprechpartner:in für Fragen zur digitalen Projektabwicklung
- vertritt den GP gegenüber dem oder der BIM-Manager:in AG, dem AG und der PS
- Sicherstellen konsistenten, modellbasierten Arbeitens durch Strukturregeln, Standards und Prozesse. Abstimmen der Inhalte AG-GP-Fachplaner:innen (OA...)
- Auswahl / Aufbau / Anpassen der Strukturen für die BIM-Arbeit, der Inhalte + Lösungen, die schrittweise mit dem Modell verknüpft werden
- Organisieren und Betreiben der digitalen Projektabwicklung des GP
- Initiieren+Einhalten der geforderten Standards der digitalen Projektabwicklung
- Umsetzen der Prozesse für die digitale Planungsabwicklung
- Veranlassen der periodischen Zusammenführung der Modelle
- Nutzung der gemeinsamen Arbeitsumgebung, Koordinierung der Anforderungen, der Teilnehmer, Überwachung der Inhalte und der Nomenklatur, um die erzeugten Unterlagen (CAD, Alphanumerik und Dokumente) untereinander austauschen und zusammenfügen zu können,
- Verantwortung für die Einhaltung der Vorgaben zur Datensicherheit, Datenkonsistenz und Datenverteilung,
- Organisation, Initiierung der BIM-seitigen Abstimmungen
- periodische Abstimmung mit dem oder der BIM-Manager:in AG + mit den BIM-Fach-Koordinator:innen des GP
- Sicherstellung der fristgemäßen Erbringung von BIM Leistungen gemäß den Meilensteinen für den Informationsaustausch und für die AG-seitigen Zwischenpräsentationen,
- planer-team-interne Vorgabe und Umsetzung des BIM-Qualitäts-Managements
- Definition der Qualitätssicherungsprozesse,
- Überprüfung der Umsetzung der BIM-Anforderungen durch die Planungsbeteiligten,
- Prüfung und Freigabe der Modelle, Pläne und Dokumente seitens GP
- Organisation der Perioden / Etappen der Zusammenschau aller Teilmodelle (OA, TW, BP, TA ...), für Zwischenpräsentationen für den Auftraggeber / seine Nutzer zur Abstimmung der bis dahin erreichten Ergebnisse, Soll-ist Vergleiche, Offenlegen der offenen Punkte
- Konzeption der Datenbereitstellung an die ausführenden Firmen,
- Abstimmung der M+W Planungen der AN und der Datenrückflüsse von der Bauabwicklung, gemäß AIA + BAP
- *MW an der Konzeption der Übergabe der Daten an den Bauunterhalt*

Optionale Leistungen

- *Betreiben des CDE (Common Data Environment), Bereitstellen der ausfallsicheren Datenräume*
- *MW Administration der Zugangsberechtigungen der Planer:innen und AN → PS*
- *MW an der Datenstruktur für den Gebäudebetrieb*
- *Umarbeiten der Daten für die abschließende Übergabe an das FM*

Die Erstellung/Abstimmung und Fortschreibung des BAP ist in LM.VM.GP disponiert.

Teil der Erstellung des BAP sind die (LPH-bezogenen) Prüfroutinen, mit denen einzelne Modelle oder das Koordinierungsmodell auf Einhaltung der Regeln überprüft werden.

BAP ...BIM Abwicklungsplan

In Generalplanervergaben können die Inhalte des BAP als Kompetenznachweis des GP (Eignungs-, Auswahl-, Zuschlagskriterien) eingesetzt werden. Sie bestimmen auch den Aufwand für die BIM-Gesamtkoordination.

Gut vorbereitete/routinierte Vorschläge dazu, das Aufzeigen valider eigener Prüfregele (auch der Fachplanungen) sind häufige Inhalte in den auf Wettbewerbe folgenden Vergabeverhandlungen.

Im BAP ist auch die für das Projekt sinnvolle Bearbeitungstiefe (LOI + LOG \approx LOI.N) am sinnvollsten gewerkeweise darzustellen. Neuere Weiterentwicklungen zu LOI.N sollten dabei beachtet werden.

Typischer Gradmesser sind z.B. die schon vor der Planung einschätzbaren Attribute der Türlisten, die in Objekten mit großen Menschenansammlungen (Flughäfen, Bahnhöfe, Veranstaltungsgebäude ...) durchaus 60-70-80 Parameter haben können.

Im Falle einer Personalunion BGK und GP-Management sind im Organigramm und in der Personaleinsatzplanung des GP ausreichende Ressourcen und die Qualifikation der Mitarbeiter:innen nachzuweisen.

Falls kein GP beauftragt ist, ist die Rolle der BGK vertraglich zu regeln und z.B. der OA oder IB zuzuordnen.

2.4.c BIM-Fachkoordinierung, BFK-OA, BFK-TW, BFK-TA, BFK-Bi

- ▶ Umsetzung der digitalen Informationsbedürfnisse des AG und des BAP bezogen auf die digitale Abwicklung der Projekte, des jeweiligen Fachbereichs
- ▶ primärer Ansprechpartner für Fragen zur digitalen Planung zwischen BIM-Gesamtkoordinator:innen und den BIM-Ersteller:innen
- Analyse der Anforderungen, für den eigenen Fachbereich, Weitergabe im Team
- MW bei der Erstellung und Fortschreibung AIA+BAP
- MW bei der BIM-Implementierung
- MW Einrichten Kollaborationsplattform
- Erstellen der BFK-Prüfregele
- Einrichten Datenstruktur in BIM-Applikationen
- *Identifikation des projektspezifischen Schulungsbedarfs im eigenen Team*
- *Veranlassen von Nachschulungen*
- Bereitstellung der Standards und etablierten Verfahren für das Projekt
- Prüfen und Weitergabe der Inhalte der digitalen Projektabwicklung an BIM-Ersteller:innen
- Überwachen der Einhaltung der geforderten Informationsqualitäten, Standards und der etablierten Verfahren
- Vertreten der eigenen Planung gegenüber den anderen Planungsdisziplinen
- Durchführen der technisch-planerischen **Koordination + Integration** gem. LM.VM
- Verantwortung für das Bereitstellen der Fachmodelle
- Prüfung der eigenen Fachmodelle, Freigabe dokumentiert mit Prüfbericht
- MW am Zusammenführen des Koordinierungsmodells
- MW an den BIM-seitigen **Koordinations-sitzungen**
- Koordinieren und Beheben von Konflikten mit den anderen BFK

- periodische Abstimmung mit dem oder der BIM-Gesamtkoordinator:in
- periodische Überwachung und Abstimmung mit den BIM-Ersteller:innen
- Organisation und Durchführung der Testläufe zur Validierung der Konzepte und Modellinhalte
- Führen der Aufgabenliste für die Punkte aus der Modellkoordinierung
- Organisieren der dazu notwendigen Kommunikation und Maßnahmen
- regelmäßige Reports und ad hoc Berichte zu Abweichungen
- Analyse & Bewertung der Abweichungen auf fachliche Relevanz
- Überprüfen der Einhaltung der vereinbarten Standards der dig. Projektentwicklung
- Überprüfen der Nutzung der Kollaborationsplattform,
- Einhaltung der Vorgaben zur Datensicherheit, -konsistenz und -verteilung
- Kontinuierliche Qualitätssicherung hinsichtlich der vereinbarten Anforderungen
- Kontrolle der zu erbringenden Leistungen und Zwischenleistungen und
- Freigabe der Planungen + Dokumente durch Signatur
 - zunächst Planer:innenteam intern
 - danach an die ausführenden Firmen, sowie
 - ggf. der M+W-Planungen und
 - der ev. Rückführung der as-built-Daten, zB. aus dem Rohbau für Fassaden und Stahlbau

Im Falle einer Personalunion BFK und z.B. Teamleitung OA sind im Organigramm und in der Personaleinsatzplanung der OA ausreichende Ressourcen und die Qualifikationen der weiteren Mitarbeiter:innen nachzuweisen.

2.4.d Ersteller:in OA, TW, TA, Bi

Autor:in/Mitarbeiter:in des jwlg. Fachbereichs

- ▶ konstruiert die Bauteile gemäß den Vorgaben und Standards
- Ansprechpartner:in für Fragen zur dig. Planung und Ausführung im Fachbereich
- Überwachen der Einhaltung der geforderten Informationsqualitäten
- der Standards und etablierten Verfahren,
- Abstimmungen mit anderen Planungsdisziplinen in Bezug auf Schnittstellen, Datenübertragung, Regeln und Kooperation,
 - rechtzeitiges Bereitstellen fachlich korrekter und den Anforderungen der LPH / des Meilensteins entsprechender Modelle
 - Meldung von Abweichungen an den BIM-Fachkoordinator,
- Unterstützen der projektweiten modellbasierten Zusammenarbeit
 - ergänzend zur technisch-fachlichen Koordination mit den anderen Planer:innen
- fortlaufende Abstimmung mit dem oder der BIM-Fachkoordinator:in (Teamleiter:in)
- Umsetzung der Ergebnisse aus Koordinationssitzungen
- Ansprechpartner für fachbezogene BIM-Themen von anderen Projektteilnehmer:innen,
- Ansprechpartner:in für fachbezogene und externe BIM-Belange,
- koordiniert die internen IT-Anforderungen mit den Bedürfnissen im Projekt,
- verantwortet die Qualitätssicherung eigener Daten, bevor diese publiziert werden,
- Einhaltung der Vorgaben von Datensicherheit, -konsistenz und -verteilung,
- Einhaltung der vereinbarten Standards der dig. Projektentwicklung

Für die Arbeit in/mit Autorensoftware ist die – im Gegensatz zu vielen Außenmeinungen – noch eingeschränkte Leistungsfähigkeit der verfügbaren Programme, der unterschiedlichen Planungsdisziplinen (OA, TW, BR, BP, NH, TA,...) zu beachten, die aktuell via IFC-Schnittstelle nur die Fach-Modelle, nicht aber die abgeleiteten und/oder die ergänzenden Pläne übergeben können. Viele der in den Anwendungsfällen beschriebenen Bearbeitungen sind nur mit Zusatzprogrammen bearbeitbar.

2.5 BIM-unterstützte Bemessung und Nachweisführung

- a) Zuweisung von Berechnungs+Simulationswerten
Angabe der anzuwendenden Regelwerke, Bemessungsprogramme und Bearbeitungsstufe
 - b) Erstellen der Berechnungen
 - c) Rückführen / Eintragen der Ergebnisse, Nachführen der Geometrie / Attribute
 - d) Abstimmen der Ergebnisse mit den anderen Fachbereichen
 - e) „Verlinken“ der Ergebnisse / der Detailberechnungen/ in Fachmodellen,
zB. für Prüfungen (Prüfingenieur)
 - f) ...
-
- ▶ für die sehr unterschiedlichen Berechnungen in OA, TW, TA, BP+NH oder BR sind unterschiedliche Modelle/Auszüge/Sondermodelle zugrunde zu legen,
 - ▶ BIM-Modelle sind i.d.R. nicht direkt für Berechnungen nutzbar,
 - Volumenmodelle benötigt man z.B. für Schallbetrachtungen, ggf. kombiniert mit relevanten Straßenzügen und deren Verkehrszahlen,
 - Baugrund- und hydrogeologische Modelle mit relevantem Umgriff für Versickerungsprojekte, Ganglinien für die Darstellung der Pegelveränderungen bei Entnahme/Rückführung von Grundwasser,
 - Innenraummodelle für die Prognose von Entrauchung, Entfluchtung oder Luftverteilung in großen Räumen,
 - Tragwerksplanungen (Rohbau-, Stahlbau, Holzbau) rechnen i.d.R. in/mit eigenen Modellen,
 - Techn. Gebäudeausrüstung wird aufgrund deren Anforderungen i.d.R. in eigenen Programmen/Konfigurationsprogrammen berechnet und dimensioniert, deren Ergebnisse und techn. Attribuierungen im „BIM-Modell“ nachgetragen werden müssen.

2.6 BIM-unterstützte Nachweisführungen und Zertifizierungen (z.B. digitaler Gebäudepass, ÖGNI u.a., Taxonomie)

Leistung aus LM.VM.BP+NH

- a) Beraten zu, Zusammenstellen der Nachhaltigkeitsanforderungen und Ziele Festlegen des Zertifizierungssystems, der Strategie, der Reportingvorgaben (LM.VM.BP+NH)
- b) Festlegen der Zuordnung von Zielen, Kategorien, Aufgaben und Dokumentationspflichten an die Projektbeteiligten
- c) Verknüpfen der Produkt+Materialinformationen in den BIM-Fachmodellen durch die jeweiligen Planer:innen, Bearbeitungstiefe, Zahl der Berichte/Zwischenberichte ist mit AIA und a) festzulegen
- d) Fortschreiben/Adaptieren/Eintragen der Angaben aus der Baudurchführung durch die ausführenden Firmen, Überprüfung der Angaben durch FPL.NH
- e) Auswerten als Abschlussdokumentation (dig. Gebäudepass) durch FPL.BP+NH

Das Thema Nachhaltigkeit, Kreislaufwirtschaft, Nachweise zur Einhaltung der Taxonomieverordnungen, ESG wurde mit LM.VM.2023 aus der bisherigen Beraterschiene in eine Fachplanung weiterentwickelt, die je nach den Anforderungen des AG, der Zertifizierungssysteme, der Finanzierungsanforderungen im Planungsteam umzusetzen ist.

Eine Kombination der Strukturen, Inhalte, Auswertungen mit den Raum-/Anlagenbüchern des AWF 2.11 ist naheliegend.

2.7 BIM-Visualisierungen

- a) Erstellen von einfachen, direkt ableitbaren Visualisierungen aus den Fachmodellen im Rahmen der Standardfunktionen der eingesetzten Software
- b) Erstellen von einfachen Visualisierungen aus dem Koordinierungsmodell mit den für die Planung erforderlichen Informationen

Optionale Leistungen

1. Ergänzen von Umgebung, Menschen, Pflanzen, Oberflächen mit Textur + Farbe
2. Unterstützende Bilddarstellung für Verkauf / Vermietung / Vermarktung
3. Aufbereitungen für Virtual-Realitydarstellungen, Filme

- „einfache“ Visualisierungen im Rahmen der Standardfunktionen der Autorensoftware werden zur Veranschaulichung der Planungsstände direkt aus den Modellansichten generiert. Darüberhinausgehende Darstellungen sind gesondert zu beauftragen.

2.8 BIM-unterstützte Mengenermittlung

- a) Auszug der anzuwendenden Positionen, Anlagen, Anlagenteile
- b) Zuweisung der Parameter lt. AIA
- c) ggf. Ergänzen der Modelle
- d) Erstellen Mengenauszug auf Austauschformat / - tabelle
- e) Identifikation von Positionen aus abgeleiteten und ergänzenden Plänen, Details,
- f) Mengenermittlung aus e)
- g) Ergänzungen der Daten um nicht modellbasierte Ansätze
 - Baustelleneinrichtung, Logistik, Regel
 - M+W-Planungen
 - Inbetriebnahmeaufwände ...
- h) mehrfache, schrittweise Überarbeitung je nach Weiterplanung
- i) Aufbereiten, Erläutern der Ergebnisse
- j) Übergabe an AG/Planungsbeteiligte

- ▶ BIM-basierte Mengenermittlung kann in unterschiedlichen Leistungsphasen eingesetzt werden, wird in der Vorentwurfsplanung eine geringere Anzahl an Positionen und Parametrierungen aufweisen, wird in LPH 5 ggf. einzelne Gewerke und nicht das gesamte Projekt betreffen. Die LPH/Anforderungen/Bearbeitungstiefen sind in den AIA zu regeln.

Die Mengen zur vertieften Kostenschätzung oder zur vertieften Kostenberechnung oder zu den LVs werden in den entsprechenden Anwendungsfällen erarbeitet.

- ▶ die Modelle/Modelldaten müssen in den aktuellen Programmen gesondert/zusätzlich zur Planung für Mengenermittlungen aufbereitet werden, wobei
 - die Strukturen der IFC-Bezeichnungen nicht mit den (je nach LPH abgestuften) Bezeichnungen/Nummerierungen der Elemente der ÖN B 1801 oder der DIN 276 zusammenpassen,
 - nicht mit den (in Österreich und Deutschland unterschiedlichen) Strukturen der StLB zusammenpassen,
 - in den Betrachtungsweisen und Anforderungen zwischen OA, TW, BP+NH, TA unterschiedlich ausgeprägt sind,
 - die Mengenermittlungsvorgangsweise der Fach-ÖNORMEN mit Zuschlägen/Abzügen in Modellen und den Berechnungsprogrammen nicht normkonform dargestellt werden können...
- ▶ mehrfache Mengen/Positionsauszüge aus unterschiedlichen Bearbeitungsständen einer LPH können (je nach angewandtem Zusatzprogramm) nicht automatisch kumuliert werden, müssen i.d.R. manuell nachbearbeitet/überprüft werden.
- ▶ gemäß Einschätzung eines oder einer Vertreter:in der Softwareindustrie sind dzt. 50 % der Positionen strukturgebundener Gewerke (Betonbau) modellierbar. Bei komplexen Ausbaugewerken eher weniger.

- ▶ die derzeitigen Programme berücksichtigen die Aufmaßregeln der ÖN in vielen Fällen nicht, sodass in den Vertragsbedingungen z.B. „Netto“-aufmaße gemäß Geometrie vereinbart werden müssen.
- ▶ Mehrschichten-Aufbauten bereiten in vielen Fällen zusätzlichen Aufwand, weil die Schichten einzeln angesprochen werden müssen.

2.9 BIM-unterstützte Kostenermittlungen

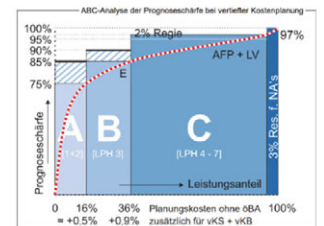
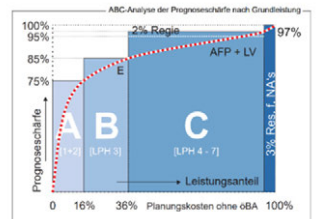
- a) Festlegen der Struktur und der Bearbeitungstiefe
 - zB für Kostenrahmen, Kostenschätzung, Kostenberechnung
 - zB nach ÖN-B1801-1, DIN 276, Leitpositionen ...
 - zus. Parameter für Umgliederungen (StLBH, Förderstellen)
 - Festlegen der Projekt-, Bauteil-, Anlagengliederung und/oder von Berechnungskreisen
 - erg. Positionen bezogen auf das jeweilige Projekt/Gewerk, wie zB, Planungskosten, Regie, Baustelleneinrichtung oder Positionen aus ergänzenden Plänen/Details
 - Positionsliste zur Abstimmung mit AG, PS, BK
- b) Mengenermittlung gemäß AWF BIM - unterstützte Mengenermittlung
Überprüfen der Daten
- c) Mengenermittlung aus abgeleiteten und ergänzenden Plänen, Details
- d) Erheben, Einholen der Preise (z.B. § 24 BVerG)
- e) Übergabe / Übernahme der Mengen in Kostenermittlungstool
- f) Ergänzung der Daten um nicht modellbasierte Ansätze für
 - zB Anschlußkosten
 - zB Baustelleneinrichtungen, Logistik, Regie
 - zB Planungskosten
 - zB Nebenkosten
 - zB Reserven, Risiko, Index,...
- g) mehrfache Bearbeitungen, Nachführungen, Optimierungen
- h) Aufbereiten, Erläutern der Ergebnisse

- ▶ die „Elemente“ der ÖN B 1801-1 sind nicht synchronisiert mit üblichen „Elementen“ der IFC-Logistik,

◀ TGA = HKLSREFT

- ▶ die Konstruktionsprogramme der TGA beziehen sich auf TGA-normkonforme Massenermittlungen mit Zuschlagspositionen für Formstücke, Materialstärken, die in LPH 2 oder 3 nicht im Modell dargestellt werden,
- ▶ die „Fortschreibung“ der Positions-Gliederung zwischen LPH 2 und 3, sowie die Umstellung auf StLBH in LPH 6 erfordert zusätzliche Kennwerte je Element.
- ▶ Die BIM-Programme bieten per 2023 Bearbeitungstools nur für wenige, Kostenbereiche, sodass insbesondere bei Ausbauleistungen und TGA nachgearbeitet werden muss. Die Berechnungstools sind nicht auf übliche Aufmaßregelungen abgestellt.
- ▶ Es ist davon auszugehen, dass mehrere Durchläufe der Mengenermittlung gemacht werden müssen, wobei die Kostenermittlungstools zwischen Neuberechnung, Ergänzung, neue Positionen, ggf nicht benötigte vorher ermittelte Element-, Positions-, Mengenansätzen nicht immer unterscheiden können und manuell nachbearbeitet werden müssen.

- Je nach Leistungsphase sind stark unterschiedliche Bearbeitungsansätze zu erwarten
- Kostenrahmen ggf. mit BGF/BRI-Kennwerten u/o 1.Ebene der ÖN B 1801-1, 2-Faktormethode bedeutet dabei zwei Rechengänge mit jeweils BGF- oder BRI-bezogenen Kennwerten,
 - Kostenschätzung z.B. in der Gliederung der ÖN B 1801-1, 2.Ebene,
 - Kostenberechnung z.B. in der Gliederung der ÖN B 801-1, 3.Ebene,
 - vertiefte KS/KB jeweils zumindest um eine Ebene tiefer, oder mit Leitpositionen aus Fachprogrammen,
 - die Fortschreibung der Kostenberechnung während LPH 5 (neue opt. Leistung) im Abgleich für dazukommende C-Positionen und den Reserven der KGR 9 (contingency) verbessert die Bearbeitungen vor dem Kostenanschlag,
 - wesentlich scheint die Möglichkeit, mehrere Bauteile/Rechenkreise und mehrere Strukturmodelle (ÖN, DIN, StLBH, SAP ...), in einem Programm umgliedern zu können



2.10 BIM-Bauphasensimulationen

- a) Festlegen der Darstellungsabsicht, der Bearbeitungstiefe (unterschiedlich je Leistungsphase)
- b) Unterteilen von Modellelementen in bearbeitungs-, errichtungs-, fertigungsrelevante Abschnitte
- c) Erstkonzept von Daten, Dauern, Abfolgen, Herausarbeiten von Widersprüchen
- d) Aufbau Zeitplanraster, probeweises Verknüpfen der Modellelemente
- e) Analyse von Transportwegen, Transportmengen, Lagerflächen, Engstellen
- f) Analyse von Voraussetzungen für die Abfolge der Modellelemente
- g) idR. mehrfache Optimierungen, Darstellen/Beschreiben von Abhängigkeiten
- h) Export der Bilder, Nachbearbeitung
- i) Zusammenstellen der Ergebnisse zB. in pptx, Übergabe an AG/Projektbeteiligte
- j) ggf. Attribuieren (4D) der Modellelemente
- k) Dokumentation der Bauphasen(soll)simulationen

Die Darstellungen dazu sind im Hochbau nicht aus den BIM-Arbeitsmodellen, sondern allenfalls aus (mehreren) vereinfachten oder eigens dafür aufgebauten Sondermodellen ableitbar. In LM.VM. sind Ausführungssterminpläne:

- LPH 2 Vorentwurfsplanung (Zeitraster Q/M)
- LPH 3 Entwurfsplanung (Zeitraster M/W)
- LPH 5 Ausführungsplanung (Zeitraster W/T)
- LPH 8 örtl. Bauaufsicht (Zeitraster T)

vorgesehen, der Zeitraster der Bauphasensimulation ist aufgrund der großen Zahl der StLBH-Positionen zur Wahrung der Übersichtlichkeit max. bis „monatlich“ anwendbar.

- ▶ Darstellungen für Entscheidungsträger, AG, Politik, Finanzierung
- ▶ Darstellungen für Ausschreibung+Vergabe, (z.B. Umstände der Leistungserbringung) werden auf gesonderten Teilmodellen erarbeitet werden müssen.
- ▶ die unter Pkt. 2.15 beschriebene BIM-basierte Bauüberwachung kann auf dem gleichen Datensatz wie AWF 2.10 die Ist-Termine, ggf. Störungen, eintragen und periodisch einfrieren, um den Projektablauf in der Art mehrerer „Filme“ aus unterschiedlichen Zeitabschnitten „real“ darstellen zu können.

Nachstehende Seite zeigt ein sehr frühes Beispiel einer Bauphasendarstellung, vor BIM, aber durchaus im Sinne von AWF 2.10.

2.11 BIM-Raumbuch / Anlagenbuch

- a) Vorgabe des Zielformats der Raumcodierung (Projektstruktur, DOK.RL) durch AIA
- b) Abstimmen der Zahl / Termine der Exporte je Fachbereich im AIA
- c) Abstimmung der Inhalte (Merkmale) + Formatvorlagen
Abstimmung auf die LPHen der Planung
Festlegen der Anzahl / Zeitpunkte der Auswertung
- d) MW / Abstimmung zu RL.DOK (AKS...)
- e) Abfragen der Daten aus den Teilmodellen der Planungsbeteiligten
Export der Daten (..Datenbank, dRofus ...) oder
- f) Erarbeiten einer Exportfunktion der Daten für das Raumbuch
- g) Überprüfen der Inhalte, Ergänzungen, Korrekturen
- h) Konsolidierung der Modelle, finale Abfrage der Daten je LPH
Export der Daten (dRofus ...)
- i) ggf. Archivieren der Modelle + Daten zum Stand der Ausgabe
- j) Überführung der Ergebnisse in das Raumbuch
- k) Ergänzen der Daten um nicht modellbasierte Inhalte/Verortung/Mengen
- l) Überprüfung der Inhalte
- m) Übergabe an AG, Projektteam

Optionale Leistungen

1. Mehrfache Exporte je LPH

2. Erarbeitung von Daten, die nicht für die Errichtung erforderlich sind

3. Anleiten, Überprüfen der Angaben/Eingaben der ausführenden Firmen (LOI 500)

4. MW an der Konkretisierung der Daten für CAFM

5. Auswertung als Element/Bauteilkatalog

Einfache Raumlisten, enthalten z.B. die Information des Raumstempels.

Standard – Raumbücher enthalten die Bezeichnung/Beschreibung der Räume, statistische Werte, Umfang, Grundfläche, Wandfläche, Türen, Fenster, die erforderlichen Raumkonditionen und die an der Oberfläche sichtbaren Einbauten (Stecker, Schalter, Luftauslässe, Leuchten, ...).

Anlagenbücher enthalten die Bezeichnung von TGA/ELT/MT-Anlagen, die wesentlichen Leistung + Kennwerte, Herstellungsjahr, besondere Hinweise zu Bedienung/Betrieb und ggf. die Verknüpfung mit den Produktdokumentationen.

Anlagenbücher für ELT sind im Sinn OVE E 8101 (Elektrotechnikgesetz) in den Anforderungen der AIA zu deklarieren.

Umfassende Raumbücher enthalten zusätzlich: Wand-, Decken-, Bodenschichtaufbau+Einbauten, sowie die attribuierten Materialien der lastabtragenden Konstruktionen, der Hülle, des Ausbaus, der TGA/ELT/MT, Betriebsanlagen und der Einrichtung. Für solche Raumbücher ist eine Aufwandsabschätzung (vgl. zB. OA. 5 (3)) anzuwenden.

- ▶ Raumbücher sollten zu jeder LPH (2,3), in der Ausführungsplanung zu jedem LV-Paket (Gewerk) fortgeschrieben werden,

- ▶ Beiträge/Ergänzungen der ausführenden Firmen (Produkte, Daten) sind insofern problematisch, da die Bearbeitbarkeit und Rechte (welche Einzelräume, welche Elemente) i.d.R. mehrfach zugeteilt und die Eingaben kontrolliert werden müssen.

In allen Anwendungen ist ein zus. Bearbeitungsaufwand zwischen Modellen und ergänzenden Planungen/Angaben anzunehmen, da via IFC keine abgeleiteten/ergänzenden Pläne (Aufbauten, Details ...) übertragbar sind.

2.12 BIM-basiertes Behördenverfahren (zukünftiger Anwendungsfall)

(Vereinfachungsvorschlag der AG-BIM der Planer)

- a) die Modelle der LPH 3 sollten (lt. LM.VM.) alle (technischen und Kosten-) Aspekte, auch der LPH 4 Einreichung, enthalten,
- b) Umarbeiten und Ergänzen der Modelle, um die für baubehördliche Prüfungen notwendigen zusätzlichen Parameter (80-100) einzuarbeiten und ggf. um Entwurfsaspekte zu reduzieren,
- c) Vorprüfen des Baueinreichungsmodells (ggf. mehrfach) durch Hochladen auf die Plattform der Behörde, ggf. Nachbesserungen, Einarbeiten der Rückmeldungen zur Vorprüfung,
- d) Erstellen abgeleiteter und bereinigter sowie ergänzender 2D-Pläne, BIM-basierte Kommunikation mit der Behörde,
- e) Hochladen der Baueinreichungsmodelle und des Vermessungsmodells auf die Plattform der Behörde,
- f) Bearbeiten ergänzender Rückfragen, BIM-basierte Kommunikation mit der Behörde

Optionale Leistungen:

1. *Vermessungsmodell*
2. *Referenzmodell (geometrischer Bebauungsphasen)*
3. *zusätzliches, vereinfachtes Modell zum Prüfen der Volumina*
4. *Einbinden von vereinfachten Modellen in das Stadtmodell*
5. *Visualisierungen, Augmented Reality – Darstellungen für Anrainereinbindung*
6. *Extrahieren von Daten, die nicht IFC-Standard sind*

- ▶ die bisherigen Testanwendungen beziehen sich auf Neubauten, in BRISE³ wurden Bestandsumbauten nicht diskutiert,
- ▶ ergänzende Angaben wie Aufbauten, bauphysikalische Attribute werden derzeit von den Behörden nicht im Modell geprüft,
- ▶ die Rechtsbasis der Prüfungen+Prozesse ist derzeit nicht geklärt, auch die digitale Signatur des Modells ist noch unklar,
- ▶ Archivierung der Modelle derzeit unklar (Software-Weiterentwicklung).

³ Building Regulations Information for Submission Envolvement – Digitalisierungsprojekt der Stadt Wien

2.13 BIM-unterstützte LV-Erstellung

(via IFC)

- a) Abgleichen der Gewerkepakete mit LV-Vergabepaketen (Bauabschnitte, Lose)
 - b) Abgleichen BIM-Projektelemente mit den voraussichtlichen LV-Positionen
 - c) Abgleichen der ifc-übergebaren Daten, Festlegen der Ermittlungsart der ergänzend für die StLBH und TGA-konformen, erforderlichen Angaben
 - d) Ergänzen der BIM-Modelle mit den Parametern der LV-Struktur und ergänzenden Angaben gem. der AIA,
 - e) Abschließende fachliche Koordination des Vergabepaketes mit Inhalten/Daten der anderen Gewerke, insbesondere der noch weiter zu bearbeitenden
 - f) Mengenermittlung im Fach-Modell zB. gem. BiM 2.8 und im AVA – Modul für nicht modellierte Positionen
 - g) Überprüfen der Daten (Plausibilitätscheck).
 - h) Nachbearbeiten der LVs
 - i) Eintragen der voraussichtlichen Preise – Kostenanschlag bzw. Auftragswert.
 - j) LV-Lesung, ggf. Nachbearbeiten des LV, ggf. [Nachbearbeiten der Modelle und der abgeleiteten sowie ergänzenden Pläne](#), sowie der Mengenermittlungen und des Kostenanschlags
 - k) weiter mit LM.VM. LPH 6, Zusammenstellen der Vergabeunterlagen ...
-
- ▶ die aktuelle Praxis zeigt für Neubauten eine Übernahmemöglichkeit der „Modellmengen“ von unter/bis 50 % im Rohbau, in der TGA werden sehr viele auszuschreibende Positionen wie Formstücke, Materialstärken oder Einsatzteile in Stecker, Schalter nicht ausschreibungstauglich modelliert,
 - ▶ das Schnittstellenrisiko zwischen Modellen, ergänzenden Plänen, „fachlichen“ Ergänzungen der nicht planbaren Positionen ist offen anzusprechen und zu dokumentieren,
 - ▶ Planungs-(Modell-)Änderungen während der Ausschreibungserstellung erfordern den Einsatz von AWF 2.17 – Änderungsbearbeitung und einen nur in wenigen Programmen machbaren Abgleich ifc alt ÷ ifc neu.
 - ▶ **Im Hochbau ist die LPH 5 (gewerkebezogen) Ausführungsplanung vor der LPH 6 Ausschreibung und Vergabe zu erbringen.**

2.14 BIM-Ausführungsplanung

LPH 5 bzw. 7, je Fachbereich + Gewerk

das wird künftig in LOI.N
fortgeschrieben

- a) Fortschreiben von BIM-Fachmodellen und Attribuierungen je Fachbereich gem. AIA + BAP, LOI+LOD 400, Festlegen für welche Gewerke/LV-Pakete M+W Planungen vorzusehen sind
- b) Integration von Informationen für und von Berechnungen, Berichten
- c) Periodische, gewerkeweise Integration der Koordinierungsergebnisse der anderen Fachbereiche und data drops, mit / aus dem Koordinierungsmodell
- d) Ableitung von Plänen und Erstellung erg. Pläne, zu den gewerkeweisen Freigaben des AG Vervollständigung der Pläne mit Plankopf, Maßketten, Beschreibungen, Details, Vermaßungen auf Achsen, Meterrisse (ggf. Absoluthöhen)
- e) Abstimmung der Ergebnisse
- f) Zusammenstellen der Unterlagen für die Erstellung der LVs,
- g) ggf. Rückführen von Ergänzungen aus der Bearbeitung der LVs
- h) abschließende Koordination mit den anderen Planungen
- i) gewerkeweise abschließende Zusammenstellung der Ausführungsunterlagen
- j) Vorgaben zu Toleranzen, gemäß einschlägigen Normen, Richtlinien, ... Sperrmaße für die M+W-Planungen der AN in den Plänen+LVs der Planer:innen
- k) Übergabe der Unterlagen an AG und ÖBA
- l) Übergabe+Erläuterung der Unterlagen an AN (LPH 5)
- m) *Prüfen/Freigabe der M+W-Modelle/Planunterlagen/Berechnungen der AN (LPH 7)*

dieser Punkt ist gemäß
LM.VM. in LPH 7 zu kalkulieren. Er wird auch von 2.15 WuM Planung beeinflusst.

- ▶ diese Leistungen können auch in AWF 2.2 eingefügt werden. Da manche Projekte geteilt oder ab LPH 4 ohne Anwendung von BIM weiterarbeiten, wird dieser Anwendungsfall getrennt dargestellt.
- ▶ **Im Hochbau ist die LPH 5 (gewerkebezogen) Ausführungsplanung vor der LPH 6 Ausschreibung und Vergabe zu erbringen.**

Die Vorgabe gewerkebezogener max. Toleranzen (Sperrmaße) für die Lage der Bauteile, die Vermaßung auf Achsen, Meterrisse in abgeleiteten/ergänzenden Plänen ist wesentlich für eine valide, ausführungsbereite Ausführungsplanung.

Erste Ansätze technologischer Lösung zur Übertragung der Maße in Bauwerke (Ausbau / TGA) oder zur Produktion von Fertigteilen zeigen neue Wege der Übertragung der Maßangaben der Planung in Bauwerke oder Produkte. Prognosen zur Verfügbarkeit von ableitbaren CNC-Steuerungen, wirtschaftlich einsetzbaren Bohrrobotern für Montagen, sind per 2023 noch nicht valide.

2.15 BIM-Werks+Montageplanung (der ausführenden Firmen)

- a) Festlegen der Gewerke, für die eine WuM-Planung erarbeitet werden soll, (strategische Vergabeentscheidung AG+AIA)
- b) Bereitstellung der für die WuM-Planung (der ausführenden Firmen) relevanten Modelldaten (IFC)
- c) Fortschreiben des/der Fachmodelle als WuM-Planung, abgeleitete und ergänzende Pläne und Details, sowie ggf. Berechnungen

WuM-Planung ist ident mit ►

Montage + Werkstattplanung
(M+W)

Verknüpfen der Details und der vertraglichen bedingten weiteren Information mit dem WuM-Modell, ggf. ad hoc Angabe ev. MKFs

- d) Prüfung/Koordination der WuM-Modelle analog 2.4 c)+b)
 - durch den dafür beauftragten BIM-Fachkoordinator
 - durch den dafür beauftragten BIM-Gesamtkoordinator oder BIM-Manager
- e) fachliche Prüfung und Freigabe der WuM-Planung durch den oder die jeweiligen Planer:in, zB. nach LM.VM.2023 OA, TW, TA ... LPH 7

optionale Leistungen:

1. *angebotsbedingte Änderungen der Planungen (Modelle, Details, LVs) der Planer aufgrund von Bieterlücken, Produktangaben, Nebenangeboten, Nachtragsangeboten der AN mit Auswirkungen auf die abgestimmte Planung*
2. *Wiederholte Prüfungen und Freigaben*

Es gibt Fälle, z.B. im Holzbau, Stahlbau, Anlagenbau, etc., bei denen Planer (ZT, Ing. Büros, ...) für ausführende Unternehmen W+M-Planungen erstellen, wobei diese Planer, zur Vermeidung von Interessenskonflikten, nicht die Projektbeteiligten der Sphäre des AG sein sollten.

2.16 BIM-unterstützter Arbeits- und Gesundheitsschutz

Dieser Anwendungsfall wird ggf. in einer künftigen Ausgabe ausformuliert.

2.17 BIM-Modelländerungen

Dieser Anwendungsfall hat zwei Äste:

- die administrative Bearbeitung durch PS+Planer:in + Freigabe durch AG
- die planerische Bearbeitung (inkl. Kostendeklaration)

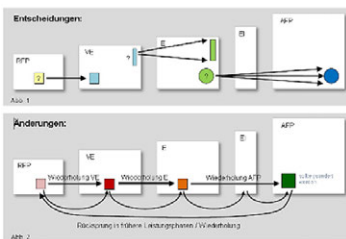
Das Löschen von Tickets über den BCF-Server ist eher zum direkten Austausch unter den Planungsbearbeitern (Pkt. 2.3.d) geeignet und nicht für die Dokumentation von Änderungs“aufträgen“ der AG gedacht, sodass für die administrative Schiene folgende Leistungen der Projektleitung (Lenkungsausschuss), der Projektsteuerung, des GP, der oder die Planer:in, ggf. auch der Ausführenden für die organisatorisch, administrative Beauftragung und Bearbeitung von Planungsänderungen anzunehmen sind:

- Änderungsantrag
- Erörterung der Machbarkeit (PL,PS,GP,OA,TW,TA) des voraussichtlichen Aufwands + Dauer, ggf. Skizzen dazu,
- Entscheidungsvorlage an AG (ja-nein),
 - ◇ Freigabe der Änderungsbearbeitung und der Planungsbudgets durch den AG/die PL für die Bearbeitung für d) + j)
- Erarbeiten des Lösungsansatzes, Koordination im Planungsteam, Eintrag in ÄEV-Mappe,
- Abstimmungen mit AG Nutzer:in,
- Durcharbeiten in den LPHen VE, E, mehrfacher Lösungsabgleich im Planungsteam,
- Erstellen der gewerkeweisen Kostenberechnung (Entfall+Neu+Planungsaufwand) insbesondere
 - Aufwand für die Durcharbeitung VE, E-Modelle + erg. Pläne,
 - Aufwand für Nachführung der Einreichmodelle + erg Pläne, einschl. ev. Planwechsel,
 - Aufwand für Nachführung der Ausführungsmodelle+erg.Pläne, LVs,
 - Aufwand für Anpassung der Baustellenorganisation (Abläufe, Termine, Personaldisposition),
 - Mehrungen/Minderungen in den betroffenen Gewerken,
- konkrete Aussagen zu Terminen zur Verdichtung oder Verlängerung,
- Prio-Reihung,
- Entscheidungsvorlage an AG (ja-nein),
 - ◇ Freigabe der Umsetzung und des Umsetzungsbudgets, Vorinformationen an ÖBA,
- Durcharbeiten der LPHen 4-7, Übergabe der Änderungen LVs+Planungen, an AN+ÖBA,
- Beenden des Modell-Planungs- Änderungsprozesses,
- Umsetzung der Änderung auf der Baustelle,

mit allen Fachplanungen

mit allen Fachplanungen

mit allen Fachplanungen



RFP = Raum-/Funktionsprogramm
 VE = Vorentwurf
 E = Entwurf
 EI = Einreichung / Eingabeplanung
 AFP = Ausführungsplanung

Es empfiehlt sich, die o.g. administrativen Arbeitsschritte in einen eigenen Berichtsstrang (ÄnderungsManagement) in einem DMS zu erarbeiten, weil damit die Entscheidungsdokumentation direkt aus der Bearbeitung der Prozessschritte entsteht. Es macht Sinn, die administrativen Schritte auch als Vorgang im Terminplan (ggf. ÄEM-TP) darzustellen, um ev. Überlastungen der Planung und daraus resultierende Risiken erkennbar zu machen.

2.18 BIM-unterstützte Bauüberwachung (Qualitätskontrolle gem. LM.VM.)

- *gewerkeweises Festlegen der Zeitpunkte, Zonen und Abrechnung der Bauaufnahmen in den LVs*
 - *Anordnung der Räumung, Reinigung der angeordneten Zone*
 - *Ausbau der Durchbruchsabschalungen, Sicherung der Zone*
 - *periodisch / anlassbezogene Aufnahme der Zone (Laserscan, Drohne, Spezialkamera)*
 - *Auswertung der Punktwolken / Aufnahmen für Vergleiche mit dem Soll-Modell*
 - *technische Prüfungen/Qualitätssicherungen/Feststellen von Abweichungen,*
 - *Zusammenfassung geometrische Kontrolle + fachliche QS. Maßnahmen*
- a) Integrieren von Prüfregeln/Nachweisen in die LVs, Festlegen der Zuständigkeiten/Kostenträger
- b) Festlegungen der im Zuge der Baudurchführung zu erstellenden Qualitätsnachweise der AN (Prüfliste, LPH7)
- c) Festlegen der Zeitpunkte/Bereiche für Lagekontrolle von Bauteilen durch Bau-AN
- die Genauigkeit und die Prüfanforderungen sind der Baudurchführung vom AG in AIA/BAP zB. n. ÖN/DIN 18202 festzulegen
 - alle Maßangaben in den AFP sind in den abgeleiteten/ergänzenden Plänen auf Achsen oder Meteriss zu kotieren, sodass sich Maßfehler nicht addieren, solange bis zB. Bohrroboter dies direkt aus dem M+W-Modell übernehmen können
 - für alle Einmessungen sind in den Verträgen (LVs) max. Spermaße anzugeben (zB. ON/DIN 18202:2013, Tabelle 1, Spalte 4 als max. Abweichung)
 - die gewerkebezogenen Anforderungen zB. Anzahl/Termine/Scans der Baustelle sind im BAP und in den Verträgen (LVs) vorzugeben und zu den Terminen/Ereignissen von der öBA abzurufen
 - die Punktwolken werden vom Geometer-Aufnahmeteam nachbearbeitet, ggf. beschriftet
 - die daraus resultierenden Ist-Modelle/Pläne sind von der öBA, (ggf. mit den Planern) zu kontrollieren
 - bei Abweichungen über den o.a. Toleranzen/Spermaßen ist zu entscheiden, ob die Montagen oder die Modelle/Pläne nachzubearbeiten sind
 - Nachführungen der Bestandspläne sind als Änderungsevidenzen gem. Pkt. 2.17 zu behandeln.
- d) *Auswerten der (gewerkeweisen) Aufnahme zur Lagekontrolle – Abweichungsberichte durch ÖBA/BFK*
- e) Fortschreiben der Prüfliste zu einem Prüfplan/Modell, durch Verorten der Einzelansätze in Modellen/Plänen/Listen, ggf. mit Terminen (Prüfplan, LPH 8a)
- f) Veranlassen/ Beobachten der Erstellung der Prüfprotokolle (idR. AN, ggf. FBA/PI/SV,öBA LPH 8a)
- g) Überprüfen der Prüfprotokolle (LPH8)
- h) *Entscheidung (AG+ÖBA+AN)*
- *Korrektur der Abweichung durch Bau-AN*
 - *ggf keine Anpassung, Kennzeichnung der Prüfstelle / Abweichung durch Attribut*
- i) Veranlassen ev. Mängelbeseitigungen/Nacharbeiten, Mängelmanagement gem. AWF 2.16
- j) Zusammenstellen der Prüfprotokolle zu einem Prüfbuch (nach Gewerken, LPH 8 a))

Grundleistungen der ÖBA

Grundleistungen der ÖBA

Systemischer Kern dieses Anwendungsfalls ist die per 2014 in LM.VM. integrierte Qualitätssicherung der LPH 7+8 „Prüfliste, Prüfplan + Prüfbuch“ im Zusammenspiel von

- Erstellen Prüfliste zum LV der jeweiligen Gewerke (LPH7),
- Erstellen Prüfplan zum LV der jeweiligen Gewerke (LPH8) mit örtlichen, zeitlichen Festlegungen für die Einzelprüfungen/Bestätigungen,
- Bauaufnahme, (Laserscan auf Anordnung+Kosten des AG), oder
- Veranlassung von Einzelkontrollen gemäß Vorgaben der Verträge,
- Prüfprotokolle der Bau-AN, ggf. von SV oder PI,
- Zusammenstellen zu gewerkebezogenen Prüfbüchern durch AN – LPH8.

Die Kostentragung, Anordnungsbefugnis ist mit den AIA und den Verträgen der AN zu klären.

2.19 BIM-unterstütztes Mängelmanagement in der Bauabwicklung

- a) Mängelerfassung, Ticket, Planeintrag im Mängelmanagement+Doku (LPH8)
- b) *ggf. Zuordnung der Mängel im Fachmodell des Bau-AN*
- c) bei komplexen Sachverhalten: Mängelsanierungskonzept des/der AN, Freigabe dazu durch AG, GP, öBA
- d) Mängelbehebung durch Bau-AN (Frist)
Freimeldung durch Bau-AN
Kontrolle durch LPH 8, Bestätigung der Erledigung im Mängelmanagement
- e) *ggf. Doku nicht behebbarer Mangel im Fachmodell via AWF 2.17*

Die aktuell verfügbaren Mängelmanagementprogramme mit den Verordnungen in den abgeleiteten / ergänzenden Plänen sind i.d.R. ausreichend, sodass eine zusätzliche Verlinkung in Fachmodellen als optionale Leistung anzusehen ist.

2.20 BIM-Baufortschrittskontrolle

(Fortsetzung 2.10 Bauphasensimulation)

- a) *Falls keine (taugliche) Bauphasensimulation vorliegt, sind ggf. die Leistungen des Punktes 2.10 a) bis g) ggf. für einzelne Bauabschnitte/Gewerkebereiche zu erbringen*
- b) Periodische Feststellung des erreichten Herstellungsgrades (%), zB. im Zeitraster der Solldarstellungen
- c) Verknüpfen der BIM-Elemente (Bereiche) mit den festgestellten Erfüllungsgraden (Farben/Grauwerte)
- d) Protokollieren ev. Abweichungen+Begründungen (Verzugsmanagement)
- e) Information der Betroffenen/Beteiligten
- f) Maßnahmensetzung
- g) Periodische Analyse, Soll/Ist-Vergleich, Prognose zur Einhaltung der Meilensteine
- h) Fortschreiben Verzugsmanagement
- i) *Archivierung des Modell-Prüfstandes*

Die Erwartungshaltungen zu AWF 2.20 sind zwischen Linienbauwerken und Hochbauten heterogen, zumal im Hochbau komplexere Objekte mit deutlich mehr Gewerken (Untergruppen) in den Fachmodellen anzusprechen wären. Darstellungstiefe und Aufwand ist als Beratung des AG (LPH1) in einer Kosten-Nutzen-Analyse abzuwägen.

2.21 BIM-Bauabrechnung

Gemäß Beschreibung zu AWF 2.13 BIM-unterstützte LV-Erstellung, werden nicht alle bzw. nur Teile der LV-Positionen aus den Modellen generiert, weshalb auch die Bauabrechnung in Teilen konventionell aufgemessen werden muss.

- ▶ Für die Anwendung von normgemäßen open-BIM-Abrechnungen liegt derzeit im Hochbau kein Erfahrungsbericht vor.
- ▶ Die Praxisberichte zur Bauabrechnung (**aus dem rvt-Bereich**) zeigen Workarounds, bei denen z.B. der Bau-AN im (übergebenen) Modell des Planers die erbrachten Leistungen abhakt. Danach wird kein „Aufmaß“ erstellt, da dieses ja ident mit dem den LVs zugrundeliegenden Planermodellen ist, sondern auf Basis der / mit dem LV die neue Teil- oder Gesamtabrechnungsmenge analysiert und vom Bau-AN eine Teil- oder Schlussrechnungsvorlage erstellt.

Eine weitere Prüfung, z.B. nach den Aufmaßregeln der Fachnormen kann entfallen, wenn dies mit AG und AN vertraglich so geregelt wurde.

Auf beiden Seiten kann der „Abrechnungstechniker“ eingespart werden, dafür ist die Modellbearbeitung (Abhaken und Kontrolle des Baufortschritts) in etwa gleichem Umfang anzusetzen.

- ▶ Modelländerungen (Wand entfällt ...) sind auf Seite des oder der Planer:in **und** Bau-AN nachzuführen (= Änderung:Planer:in-Modell → LV+Auftrag ... Änderung AN-Modell → Baufortschrittsbericht + Abrechnung)

2.22 BIM-Bestandsdokumentation für behördliche Nachweisführungen

- a) Maß+Lageabweichungen von Bauteilen sind zB. nach BIM. 2.18. festzustellen
- b) vom jeweiligen Planer ist mit AG / Prüfer:in festzulegen, ob die Abweichung bauordnungsrechtlich relevant oder unbeachtlich ist
- c) Vorschläge zu Maßnahmen sind an den AG vorzulegen
- d) der AG entscheidet, ob der Bauteil vom Bau-AN oder die Planung umzuarbeiten ist
- e) allfällige Modelle/Unterlagen der Planer:innen sind im Wege einer Änderungsevidenz (BIM. 2.17) nachzubearbeiten
- f) die Änderungen werden bei größeren Abweichungen auch zwischendurch als (ggf. wiederholte) Auswechslungsplanung eingereicht (Rechtssicherheit der Baudurchführung)
- g) am Ende des Projekts ist das Ergebnis als Auswechslungsplanung einzureichen

Die Trennungen der „Bestandspläne“ in LOI+LOG 300 (Einreichpläne 1:100) und allenfalls weiterer „Bestandspläne“ auf Basis der Montage+Werkstatt-Modelle (LOI+LOG 500) der ausführenden Firmen ist mit den Planer:innenverträgen und den LVs (AIA+BAP) festzulegen.

- ▶ wesentlich scheint das Einreichmodell „einzufrieren“, weil eine Rückführung der Ausführungsplanung (LPH 5) auf ein Bestandsmodell „1:100“ einen sehr großen Aufwand darstellt,
- ▶ allfällige Änderungsevidenzen sind parallel zur Bearbeitung ab LPH 4 auch im Einreichmodell einzupflegen, um baubegleitend die jeweilige Rechtslage (Bauordnungsrecht) darlegen zu können, ggf sind mehrere Auswechslungsplanungen zu erstellen und mit der Behörde abzustimmen.
- ▶ für den Hochbau wird empfohlen die behördenorientierten, ggf. vermietungs- oder verkaufsrelevanten Unterlagen nach AWF 2.22 zu erarbeiten.

2.23 BIM-As-Built-Modelle

- a) Sicherstellung, dass alle Änderungen und relevanten Abweichungen aus der Bauabwicklung, abgestimmt mit AIA und AG, sowie den gegebenen IKT-Möglichkeiten, übernommen werden
- b) Ableitung, Nachführung der 2D-Bestandsunterlagen
- c) Sicherstellung der vollständigen Attribuierungen gemäß Datenstruktur (AIA+BAP)
- d) Verknüpfung mit den/allen relevanten Informationen für Betrieb, Wartung und Instandhaltung
- e) Übergabe der Unterlagen via PKMS/CDE

Die Frage wer (Planer:in/AN) welche Beträge in welcher Bearbeitungstiefe zu erbringen hat, ist vertraglich (Planer:invertrag+AIA+BAP bzw. LV+Aufträge an die ausführenden Firmen) zu klären, wobei dies so konkret wie möglich sein sollte, um Lücken oder Doppelbearbeitungen zu vermeiden.

Zu den vielfach diskutierten as-built-Modellen / Plänen in LOI+LOG 500 gibt es eine nicht unberechtigte Sorge mancher Ausführer, auch für Abweichung, die keine Relevanz haben mit Abzügen / Mängelanzeigen überhäuft zu werden. Auch hier sollte die ÖN/DIN18202 den Rahmen der forderbaren Genauigkeit darstellen und die Relevanz z.B. damit abgesteckt werden, ob durch eine festgestellte Abweichung andere behindert wurden oder das Bauziel nicht erreicht werden konnte.

Kalkulationsblätter

(Auszug)

Für Projekte unter 25 Mio € abrechenbarer Kosten ist davon auszugehen, dass die mit 25 Mio errechneten Werte für die BIM-AWF angesetzt werden, da der Basisaufwand nicht mehr reduzierbar ist.

Nachstehende Tabelle baut auf die Rechenblätter der VM.OA, VM.GP, VM.TW, VM.TA auf, wobei diese horizontal mit den BIM Anwendungsfällen (soweit per 2023 Daten verfügbar waren) ergänzt werden.

Nachstehendes Beispiel zeigt die Basiserfordernisse für eine BIM Anwendung in den LPHen 1-5. Allfällige weitere Anwendungsfälle können durch Klick je Spalte geöffnet und individuell eingetragen werden.

Grüne Felder sind nach Öffnen des Schreibschutzes mit „LM.VM.2023“ überschreibbar.

Beitrag zur Verbesserung der Datenlage:

Die Rechenblätter können als Leerformular unter

<http://downloads.lmvm2023.pmttools.eu>

heruntergeladen werden. Anwender werden gebeten diese als „Eingabeformular“ für eine Erweiterung des Datenbestandes auszufüllen. Bei Vorliegen valider Anzahl werden die Rechenblätter im Internet mit ergänzten Werten neu aufgestellt.

Angebot Generalplaner gesamt (GP 2b + Planung + ÖBA) mit BIM
(TA Anlagengruppen gesamt)

Ermittlung Bemessungsgrundlage (BMGL)

Projektsteuerung
nach VM.PS.2023

	ERK %	Errichtungskosten in €	BMGL %	BMGL in €
1 AUFSCHLIESSUNG	0,0%	0	0%	0
2 BAUWERK – ROHBAU	38,8%	9.700.000	100%	9.700.000
3 BAUWERK – TECHNIK	25,2%	6.300.000	100%	6.300.000
4 BAUWERK – AUSBAU	36,0%	9.000.000	100%	9.000.000
5 EINRICHTUNG	0,0%	0		
5.01 Einbaumöbel			100%	0
5.02 Serienmöbel			60%	0
5.03 Nutzungsspezifische Ausstattung			100%	0
6 AUSSENANLAGEN	0,0%		100%	0
7 PLANUNGSLEISTUNGEN	0,0%	0		
7.01 Projektleitung			0%	0
7.02 Projektsteuerung			0%	0
7.03 Begleitende Kontrolle			0%	0
7.04 Planungsleistungen			100%	0
8 NEBENKOSTEN	0,1%	25.000	0%	0
9 RESERVEN	0,0%		40%	0
ERRICHTUNGSKOSTEN (ohne Planung)	100%	25.025.000		25.000.000
mitzuverarbeitende Bausubstanz (Umbau)		0	100%	0
BEMESSUNGSGRUNDLAGE				€ 25.000.000

Projektsteuerung nach VM.PS.2023

Anforderungsmerkmale/Bewertungspunkte

	gewährt	mögl Punkte
(A) Vielfalt der Besonderheiten in den Projekthinhalten	6	1 bis 10
(B) Komplexität der Projektorganisation	3	1 bis 10
(C) Risiko bei der Projektrealisierung	1	1 bis 10
(D) Termin und Kostenanforderungen	2	1 bis 5
(E) Anforderungen an die Kostenvorgaben	2	1 bis 5
über 100 Mio €	0	0 bis 5
mehr als 20 Nutzer, Planungsbeteiligte	1	0 bis 3
starke terminliche Verdichtung	2	0 bis 3
mehr als 50 Ausführungsbeteiligte	0	0 bis 5
Summe der Bewertungspunkte [b_w]	17	

gering	durchschnitt	hoch
< [] >	< [] >	< [] >
< [] >	< [] >	< [] >
< [] >	< [] >	< [] >
< [] >	< [] >	< [] >
< [] >	< [] >	< [] >
< [] >	< [] >	< [] >
< [] >	< [] >	< [] >
< [] >	< [] >	< [] >
< [] >	< [] >	< [] >
< [] >	< [] >	< [] >

Vergütungsermittlung

Bemessungsgrundlage:	€ 25.000.000
Faktor aus Bewertungspunkten [f _{bw} = 0,0188 x b _w + 1,0219]	1,34
%-Satz für PS [h _{PS} = (-0,249 x LN(BMGL) + 6,47) x f _{bw}]	2,9861%
Umbauszuschlag nach PS.11	0%
Vergütung VPS = BMGL x h_{PS} x Umbauszuschlag x 100 %f_{PPH}	€ 746.525

	LM.VM	mit BIM	gewährt		
PPH 1 Projektvorbereitung	19,00%	19,00%	19,00%	141.840 €	
PPH 2 Planung	21,00%	24,00%	24,00%	179.166 €	
PPH 3 Ausführungsvorbereitung	22,00%	25,00%	25,00%	186.631 €	
PPH 4 Ausführung	30,00%	30,00%	30,00%	223.958 €	
PPH 5 Projektabschluss	8,00%	8,00%	8,00%	59.722 €	
Prozentsatz der beauftragten Projektphasen (f_{PPH})			106,00%	791.317 €	791.317 €
Zusatz Nachweise zur Nachhaltigkeit	1,00%		1,00%	7.465 €	
Zusatz für die AIA (4% - 2%)	4,00%		4,00%	29.861 €	
Prozentsatz beauftragte Projektphasen (f_{PPH})+Zusatz%punkte			111,00%	828.643 €	€ 828.643
Stundenpool (optionale Leistungen)			0 h	0,00 €/h	€ -
Summe Projektsteuerung ohne Nebenkosten					€ 828.643
zzgl. Nebenkosten			4,00%		€ 33.146
Summe Projektsteuerung netto inkl. NK					€ 861.789
zzgl. MWSt.			20,00%		€ 172.358
Summe Projektsteuerung brutto					€ 1.034.147
Prozentanteil an Errichtungskosten (netto, inkl. NK)			3,4437%		

Summe aktivierte BIM Anwendungsfälle mit Eintrag von "x" wird die jeweilige Anwendung aktiviert und zur Berechnung addiert	2.1. BIM-Bestandserfassung	2.2. BIM-Baugrunderfassung	2.3. BIM-Planung LPH 2-4	
X ->				
0,00%				
3,00%				
3,00%				
0,00%				
0,00%				
6,00%	0,00%	0,00%	0,00%	

für die Erstellung kleiner Projekte ist die AIA höher anzusetzen, als für größere Projekte

PROJEKTSTATISTIK:

Projekt: **Musterschulgebäude**
 Projektart: **Schule 25 Mio BK**
 Adresse: **Musterstraße, 9999 Stadt**

PS:

BGF oi nn m²
 BGF ui nn m²
 BRI oi nn m³
 BRI ui nn m³

Summe aktivierter BIM Anwesenheitsfälle
BIM „x“ wird bei Anwendung aktriert

	2.1. BIM-Basiserfassung	2.2. BIM-Baugrunderfassung	2.3. BIM-Planung (Pn, 2.4)
x	0,00%	0,00%	0,00%
0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
0%	0%	0%	0%

Damit für verschiedene Varianten nicht immer alle %-Werte wieder gelöscht werden müssen, sind stehen bleiben können, ist zur Aktivierung der Spalte für die Berechnung nur ein „x“ einzugeben oder wieder zu löschen.

	2.4. BIM-Koordinierung (PL-PS A)	2.4. BIM-Koordinierung (BGK B)	2.4. BIM-Koordinierung (BFG C)	2.5. BIM-Bemessung und Nachweisführung	2.6. BIM-Nachweisführungen und Zertifizierungen	2.7. BIM-Visualisierung	2.8. BIM-unterstützte Mengenermittlung	2.9. BIM-unterstützte Kostenermittlung	2.10. BIM-Bauphasensimulation	2.11. BIM-Raumbuch/Anlagenbuch	2.12. BIM-basiertes Behördenverfahren	2.13. LV-Erstellung mit BIM	2.14. BIM-Ausführungsplanung	2.15. BIM-Werks- und Montageplanung	2.16. BIM-unterstützter Arbeits- und Gesundheitsschutz	2.17. BIM-Modelländerungen	2.18. BIM-unterstützte Baubüberwachung	2.19. BIM-Mängelmanagement in der Bauabwicklung	2.20. BIM-Baufortschrittskontrolle	2.21. BIM-Baubrechung	2.22. BIM-Bestandsdokumentation für behördliche Nachweisführungen	2.23. BIM-As-Built-Modelle	
	x												x										
	3,00%												0,00%										
	3,00%																						
	6,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

ob BIM auch mit den AN abgewickelt werden soll, ist in AIA vertraglich zu klären

Abkürzungsverzeichnis

AFP	Ausführungsplanung
AG	Auftraggeber
AGoeAG	Arbeitsgruppe öffentlichen Auftraggeber
AIA	Auftraggeberinformationsanforderungen
AN	Auftragnehmer
AWF	Anwendungsfall/Anwendungsfälle
ÄEM-TP	Änderungsmanagement-Terminplan
BAP	BIM-Abwicklungsplan
BCF	BIM Collaboration Format
BFK	BIM-Fachkoordination
BGF	Brutto-Grundfläche
BGK	BIM-Gesamtkoordination
Bi	Bauingenieur:in (Objektplaner)
BIM	Building Information Modelling
BP	Bauphysik
BPS	BIM-Projektsteuerung
BR	Brandschutz
BRI	Brutto-Rauminhalt
CDE	Common Data Environment
DMS	Dokumentenmanagementsystem
ELT	Elektrotechnik
FA	Freianlagen
FBA	Fachbauaufsicht
FM	Facilitymanagement
GP	Generalplaner
HKLSREFT	Heizung, Klima, Lüftung, Sanitär, Regelungstechnik, Fördertechnik
IFC	Industry Foundation Classes
KB	Kostenberechnung
KGR	Kostengruppe
KS	Kostenschätzung
LM	Leistungsmodell
LOI	Level of Information
LOI.N	Level of Information needed
LOG	Level of Geometry
LPH	Leistungsphase(n)
LV	Leistungsverzeichnis
MT	Medizintechnik
NH	Nachhaltigkeit
OA	Objektplanung – Architektur
ÖBA	Örtliche Bauaufsicht
ÖGNI	Österreichische Gesellschaft für Nachhaltige Immobilienwirtschaft
ÖIAV	Österreichische Ingenieur- und Architekten-Verein

ÖN	Österreichische Norm
PE	Projektentwicklung
PI	Prüfingenieur:in
PKMS	Projekt-Kommunikations-Management-System
PL	Projektleitung
PS	Projektsteuerung
RIBA	Royal Institute of British Architects
StLB	Standardisierte Leistungsbeschreibung
SV	Sachverständige
TA	Technische Ausrüstung
TGA	Technische Gebäudeausrüstung
TW	Tragwerksplanung
VM	Vergütungsmodell
ZM	Zeitstrukturmodell

IV. Verbesserte Kontrolle und Steuerung der Bauausführung durch digitalisierte Prozesse (Dashboards)

Assoc.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Christian Hofstadler
Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft
Technische Universität Graz
Lessingstraße 25/II, 8010 Graz
hofstadler@tugraz.at

Dipl.-Ing. Dr.techn. Markus Kummer
Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft
Technische Universität Graz
Lessingstraße 25/II, 8010 Graz
markus.kummer@tugraz.at

Inhaltsverzeichnis

Abstract	90
1 Situationsanalyse.....	91
2 Funktion und Mehrwert polysensoraler Systeme.....	93
2.1 Von den fünf Sinnen des Menschen zu polysensoralen Systemen	94
2.2 Mehrwert von polysensoralen Systemen für die Wertschöpfung und Nachhaltigkeit	100
3 Bedeutung und Arten von Kennzahlen	101
4 Funktion und Mehrwert von Dashboards.....	105
5 Kontrollieren und Steuern auf Basis agiler Digitalisierung.....	108
6 Mit Luchsaugen die Baustelle monitoren?.....	112
7 Digitalisierungsdrehbuch (DDB)	114
8 Kontrolle und Steuerung von Betonierprozessen durch DIGICOPRO	116
8.1 Beschreibung des Systems	117
8.2 DIGICOPRO und Betonierprozesse	120
8.3 Digitainability und Dashboards	122
8.4 Mehrwert durch DIGICOPRO	124
9 Zusammenfassung	125
10 Ausblick	127
Abkürzungsverzeichnis	129
Literaturverzeichnis	131

Abstract

Die Bauausführung ist geprägt von Prozessen, die von unterschiedlichen Gewerken ausgeführt werden, um aus einzelnen Bauteilen ein gesamtes Bauwerk zu errichten. Um die im Rahmen eines Bauprojekts ablaufenden Prozesse überhaupt verstehen, kontrollieren, analysieren, bewerten, steuern und optimieren zu können, bedarf es eines umfassenden und vernetzten Verständnisses der Zusammenhänge zwischen Prozess-, Produktions-, Umwelt- und Umfeldbedingungen. Traditionell sind Beobachter*innen bzw. Analyst*innen auf Baustellen (z.B. Techniker*innen, Polier*innen, Bauleiter*innen bzw. Bauaufsicht, Sicherheitsfachkräfte) auf ihre eigenen Sinne und ihre jeweiligen Erfahrungen angewiesen, um Daten zu sammeln und diese zu interpretieren. Dies führt oftmals zu erheblichen Einschränkungen in der Datenerfassung, -verarbeitung und -interpretation.

Die digitale Transformation liefert in diesem Zusammenhang nutzbringende und ressourcenschonende Lösungen. So kann die menschliche Wahrnehmung durch den Einsatz technischer Werkzeuge wie beispielsweise polysensoraler Systemen, die auf der Integration mehrerer Sensortypen basieren, erweitert werden. Diese Systeme ahmen die multisensorische Integration der menschlichen Sinne nach, indem sie Daten aus verschiedenen Quellen zusammenführen, um daraus ein umfassenderes Verständnis und eine bessere Kontrolle der Bauprozesse zu ermöglichen. Die mit diesen digitalen Werkzeugen generierten Daten werden im Optimalfall in Form vorab definierter projektspezifischer Kennzahlen aufbereitet und münden systematisch und semantisch gebündelt in Dashboards, die an die Bedürfnisse der Nutzer*innen angepasst wurden. Damit wird allen Projektbeteiligten eine tiefere Einsicht in die komplexen Abläufe ermöglicht. Eine gebündelte Darstellungsform zentraler Kennzahlen ermöglicht es, Entscheidungen auf einer soliden Basis zu treffen sowie Einschätzungen und Bewertungen möglicher Chancen und Risiken gezielt vornehmen zu können.

Die Notwendigkeit einer agilen Digitalisierung im Bauwesen wird im Beitrag durch die Empfehlung der Einführung eines „Digitalisierungsdrehbuchs“ hervorgehoben, das als Leitfaden für die koordinierte und kollaborative Implementierung digitaler Prozesse dient und darauf abzielt, digitale Werkzeuge und Prozesse effektiv in Unternehmen und Projekten zu integrieren, um einen konkreten Nutzen für alle Beteiligten zu schaffen. Ein durchgängiger Informationsfluss und eine zielgerichtete digitale Dokumentation sind für ein effektives Wissensmanagement unerlässlich. Die Digitalisierung sollte dabei nicht dem Zufall überlassen werden und auch nicht nur aus reinem „Digitalisierungswillen“ heraus erfolgen, sondern geordnet und nach den im Digitalisierungsdrehbuch formulierten klaren Zielen und Ansprüchen. Eine vorab definierte, strukturierte Vorgehensweise, die ein tiefgehendes Verständnis der zugrundeliegenden Systeme und Prozesse erfordert, ist unabdingbar, um die Potenziale der Digitalisierung voll auszuschöpfen.

Auf diese Möglichkeit, kontextbezogene Daten und Informationen effektiv als Grundlage für eine effizientere, sicherere und qualitativ hochwertigere Umsetzung von Bauvorhaben zu nutzen, wird im vorliegenden Beitrag eingegangen. Da Betonierprozesse auf Baustellen sehr fehleranfällig sind, wird weiterführend das Forschungsprojekt „DIGICOPRO (DIGitalised CONcreting PROCesses) – Optimierung von Betonierprozessen durch polysensorale Systeme“ vorgestellt und dessen Mehrwert für laufende Prozesse, die Dokumentation und das Wissensmanagement aufgezeigt.

1 Situationsanalyse

Auf vielen Baustellen erfolgt die Erstellung bzw. Erhebung und Auswertung von Lieferscheinen, Bautagesberichten, Prozessdaten, Umfeld- sowie Umweltdaten weitgehend analog. Eine solche analoge Vorgehensweise ist anfällig für Fehler in der Erfassung, Übertragung, Auswertung und Interpretation der Daten, die sich anschließend in den darauf aufbauenden Handlungen niederschlagen. Fehler können sich dabei von der initialen Dateneingabe bis zur endgültigen Analyse durchziehen, was die Zuverlässigkeit der Ergebnisse mitunter maßgeblich beeinträchtigt. Analoge Prozesse sind zudem oft zeit- und kostenintensiv, da sie u.a. manuelle Eingaben, physische Übertragungen und eine papierbasierte Archivierung umfassen. Dies kann zu Verzögerungen bei der Verfügbarkeit von Informationen führen, was besonders in zeitkritischen Situationen problematisch ist. Bei nachteiligen „schleichenden“ Veränderungen im Bauprozess wird außerdem das Erfordernis von Gegensteuerungsmaßnahmen aufgrund der zeitlichen Remanenz zwischen Datenerfassung, -auswertung und -interpretation mitunter nicht oder erst zu spät erkannt. Erschwerend hinzu kommt, dass physische Dokumente nur an ihrem Aufbewahrungsort zugänglich sind, was den Zugriff für Teammitglieder, die an verschiedenen Orten arbeiten (z.B. Bauleiter*in mit mehr als einer Baustelle), erschwert. Die Verteilung relevanter Informationen an alle Beteiligten kann sich dadurch verzögern. Die manuelle Erhebung, Auswertung und Interpretation von Daten ist nicht nur fehleranfällig und langsam, sondern auch begrenzt in ihrer Fähigkeit, komplexe Analysen durchzuführen. Dies kann zu unvollständigen oder fehlerhaften Schlussfolgerungen führen, welche die Entscheidungsfindung beeinträchtigen. Analoge Prozesse erschweren die Nachverfolgbarkeit von Änderungen und Entscheidungen, was wiederum zu Problemen im Hinblick auf die Verantwortlichkeit und bei der Überprüfung von Entscheidungsgrundlagen führen kann.

Die Digitalisierung der geschilderten Prozesse bietet eine wertvolle Unterstützung dahingehend, viele der genannten Probleme zu bewältigen. Digitale Werkzeuge und Plattformen können hierbei u.a. die Datenerfassung automatisieren, einen Echtzeitzugriff auf Informationen bieten, die Sicherheit sowie Integrität der Daten verbessern, komplexe Analysen ermöglichen und die Effizienz der Prozessabläufe steigern. Durch die Implementierung von digitalen Lösungen können in Bauprojekten nicht

nur die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Daten erhöht, sondern auch die Gesamtleistung und Wettbewerbsfähigkeit verbessert werden.

Digitale Werkzeuge ahmen dabei die fünf Sinne des Menschen nach und schaffen durch deren semantische Bündelung einen großen Mehrwert für das Projekt und alle Nutzer*innen. Die Nachbildung menschlicher Sinne durch digitale Werkzeuge kombiniert mit der Bündelung von Daten repräsentiert einen innovativen Ansatz, um Bauprojekte zielsicher zu managen und gleichzeitig die Effizienz, Nachhaltigkeit, Sicherheit und Qualität zu verbessern. Durch die semantische Bündelung und visuelle Darstellung von Kennzahlen auf Dashboards können Nutzer*innen die Beziehungen und Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Datenpunkten schneller erfassen und besser verstehen. Dies hilft, Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge zu erkennen und darauf aufbauend fundierte Entscheidungen zu treffen.

Gebündelte Kennzahlen in Verbindung mit kontextbezogenen Informationen sind somit unverzichtbar, um Prozesse im Zuge der Errichtung von Bauwerken überhaupt verstehen, kontrollieren, analysieren, bewerten, steuern und optimieren zu können. Kennzahlen dienen u.a. als Grundlage für die Grob- und Feinplanung der Kalkulation, des Bauablaufs, der Baustelleneinrichtung sowie der Logistik und sind nicht nur in der Planungsphase erforderlich, sondern begleiten ein Bauprojekt durch alle Phasen bis hin zum Abschluss. Sie schaffen die Basis für eine kontinuierliche Überwachung und Steuerung des Projekts und dessen Erfolg, indem sie Abweichungen von den SOLL-Werten frühzeitig (idealerweise in Echtzeit) aufzeigen und auf diese Weise umgehende Korrekturmaßnahmen ermöglichen. Durch den Einsatz von Kennzahlen können Bauunternehmen beispielsweise die geforderte Qualität des Endproduktes sowie aller Produktionsprozesse gewährleisten bzw. sogar übertreffen, Kosten kontrollieren und die Einhaltung von Bauzeitplänen sicherstellen. Dasselbe gilt natürlich auch für alle weiteren Projektbeteiligten der Auftraggeber sowie andere Stakeholder. In der Sphäre der Auftraggeber werden Kennzahlen intensiv genutzt, um die Einhaltung der Projektziele sicherzustellen. Kennzahlen dienen als Instrumente zur Messung, Überwachung und Steuerung der im Zuge von Bauprojekten erbrachten Leistungen in Bezug auf Kosten, Zeit, Qualität und andere kritische Erfolgsfaktoren (z.B. Erreichung von Meilensteinen, Erfüllung von Qualitätsstandards, Einhaltung der ESG¹-Kriterien). Für viele Stakeholder (einschließlich Behörden und Öffentlichkeit) sind Kennzahlen, die systematisch gebündelt in Dashboards dargestellt werden, im Hinblick auf Nachhaltigkeit, Umweltauswirkungen und Compliance von großer Bedeutung, wenn es um die zukünftige Wertschöpfung in der Baubranche geht. Das geht aus den neuesten, transformativen Gesetzgebungen z.B. des European Green Deals eindrücklich hervor. Sie ermöglichen u.a. die Überwachung von Aspekten wie Energiemix und -effizienz, Grenzwerte bei CO₂-Emissionen und die Einhaltung von Umweltstandards sowie eine dahingehende nachvollziehbare Berichterstattung.

¹ ESG steht für Environmental, Social and Governance

Eine rasche Verfügbarkeit (idealerweise in Echtzeit) orientierungstiftender Kennzahlen ist zudem eine grundlegende Voraussetzung für Agilität in allen Projektphasen, welche wiederum als eine zentrale Basis für eine erfolgreiche Abwicklung von Bauprojekten anzusehen ist. Zur Agilität gehört unter anderem die Fähigkeit, schnell auf Veränderungen reagieren zu können. Echtzeitdaten – und daraus generierte Echtzeitinformationen – spielen dahingehend eine besondere Rolle. Durch die Transformation von Daten in zweckorientierte Kennzahlen und die unmittelbare Darstellung dieser in Dashboards können ein besseres Verständnis hinsichtlich Leistung und Fortschritt sowie eine hohe Agilität in den Prozessen, Handlungen und Entscheidungen erreicht werden.² Dashboards sind ein unverzichtbares Werkzeug, um in der heutigen datengetriebenen Welt den Überblick zu behalten, insbesondere wenn es darum geht, semantisch gebündelte Kennzahlen über die Zeit zu erfassen und deren Wechselwirkungen zu verstehen. Sie bieten nicht nur die notwendige visuelle und analytische Unterstützung, sondern fördern auch eine datengestützte Kultur der Entscheidungsfindung und Leistungsverbesserung.

Bei der Implementierung digitaler Anwendungen und Werkzeuge in die Organisationsstrukturen und -prozesse ist ein geplantes und durchdachtes Vorgehen unerlässlich. Wird die Digitalisierung dem Zufall überlassen, wird der Aufwand sehr hoch und der Nutzen für Projekte und Organisationen sehr gering sein. Deswegen ist eine strukturierte Vorgehensweise – angelehnt an das von Hofstadler³ entwickelte Konzept des Digitalisierungsdrehbuchs –, die ein tiefgehendes Verständnis der zugrundeliegenden Systeme und Prozesse erfordert, eine fundamentale Grundvoraussetzung, um die Potenziale der Digitalisierung voll auszuschöpfen.

2 Funktion und Mehrwert polysensoraler Systeme

Die fünf Sinne des Menschen bilden seine Wahrnehmungs- und Steuerungseinheit und stehen am Beginn des vorliegenden Beitrags, in dem von den menschlichen Sinnen auf technische Sensoren übergeleitet wird. Durch multisensorische Integration kombiniert das menschliche Gehirn die Sinne je nach Situation miteinander, um den Wahrnehmungsgehalt und die Deutungsvielfalt zu erhöhen. Diesen Prozess nachahmend, werden im Bereich der Technik mehrere Sensoren zu polysensoralen Systemen⁴ verknüpft, um Prozesse und Umfeldbedingungen umfassender aufzeichnen zu können. Diese Entwicklung – ausgehend von der Nachahmung der fünf menschlichen Sinne hin zu polysensoralen Systemen und deren Beitrag zur Wertschöpfung und Nachhaltigkeit – stellt einen innovativen Fortschritt in der Technologie dar.

² Vgl. Hofstadler (2023), S. 51

³ Hofstadler (2023), S. 62ff.

⁴ Vgl. Motzko et al. (2021), S. 661ff.

2.1 Von den fünf Sinnen des Menschen zu polysensorialen Systemen

Die fünf Sinne des Menschen – Sehen, Hören, Riechen, Schmecken und Tasten – ermöglichen es uns, mit unserer Umwelt zu interagieren und auf sie zu reagieren. Jeder Sinn (siehe Abb. IV-1) hat seine besonderen Eigenschaften und spielt eine einzigartige Rolle in der Wahrnehmung unserer Umgebung. Die Interaktion zwischen diesen Sinnen ermöglicht eine reichhaltige und vielschichtige Erfahrung und Wahrnehmung der umliegenden Welt.

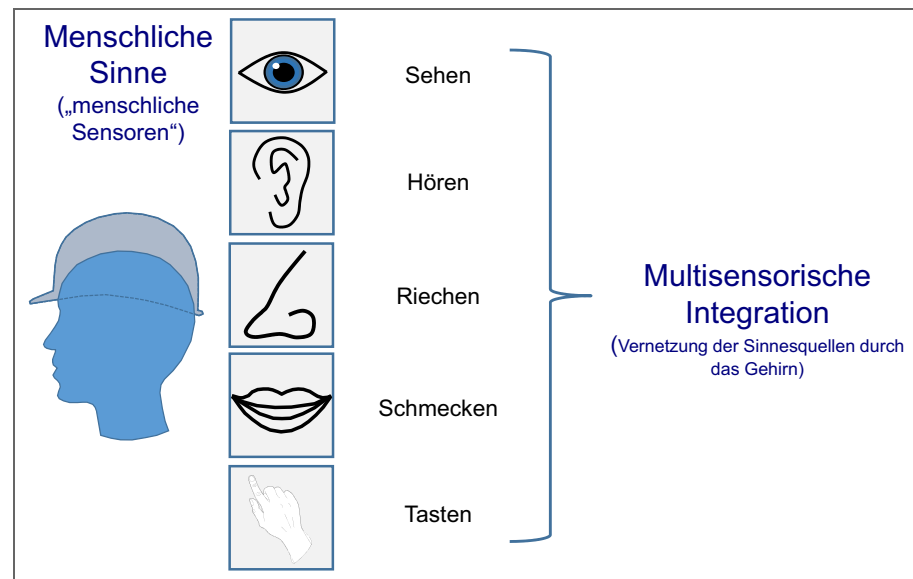


Abb. IV-1 Die fünf Sinne des Menschen sowie deren multisensorische Integration

In weiterer Folge werden die Eigenschaften und die Funktionsweise der fünf Sinne kurz beschrieben:

- **Sehen**
Das Sehen ermöglicht es uns, Licht, Farben, Bewegungen und Formen zu erkennen. Es ist für die räumliche Orientierung und die Erkennung von Objekten in unserer Umgebung entscheidend. Lichtstrahlen treffen dabei auf die Netzhaut im Auge, wo sie in elektrische Signale umgewandelt und über den Sehnerv an das Gehirn weitergeleitet werden.
- **Hören**
Das Hören erlaubt uns, Schallwellen zu erfassen, was die Grundlage für die Wahrnehmung von Klängen, Geräuschen und gesprochener Sprache bildet. Schallwellen werden dabei über das Ohr aufgenommen und in mechanische Bewegungen umgewandelt, die dann als elektrische Signale an das Gehirn gesendet werden.
- **Riechen**
Der Geruchssinn ermöglicht die Wahrnehmung von chemischen Substanzen in der Luft. Er ist eng mit Erinnerungen und Gefühlen verknüpft. Geruchsmoleküle binden sich an Rezeptoren in der Nase,

was elektrische Signale erzeugt, die an das Gehirn gesendet werden. Der Geruchssinn weist eine tiefe Verbindung zu unseren Emotionen, Erinnerungen und sozialen Interaktionen auf. Er spielt eine entscheidende Rolle bei der Warnung vor Gefahren, beeinflusst unsere Essgewohnheiten und trägt zum allgemeinen Wohlbefinden bei. Die Fähigkeit, Gerüche zu erkennen und zu interpretieren, bereichert unser Leben auf vielfältige Weise und ist ein wesentlicher Bestandteil der menschlichen Erfahrung.

- **Schmecken**

Der Geschmackssinn erlaubt es uns, die Grundgeschmacksrichtungen süß, sauer, bitter, salzig und umami zu unterscheiden. Er spielt eine wichtige Rolle bei der Nahrungsaufnahme und der Beurteilung von Lebensmitteln. Geschmacksmoleküle interagieren mit Geschmacksknospen auf der Zunge, was wiederum zur Entstehung von elektrischen Signalen führt, die an das Gehirn weitergeleitet werden.

- **Tasten**

Der Tastsinn ermöglicht die Wahrnehmung von Druck, Temperatur und Schmerz. Er ist über die gesamte Körperoberfläche verteilt und hilft uns, die Beschaffenheit von Objekten zu fühlen. Rezeptoren in der Haut wandeln dabei mechanische, thermische oder schmerzhafte Reize in elektrische Signale um, die an das Gehirn gesendet werden.

Die Interaktion zwischen den Sinnen, auch multisensorische Integration⁵ genannt, ist ein komplexer Prozess, bei dem das Gehirn Informationen aus verschiedenen Sinnesquellen kombiniert, um eine kohärente und umfassende Wahrnehmung der Umwelt zu ermöglichen. Diese Integration findet in verschiedenen Bereichen des Gehirns statt und ermöglicht es uns, komplexe Situationen besser zu verstehen und darauf zu reagieren. Nachfolgend sind Beispiele für solche Integrationen angeführt:

- **Visuell-taktile Integration**

Das Betrachten eines Objekts und das gleichzeitige Berühren mit den Händen verbessern das Verständnis seiner Beschaffenheit und Form. Besonders Kinder lernen so beispielsweise etwas über die Eigenschaften von Gegenständen, indem sie sie sehen und gleichzeitig anfassen.

- **Auditive-taktile Integration**

Das Fühlen von Vibrationen eines Musikinstruments, während man die erzeugten Töne hört, kann das musikalische Erlebnis intensivieren und das Verständnis für die Beziehung zwischen physischer Aktion und Klang vertiefen.

- **Visuell-olfaktorische Integration**

Der Anblick von Speisen kann die Erwartung ihres Geschmacks beeinflussen und in Kombination mit ihrem Geruch das Geschmackserlebnis verstärken. Ein appetitlich aussehendes Gericht kann so noch schmackhafter erscheinen.

⁵ Vgl. <https://www.mpg.de/820840/forschungsschwerpunkt>, Datum des Zugriffs: 11.02.2024

- **Auditive-visuelle Integration**

Lippenlesen verbessert das Verständnis gesprochener Worte, besonders in lauter Umgebung oder bei Hörbeeinträchtigungen. Das Gehirn nutzt dafür visuelle Informationen, um die akustischen Signale besser zu interpretieren.

- **Olfaktorisch-gustatorische Integration**

Der Geschmack von Lebensmitteln wird stark durch den Geruchssinn beeinflusst. Eine verstopfte Nase kann beispielsweise dazu führen, dass Lebensmittel fad schmecken, da der Geruchssinn einen wesentlichen Beitrag zum Geschmackserlebnis leistet.

Im Zuge einer multisensorischen Verstärkung tragen beispielsweise in einem Restaurant das Ambiente (visuell), die Hintergrundmusik (auditiv), der Geruch des Essens (olfaktorisch) und die Textur der Speisen (taktil) gemeinsam zu einem intensiveren und angenehmeren Esserlebnis bei.

Doch was haben die fünf Sinne des Menschen nun mit Sensoren gemeinsam? Die fünf Sinne des Menschen und Sensoren in technischen Systemen teilen eine grundlegende Gemeinsamkeit: Beide dienen als Schnittstellen zur Erfassung von Informationen aus der Umwelt. Diese Analogie (siehe Abb. IV-2) bietet eine faszinierende Perspektive auf die Art und Weise, wie wir Technologie entwickeln und einsetzen, um menschliche Fähigkeiten zu erweitern oder nachzubilden.

Sowohl die menschlichen Sinne als auch Sensoren fungieren als Wahrnehmungsmechanismen, die spezifische Reize aus ihrer Umgebung aufnehmen und in verarbeitbare Signale umwandeln. Im menschlichen Körper werden diese Reize durch die Sinnesorgane aufgenommen und in elektrische Signale, die das Gehirn interpretieren kann, umgewandelt. Ähnlich transformieren Sensoren physikalische, chemische oder biologische Eingaben in elektrische Signale, die in weiterer Folge von Computern oder Mikrocontrollern analysiert werden können.

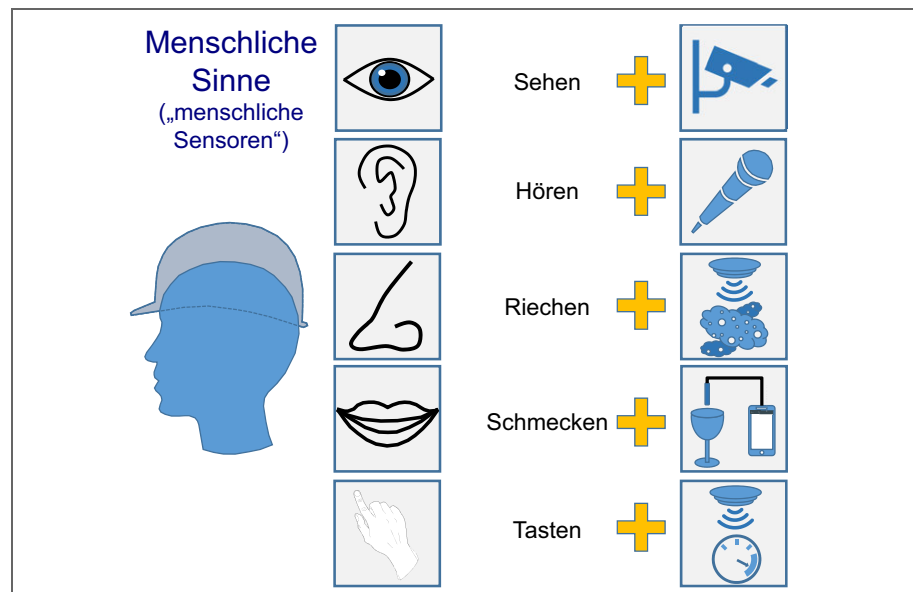


Abb. IV-2 Die fünf Sinne des Menschen und Sensoren

Daraus lassen sich weiterführend passende Analogien zwischen menschlichen Sinnen und Sensoren ableiten:

- **Sehen und optische Sensoren**

Genau wie das menschliche Auge Lichtwellen erfasst und in visuelle Informationen umwandelt, nutzen optische Sensoren wie Kameras und Photodioden Licht, um beispielsweise Bilder zu erfassen oder Lichtintensitäten zu messen. Kameras können sowohl zweidimensionale als auch – durch den Einsatz spezieller Techniken und Ausrüstungen – dreidimensionale Bilder erstellen. Laserscanner hingegen sind speziell dafür konzipiert, dreidimensionale Modelle von Objekten und Umgebungen zu erzeugen. Dazu werden vom Scanner Laserstrahlen ausgesendet und es wird die Zeit gemessen, die das Licht benötigt, um zum Scanner zurückzukehren, wenn es von Objekten reflektiert wird. Diese Informationen werden anschließend verwendet, um die Entfernung und die Position von Objektpunkten im Raum zu bestimmen. Daraus entsteht eine Punktwolke, aus der ein 3D-Modell des physischen Objekts erstellt wird.

- **Hören und akustische Sensoren**

Ebenso wie das Ohr Schallwellen aufnimmt und in hörbare Signale umwandelt, erfassen Mikrofone und andere akustische Sensoren Schall, um Umgebungsgeräusche oder spezifische Frequenzen zu analysieren.

- **Riechen und chemische Sensoren**

Der menschliche Geruchssinn, der chemische Moleküle in der Luft detektiert, findet sein technisches Pendant in elektronischen Nasen oder chemischen Sensoren, die Gase oder andere chemische Verbindungen identifizieren können (z.B. zur Detektion von Verschmutzungen des Bodens, der Luft oder des Wassers).

- **Schmecken und Geschmackssensoren**

Analog zum menschlichen Geschmackssinn, der verschiedene Geschmacksrichtungen unterscheidet, können elektronische Zungen zur Analyse der Zusammensetzung von Flüssigkeiten eingesetzt werden.

- **Tasten und haptische Sensoren**

Ähnlich der menschlichen Haut, die Druck, Temperatur und Textur fühlt, können haptische Sensoren sowie Drucksensoren physische Interaktionen wie Berührung oder Kraft wahrnehmen und messen.

Wie bei der multisensorischen Integration in Bezug auf die menschlichen Sinne entstehen durch die Kombination von zwei oder mehreren technischen Sensoren polysensorale Systeme (Abb. IV-3), die es erst ermöglichen, Prozesse überhaupt ganzheitlich bzw. besser erfassen und folglich verstehen, kontrollieren, analysieren, bewerten, steuern und optimieren zu können.

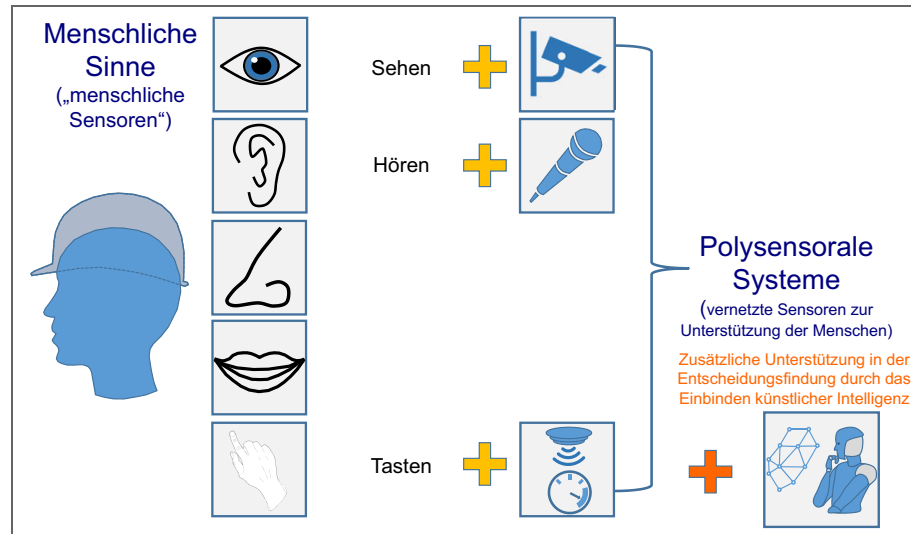


Abb. IV-3 Die fünf Sinne des Menschen sowie Sensoren und die Entwicklung polysensoraler Systeme

Polysensorale Systeme, die auf der Kombination von zwei oder mehreren Sensoren basieren, spiegeln das Prinzip der multisensorischen Integration des menschlichen Wahrnehmungssystems wider. Diese Systeme nutzen die Stärken verschiedener Sensortypen, um umfassendere und genauere Daten über die Umwelt oder über spezifische Prozesse zu sammeln. Die Integration der Daten ermöglicht es schließlich, komplexe Vorgänge besser zu verstehen, zu kontrollieren, zu analysieren, zu bewerten, zu steuern und zu optimieren. Nachfolgend sind einige Schlüsselaspekte und Vorteile polysensoraler Systeme angeführt.

- Erweiterte Wahrnehmung**
 Polysensorale Systeme erweitern die Wahrnehmungsfähigkeit technischer Systeme und folglich auch der anwendenden Menschen, indem sie Informationen aus verschiedenen Quellen kombinieren. Ähnlich wie das menschliche Gehirn Informationen aus verschiedenen Sinnen integriert, um eine umfassendere Sicht der Realität zu erhalten, kombinieren polysensorale Systeme von unterschiedlichen Sensoren erhobene Daten, um ein vollständigeres Bild der überwachten Prozesse oder Umgebungen zu erzeugen.
- Verbesserte Genauigkeit und Zuverlässigkeit**
 Durch die Kombination von Sensoren, die unterschiedliche Aspekte eines Prozesses oder einer Umgebung erfassen, können polysensorale Systeme Ungenauigkeiten oder Einschränkungen einzelner Sensoren ausgleichen. Die Redundanz und Diversität der Sensordaten erhöhen die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Gesamtmessungen, indem Fehlerquellen minimiert werden und zugleich die Validierung von Daten durch mehrere Quellen ermöglicht wird.
- Komplexe Analysemöglichkeiten und Entscheidungsfindung**
 Polysensorale Systeme ermöglichen eine tiefgreifende Analyse komplexer Prozesse, indem sie vielschichtige Daten liefern, die über

das hinausgehen, was mit einzelnen Sensoren möglich wäre. Die Integration und Korrelation von Daten aus verschiedenen Sensoren können Muster, Trends und Anomalien aufdecken, die für die Optimierung von Prozessen, die Früherkennung von Problemen oder die Automatisierung von Entscheidungsprozessen wesentlich sind. Durch das Sammeln von Daten können letztlich auch Unsicherheiten einzelner Prozesse oder Vorgänge in Form von Verteilungsfunktionen abgebildet und in weiterer Folge zielgerichtet in der Anwendung von Prognosemodellen eingesetzt werden.

Beispielsweise können für folgende Anwendungen polysensorale Systeme einen großen Mehrwert liefern:

- **Industrielle Automation**

In Produktionsanlagen können polysensorale Systeme Temperatur, Vibration, Akustik und visuelle Informationen kombinieren, um den Zustand von Maschinen zu überwachen, Wartungsbedarf vorherzusagen und die Produktqualität zu sichern.

- **Umweltüberwachung**

Die Kombination von chemischen Sensoren, Wetterstationen und Bildverarbeitungssystemen ermöglicht eine umfassende Überwachung von Umweltbedingungen wie Umgebungstemperatur, Luftfeuchtigkeit, Luftqualität, Wasserqualität und Veränderungen in Ökosystemen.

- **Autonome Fahrzeuge**

Fahrzeuge, die mit einer Vielzahl von Sensoren ausgestattet sind, einschließlich Radar, LiDAR⁶, Kameras und Ultraschall, können ihre Umgebung präzise wahrnehmen, Hindernisse erkennen und sicher navigieren.

Die Analogie zwischen menschlichen Sinnen und technischen Sensoren unterstreicht nicht nur die Fähigkeit der Technologie, natürliche Wahrnehmungsprozesse nachzuahmen, sondern auch das Potenzial, diese Prozesse zu erweitern und zu verbessern. Durch das Verständnis und die Nachbildung der Funktionsweise menschlicher Sinne können wir Sensoren entwickeln, die in der Lage sind, über die natürlichen Grenzen der menschlichen Wahrnehmung hinaus Dinge zu erfassen und zu analysieren. Diese technologischen Fortschritte ermöglichen neue Anwendungen in der Überwachung, Steuerung und Automatisierung von Systemen – von der industriellen Fertigung bis hin zur Umweltüberwachung – und eröffnen neue Wege, um die Interaktion zwischen Mensch, Maschine und Umwelt zu verbessern und zu bereichern.

⁶ LiDAR (Light Detection and Ranging) ist eine Technologie, um mit Lichtwellen und Laserstrahlen Abstände zu messen und so das Umfeld zu erfassen. Laserscanner ermitteln dabei auf Basis der Laufzeit der Lichtwellen die Entfernungen und können 3D-Abbilder der Umgebung erstellen. Die Technologie wird unter anderem für autonomes Fahren oder die digitale Grundrissermittlung am Smartphone genutzt. aus: <https://www.trend.at/tech/lidar>, Datum des Zugriffs: 11.02.2024

Polysensorale Systeme repräsentieren einen bedeutenden Fortschritt in der Art und Weise, wie wir Technologie zur Erfassung und Analyse von Informationen einsetzen. Durch die Nachahmung der menschlichen Fähigkeit zur multisensorischen Integration bieten sie eine leistungsfähige Plattform für die Verbesserung von Überwachungs-, Steuerungs- und Optimierungsprozessen in einer Vielzahl von Anwendungsbereichen.

2.2 Mehrwert von polysensoralen Systemen für die Wertschöpfung und Nachhaltigkeit

Polysensorale Systeme, die durch die Integration verschiedener Sensortypen Daten aus ihrer Umgebung erfassen und analysieren, bieten signifikante Mehrwerte im Hinblick auf Wertschöpfung und Nachhaltigkeit in Industrie, Wirtschaft und Gesellschaft. Diese Systeme tragen dazu bei, Prozesse effizienter, zuverlässiger und gleichzeitig umweltfreundlicher zu gestalten. Nachfolgend sind einige ausgewählte Schlüsselaspekte angeführt, wie polysensorale Systeme zur Wertschöpfung und Nachhaltigkeit beitragen (können).

- **Optimierte Produktionsprozesse**
Durch die genaue Überwachung und Analyse von Produktionsabläufen können polysensorale Systeme Unregelmäßigkeiten und Abweichungen frühzeitig erkennen. Dies ermöglicht eine schnelle Reaktion, minimiert den Ausschuss und verbessert die Gesamteffizienz, da das Gesamtsystem sukzessive optimiert werden kann.
- **Präventive Wartung**
Die Fähigkeit polysensoraler Systeme, den Zustand von Maschinen und Anlagen kontinuierlich zu überwachen, ermöglicht die Umsetzung präventiver Wartungsstrategien, die ungeplante Ausfallzeiten reduzieren und die Lebensdauer der Anlagen erhöhen.
- **Verbesserung der Produktqualität**
Polysensorale Systeme können die Qualität von Produkten während des gesamten Herstellungsprozesses überwachen. Die kontinuierliche Analyse von Daten ermöglicht es, Qualitätsmängel sofort zu identifizieren und zu korrigieren, was zu einer niedrigeren Ausschussquote und einer höheren Kunden*innenzufriedenheit führt.
- **Nachhaltigkeit und Umweltschutz**
Durch die Optimierung von Produktionsprozessen helfen polysensorale Systeme, den Verbrauch von Rohstoffen, Energie und Wasser zu reduzieren. Dies trägt nicht nur zur Kostensenkung bei, sondern schont auch natürliche Ressourcen.
- **Umweltüberwachung**
Die Überwachung von Umweltbedingungen wie Luft- und Wasserqualität durch polysensorale Systeme unterstützt die frühzeitige Erkennung von Verschmutzungen und ermöglicht schnelle Gegenmaßnahmen, um Umweltschäden zu minimieren.
- **Förderung der Arbeitssicherheit**
Besonders in gefährlichen Arbeitsumgebungen können polysensorale Systeme zur Überwachung und Identifizierung von Produktionsbedin-

gungen beitragen, die für Menschen schädlich sein könnten, und so die Sicherheit am Arbeitsplatz erhöhen.

- **Unterstützung intelligenter Entscheidungsfindung**

Die umfassende Analyse von Daten aus polysensoralen Systemen bietet eine solide Grundlage für strategische Entscheidungen in Unternehmen und Organisationen. Dies reicht von der Optimierung der Lieferkette bis hin zur Entwicklung neuer Produkte.

Der Mehrwert von polysensoralen Systemen für die Wertschöpfung und Nachhaltigkeit liegt zusammenfassend in ihrer Fähigkeit, komplexe Daten zu erfassen und zu analysieren. Die Nutzung dieser Daten führt in weiterer Folge zu verbesserten Entscheidungen, effizienteren Prozessen und einem verantwortungsvolleren Umgang mit Ressourcen. Indem sie Effizienz und Nachhaltigkeit in Einklang bringen, spielen diese Systeme eine entscheidende Rolle bei der Bewältigung globaler Herausforderungen wie Klimawandel, Ressourcenknappheit und Umweltverschmutzung. Um die anhand polysensoraler Systeme erhobenen Daten gezielt, effektiv und effizient zur Verbesserung von Prozessen nutzen zu können, ist eine Überführung der gesammelten Daten und Informationen in kontextbezogene sowie entscheidungs- und handlungsweisende Kennzahlen geboten.

3 Bedeutung und Arten von Kennzahlen

Kennzahlen verfolgen das übergeordnete Ziel, den Anwendenden ein Analyse- und Bewertungswerkzeug für Prozesse an die Hand zu geben. Kennzahlen sind somit essenziell für das Baugewerbe, die Bauindustrie und die Bauökonomie, einschließlich der Planung von Bauzeiten und -kosten. Sie ermöglichen sowohl Einblicke in umfassende Zusammenhänge als auch spezifische Detailfragen. Die Berechnung von Kennzahlen erfordert eine sorgfältige Auswahl relevanter Daten (in qualitativer sowie quantitativer Hinsicht), wobei der Schwerpunkt stets auf die Bedeutung der Informationen gelegt werden muss.

„Als Kennzahl bezeichnet man verdichtete numerische Messgrößen, die sich auf wichtige Sachverhalte im Unternehmen oder in Projekten beziehen und diese in konzentrierter Form darstellen. Sie informieren problemorientiert über betriebswirtschaftliche Sachverhalte und unterstützen damit in allen Phasen des unternehmerischen Entscheidungsprozesses.“⁷ Kennzahlen liefern zielgerichtete Informationen über technologische, baubetriebliche, bauwirtschaftliche und betriebswirtschaftliche Aspekte und unterstützen damit Entscheidungsprozesse in Unternehmen auf jeder Projekt- und Prozessebene. Sie zeichnen sich durch ihren informativen Charakter, der wichtige Sachverhalte und Beziehungen klarstellt, sowie durch ihre Quantifizierbarkeit, die auch komplexe Themen messbar macht, aus. Als spezifische Informationsform ermöglichen Kennzahlen

⁷ Barth/Giannaku (2017), S. 63

einen schnellen und umfassenden Überblick über die Schlüsselemente der Organisations- oder Projektstruktur.

Bei der Berechnung von Kennzahlen muss stets die Möglichkeit von Unsicherheiten bzw. Unschärfen⁸ mitbedacht werden, deren Auftreten in hohem Maße von der Qualität der zugrundeliegenden Daten abhängt. Ein vorsichtiger und verantwortungsbewusster Umgang mit Daten ist daher entscheidend für die Genauigkeit und somit Nutzbarkeit der Ergebnisse.

Kennzahlen sind, wie bereits festgestellt, in allen Phasen eines Projekts von großer Bedeutung. Ihre Aussagekraft und Präzision hängen stark von der Sorgfalt der Datenerhebung und der Qualität der verwendeten Informationen ab. Mit der Entwicklung und Nutzung von Kennzahlen bzw. Kennzahlenmodellen wird das Ziel verfolgt, die relevanten Parameter aus der realen Praxis so genau wie möglich wiederzugeben, um annähernd exakte Ergebnisse – besonders für Aufwandswerte⁹, Leistungswerte¹⁰, Kosten, Dauern¹¹, Mengen, THG-Emissionswerte, den Energieverbrauch sowie für Interdependenzen zwischen Produktionsprozessen, Produktionsbedingungen und Bauteildaten – in Form von Werten oder Bandbreiten zu erhalten, die anschließend beispielsweise mittels interaktiver Dashboards abgebildet und visuell aufbereitet werden. Wenn die Eingaben Messergebnisse darstellen, ist dabei jedenfalls auf die Glaubwürdigkeit der Messsysteme und die Güte der Messung an sich zu achten. Gütekriterien können dabei beispielsweise die Datenquellen, die Repräsentativität der Messung oder deren zeitliche und technische Aktualität sein. Die Aussagekraft des Modelloutputs hängt in höchstem Maße

- von der Qualität und Passgenauigkeit des Modells,
- der Interpretationsfähigkeit und der Verstehensumgebung der Ersteller*innen bzw. Anwender*innen (Kernkriterien: Transparenz und Nachvollziehbarkeit) sowie besonders
- von den kontextbezogenen Eingaben in das Modell (den Parametern) ab.

Kennzahlen können intern oder extern generiert werden, wobei interne Kennzahlen direkt von den Projektbeteiligten oder innerhalb der Organisation ermittelt werden, während externe Kennzahlen aus der Literatur oder von außenstehenden Organisationen stammen. Bei der Auswahl der Daten ist eine kontextuelle Orientierung wichtig. Es wird zwischen „harten“ Kennzahlen, die leicht quantifizierbar sind (z.B. Festigkeit, Temperatur, Dauer), und „weichen“ Kennzahlen, die aufgrund ihrer quali-

⁸ Unsicherheit hängt oft mit einem Mangel an Wissen oder Vorhersagbarkeit in Bezug auf ein System oder eine Messung oder auch in Bezug auf die entwickelten Modelle, die nur ein Abbild der Realität darstellen, zusammen, während Unschärfe sich auf eine grundlegende Grenze der Messgenauigkeit, zu wenige Messergebnisse oder auf die Unmöglichkeit, bestimmte Eigenschaften eines Systems gleichzeitig mit absoluter Präzision zu bestimmen, bezieht.

⁹ Siehe weiterführend in Hofstadler (2008)

¹⁰ Siehe weiterführend in Hofstadler (2007)

¹¹ Siehe weiterführend in Hofstadler (2022)

tativen Natur subjektive Interpretationen erfordern, unterschieden. Beispielhaft können weiche Operationalisierungen für die Einschätzung des Komplexitätsgrads eines Bauwerks (z.B. unter Verwendung einer Skala von 1 bis 10) oder für die Beurteilung der Planungs- und Ausschreibungsreife genannt werden (z.B. anhand einer Likert-Skalierung von 1 = gar nicht ausgereift/mangelhaft bis 5 = vollständig ausgereift).

Kennzahlen finden in verschiedenen Bereichen des Baubetriebs und der Bauwirtschaft wie im Projektmanagement, in der Kalkulation, bei Vergleichen von Verfahren sowie in der Planung des Bauablaufs und der Logistik Anwendung. Auch im Bereich der Nachhaltigkeit und des Energiemanagements nehmen sie eine bedeutende Rolle ein. Je nach Anforderungsprofil der Situation variieren sie in ihrer Betrachtungstiefe von groben Übersichten bis hin zu detaillierten Analysen. Im Bereich der Stahlbetonarbeiten helfen Kennzahlen beispielsweise, die Beton-, Bewehrungs-, Schalungs-, Logistik- und Arbeitsintensität in Bezug auf Bauwerke oder Bauteile zu bewerten. Je detaillierter und informativer eine Kennzahl ist, desto aussagekräftiger ist sie. Dabei müssen zusätzlich stets Transparenz und Nachvollziehbarkeit gewährleistet sein, damit eine Kennzahl zur Entscheidungsunterstützung herangezogen werden kann.

In der Analyse und Bewertung von Bauprojekten und Unternehmensleistungen werden unterschiedliche Kennzahlen verwendet, die in verschiedene Kategorien eingeteilt werden können: harte und weiche, interne und externe sowie absolute und relative Kennzahlen (siehe Abb. IV-4). Innerhalb der relativen Kennzahlen unterscheidet man weiter zwischen Gliederungs-, Beziehungs- und Messzahlen, die alle zur Gruppe der Verhältniszahlen gehören.

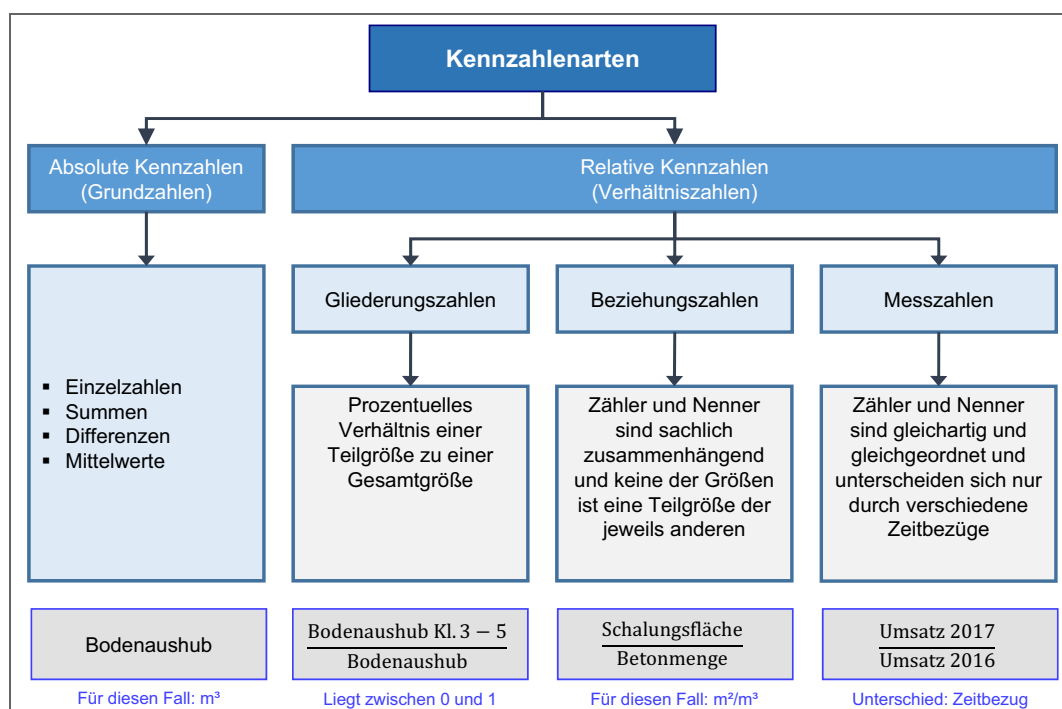


Abb. IV-4 Gliederung von Kennzahlenarten¹²

Einteilung von Kennzahlen:

- **Absolute Kennzahlen** umfassen Einzelwerte, Summen, Differenzen und Mittelwerte, die für sich stehen und nicht in Relation zu anderen Werten gesetzt werden. Beispiele hierfür sind Mengenangaben (z.B. Brutto-rauminhalt [BRI], Bruttogeschossfläche [BGF], Schalungsfläche [m²], Betonmenge [m³], Bewehrungsmenge [t]) oder Kosten (Einzel-, Gemein-, fixe und variable Kosten). Diese Kennzahlen haben einen direkten Zeitbezug, entweder zu einem bestimmten Zeitraum oder zu einem Stichtag. Ein Vergleich absoluter Kennzahlen zwischen verschiedenen Projekten bietet in der Regel wenig Aussagekraft, da sie unabhängig von anderen Größen betrachtet werden.
- **Relative Kennzahlen** entstehen durch die Bildung des Quotienten aus zwei absoluten Größen. Dabei repräsentiert der Zähler die Beobachtungszahl, über die eine Aussage getätigt wird, während der Nenner als Bezugszahl dient, an der die Beobachtungszahl gemessen wird. Das Ziel ist es, einen regelmäßigen Zusammenhang zwischen beiden Größen zu identifizieren und dadurch aussagekräftige Erkenntnisse zu gewinnen. Zu dieser Art von Kennzahlen zählen:
 - **Gliederungszahlen** setzen eine Teilgröße in Bezug zur Gesamtgröße, wobei sich beide Größen auf denselben Zeitraum beziehen. Da sie den Anteil einer Teilmenge an der Gesamtmenge wiedergeben, bewegen sie sich immer zwischen 0 und 1. Beispiele sind der Anteil des Bodenaushubs einer bestimmten Klasse am Gesamtbodenaushub oder der Lohnstundenanteil am Gesamtarbeitsfortschritt.
 - **Beziehungszahlen** verbinden zwei sachlich zusammenhängende, aber unabhängige Größen miteinander, ohne dass eine die Teilgröße der anderen ist. Diese Kennzahlen, wie etwa der Aufwandswert (Verhältnis von Lohnstunden zu Produktionsmenge), ermöglichen die Bewertung von Effizienz und Produktivität in verschiedenen Arbeitsbereichen. Beziehungszahlen haben eine große Bedeutung für die Bewertung von absoluten Kennzahlen bzw. ermöglichen sie erst die Ermittlung von absoluten Werten.
 - **Messzahlen** vergleichen gleichartige Größen, die sich lediglich durch ihren Zeitbezug unterscheiden, und dienen der Bewertung von Entwicklungen über die Zeit. Beispiele hierfür sind Umsatzmesszahlen oder Kostenvergleiche über verschiedene Jahre hinweg.

Für die Betrachtung von baubetrieblichen und bauwirtschaftlichen Aspekten sind insbesondere die relativen Kennzahlen von Bedeutung, da sie tiefere Einblicke in die Effizienz und Produktivität von Prozessen ermöglichen.

Kennzahlen sind alleinstehend oder semantisch gebündelt ein wesentliches Werkzeug für Unternehmen und Projekte, um alle darin ablaufenden Prozesse effektiv und effizient verstehen, kontrollieren, analy-

¹² In Anlehnung an Gladen (2014), S. 14ff.

sieren, bewerten, steuern und optimieren zu können und die Produktivität sowie die Nachhaltigkeit zu steigern sowie die Wertschöpfung zu verbessern. Um Kennzahlen allerdings überhaupt effektiv überwachen sowie analysieren und folgend darauf basierende operative und strategische Entscheidungen treffen zu können, bedarf es übersichtlicher und zeitnah generierter Darstellungen der relevanten Größen. In diesem Zusammenhang stellen Dashboards eine leistungsstarke Schnittstelle zwischen Daten und handelnden Menschen auf der Baustelle dar. Anhand von Dashboards kann den Nutzer*innen ein rascher Überblick über mehrere Projekte oder aber auch ein Tiefgang in Projektdetails einzelner Projekte ermöglicht werden.

4 Funktion und Mehrwert von Dashboards

Dashboards dienen als visuelle Schnittstellen, die komplexe Daten und Informationen in einer übersichtlichen und leicht verständlichen Form darstellen. Sie sind darauf ausgelegt, Benutzer*innen einen schnellen Überblick über wichtige Kennzahlen (Key Performance Indicators, KPIs) und andere relevante Informationen zu geben, um fundierte Entscheidungen treffen zu können. Dashboards finden in verschiedenen Bereichen Anwendung: von der Unternehmens- über die Projektanalyse bis hin zur Leistungsüberwachung und Qualitätssicherung in der Produktion bzw. Bauausführung.

Die Grundvoraussetzungen dafür, etwas kontrollieren und steuern zu können, umfassen mehrere Schlüsselemente, die in verschiedensten Kontexten wie Management, Technik, Psychologie und anderen Bereichen Anwendung finden. Einige allgemeine Erfordernisse betreffen die nachfolgenden Bereiche:

- **Ziele und Klarheit**
Ein klares Verständnis dessen, was kontrolliert oder gesteuert werden soll, einschließlich spezifischer Ziele und Erwartungen.
- **Messinstrumente und Daten**
Die Fähigkeit, den aktuellen Zustand des zu kontrollierenden Systems oder Prozesses zu messen. Dies beinhaltet den Zugang zu relevanten Daten und die Verwendung von Instrumenten oder Technologien zur Datenerfassung.
- **Rückkopplungssysteme**
Ein Mechanismus, der es ermöglicht, Informationen über die Leistung des Systems oder Prozesses zu erhalten und zu analysieren, um festzustellen, ob die Ziele erreicht werden bzw. wurden.
- **Entscheidungsbefugnis**
Die Fähigkeit und Autorität, Entscheidungen zu treffen und Änderungen vorzunehmen, um das System oder den Prozess entsprechend den gesetzten Zielen anzupassen.

- **Ressourcen**
Der Zugang zu den notwendigen Ressourcen, einschließlich Zeit, Geld, Personal, Wissen und Technologie, um die Kontrolle und Steuerung effektiv durchführen zu können.
- **Expertise und Wissen**
Fachkenntnisse, Erkenntnisse und Verständnis des zu kontrollierenden Systems oder Prozesses, einschließlich der relevanten Theorien, Prinzipien, Wechselwirkungen und Praktiken.
- **Kommunikation**
Effektive Kommunikationswege innerhalb des Systems oder Teams, um Informationen, Entscheidungen und Feedback effizient zu teilen.
- **Agilität**
Die Fähigkeit, in Echtzeit Veränderungen zu erkennen, darauf zu reagieren und das System oder den Prozess bei Bedarf anzupassen, um die gesetzten Ziele weiterhin zu erreichen.

Eine durchgängige Gewährleistung der angeführten Grundvoraussetzungen zur Steuerung von Prozessen stellt kein einfaches Unterfangen dar, vor allem nicht bei besonders komplexen Projekten wie Bauvorhaben. Dashboards können dabei als wertvolle Unterstützung herangezogen werden, da sie das umfangreiche Daten- und Informationsmaterial, das im Zuge von Bauprojekten anfällt und erhoben wird, in komprimierter und verständlicher Weise für die Anwender*innen und Entscheidungsträger*innen aufbereitet wiedergeben.

Als Grundlage dienen dabei Baustellendaten wie Plan-, Bauteil-, Prozess-, Umfeld- und Umweltdaten. Wann, wo und wie diese Daten aufgezeichnet werden (beispielsweise anhand des Einsatzes der bereits vorgestellten polysensoralen Systeme), kann mithilfe eines „Digitalisierungsdrehbuchs“ (siehe Abschnitt 7) festgelegt werden. Die Transformation der erhobenen Daten von der Form eines reinen Verfügungswissens hin zu Orientierungswissen¹³ erfolgt dann anhand von in Dashboards dargestellten Daten und Kennzahlen in Kombination mit den für eine realitätsgetreue und sinnerfassende Interpretation erforderlichen Informationen. Die Ergebnisse daraus werden, wo es notwendig ist, den Prozessbeteiligten und Entscheidungsträger*innen auf der Baustelle nahezu in Echtzeit zur Verfügung gestellt.

Anhand einer nachvollziehbaren und übersichtlichen Darstellung mittels Dashboards können zentrale Kennzahlen und Prozessverläufe für relevante Stakeholdergruppen visualisiert und somit kommuniziert sowie dokumentiert werden, wodurch zugleich der interne bzw. externe Wissensspeicher des Unternehmens oder Projektes ausgebaut bzw. weiterentwickelt wird. Anhand der in Dashboards visualisierten Ergebnisse erfolgt eine zielgerichtete Rückkopplung, um Gegensteuerungsmaßnahmen und kontinuierliche Verbesserungen im Hinblick auf das bereits erwähnte und in Abschnitt 7 vorgestellte organisationsweite Digitalisierungsdrehbuch zu ermöglichen.

¹³ Vgl. Hofstadler/Ninaus (2019).

Dashboards, die intuitiv wirken sollen, müssen dabei sorgfältig gestaltet werden, um sicherzustellen, dass sie leicht verständlich sind und Nutzer*innen einfach und schnell die für Entscheidungen benötigten Informationen erfassen können. Einige Schlüsselprinzipien für den Aufbau intuitiver Dashboards sind:

- **Eindeutige Zielsetzung**
Für jedes Dashboard sollten klare Zielsetzungen in der Form von Muss-, Soll-, Kann- und Nicht-Zielen formuliert werden. Dafür ist es erforderlich, zu ergründen, wer die Nutzer*innen sind und welche Aufgaben und/oder Entscheidungen das Dashboard unterstützen soll.
- **Einfachheit und Eindeutigkeit**
Eine Überladung in den verschiedenen Dashboardansichten ist zu vermeiden. Für die jeweilige Zielgruppe sollen nur die notwendigen Informationen zur Verfügung gestellt werden, um eine Überfrachtung von Informationen zu vermeiden. Zu viele sowie verwirrende und unsystematische Darstellungen können zu Ablenkung, Fehlleitungen oder gar zum Desinteresse bei der Nutzung der Dashboards führen.
- **Logische Benutzeroberfläche**
Schaffung einer Struktur von Kennzahlen und gebündelten Kennzahlen, die singulär zu betrachten sind oder zusammenhängen und sich gegenseitig beeinflussen. Semantisch zusammengehörige Kennzahlen und Informationen sollten für eine leichtere Übersichtlichkeit und Verständlichkeit nah aneinander platziert werden.
- **Visuelle Orientierung**
Visuelle Steuerungselemente wie Größen, Farben und Abstände ermöglichen es, eine Hierarchie zu schaffen. Wesentliche Informationen sollten dabei von den Nutzer*innen zuerst wahrgenommen werden.
- **Konsistenz in den Darstellungen**
Die Verwendung konsistenter und standardisierter Darstellungen von Daten, Diagrammen und Grafiken werden durch selektive Farbgebung und Formen ermöglicht. Damit wird sofort ersichtlich, welche Prozessdaten von der Makro- bis zur Mikrobetrachtung zusammengehörig sind.
- **Interaktivität**
Durch beispielsweise Filtern, Sortieren oder Drill-Down-Funktionen¹⁴ soll es den Nutzer*innen ermöglicht werden, mit dem Dashboard zu interagieren. Damit wird das Interesse für das Dashboard gefördert und unterstützt dabei, spezifische Informationen schnell zu finden, was ein tieferes Verständnis der Zusammenhänge fördert.

¹⁴ Anwender*innen können mit Drill-Down im Zuge von Datenanalysen auf detailliertere Daten der gerade im Fokus stehenden Betrachtungsebene zugreifen. Dieses Top-down- und Bottom-up-Navigieren auf unterschiedlichen Detaillierungsebenen ist ein wesentlicher Funktionsumfang von Business Intelligence Tools.

- **Flexibilität**
Nutzer*innen sollen anhand von vorher definierten Regeln ihre spezifischen Bedürfnisse und Anforderungen in den Dashboard-Einstellungen berücksichtigen können, ohne dass die grundlegende Intuitivität gestört wird. Dashboards sollten durch das An- und Wegklicken von Funktionen flexibel an die jeweiligen Aufgabenstellungen und Bedürfnisse anpassbar sein.
- **Responsive Design**
Sicherstellung, dass das Dashboard auf verschiedenen Geräten und Bildschirmgrößen gut funktioniert. Durch entsprechende Designvorgaben wird sichergestellt, dass das Dashboard an die jeweilige Bildschirmgröße und/oder das entsprechende Device angepasst wird, um die Benutzungsfreundlichkeit zu gewährleisten. Damit wird die Zugänglichkeit und Bedienbarkeit verbessert.
- **Interaktive Hilfestellungen und Dokumentation**
Schaffung von klaren und verständlichen Anleitungen oder Anwendungshinweisen für komplexere Kennzahlen oder Zusammenhänge. Eine gute Dokumentation kann die Einstiegshürde und den Lernaufwand für neue Nutzer*innen verringern.
- **Rückkopplung in der Form von Feedbackschleifen**
Das Einholen regelmäßigen Feedbacks von Nutzern*innen ist Grundvoraussetzung, um zu verstehen, wie das Dashboard verwendet wird und welche Verbesserungen vorgenommen werden können. Dadurch kann die Intuitivität und damit die Bedienfreundlichkeit weiter gesteigert werden.

Ein intuitives Dashboard sollte so gestaltet sein, dass Nutzer*innen mit minimaler Einarbeitung oder Anleitung die gewünschten Informationen schnell und effizient finden und verstehen können. Die Berücksichtigung der Nutzer*innenerfahrung und die kontinuierliche Anpassung basierend auf Nutzer*innenfeedback sind entscheidend für die Entwicklung und Pflege effektiver und intuitiver Dashboards.

5 Kontrollieren und Steuern auf Basis agiler Digitalisierung

Im Rahmen der Erhebung, Aufbereitung, Transformation und Nutzung von Bauwerks- sowie Prozessdaten spielen agile Methoden zunehmend eine zentrale Rolle. Agile Methoden (wie Scrum, Kanban, Lean Construction, Dynamic Systems Development Method [DSDM], Feature-Driven Development [FDD], Agiles Systems Engineering) stellen eine Reihe von flexiblen und iterativen Ansätzen sowie Vorgehensweisen dar, die beispielsweise darauf abzielen, die Erkennbarkeit, Reaktionsschnelligkeit, Flexibilität, Kooperationsfähigkeit, Integralität sowie kontinuierliche Verbesserung im Zuge unterschiedlichster – auch datenbasierter bzw. -bezogener – Prozesse zu fördern. Damit sollen mögliche Problemfelder schon präventiv bzw. frühzeitig erkannt und beseitigt sowie Lösungen entwickelt

werden, wodurch zwangsläufig auch die Wertschöpfung gesteigert wird. Agile Methoden haben ihren Ursprung vor allem in der Softwareentwicklung und in der Automobilindustrie, werden jedoch zunehmend auch in anderen Bereichen und Branchen wie z.B. dem Bauwesen eingesetzt, um effektive und innovative Lösungen zu schaffen. Außerdem unterscheiden sie sich von traditionellen, plangetriebenen Ansätzen, da sie sich auf eine adaptive, inkrementelle und iterative Herangehensweise konzentrieren. Oft werden agile Methoden vollkommen unbewusst und ohne Wissen darüber, wie diese fachspezifisch bezeichnet werden, eingesetzt. Am häufigsten tritt dies im Bauwesen bei Lean Construction auf. Durch eine innovative Produktionsplanung gelang es in den letzten Jahrzehnten, Prozesse zu optimieren und Verschwendung zu reduzieren bzw. vollständig zu vermeiden, ohne dabei gewusst zu haben, dass man im Sinne des Toyota-Produktionssystems (TPS) Lean-Prinzipien angewendet hat.

Die agile Digitalisierung ermöglicht die Nutzung von digitalen Technologien und Tools, um Prozesse in Unternehmen – einschließlich der Produktionsfaktoren – zeitlich und räumlich nachzuverfolgen. Die systematische Erfassung, Aufbereitung, Speicherung und Nutzung von Daten müssen dabei als stete Begleiter der agilen Digitalisierung gesehen und entsprechend fokussiert werden. Nachfolgend sind einige Punkte aufgelistet, welche die Vorteile der agilen Digitalisierung für die Darstellung und Verknüpfung von Produktionsfaktoren unter der effizienten Nutzung von Daten und Informationen verdeutlichen:

- **Modellierung der Produktionsfaktoren:**
Durch die Nutzung von Datenmodellen können Prozessbeteiligte bzw. Entscheidungsträger*innen die Wechselwirkungen zwischen den Produktionsfaktoren besser verstehen. Dies ermöglicht eine effizientere Planung und Ressourcenauslastung sowie die Nutzung von Synergieeffekten.
- **Realitätsgetreue Darstellung**
Durch die Kombination von Kennzahlen mit notwendigen Kontextinformationen kann ein vollständigeres und realitätsgetreueres Bild der Situation erzeugt werden. Dies verhindert, dass Entscheidungen auf Basis isolierter Daten getroffen werden, die möglicherweise irreführend sein können.
- **Zeitliche Nachverfolgung**
Durch die Digitalisierung von Produktionsprozessen können Prozessbeteiligte bzw. Entscheidungsträger*innen den gesamten Ablauf der Produktion zeitlich verfolgen und analysieren. Dadurch lassen sich Engpässe, Verzögerungen oder unproduktive Phasen identifizieren, analysieren, bewerten und folglich optimieren.
- **Räumliche Nachverfolgung**
Digitale Technologien ermöglichen (idealerweise) in Echtzeit die Erfassung und Aufzeichnung der räumlichen Entwicklung von Produktionsfaktoren verschiedener Baustellen – bezogen auf Fertigungsabschnitte und differenziert nach Leistungsgruppen. Dies ist besonders nützlich, wenn Unternehmen über mehrere Standorte verteilt agieren oder auf eine zentral gesteuerte Lieferkette zurückgreifen.

- **Vernetzte Darstellung**
Agile Digitalisierung bietet die Möglichkeit, Daten aus verschiedenen Quellen und Systemen miteinander zu verknüpfen und auf einer zentralen Plattform anhand interpretationsfreundlicher Kennzahlen bzw. der im vorherigen Abschnitt vorgestellten Dashboards darzustellen. Dadurch erhalten Entscheidungsträger*innen einen umfassenden Überblick über den Produktionsprozess und können fundierte Handlungsschritte setzen.
- **Effiziente Kommunikation**
Durch das Teilen von Dashboards mit den Prozessbeteiligten wird sichergestellt, dass alle Beteiligten auf dem neuesten Stand sind und ein gemeinsames Verständnis der aktuellen Lage aufweisen.
- **Zeitnahe Optimierung**
Durch die Kombination von Zeit- und Ortsinformationen sowie aufgrund der Modellierung von Produktionsfaktoren können Unternehmen ihre Prozesse zeitnah optimieren. Dies ermöglicht eine schnellere Reaktion auf Veränderungen oder unvorhergesehene Ereignisse. Durch das ständige Monitoring können Engpässe oder Ineffizienzen im Prozess identifiziert und entsprechende Verbesserungsmaßnahmen eingeleitet werden.
- **Zielführende und schnelle Entscheidungsfindung**
Die Bereitstellung dieser Informationen in Kombination mit Kennzahlen und Dashboards nahezu in Echtzeit ermöglicht es Entscheidungsträger*innen, schnell auf Veränderungen zu reagieren und notwendige Korrekturen vorzunehmen.

Insgesamt trägt die agile Digitalisierung somit dazu bei, dass Unternehmen effizienter und flexibler agieren können, weil sie basierend auf einer quantitativ und qualitativ hochwertigen Datenlage einen besseren sowie zeitnahen¹⁵ Einblick in ihre Produktionsprozesse erhalten und dadurch schneller auf Veränderungen reagieren können. Dies führt zu einer Steigerung der Produktivität¹⁶ und Wettbewerbsfähigkeit.

Darüber hinaus fördern agile Methoden Selbstorganisation, eine kooperative Zusammenarbeit und laufendes Feedback, wodurch sie sowohl einen Mehrwert für das Projekt als auch für alle einzelnen Beteiligten und die gesamte Organisation liefern. Agile Arbeitspraktiken haben sich als effiziente Ansätze erwiesen, um die Produktivität, die Qualität der Arbeiten sowie des Endproduktes und die Zufriedenheit der Teammitglieder sowie der Projektbeteiligten zu steigern und erfolgreich Projekte aufzusetzen, zu begleiten und abzuschließen. Zudem ergeben sich finanzielle Vorteile, da eine schnelle Fehlersuche sowie -eliminierung hohe Kosten zu späteren Zeitpunkten verhindern bzw. minimieren können.

Insgesamt führen agile Methoden in Kombination mit der Digitalisierung und einer effizienten Datennutzung dazu, dass Organisationen und damit auch Bauunternehmen in der heutigen dynamischen und komplexen

¹⁵ Siehe weiterführend in: Motzko et al. (2013)

¹⁶ Siehe weiterführend in: Hofstadler (2014)

Geschäftswelt wettbewerbsfähig bleiben und erfolgreich zur sozialen, ökonomischen und ökologischen Entwicklung beitragen können.

Um agil zu denken und zu handeln bzw. um Anomalien zu erkennen, diese genau zu deuten und entsprechend schnell sowie zielgerichtet reagieren zu können, brauchen Organisationen, Projekte, Baustellen sowie Bau- und Fertigungsabschnitte Frühwarnsysteme. Hierbei bilden die digitalisierten Prozesse der Daten- und Informationserhebung das Fundament, um Schlüssel- bzw. Kennzahlen sowie visualisierte Ergebnisdarstellungen in Echtzeit zu erhalten. Weiters wird dadurch eine umfassende Analysemöglichkeit für Auswertungen, Berichte und den Schriftverkehr geschaffen. Daraus resultieren deutlich effizientere Möglichkeiten, bereits bekannte sowie besonders auch neue Chancen und Risiken¹⁷ besser und früher erkennen zu können. Auf Unternehmensebene kommt dabei eine ganzheitliche Perspektive und auf Projektbene ein detaillierterer Fokus zur Anwendung. Damit wird das Ziel verfolgt, jederzeit diagnostisch und prognostisch das Unternehmen sowie die Projekte effektiv und effizient steuern zu können.

Im Rahmen der mannigfaltigen Datenerhebungstechnologien ergibt sich eine Vielzahl von Daten und Informationen, die durch Vernetzung zu Verfügungswissen werden. Dieses gilt es, in Abhängigkeit vom Verwendungszweck zu ordnen und so auszurichten, dass wertvolles Orientierungswissen generiert wird. Der strukturierten Bereinigung sowie Aufbereitung der Prozess- und Bauwerksdaten ist besondere Beachtung zu schenken, um in weiterer Folge keine unnötigen Ressourcen zu verschwenden. Dabei ist es von zentraler Bedeutung, jene Daten, die nach vordefinierten Kriterien als nicht relevant eingestuft wurden, zu löschen bzw. gar nicht erst zu erheben, denn diese würden lediglich ökonomische und ökologische Ressourcen binden, ohne dabei einen konkreten Nutzen zu liefern. Außerdem erfolgt im Zuge der Aufbereitung eine Verknüpfung der vorhandenen und weiterführend genutzten – also als sinnvoll erachteten und ausgewählten – Daten und Informationen mit den Produktionsbedingungen. Werden die gefilterten Daten in Kontext mit einem Bauteil und den dazugehörigen Prozessbedingungen gesetzt, entsteht konkretisiertes Orientierungswissen, das dem Projektraum bzw. Datenraum je nach Zuteilungsregeln zur Verfügung gestellt wird und der kontinuierlichen Verbesserung dient.

Zu dem auf der Baustelle vorhandenen Verfügungswissen zählen neben diversen Abmessungen, der Arbeitskräfteanzahl und -entwicklung, der Gerätekräfteanzahl und -entwicklung, den Stoffmengen und der Stoffmengenentwicklung, den Witterungsverhältnissen etc. beispielsweise auch der Energieverbrauch sowie dazugehörige Parameter. Die verfügbaren Daten und Informationen zum Energieverbrauch sowie deren effizienter bzw. ineffizienter Einsatz lassen sich weiterführend durch die Kopplung mit elektrischen Größen (z.B. Leistung, Stromstärke) systematisch in Orientierungswissen umwandeln. Das auf den Energieverbrauch bezogene Wissen kann somit wichtige Erkenntnisse zum Geräteeinsatz, zu verrich-

¹⁷ Siehe weiterführend in: Hofstadler/Kummer (2017)
 Siehe weiterführend in: Hofstadler/Kummer (2021)

teten Tätigkeiten, zu möglichen Einsparpotenzialen oder zu potenziellen Chancen bzw. Risiken in Bezug auf die Einhaltung der Bauzeit liefern.

Obwohl die elektrische Energie (sowie einige ESG-Themenfelder) heutzutage zu den elementaren Produktionsfaktoren zählt, wird sie im Rahmen des Monitorings, der Dokumentation und der Umwandlung in Orientierungswissen nach wie vor stiefmütterlich behandelt. Dies gilt es jedoch, zeitnah zu ändern, damit den Bauprozess abbildende Modelle noch detaillierter erstellt werden können. Zudem erscheint es im Sinne der Nachhaltigkeitstransformation – ausgedrückt durch den European Green Deal – als essenziell, den eigenen Energieverbrauch (absolut sowie relativ) genau abzubilden, um etwaige THG-Treiber zu identifizieren und im Zuge von ökologischen (z.B. Veränderung des Energiemixes zugunsten erneuerbarer Energieträger) sowie ökonomischen (z.B. Effizienzsteigerungen) Optimierungsmaßnahmen abzuschwächen. Wie weit die Beobachtungen, Datenerhebungen und Analysen dabei in die Tiefe gehen sollen, muss je nach Art und Komplexität des Projektes abgewogen werden. Dass ein zu starker Fokus auf Details sich auch als kontraproduktiv darstellen kann, wird im nächsten Abschnitt erörtert.

6 Mit Luchsaugen die Baustelle monitoren?

Wie detailliert sollen bzw. können Beobachtungen sein, ohne dass man in der Tiefe den Überblick und die Orientierung verliert? In theoretischen Auseinandersetzungen sind dem möglichen Detaillierungsgrad häufig keinerlei Grenzen gesetzt, praktisch existieren diese Grenzen im Kontext von zeit- und kosten- sowie ablauf- und prozessbezogenen Faktoren jedoch sehr wohl. Sie sind zudem nicht nur baupraktisch und erhebungstechnologisch bedingt, sondern auch durch die Möglichkeiten einer sinnhaften Interpretierbarkeit des Beobachteten, des Gemessenen und des Dokumentierten. Dabei gelten solche Grenzen nicht nur für Beobachtungen im Bauwesen, sondern wurden schon viel früher erkannt.

So stellte auch *Leibniz* fest, dass eine weitere Zergliederung von Systemen und Teilsystemen nur bis zu einem gewissen Grad einen Mehrwert im Hinblick auf einen tiefergehenden Erkenntniszugewinn bringt, da bei einer übermäßigen Zergliederung zunehmend der Überblick verloren geht. Ein zu stark verfeinertes Beobachtungssystem bringt die Beobachter*innen bzw. Analyst*innen in die Bredouille, dass sie nicht mehr wissen, was sie beobachten sollen bzw. was aus dem Beobachteten zu schließen ist. *Leibniz* sieht somit Grenzen der Sinnhaftigkeit der Teilbarkeit.

„*Einer, der Luchsaugen hätte, würde das meiste, was wir im Großen wahrnehmen, in entsprechendem Maßstab im Kleinen finden*“,

schreibt *Leibniz* in seiner Hypothesis physica nova, § 43, und fährt fort:

„*Wenn man dies bis ins Unendliche verfolgt, was sicher möglich ist, da das Kontinuum bis ins Unendliche teilbar ist, so wird jedes Atom wie eine Welt sein, die unendlich viele Unterarten enthält, und es wird Welten in den Welten geben bis ins Unendliche*“.¹⁸

Auf den Baubetrieb übertragen bedeutet dies, sich die Frage zu stellen, welche Beobachtungstiefe und -breite in Bezug auf Produktionsprozesse und ihre Verbindung mit den Umwelt- und Umfeldbedingungen beherrschbar sind. In welche Tiefe sollen Ablaufabschnitte und Teilprozesse beispielsweise im Zuge der Planung, der Kalkulation, der Analyse, des Monitorings sowie der Dokumentation unterteilt werden?

In Abb. IV-5 sind anhand der REFA-Systematik¹⁹ Produktionsprozesse in Ablaufabschnitte unterteilt. Beginnend mit der Makrobetrachtung wird dabei bis in die Tiefe der Mikrobetrachtung differenziert. Der AG bewegt sich in seinen Ermittlungen naturgemäß eher im oberen Bereich der Makroablaufabschnitte, wohingegen beim AN neben der Makrobetrachtung wesentlicher Leistungen für gewöhnlich auch eine Vertiefung in die wesentlichen Bestandteile der Mikrobetrachtungsebene stattfindet. Mit der Betrachtungstiefe nimmt die Genauigkeit der Beobachtung der betrachteten Systeme und Prozesse nur dann zu, wenn die zunehmende Zergliederung der Art und Kombination der Produktionsfaktoren erfassbar, deutbar und interpretierbar bleibt. Dabei müssen auch die Zeit sowie die Kosten mitberücksichtigt werden, da diese immer zugunsten eines konkreten Nutzens eingesetzt werden sollten. Ansonsten würde der AN wertvolle Ressourcen ohne entsprechenden Gegenwert verschwenden.

Eine weitere bzw. noch feinere Unterteilung der Bauprozesse in Ablaufabschnitte wie Vorgangsstufen und Vorgangselemente bringt zudem keinen Mehrwert für die Dokumentation der Produktionsprozesse und der Produktivität, weil die Anzahl der zu beobachtenden Teilsysteme und Teilprozesse so stark zunimmt, dass der Überblick mehr und mehr verloren geht. Es besteht vielmehr die Gefahr, dass die Dokumentation zunehmend von Chaos geprägt ist.

Ebenso wächst bei einer noch tiefergehenden Gliederung die Herausforderung, ein möglichst lückenloses Monitoring zu gewährleisten, da sich die Summe der zu beobachtenden Elemente weiter erhöht. Ein qualitativ hochwertiges Monitoring mit einer einhergehenden fundierten Dokumentation liefert einen größeren Mehrwert als eine scheinbar unsystematisch erfasste Flut an Daten und Informationen.

Es kann nur das nutzbringend gesteuert werden, was transparent sowie erfassbar ist und von dem man über maßgebliche Erkenntnisse hinsichtlich der Zusammenhänge zwischen Output und Input verfügt.

¹⁸ https://www.google.at/books/edition/Leibniz_Philosophie/yBv3DwAAQBAJ?hl=de&gbpv=1&dq=leibniz+Kontinuum+bis+ins+Unendliche+poser&pg=PA339&printsec=frontcover; Datum des Zugriffs: 11.02.2024

¹⁹ Vgl. Berg (1984).

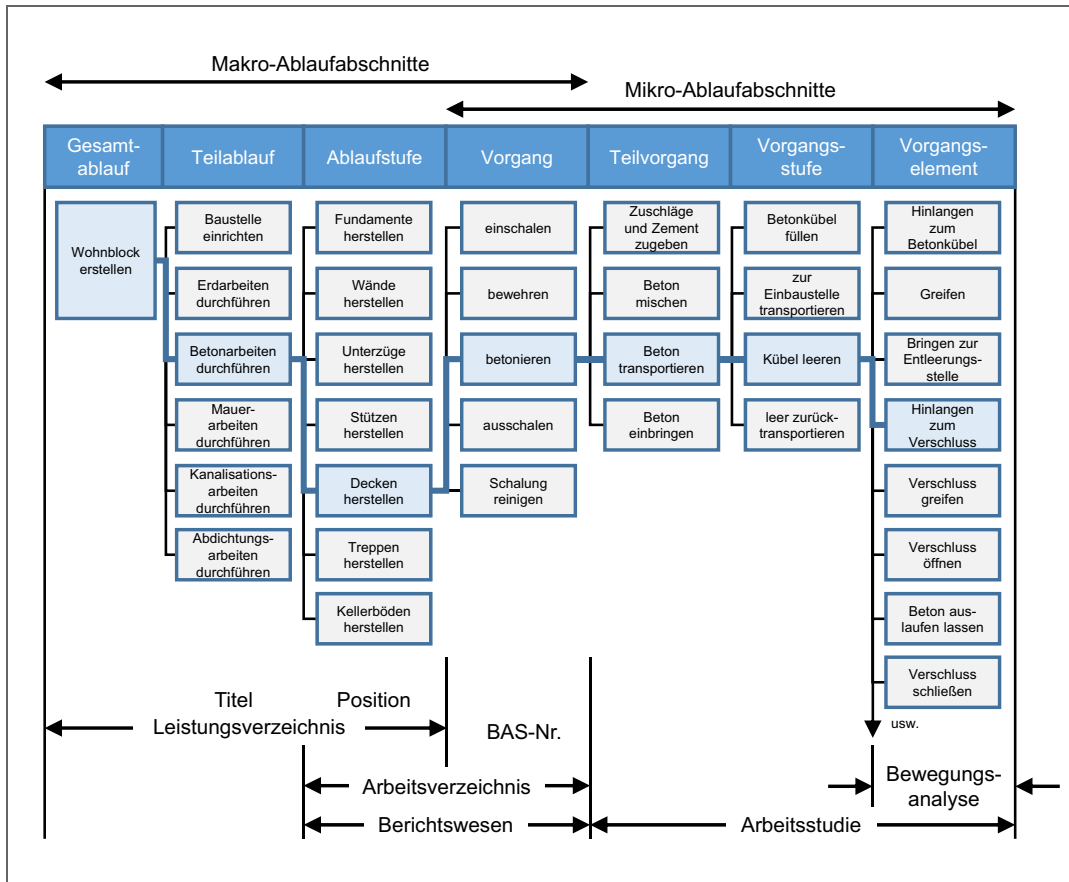


Abb. IV-5 Gliederung des Produktionssystems in Ablaufabschnitte²⁰

Nachdem die Herausforderungen und Grenzen der Detailtiefe in der Beobachtung und Dokumentation von Bauprozessen beleuchtet wurden, wird im nachfolgenden Abschnitt die für eine nutzenbringende Digitalisierung so wichtige Rolle des Digitalisierungsdrehbuchs (DDB) vorgestellt und beschrieben. Dabei wird die Notwendigkeit aufgezeigt, Bauprozesse nicht nur zu beobachten und zu dokumentieren, sondern sie auch intelligent zu steuern und zu optimieren. Die Anwendung eines DDB kann dazu beitragen, die geschilderte Lücke zwischen der Notwendigkeit einer detaillierten Beobachtung und der praktischen Umsetzbarkeit unter Berücksichtigung von Zeit- und Kostenfaktoren zu schließen.

7 Digitalisierungsdrehbuch (DDB)

Um Daten, Informationen und Wissen in Bezug auf die Anwendung digitaler Technologien im Bauwesen dauerhaft nutzbar zu machen, empfehlen die Autoren das Schreiben eines „Digitalisierungsdrehbuchs“ für Bauprojekte, welches Hofstadler wie folgt definiert:

²⁰ Vgl. Hofstadler (2022), S. 229

„Ein Digitalisierungsdrehbuch (DDB) für den Baubetrieb ist eine strategische und operative Richtlinie, die für jedes Projekt definiert, welche Produktionsfaktoren und Prozesse mit welchen digitalen Technologien ausgestattet werden und nach welcher Systematik die Plan-, Bauteil-, Prozess-, Umfeld- und Umweltdaten miteinander zu vernetzen sind. Es beinhaltet – wie ein herkömmliches Drehbuch – alle Rollen und zugehörigen Tätigkeiten der am digitalisierten Bauprozess beteiligten Parteien oder Personen. Weiters wird die digitale Datenaufbereitung beschrieben und festgelegt, welche Informationen damit zu verknüpfen sind, um die definierten Kennzahlen in genau beschriebene Dashboards überführen zu können. Wesentlich ist dabei auch die Beschreibung der vertraglichen Interaktion mit den Projektbeteiligten und dem Projektraum/Datenraum sowie die Vereinbarung einheitlich angewandter, geeigneter digitaler Speicher- und Kommunikationsapplikationen. Des Weiteren schreibt das Digitalisierungsdrehbuch vor, welche Daten, welche Informationen sowie welches Wissen in den Projektraum/Datenraum bzw. in den digitalen Wissensspeicher welcher Organisationen übertragen werden, um agile Denk-, Entscheidungs- und Handlungsprozesse zu ermöglichen. Im Drehbuch ist außerdem festzulegen, wie dieses Wissen vor Manipulationen sowie Zugriffen Unbefugter gesichert wird.“²¹

Ein Digitalisierungsdrehbuch für den Baubetrieb stellt somit eine umfassende, projektbezogene Strategie sowie in weiterer Folge Umsetzungsanweisung für die sinnhafte Integration digitaler Technologien und Prozesse dar.

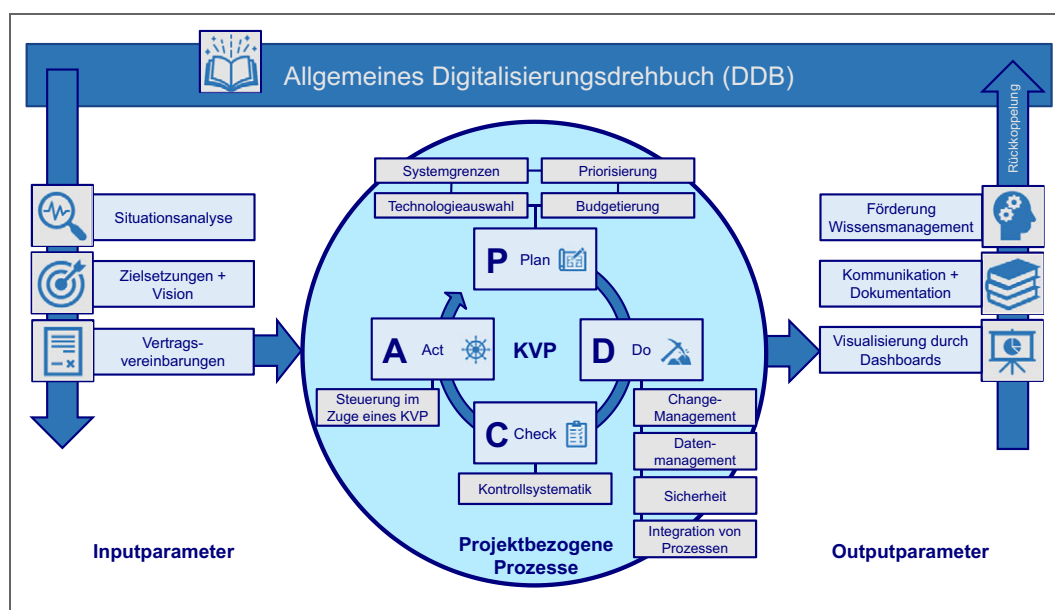


Abb. IV-6 System- und Prozessdarstellung zur Entwicklung eines projektbezogenen Digitalisierungsdrehbuchs (Hofstadler/Dollmann)²²

²¹ Hofstadler (2023), S. 63f.

²² Hofstadler (2023), S. 64

In Abb. IV-6 ist die Anwendung eines Digitalisierungsdrehbuchs als Prozess dargestellt. Dabei ist es zwingend notwendig, dass eine Organisation im ersten Schritt ein allgemeines Digitalisierungsdrehbuch (d.h. einen systematischen Ansatz zum Umgang mit dem Thema Digitalisierung) entwickelt und organisationsweit festlegt. Basierend auf dieser Richtlinie werden jegliche relevante Inputparameter (Situationsanalyse, Zielsetzungen und Vision, Vertragsvereinbarungen) für ein Projekt identifiziert und systematisch zusammengeführt. Darauf aufbauend wird der sogenannte PDCA-Zyklus (Plan, Do, Check, Act) durchlaufen, in welchem das projektbezogene Drehbuch basierend auf den Inputs geplant und ausgeführt sowie darauffolgend systematisch kontrolliert und gesteuert (Optimierung der vorangegangenen Schritte durch besseres Verständnis) wird. Das Ergebnis der Prozesse (Outputparameter) lässt sich anschließend für relevante Stakeholdergruppen mittels Dashboards visualisieren und somit kommunizieren sowie dokumentieren, wodurch interne bzw. externe Wissensspeicher ausgebaut sowie weiterentwickelt werden. Darauf aufbauend erfolgt anhand der Ergebnisse eine zielgerichtete Rückkopplung, um Gegensteuerungsmaßnahmen und kontinuierliche Verbesserungen für ein allgemeines, organisationsweites Digitalisierungsdrehbuch zu ermöglichen.²³

Mit der grundlegenden Definition der jeweiligen Bestandteile sowie den Fragestellungen soll den Anwender*innen eines Digitalisierungsdrehbuchs ein Umsetzungsrahmen (Framework) bereitgestellt werden, welcher bei der Planung und beim Einsatz von digitalen Werkzeugen unterstützend zur Seite steht.

Wie eine systematische Kontrolle und Steuerung von Bauprozessen gelingen kann, wird nachfolgend anhand eines zur Überwachung und Steuerung sowie Dokumentation von Betonierprozessen entwickelten Systems gezeigt. Betonierprozesse weisen für Stahlbetonarbeiten eine hohe Bedeutung hinsichtlich Qualität, Kosten, Dauerhaftigkeit sowie Zeit auf und reagieren sehr sensibel auf wechselnde äußere Einflüsse sowie Schwankungen in der Betonzusammensetzung sowie besonders in den Betoneinbau- und Verdichtungsprozessen.

8 Kontrolle und Steuerung von Betonierprozessen durch DIGICOPRO

Das Projekt DIGICOPRO²⁴ repräsentiert einen wichtigen Evolutions-schritt im Bauwesen: die Digitalisierung von Betonierprozessen bzw. in weiterer Folge von Stahlbetonprozessen ganz allgemein. Im Wesentlichen geht es dabei um die Interaktion zwischen den Tätigkeiten Schalen, Bewehren und Betonieren. DIGICOPRO greift auf den Einsatz fortschrittlicher polysensoraler Systeme zurück, anhand derer Datenströme in Echtzeit eingefangen und analysiert werden können. Diese Systeme bilden eine Einheit aus diversen Sensoren, die nicht nur in der

²³ Hofstadler (2024), S. 64

²⁴ DIGItalised COncreting PROcesses

Lage sind, die Qualität des Betons zu überwachen, sondern auch eine sofortige Reaktion auf jegliche Abweichungen oder Fehler im Prozess ermöglichen. Dies geschieht durch einen laufenden Abgleich der Messungen mit zuvor definierten Grenzwerten. Die Datenauswertung und die Visualisierung anhand intuitiver Dashboards ermöglichen es den Fachkräften (dispositives Personal) und Arbeitskräften (produktives Personal), Unregelmäßigkeiten zu antizipieren und treffsichere Korrekturmaßnahmen zu ergreifen. Dies führt zu einer Präzisierung und Effizienzsteigerung im Betonierprozess, reduziert Fehlermargen und optimiert folglich die Kosten. DIGICOPRO steht somit für eine innovative und kosteneffektive Qualitätssicherung, welche die Standards für Bauprozesse neu definiert und die Branche in eine aussichtsreiche Zukunft führt.

8.1 Beschreibung des Systems

Das DIGICOPRO-Projekt versteht sich als zukunftsorientierter Ansatz zur Qualitätssicherung im Bauwesen, indem es den ausführenden Arbeitskräften ein hochentwickeltes, polysensorales Mess- und Steuerungssystem unterstützend zur Seite stellt. Konfrontiert mit den kostspieligen und zeitaufwendigen Herausforderungen, die durch die aktuell gängige Praxis des zu schnellen Betonierens entstehen – erkennbar an Mängeln wie Farbinhomogenitäten, strukturelle Unregelmäßigkeiten und Unebenheiten –, setzt dieses System auf Prävention sowie die Steuerung und Lenkung des Herstellungsprozesses durch digitale Technologien. Die Neuerung liegt dabei in einem Netzwerk von Sensoren, die nicht nur die Betoniergeschwindigkeit, sondern auch kritische Parameter wie die Verdichtung und Schüttlagenentwicklung kontinuierlich überwachen. Hierbei werden die Daten in Echtzeit auf eine Online-Plattform übertragen, wo sie ausgewertet und umgehend für die Anwender*innen visualisiert werden. Die Anpassungsfähigkeit des Systems erlaubt es, Grenzwerte dynamisch an die spezifischen Bedingungen der Produktionsfaktoren und deren Umgebung anzupassen. Bei jeglicher Überschreitung dieser Grenzen (mit frei adaptierbaren Sicherheitsfaktoren) werden die Arbeitskräfte und das Führungspersonal unmittelbar durch ein Warnsystem informiert, das sich durch akustische, haptische und optische Signale bemerkbar macht. Diese frühzeitige Warnung ermöglicht es in weiterer Folge, umgehend genaue Korrekturmaßnahmen zu ergreifen.

Zusätzlich zur geführten Steuerung und Verbesserung des jeweiligen Betonierprozesses führen die Sammlung und Analyse der generierten Daten zu einem kontinuierlichen Lernprozess. Durch die Integration in eine zentrale Datenbank und den Einsatz von künstlicher Intelligenz werden nicht nur aktuelle Bauprojekte und -prozesse verbessert, sondern auch wertvolle Einsichten für zukünftige Vorhaben gesammelt. Dieser iterative Lernzyklus fördert eine ständige Verbesserung der Ausführungsqualität und legt den Grundstein für eine neue Ära der Bauprozessoptimierung. Das beschriebene System, dessen Funktionsweise in Abb. IV-7 illustriert wird, stellt somit einen entscheidenden Fortschritt für die Baubranche dar, der sowohl ökonomische als auch ökologische Vorteile mit sich bringt und die Sicherheit am Bau maßgeblich erhöht.



Abb. IV-7 Funktionsweise des Mess-, Steuerungs- sowie Dokumentationssystems (Prototyp) für Betonierprozesse²⁵

Das DIGICOPRO-Projekt ist ein visionäres Unterfangen, das die Art und Weise, wie die Bauindustrie bzw. das Baugewerbe über Betonierprozesse denkt und bei diesen handelt, weiterentwickelt. Es adressiert durch Kostensenkungen und Qualitätssteigerungen nicht nur ökonomische Aspekte, sondern agiert auch als ein Katalysator für Umweltverantwortung, indem es den CO₂-Fußabdruck von Bauprojekten ermittelt, detailliert dokumentiert und auf diese Weise aktiv minimiert, da gezielte, datenbasierte Entscheidungen getroffen werden können. Durch die detaillierte Erfassung und Analyse des aktuellen CO₂-Ausstoßes ermöglicht DIGICOPRO eine präzise Einsicht in den IST-Zustand und deckt Optimierungsmöglichkeiten wie etwa die Effizienzsteigerung des Betonierens durch innovative Video- und Datenanalysetechniken auf. Die Fertigung von Betonbauteilen bzw. Bauwerken höchster Qualität verringert die Notwendigkeit von Nacharbeiten und trägt somit zur Prävention von Ressourcenverschwendung bei, was wiederum signifikant die CO₂-Emissionen senkt.

Neben der ökonomischen und ökologischen Komponente bringt DIGICOPRO auch einen Mehrwert auf sozialer Ebene mit sich. Das System erhöht die Arbeitssicherheit auf der Baustelle und steigert die Zufriedenheit sowie das Selbstwertgefühl der Arbeitskräfte, indem es den Zufallsfaktor im Erfolg ihrer Arbeit reduziert. Eine solche Wertschätzung für die hohe Ausführungsqualität der eigenen Arbeit erhöht die Motivation und fördert die Bindung an das Projekt und das Unternehmen. In Zeiten des Fach- sowie Arbeitskräftemangels erweist sich DIGICOPRO damit als funktionales Werkzeug, das auch weniger erfahrenen Mitarbeitenden hilft, Prozesse auf einem hohen Qualitätsniveau durchzuführen.

²⁵ Hofstadler/Stöckl R./Stöckl C. (2023), S. 491

Die Systemarchitektur, die in Abb. IV-8 dargestellt ist, veranschaulicht, wie Daten durch einen Sensorhub, der aus einer Reihe von Sensoren und einem 32-Bit-Mikrocontroller besteht, gesammelt und an eine API (Application Programming Interface oder Programmierschnittstelle) weitergeleitet werden. Die API steuert eine Datenbank, in der Algorithmen und KI-Modelle die Daten auswerten und in aussagekräftige Kennzahlen für den Betonierprozess umwandeln. Das so generierte Wissen wird in einem zentralen Wissensspeicher abgelegt und den Anwender*innen zur Verfügung gestellt, um laufende Projekte bestmöglich steuern zu können. Die unmittelbare Informationsübertragung ermöglicht es, die Bauprozesse nicht nur zu überwachen, sondern auch aktiv, effektiv und effizient zu gestalten, was eine erhebliche Verbesserung der Qualität, Sicherheit und Produktivität auf der Baustelle zur Folge hat. DIGICOPRO ist somit ein Paradebeispiel für die intelligente Vernetzung von Baustellen im Zeitalter der Digitalisierung.

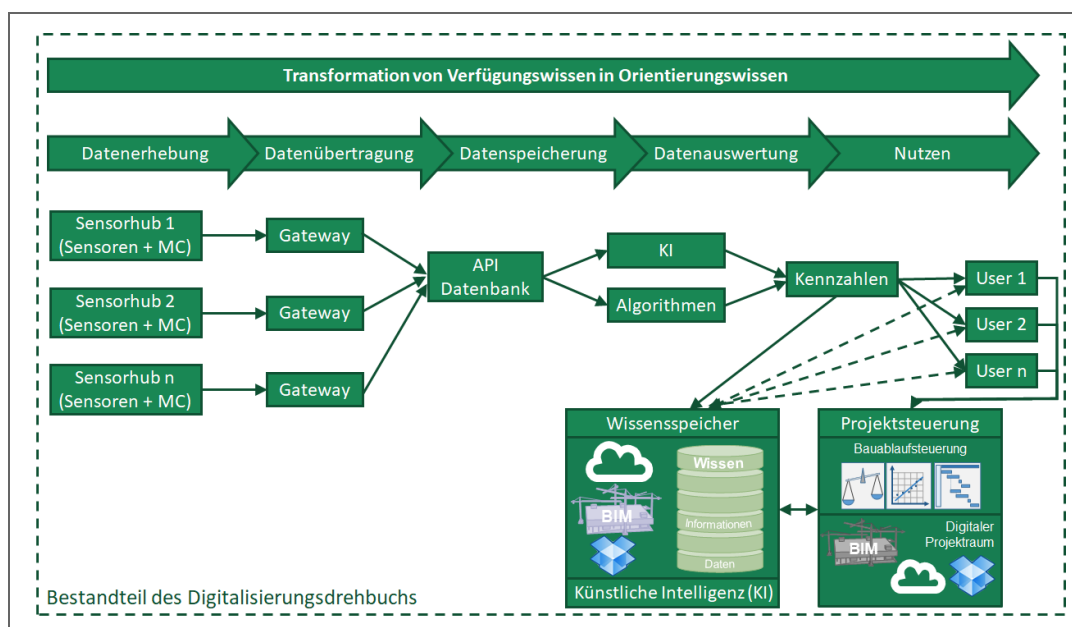


Abb. IV-8 Systemarchitektur für das polysensorale System²⁶

DIGICOPRO durchbricht die traditionellen Grenzen des Bauwesens, indem es sich als Bestandteil in das im vorhergehenden Abschnitt vorgestellte „Digitalisierungsdrehbuch“ (verdeutlicht durch den strichlierten Rahmen in Abb. IV-8) – also einen umfassenden Digitalisierungsleitfaden – einfügt. Dieses Drehbuch dient als Vorlage für die Implementierung innovativer Systeme und stellt sicher, dass alle Beteiligten ein klares Verständnis der Funktionsweise des Gesamtsystems aufweisen. Die Relevanz dieses Ansatzes kann nicht oft genug betont werden: Erst wenn ein fundiertes Systemverständnis vorliegt, kann mit der Digitalisierung der Kernprozesse begonnen werden.

Für das hier diskutierte Messsystem bedeutet dies, dass die Betonierprozesse und ihre qualitätsbestimmenden Faktoren als zentraler Ausgangs-

²⁶ Hofstadler/Stöckl R./Stöckl C. (2023), S. 493

punkt dienen. Diese Fokussierung, welche durch die innovative Systemarchitektur ermöglicht wird, bildet das Herzstück der digitalen Transformation. Erst, wenn das Wissen um diese Basis fest etabliert ist, können weitere Aspekte wie die automatische Erfassung von Arbeitszeiten oder die digitale Frischbetonprüfung in Angriff genommen werden. Auf diese Weise verläuft der Digitalisierungsprozess schrittweise und strukturiert, was nicht nur die Qualität und Effizienz der Bauprozesse erhöht, sondern auch eine nachhaltige Entwicklung der Industrie fördert.

8.2 DIGICOPRO und Betonierprozesse

Wie in Abb. IV-9 dargestellt, rückt DIGICOPRO die Genauigkeit und Verlässlichkeit der Datenerfassung auf der Baustelle in den Fokus. Es zeigt beispielsweise auf, dass während des Betoniervorgangs – mit nur wenigen Ausnahmen, die auf physische Störungen des Messsystems zurückzuführen sind – eine hohe Genauigkeit bei den Messungen erreicht wurde. Die detaillierte Visualisierung der Schüttilagenverteilung hebt die Präzision hervor, mit der das System die Bauprozesse erfasst und analysiert.

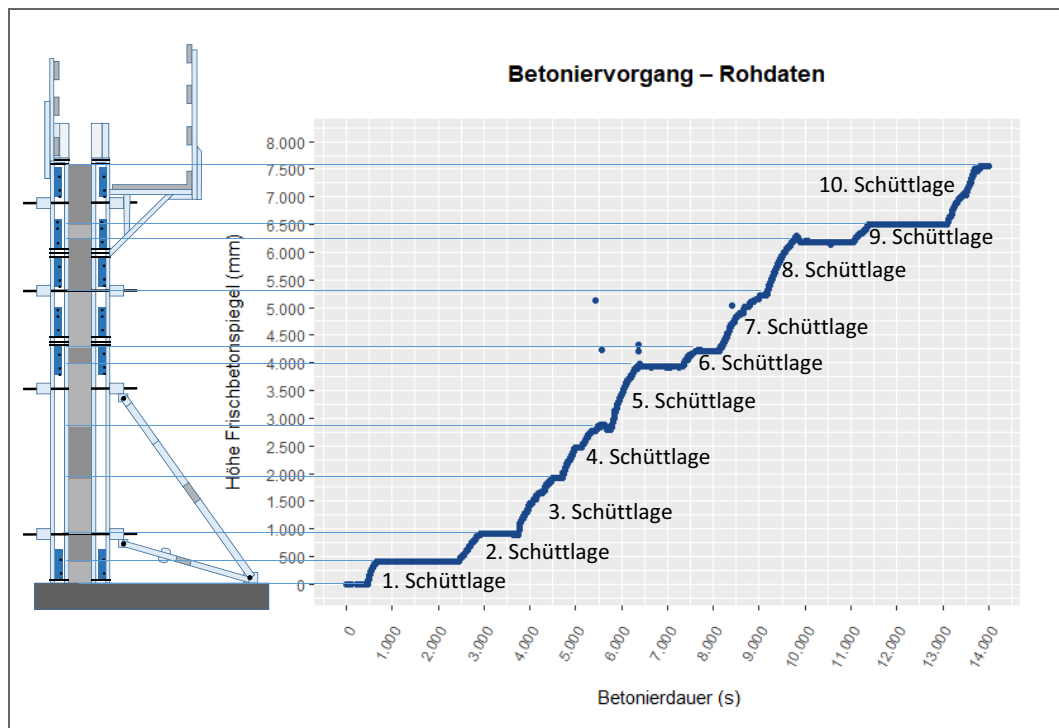


Abb. IV-9 Rohdaten der Messung samt Zuteilung der einzelnen Schüttilagen²⁷

Die Herausforderung für den Auswertungsalgorithmus von DIGICOPRO liegt nicht im Erkennen und Aussortieren von Ausreißern, sondern in der präzisen Identifikation der Start- und Endpunkte einzelner Schüttilagen. Hierbei geht es um die Feinabstimmung der Software dahingehend, eine kurze Unterbrechung des Betonierens vom Beginn einer neuen

²⁷ Hofstadler/Stöckl R./Stöckl C. (2023), S. 496

Schüttlage durch einen frisch angekommenen Betonmischer zu unterscheiden – insbesondere bei knappen Umstellzeiten.

DIGICOPRO umfasst neben dem polysensoralen Erhebungssystem auch ein Softwarepaket, das Outputdarstellungen in Form von Dashboards enthält. Ein Beispiel einer solchen DIGICOPRO-Dashboardansicht ist in Abb. IV-10 ersichtlich, in der die Steiggeschwindigkeit und die Entwicklung der Schüttlagen eines Betonierprozesses auf einen Blick erfasst werden können. Das Dashboard hebt klar hervor, wo und wie oft der vorgegebene Grenzwert überschritten wurde und weist somit auf potenzielle Probleme im Betonierprozess hin. Zudem geht aus dem darunterliegenden Verlauf der Höhenentwicklung des Betonspiegels hervor, dass nach dem ersten bzw. vor den letzten zwei Mischwägen eine längere Wartezeit (WZ) stattgefunden hat.

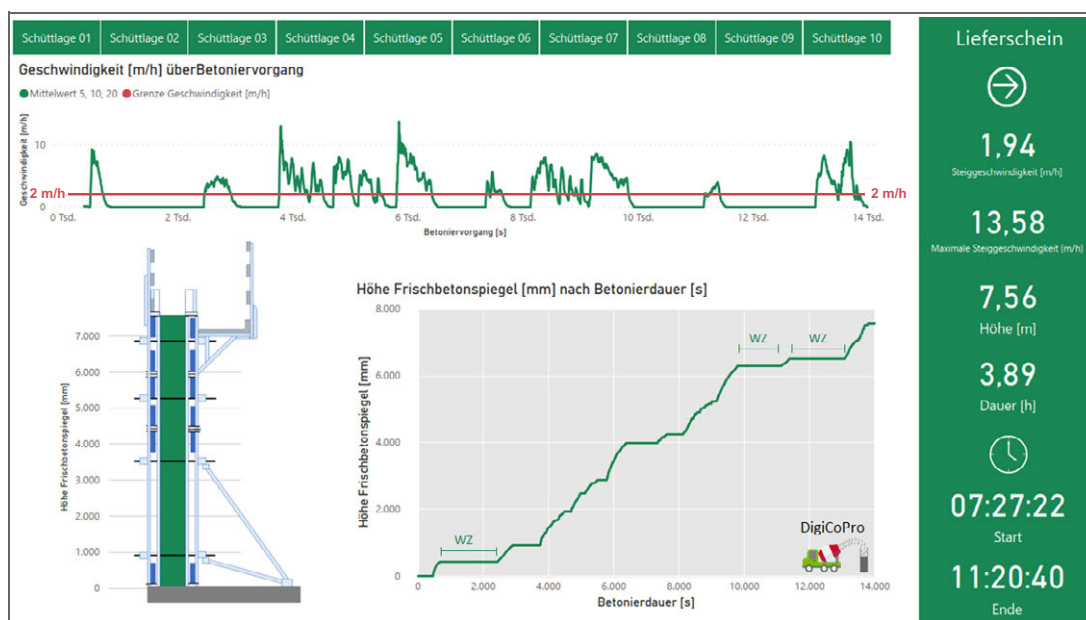


Abb. IV-10 DIGICOPRO-Dashboardansicht zur Steiggeschwindigkeit des Frischbetons²⁸

Das Konzept erfährt durch den Einsatz von Dashboards eine neue Dimension in Bezug auf die Anwendungsfreundlichkeit und Effizienz. Auf der rechten Seite des Dashboards befindet sich im angeführten Beispiel aus DIGICOPRO ein Button für „Lieferscheine“, der eine nahtlose Zuordnung des gelieferten Betons zu den entsprechenden Schüttlagen ermöglicht. Dieses Feature von DIGICOPRO ist eine subtile, aber nutzbringende Erweiterung, die eine detaillierte Verfolgung und Analyse der Materialflüsse gewährleistet. Unterhalb dieses Features werden wichtige Kennzahlen wie die durchschnittliche und die maximale Steiggeschwindigkeit, die Gesamthöhe sowie die Dauer und die Zeitpunkte des Betonierbeginns und -endes präzise dargestellt.

²⁸ Hofstadler/Stöckl R./Stöckl C. (2023), S. 494 – Erstellt von Melanie Ulz

Diese Art von Dashboards bietet nicht nur Echtzeiteinblicke in kritische Prozessparameter, sondern dient darüber hinaus auch als Frühwarnsystem, das sofortige Korrekturen ermöglicht. Die Verwendung solcher Dashboards trägt zur Erhöhung der Effizienz, Verbesserung der Qualität und Reduzierung von Verschwendung bei, indem die Verantwortlichen in die Lage versetzt werden, datengestützte Entscheidungen zu treffen und dadurch die Nachhaltigkeit auf der Baustelle zu verbessern.

Die in Abb. IV-11 präsentierten Daten wurden auf einer Baustelle gesammelt, auf der Messungen zum Betonierprozess erfolgten, ohne dass ein Eingriff in den Prozess geplant war. Die Daten zeigen jedoch ganz klar das Potenzial auf, durch frühzeitig eingeleitete Korrekturmaßnahmen Fehler und Ineffizienzen zu vermeiden, da die Messergebnisse verdeutlichen, dass das Betonieren zu schnell und sehr ungleichmäßig erfolgte.

8.3 Digitainability und Dashboards

Die Integration von DIGICOPRO samt den mitgelieferten Dashboard-Darstellungen in die Durchführung von Bauprojekten und -prozessen stellt einen entscheidenden Schritt in Richtung „Digitainability“ dar – ein Konzept, das digitale Innovation mit Nachhaltigkeit vereint. Solche intelligenten Dashboards, die mit fortschrittlichen Funktionen wie Filtern, Drill-down-Funktionen, bedingten Formatierungen und der Integration digitaler Baustellenmodelle ausgestattet sind, bieten den Nutzenden einen signifikanten Mehrwert im Vergleich zu statischen Berichten. Sie ermöglichen eine intuitive und interaktive Erfahrung, die über eine bloße Datenvisualisierung hinausgeht.

Weiterführend zeigt ein innovatives Dashboard aus DIGICOPRO exemplarisch, wie die CO₂-Emissionen von Stahlbetonarbeiten in die Kategorien Material, Geräte und Logistik aufgeschlüsselt werden können. Es bietet darüber hinaus die zukunftsweisende Option, direkt einen CO₂-Ausgleich zu initiieren. Mit einer Vorabaktivierung der automatischen Emissionskompensation und der Auswahl eines Kooperationspartners können Treibhausgasemissionen durch soziale Verantwortungsprojekte wie beispielsweise Aufforstungsmaßnahmen kompensiert werden. Die dafür erforderlichen Daten werden durch eine intelligente Vernetzung von Sensordaten, Lieferscheinen und dem BIM-Modell gewonnen und in ein umfassendes Berechnungsmodell integriert. Damit ließe sich auch das EU-weite Ziel der Klimaneutralität in den Betonierprozess integrieren und in weiterer Folge erfüllen.

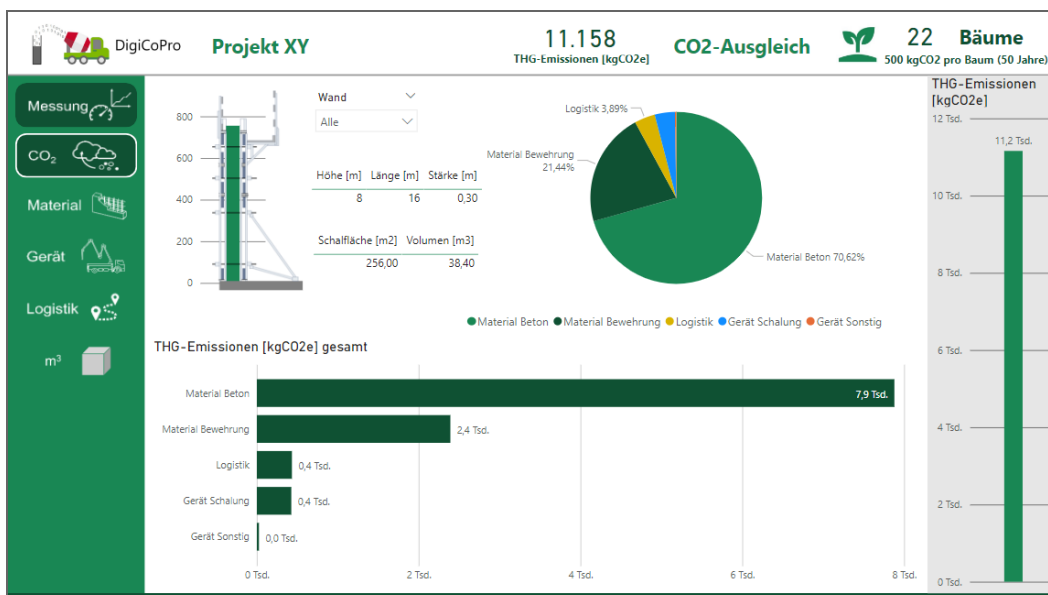


Abb. IV-11 DIGICOPRO-Dashboardansicht zu den entstandenen CO₂-Emissionen bei Stahlbetonarbeiten für einen Fertigungsabschnitt eines errichteten Bauwerks – Steigerung der Interpretationsqualität hinsichtlich der Digitainability²⁹

Im Rahmen des DIGICOPRO-Projekts wird die Ermittlung von CO₂-Emissionen, die durch Betonierarbeiten verursacht werden, durch eine tiefgehende Analyse von drei Hauptparametern verfeinert: Materialherstellung, Geräteeinsatz und Logistik. Diese umfassende Betrachtungsweise ermöglicht es, ein ganzheitliches Bild des ökologischen Fußabdrucks zu erhalten.

Speziell wird der Fokus auf den Materialherstellungsprozess gelegt – ein kritischer Punkt bei der Bewertung der Nachhaltigkeit eines Bauvorhabens. Hierbei wird wie in Abb. IV-11 illustriert nicht nur der Ort beton selbst einer genauen Betrachtung unterzogen, sondern auch die Bewehrung und die Schalung werden berücksichtigt. Dieses Vorgehen reflektiert das Engagement für eine grüne Bauwirtschaft, indem es sicherstellt, dass jeder Aspekt der Materialherstellung auf seine Umweltauswirkungen hin bewertet wird.

Die fortschrittlichen Mess- und Überwachungssysteme von DIGICOPRO ermöglichen es, die Auswirkungen jedes Bereiches präzise zu erfassen und zu analysieren. Dadurch können Baufirmen nicht nur ihre CO₂-Bilanz verfolgen, sondern auch gezielte Maßnahmen ergreifen, um ihre Emissionen zu reduzieren. Dieser proaktive Ansatz fördert die Nachhaltigkeit in der Baubranche und trägt dazu bei, den ökologischen Fußabdruck von Bauvorhaben maßgeblich zu verkleinern.

DIGICOPRO stellt somit nicht nur eine Plattform zur Überwachung von Stahlbetonbetonierprozessen dar, sondern ermöglicht auch die Einbeziehung spezifischer Produkte wie etwa in der Bauausführung verwendete Trennmittel in das ökologische Modell. Das System folgt den Vorgaben der ÖNORMEN EN 15643, 15978 bzw. 17472 und 15804,

²⁹ Hofstadler/Stöckl R./Stöckl C. (2023), S. 495 – Erstellt von Melanie Ulz

wobei die Module A1 bis A5 abgedeckt werden. Diese umfassen die Rohstoffgewinnung, die Produktherstellung sowie den Einbau in das Bauwerk inkl. aller benötigten Transporte. Dadurch wird sichergestellt, dass der gesamte Herstellungsprozess von Baumaterialien sowie deren Einbau in Bezug auf Umweltaspekte und -auswirkungen transparent gemacht und somit analysier- und bewertbar wird. Das Modell erfasst auch die Nutzung von Geräten (Modul A5) wie beispielsweise Betonmischer, die während des Betoniervorgangs Emissionen durch den Verbrauch von Strom und Kraftstoff verursachen, und den Einsatz von Schalungen, wobei deren Vorhaldedauer berücksichtigt wird. Auch die Logistikprozesse (Modul A4), die den Transport von Frischbeton und die für das Betonieren erforderlichen Geräte umfassen, werden vom Modell abgebildet.

Benutzer*innen können Daten in Echtzeit analysieren und kritische Informationen für ihre spezifischen Anforderungen extrahieren. Weiters ermöglichen diverse Filteroptionen, die Analyse durch eine Selektion von Datenkategorien und Zeiträumen auf das Wesentliche zu reduzieren, was eine präzise Darstellung von Informationen für Diagnosen und Steuerungsmaßnahmen erlaubt. Durch Drill-Down-Funktionen erhalten die Benutzer*innen Zugang zu feineren Details, die ein tieferes Verständnis der Daten und ihrer Zusammenhänge zur Folge haben, was wiederum zu fundierten Entscheidungen führt. Bedingte Formatierungen bieten visuelle Indikatoren, die auf einen Blick wichtige Trends und Abweichungen erkennen lassen, wodurch die Effizienz der Datenanalyse erheblich gesteigert wird.

Die Einbindung digitaler Bauwerksmodelle in Dashboards ermöglicht es den Benutzer*innen, räumliche und physische Datenzusammenhänge besser zu erfassen, was eine detaillierte Analyse auf Bauteilebene ermöglicht und die Planung von Maßnahmen erleichtert. Insgesamt steigert die Interaktion mit dem Dashboard die Potenziale der Digitainability enorm. Daten werden nicht nur effizient genutzt, sondern liefern auch maßgeschneiderte sowie wertvolle Informationen, die Entscheidungsprozesse verbessern. Das führt zu einer optimierten Ressourcennutzung und trägt zur Energieeinsparung sowie CO₂-Reduktion bei, indem es die Nachhaltigkeit und Effizienz von Betonierprozessen vorantreibt.

DIGICOPRO bietet damit eine hochentwickelte Lösung, um Nachhaltigkeit, Ressourcenschonung, Qualität, Sicherheit, Effizienz und Zufriedenheit auf Baustellen zu maximieren, indem es eine fundierte Grundlage für die Bewertung und Reduzierung von Umweltauswirkungen schafft und gleichzeitig die Qualitätssicherung verbessert.

8.4 Mehrwert durch DIGICOPRO

DIGICOPRO ist ein innovatives Projekt, das darauf abzielt, Betonierprozesse zu optimieren sowie die Qualität, Effizienz, Produktivität und Sicherheit auf Baustellen zu verbessern. Dies wird durch die Verwendung eines Systems erreicht, welches unter Rückgriff auf eine Kombination verschiedener Sensoren (= polysensorales System) in Echtzeit Daten

erhebt und analysiert, um auf diese Weise unmittelbar wertvolle Einblicke sowie zeitnah daraus abgeleitete Steuerungsmaßnahmen³⁰ zu ermöglichen.



Abb. IV-12 Mehrwert und Nutzen durch DIGICOPRO (DIGitalised CONcreting PROCesses)

Jedes Bauprojekt und jede Baufirma hat eigene spezifische Bedürfnisse und ist mit divergierenden Herausforderungen konfrontiert, die es zu bewältigen gilt. Ein fortschrittliches System wie DIGICOPRO bietet dahingehend zahlreiche Vorteile, die weit über die unmittelbare Verbesserung des Betonierprozesses hinausgehen. Insgesamt wird die Integration von KI in DIGICOPRO die Effizienz, Genauigkeit und Sicherheit von Betonierprozessen und in weiterer Folge auch anderen Arbeitsprozessen erheblich steigern. Es ermöglicht eine proaktive Überwachung und Steuerung, was zu einer verbesserten Bauqualität und Kosteneffizienz führt.

9 Zusammenfassung

Das Wahrnehmen und Interpretieren sämtlicher im Rahmen von Bauprojekten ablaufender Prozesse fordert konstant die fünf Sinne des Menschen – Sehen, Hören, Riechen, Schmecken und Tasten. Diese sind essenziell für die Interaktion mit sowie die Reaktion auf unsere Umgebung. Jeder dieser Sinne besitzt einzigartige Merkmale und trägt in

³⁰ Siehe weiterführend in: Motzko et al. (2013).

besonderer Weise zur Erfassung unserer Umwelt bei. Ihr Zusammenspiel wird als multisensorische Integration bezeichnet und ist ein komplexer Prozess, bei dem das Gehirn Daten und Informationen aus verschiedenen Sinnesquellen kombiniert, um eine kohärente und umfassende Wahrnehmung der Umwelt zu ermöglichen. Die Nachbildung dieser Sinne in Form technischer Sensoren zielt darauf ab, Menschen im Alltag und in spezifischen Anwendungsbereichen wie dem Bauwesen zu unterstützen. Solche polysensoralen Systeme bieten durch die Kombination verschiedener Sensoren zahlreiche Vorteile und stellen eine wertvolle Hilfe dar, indem sie eine informative, vielschichtige und nutzbringende Erfassung der Realität ermöglichen.

Der vorliegende Beitrag betont die Notwendigkeit einer agilen Digitalisierung bei der Errichtung von Bauwerken, die wiederum ein tiefgehendes Verständnis der zugrundeliegenden Systeme und Prozesse erfordert. Er führt das Konzept eines „Digitalisierungsdrehbuchs“ ein, das als Leitfaden für die koordinierte und kollaborative Implementierung digitaler Prozesse dient. Damit wird sichergestellt, dass passende digitale Werkzeuge für das Unternehmen und die jeweiligen Projekte ausgewählt sowie möglichst reibungslos in diese integriert werden und dabei einen konkreten Nutzen für die Beteiligten bringen. Die Bedeutung eines durchgängigen Informationsflusses und einer zielgerichteten, digitalen Dokumentation für ein effektives Wissensmanagement wird dabei hervorgehoben. In diesem Zusammenhang wird auch der Nutzen von Dashboards zur unmittelbaren und übersichtlichen Darstellung relevanter Daten und Informationen thematisiert, die erst eine agile Entscheidungsfindung ermöglichen. Die Daten liefern dabei idealerweise in Echtzeit orientierungsstiftende Kennzahlen, deren Bedeutung im Beitrag ebenso herausgearbeitet wird.

Genaue Kennzahlen, die aus systematisch gesammelten und aufbereiteten Daten abgeleitet werden, um zeitliche, kostenbezogene und qualitätsrelevante Aspekte der Bauprozesse zu optimieren, sind unerlässlich für die erfolgreiche Umsetzung von Bauprojekten. Die kontextuelle Verknüpfung von Daten führt zu konkretisiertem Wissen, das strategisch sowie operativ im Projekt eingesetzt werden kann. Die Zukunft des Bauwesens und auch des Betonbaus sieht durch die Anwendung polysensoraler Systeme (unter Anwendung eines Digitalisierungsdrehbuchs) und künstlicher Intelligenz, die für ausgewählte Prozesse eine nahezu lückenlose Dokumentation und fortlaufende Optimierung ermöglichen, vielversprechend aus. Diese Systeme stellen einen signifikanten Fortschritt im Bauwesen dar, der durch die Digitalisierung der Bauprozesse im Sinne einer Digitalised Sustainability (Digitainability) gekennzeichnet ist.

Im Beitrag wird als Praxisbeispiel der Einsatz von polysensoralen Systemen zur Verbesserung von Betonierprozessen dargestellt. Im Zusammenhang mit Betonierprozessen zielen diese Innovationen darauf ab, die Effizienz und Nachhaltigkeit entlang der Prozessketten zu steigern, wobei ein besonderes Augenmerk auf der Ressourceneffizienz liegt. Traditionell manuell gesteuerte Betonierverfahren sind fehleranfällig und ineffizient, insbesondere bei komplexen Bauvorhaben. DIGICOPRO,

ein Forschungsprojekt, das sich dem Einsatz polysensoraler Systeme widmet, adressiert diese Herausforderung durch die Entwicklung von Diagnose- und Prognosemodellen, die eine präzise Planung, Kontrolle und Steuerung der Betonierprozesse in Echtzeit ermöglichen. DIGICOPRO verfolgt das übergeordnete Ziel, durch präzises Monitoring qualitativ hochwertige Betonbauteile zu schaffen und dabei Ressourcen optimal zu nutzen.

Darüber hinaus beleuchtet der Beitrag die Bedeutung und die Grenzen der Beobachtungstiefe im Kontext der Kontrolle und Steuerung von Bauprozessen. Eine detaillierte Zergliederung von Bauprozessen in Ablaufabschnitte und Teilprozesse kann zwar zu einem tieferen Verständnis und einer genaueren Überwachung führen, jedoch nur bis zu einem gewissen Grad. Jenseits dieses Punktes führt eine übermäßige Detailtiefe zu einem Verlust des Überblicks und der Orientierung, was die Effektivität der Kontrolle und Steuerung beeinträchtigt. Dies spiegelt sich in der Erkenntnis von *Leibniz* wider, der die Grenzen der Teilbarkeit und der damit verbundenen Erkenntnisgewinne thematisiert.

Für das Thema Kontrolle und Steuerung von Bauprozessen ergibt sich daraus, dass ein Gleichgewicht zwischen der notwendigen Detailtiefe und der Wahrung des Überblicks gefunden werden muss. Die theoretische Möglichkeit, Prozesse unendlich zu zergliedern, stößt in der Praxis auf Grenzen, die durch zeitliche, kostenbezogene sowie ablauf- und prozessbezogene Faktoren definiert sind. Dieser maximale Detaillierungsgrad ist nicht nur praktischer Natur, sondern auch durch die Fähigkeit zur sinnvollen Interpretation der gewonnenen Daten bedingt.

10 Ausblick

Die Integration von polysensoralen Systemen in Bauprozesse und – wie im Detail gezeigt – Betonierprozesse steht exemplarisch für den Fortschritt in der Baubranche und weist auf eine Zukunft hin, in der präzise Digitaltechnologien Hand in Hand mit menschlicher Expertise geht.

In der nahen Zukunft könnten wir sehen, dass Baustellen zunehmend von einem Orchester digitaler Werkzeuge unterstützt werden, die in Echtzeit Daten liefern und verarbeiten. Die Nutzung von künstlicher Intelligenz zur Analyse von Bauprozessdaten wird es ermöglichen, Muster zu erkennen und Vorhersagen zu treffen, die weit über die alleinige menschliche Fähigkeit hinausgehen. Die zentrale Rolle agierender Menschen bleibt trotz dieser neuen Methoden, Systeme und Modelle unantastbar. Der Mensch steht im Mittelpunkt der Entwicklung von realitätsnahen, praktikablen, genauen und damit nutzbringenden Modellen. Konzeptionelle Fähigkeiten von Menschen sind entscheidend für den Wert und die Aussagekraft der neuen Entwicklungen. Ohne menschliches Zutun bleibt die digitale Transformation unvollständig – nur Menschen können deren Resultate erfolgswirksam interpretieren und handlungsleitende Schlüsse ziehen.

DIGICOPRO leistet einen wertvollen Beitrag, in dem die Qualität und Effizienz der Bauausführung durch fortschrittliche Technologie transformiert wird. Mit maschinellem Lernen können Systeme kontinuierlich aus den Daten früherer Betonierprozesse Erfahrungen sammeln und Empfehlungen für die Mischungszusammensetzung, den optimalen Betonierzeitraum und die Betoneinbautechnologie geben, die an die spezifischen Bedingungen der jeweiligen Baustelle angepasst sind. Damit werden die Arbeitskräfte vor Ort in ihrem Denken, Entscheiden und Handeln unterstützt und können so bei Störungen schnell und zielgerichtet eingreifen.

Weiters wird die zunehmende Verfügbarkeit von „Smart Concrete“, der mit Sensoren angereichert ist und Echtzeitdaten über das Betoniergeschehen und die Festigkeitsentwicklung liefert, dazu führen, dass Bauprojekte und -prozesse noch weiter optimiert und die Instandhaltung während der Betriebsphase präziser gesteuert werden kann. Die Kombination aus menschlicher Expertise und KI-gesteuerten Analysen wird zudem die Tür zu einem neuen Niveau der Nachhaltigkeit und Ressourceneffizienz aufstoßen.

Abschließend wird die fortschreitende Digitalisierung im Betonbau die Rolle der Arbeitskräfte verändern. Diese werden zu hochqualifizierten Operatoren und Entscheidungsträger*innen, die durch digitale Systeme unterstützt werden. Dies erhöht nicht nur die Arbeitssicherheit und Zufriedenheit, sondern bereichert zudem den Baubetrieb in Form eines wertvollen Wissens- und Erfahrungsschatzes. Die digitale Vernetzung über Bauprojekte hinweg schafft eine Wissensbasis, die kontinuierlich wächst und sich entwickelt. Langfristig könnten aus diesem Wissen globale Standards für Bauprozesse resultieren, die zu einer Vereinheitlichung von Qualität und Effizienz im weltweiten Bauwesen führen. Die Zukunft verspricht somit eine engere Verschmelzung von digitalen Technologien, menschlichen Fähigkeiten und der Bauindustrie, wodurch nicht nur die Betonierprozesse, sondern das gesamte Bauwesen nachhaltig, effizient und intelligent transformiert werden.

Nichtsdestotrotz bleibt der entscheidende Akteur immer der handelnde Mensch, der dem Baugeschehen erst Ausdruck verleihen kann und wird. Folgender Leitsatz soll unserem Denken, Fühlen, Handeln und Entscheiden daher stets ein wertvoller und zukunftsweisender Wegbegleiter sein: „Ohne soziale und ökologische Wertschätzung erfolgt keine dauerhafte Wertschöpfung!“³¹

³¹ Hofstadler (2022), S. 9

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung(en)
AG	Auftraggeber
AN	Auftragnehmer
API	Application Programming Interface
AW	Aufwandswert
BAS	Bauarbeitsschlüssel
Bit	Binary digit
BGF	Bruttogeschossfläche(n)
BRI	Bruttorauminhalt(e)
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
DIGICOPRO	DIGItalised COncreting PROcesses
DDB	Digitalisierungsdrehbuch
DSDM	Dynamic Systems Development Method
EN	Europäische Norm
ESG	Environment, Social and Governance
etc.	et cetera
f.	folgende Seite
ff.	folgende Seiten
FDD	Feature-Driven Development
ggf.	gegebenenfalls
h	Zeitstunde(n)
i.d.R.	in der Regel
kg	Kilogramm
KI	Künstliche Intelligenz
Kl.	Klasse(n)
KPI	Key Performance Indicator(s)
KVP	Kontinuierlicher Verbesserungsprozess
LiDAR	Light Detection and Ranging
m	Meter
m ²	Quadratmeter
m ³	Kubikmeter
MC	Mikrocontroller
mm	Millimeter
Nr.	Nummer
MEH	Mengeneinheit
ÖNORM	Österreichische Norm
PDCA	Plan, Do, Check, Act
REFA	Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation e.V.
s	Sekunde(n)
S.	Seite(n)
t	Tonne(n)
THG	Treibhausgas
TPS	Toyota-Produktionssystem
Tsd.	Tausend

u.a.	unter anderem
usw.	und so weiter
vgl.	vergleiche
WZ	Wartezeit
z.B.	zum Beispiel
ZEH	Zeiteinheit

Literaturverzeichnis

Berg, Gerhard (1984): REFA in der Baupraxis – Teil 1 Grundlagen. Hrsg.: REFA Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation e. V. Frankfurt am Main. ztv-Verlag, 1984. (ISBN 3-923597-12-6)

Barth, Thomas; Giannaku, Andreas (2017). Unternehmensanalyse mit Bilanzkennzahlen – 2. Auflage. Konstanz, München. UVK Verlagsgesellschaft. (ISBN-13: 978-3867647687)

Gladen, Gerhard (2014): Performance Measurement – Controlling mit Kennzahlen – 6. Auflage. Wiesbaden. Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler GmbH. (ISBN 978-3-658-05137-2, ISBN 978-3-658-05138-9 (eBook))

Hofstadler, Christian (2007): Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb. Berlin, Heidelberg, New York. Springer Verlag. (ISBN-13 978-3-540-34320-2)

Hofstadler, Christian (2008): Schararbeiten – Technologische Grundlagen, Sichtbeton, Systemauswahl, Ablaufplanung, Logistik und Kalkulation. Berlin, Heidelberg. Springer-Verlag. (ISBN 978-3-540-85178-3)

Hofstadler, Christian (2014): Produktivität im Baubetrieb – Bauablaufstörungen und Produktivitätsverluste. Berlin, Heidelberg. Springer-Verlag. (ISBN 978-3-642-41632-3)

Hofstadler Christian (2021). Multisystemische Hybridpyramide für den agilen Baubetrieb. In: Agile Digitalisierung im Baubetrieb. Hrsg.: Hofstadler Christian; Motzko, Christoph. Seite 3-45. Wiesbaden, Springer Vieweg. (ISBN 978-3-658-34106-0; ISBN 978-3-658-34107-7 (eBook))

Hofstadler, Christian (2022): Projektvorlaufzeit und Bauzeit – Ermittlung und Einfluss auf den Projekterfolg. Berlin, Heidelberg. Springer-Verlag. (ISBN 978-3-658-38991-8; ISBN 978-3-658-38992-5 (eBook))

Hofstadler Christian (2023): Agile digitale Transformation von Daten und Informationen in Wissen und Nutzen. In: Agile Digitalisierung im Baubetrieb – Innovative Wege zur Transformation und Best Practices. 2. Auflage. Hrsg.: Hofstadler Christian; Motzko, Christoph. Seite 49-82. Wiesbaden, Springer Vieweg. (ISBN 978-3-658-43246-1; ISBN 978-3-658-43247-8 (eBook))

Hofstadler, Christian; Kummer, Markus (2017): Chancen- und Risikomanagement in der Bauwirtschaft – Für Auftraggeber und Auftragnehmer in Projektmanagement, Baubetrieb und Bauwirtschaft. Berlin, Heidelberg. Springer-Verlag. (ISBN 978-3-662-54318-4)

Hofstadler, Christian; Kummer, Markus (2021): Chances and Risks in Construction Management and Economics – A Systemic Approach to Dealing with Models and Uncertainties. In: Springer Tracts in Civil Engineering. Cham. Springer Nature Switzerland AG. (ISSN 2366-259X; ISBN 978-3-030-64013-2)

Hofstadler, Christian; Ninaus, Cornelia (2019): Wissen als grundlegender Produktionsfaktor in der Bauwirtschaft. In: Aktuelle Entwicklungen in Baubetrieb, Bauwirtschaft und Bauvertragsrecht. Hrsg.: Hofstadler Christian. Seite 887-907. Wiesbaden, Springer Vieweg. (ISBN 978-3-658-27430-6; ISBN 978-3-658-27431-3 (eBook))

Hofstadler Christian, Stöckl Ralph, Stöckl Christoph (2023): DIGICOPRO: Systemische Digitalisierbarkeit bei Betonierprozessen. In: Agile Digitalisierung im Baubetrieb – Innovative Wege zur Transformation und Best Practices. 2. Auflage. Hrsg.: Hofstadler Christian; Motzko, Christoph. Seite 483-500. Wiesbaden, Springer Vieweg. (ISBN 978-3-658-43246-1; ISBN 978-3-658-43247-8 (e-Book))

Motzko, Christoph et al. (2013): Praxis des Bauprozessmanagements – Termine, Kosten und Qualität zuverlässig steuern. Berlin. Wilhelm Ernst & Sohn. (ISBN: 978-3-433-03007-3)

Motzko, Christoph; Gogic, Sandy; Kleiner, Jonas; Weil, Pia (2021): Ausgewählte Aspekte des zeitnahen Controllings von Bauprojekten. In: Agile Digitalisierung im Baubetrieb. Hrsg.: Hofstadler Christian; Motzko, Christoph. Seite 79-106. Wiesbaden, Springer Vieweg. (ISBN 978-3-658-34106-0; ISBN 978-3-658-34107-7 (eBook))

V. Bauwesen im Wandel: Digitalisierung als Treiberin für Disruption und Effizienz

Mag. (FH) Matthias Moosbrugger, MBA
Geschäftsführer
Rhomberg Bau Holding GmbH
Mariahilfstr. 29, 6900 Bregenz
matthias.moosbrugger@rhomberg.com

Inhaltsverzeichnis

Abstract	134
1 Einleitung	134
2 Das Bauen der Zukunft – Einflussfaktoren und Auswirkungen..	135
2.1 Holz-Systembau	135
2.2 Urban Mining und Rückbauanleitung	136
2.3 Der digitale Zwilling	137
2.4 Schwarmintelligenz.....	139
2.5 Der Mensch – wichtigster Faktor	143
3 Fazit.....	143
4 Über die Rhomberg Gruppe	144
Literaturverzeichnis	145

Abstract

Die globale Baubranche verursacht und verantwortet mit ihrer herkömmlichen Bauweise zwischen 30 und 40 Prozent des heutigen Ressourcen- und Energieverbrauchs, 60 Prozent der weltweiten Transporte, 40 Prozent des momentanen Abfallaufkommens und 30 Prozent aller energierelevanten Treibhausgasemissionen¹. An diesem ressourcenintensiven, klimaschädlichen und wenig nachhaltigen Vorgehen hat sich in den vergangenen 100 bis 150 Jahren nichts geändert. Gründe dafür gibt es viele, Lösungen dagegen nur eine: Die Art und Weise, wie heutzutage Gebäude geplant, errichtet und betrieben werden, muss sich grundlegend ändern. Und dafür muss sich die ganze Bauindustrie ändern. Sie muss vorausschauender werden, nachhaltiger – und digitaler!

1 Einleitung

Der Bau zählt zu den ältesten Gewerben in der menschlichen Arbeitswelt. Im Gegensatz zu eigentlich allen anderen Branchen dieser Wirtschaft hat sich an der grundsätzlichen Tätigkeit und vor allem dem grundsätzlichen Geschäftszweck allerdings erstaunlich wenig geändert. Das kann und wird aber nicht mehr lange so bleiben.

Denn in jüngerer Zeit steht die Branche vor Herausforderungen, die sie sowohl in Qualität als auch in Quantität so bislang noch nicht kannte: Fachkräftemangel, Rohstoffknappheit, Lieferkettenschwierigkeiten und die damit verbundene Preisexplosion, um nur einige wenige zu nennen. Mit den aktuell in unserer Branche herrschenden ineffizienten Prozessen, den Normierungsvorschriften, dem Silodenken oder Prototypenbau werden wir das aber nicht schaffen. Denn die führen dazu, dass der Bau als einzige Branche in den vergangenen Jahren nicht nur keine Arbeitsproduktivitätssteigerungen erzielen konnte, sondern vielmehr sogar Verluste in diesem Bereich in Kauf nehmen musste². Hinzu kommen die unnötigen Mehrkosten durch Nacharbeiten bei Baumängeln³. Von Pandemie, Klimakrise, Inflation oder dem drohenden Kollaps unserer Biodiversität brauchen wir da gar nicht erst anzufangen.

Kurz: Es wird höchste Zeit, die Baubranche so umzukrempeln, dass wir zukünftig zu Recht von einer „Bau-Industrie“ sprechen können. Dafür brauchen wir Vorfertigung, Skalierbarkeit, den Fokus auf Holz als nachhaltigen Baustoff – und die Vorteile der Digitalisierung. Vor allem aber brauchen wir einen radikalen Wechsel im Mindset der Akteure, hin zur Logik der Kreislaufwirtschaft, zu Wissenstransfer und Kollaboration.

¹ UNEP: Sustainable Buildings and Climate Initiative, 2011

² Z.B. Weyerstrass, Klaus: Analyse der Arbeitsproduktivität in der österreichischen Bauwirtschaft, 01-2023. Institut für Höhere Studien Wien, Februar 2023.

³ PlanRadar-Studie: Nacharbeiten auf österreichischen Baustellen: Fakten & Vorbeugung, 2. Februar 2023. Nachgelesen am 14. Februar 2024 auf plara.com/at/nacharbeit/

2 Das Bauen der Zukunft – Einflussfaktoren und Auswirkungen

2.1 Holz-Systembau

Starten wir mit den Vorteilen des Baustoffs Holz: Der Rohstoff ist im Überfluss vorhanden, rund 3,4 Milliarden Bäume stehen allein in Österreich.⁴ Er wächst stetig nach, hierzulande beispielsweise 30 Mio. Kubikmeter pro Jahr, von denen aktuell nur etwa 26 Mio. Kubikmeter geerntet werden.⁵ Und: Holz speichert das schädliche Klimagas CO₂ – jeder Kubikmeter Eiche, Tanne oder Fichte eine Tonne davon.⁶ Selbst dann noch, wenn es geerntet und verbaut wurde. Hinzu kommen ein geringeres Transportgewicht, die bessere Verarbeitbarkeit, flexiblere Einsatzmöglichkeiten, positive Auswirkungen auf Gesundheit und Wohlbefinden. Wichtig ist es lediglich, Holz nicht um jeden Preis einsetzen zu wollen. Vielmehr kommt es darauf an, es in Kombination mit etwa Beton so zu verwenden, dass höchste Ressourceneffizienz erreicht wird, gepaart mit entsprechender Funktionalität. Noch nachhaltiger werden wir, wenn wir die Holz-Hybride vorgefertigt, modular und somit skalierbar einsetzen – diesen Weg beschreiten wir bei Rhomberg Bau bereits seit Jahrzehnten. Denn mit der auch als Systembau bekannten Bau-Methode können Projekte wirtschaftlich und vor allem gut planbar durchgeführt werden. Sie ermöglicht relativ kurze Bauzeiten, eine große Witterungsunabhängigkeit – da die Elemente in Produktionshallen auch bei strömendem Regen oder eisiger Kälte vorgefertigt werden können – und eine hohe Präzision der seriell gefertigten Bauteile. Weitere Vorteile sind ein hoher Qualitätsstandard, eine große Planungssicherheit und damit verbunden Termin- und Kostentreue.

⁴ <https://www.bfw.gv.at/baumartenatlas/> (am 13.02.2024)

⁵ <https://www.proholz.at/wald-holz-klima/der-wald-waechst-um-3200-fussballfelder-pro-jahr> (am 13.02.2024)

⁶ <https://www.proholz.at/wald-holz-klima/mehr-holz-weniger-co2> (am 13.02.2024)



Abb. V-1 Das Bürogebäude LCT One in Dornbirn, Vorarlberg, war 2011 das weltweit erste mehrstöckige Holzhybridgebäude, das im System und mit digitaler Unterstützung errichtet wurde.

2.2 Urban Mining und Rückbauanleitung

Die besten Baumaterialien sind die, die wir nicht mühevoll gewinnen und unserer Erde entnehmen müssen. Deswegen arbeiten wir in der Rhomberg Gruppe intensiv daran, die Rohstoffe nicht mehr (nur) durch Abbau zu gewinnen, sondern zunehmend auch durch Recycling, Upcycling und Urban Mining. Die Logik hinter diesem Ansatz: Wir üben weniger Druck aus auf die Umwelt, erhöhen unsere Rohstoffversorgungssicherheit, steigern die Wettbewerbsfähigkeit und tun auch noch unserem Klima etwas Gutes. Schon heute gewinnen wir bis zu 50 Prozent unserer Baustoffe aus recycelten Sekundärrohstoffen.

Ziel all dieser Bemühungen ist die Kreislaufwirtschaft. Dabei kooperieren Produktion und Verbrauch derart, dass bestehende Materialien und Produkte so lange wie möglich geteilt, geleast, wiederverwendet, repariert, aufgearbeitet und recycelt werden. Auf diese Weise wollen wir den Lebenszyklus unserer Produkte verlängern und in der Praxis Abfälle auf ein Minimum reduzieren. Dazu zählt auch das Urban Mining, bei dem wir Städte und Gemeinden als wertvolles Rohstofflager sehen. Aktuell beteiligen wir uns beispielsweise an Projekten der TU Wien, bei denen das in den Städten enthaltene Material wie Beton, Asphalt, Steine, Bauschutt, Metalle, Glas, Papier oder Mischkunststoffe erfasst und aufgelistet wird, um es zukünftig weiter- und wiederzuverwenden, statt alles einfach abzureißen und zu entsorgen.

Herausforderung dabei: Gebäude werden heutzutage leider noch viel zu oft wie Omeletts hergestellt. Wie bei den schmackhaften Eierkuchen können auch „konventionelle“ Häuser, Büros, Lagerhallen oder Hotels nicht wieder in ihre einzelnen Bestandteile rückverwandelt werden. Das

elementierte Bauen dagegen ist rückbau- und weiterverwendungsfähig. Die verwendeten Baumodule können am Ende des Lebenszyklus eines Bauwerks einfach abmontiert und zum nächsten Einsatzort transportiert werden. Und während des Lebenszyklus können Elemente mit geringerer Lebensdauer – etwa Fassaden – problemlos modernisiert werden, ohne dabei die anderen Bestandteile anzurühren. Eine Rückbauanleitung sollte deshalb bereits bei der Projekteinreichung Standard sein.

2.3 Der digitale Zwilling

Wirklich disruptiv wird es aber erst dann, wenn wir die Möglichkeiten der Digitalisierung hinzunehmen. Aktuell entwickeln wir bspw. eine Software auf einer Unity Gaming Engine, mit der wir im virtuellen Raum komplett den Bauablauf durchspielen, mit allen Beteiligten. So können wir schon vorher feststellen, was nicht funktioniert.

Überhaupt verwenden wir schon heute Data Science & Maschinelles Lernen in einigen Projekten entlang der ganzen Wertschöpfungskette und Customer Journey. Angefangen von der Analyse von Daten zur Zufriedenheit unserer Wohnungskäufer:innen bis hin zur automatisierten Auswertung von Baustellenvideos, um die Baustellensicherheit effizienter zu gestalten. Auf der Baustelle selbst arbeiten bspw. unsere Maschinenführer:innen mit teilautonomen Baumaschinen wie Baggern und bekommen etwa Maße und Tiefen direkt am Steuer angezeigt. Spannend wird es bei den digitalen Arbeitsplätzen, wenn Sie als Baggerfahrer:in ein Gerät steuern, das nicht in Österreich auf der Baustelle steht, sondern in z.B. Australien. Für uns ist das auch eine Fachkräfte-Angel, vor allem im Bereich des Gleis- und Bahnbaus. Denn die Arbeitszeiten dort sind oftmals auf Nachtschichten beschränkt, um den Bahnverkehr nicht über die Maßen zu bremsen. Dank der Tele-Arbeit und der Zeitverschiebung schaffen wir für unsere Fachkräfte aber die Möglichkeit, ihre Jobs zu ganz normalen Arbeitszeiten in Österreich auszuführen.

Wichtig für die Anwendung solcher Methoden ist die Qualität der Daten. Der Grundstein für den Erfolg ist nicht Big Data, sondern Smart Data. Aus diesem Grund beschäftigen wir uns auch intensiv mit Projekten zur Erhebung von Daten, also konkret Infrastrukturprojekte, die die digitale Baustelle überhaupt ermöglichen. Aktuell testen wir bspw. den Q-tainer, zur digitalen Erfassung in Echtzeit auf Baustellen. Der Container, eine Baustellenlösung auf Basis einer Innovation des Unternehmens Dätwyler, der Rhomberg Sersa Rail Group und deren Tochter RKsafetec, fungiert als 5G- und WLAN-Spender und schafft damit ein digitales Netzwerk für die Baustelle.



Abb. V-2 Mit dem Ziel, Baustellen effizienter, sicherer und nachhaltiger zu machen, setzt die Rhomberg Gruppe im Projekt „Transparente Baustelle“ auf die Kombination von moderneren Technologien und bestehendem Know-how.

Noch weiter sind wir mit dem digitalen Zwilling, mit dessen Hilfe wir Gebäude vollständig vorab planen und zudem sogar den späteren Betrieb abbilden. Alles, bevor überhaupt der erste Spatenstich stattgefunden hat. Jedes Bauteil – Ziegelsteine und Schrauben genauso wie Holzbretter –, hinterlegt mit Materialliste, CO₂-Fußabdruck und Preis, steht in der Cloud zur Verfügung und lässt sich per Mausklick im digitalen Zwilling verbauen. Für jedes Bauteil gibt es überdies eine genaue Anleitung, wie es am Ende seines Lebenszyklus im gegenständlichen Gebäude wieder rückgebaut und weiterverwertet werden kann. Einige Leuchtturmprojekte wie das Südkreuz Berlin sind so bereits entstanden.

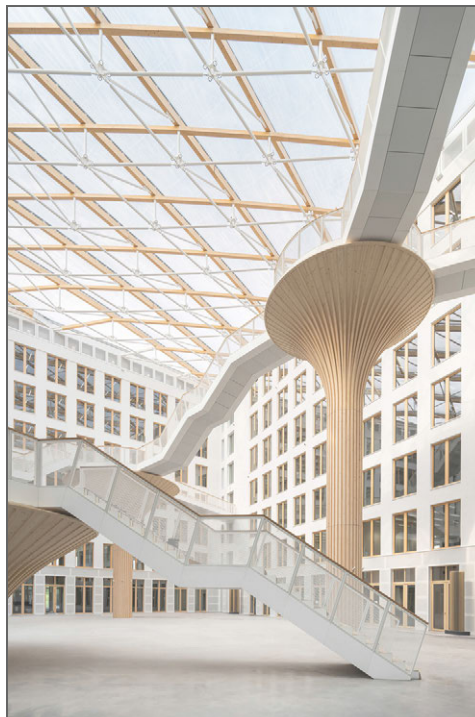


Abb. V-3 Die digital unterstützte Kombination aus Holz und Vorfertigung ermöglicht es erst, in großem Maßstab nachhaltig zu bauen.

Mit CREE Buildings sind wir im Bereich der Digitalisierung wegweisend unterwegs und haben mit der CREE-Plattform einen interdisziplinären, digitalen, lebendigen Ort realisiert, der zum Dreh- und Angelpunkt des neuen Bauens werden wird. Dort entsteht eine Art kybernetischer Tisch für alles, was das Thema „Planen, Errichten und Betreiben von Holz-Hybrid-Gebäuden“ betrifft.

2.4 Schwarmintelligenz

Grundlage dieser Plattform – und gleichzeitig für uns ein weiterer, wichtiger „Booster“ in der Transformation der Baubranche – ist das Prinzip der Schwarmintelligenz. Die Entwicklung wird sich dramatisch zum Guten beschleunigen, wenn wir lernen, unser Wissen zu teilen. Als Vorbild im Hinblick auf das Knowledge-Sharing können die „Borg“ gelten. Mit dieser Zivilisation kybernetisch aufgewerteter Lebewesen haben die „Star Trek“-Macher schon in den achtziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts das Prinzip der KI vorweggenommen: Jedes Mitglied des Kollektivs steht mit jedem anderen in Verbindung. Jede Erfahrung, die ein Borg macht, fließt dadurch in den Erfahrungsschatz der Allgemeinheit ein und macht alle schlauer. Kurz: Was ein Borg lernt, lernen zeitgleich alle anderen. So etwas brauchen wir in der Bauwirtschaft auch. Nicht nur dort, aber dort ganz besonders. Stellen Sie sich nur vor, welches Wissen auf einen Schlag vorhanden, verbind- und nutzbar wäre, wenn jeder im Bau Beschäftigte alles wüsste, was alle anderen im Bau Beschäftigten gemeinsam wissen!

Mittel zu diesem Zweck ist eine Online-Variante des Borg-Kollektivs, eine interdisziplinäre, digitale, lebendige Plattform, auf der alle relevanten Informationen zu Bauprojekten, behördlichen Vorgaben, Baumaterialien, Bauteilen, Baubeteiligten gesammelt werden, verfügbar sind und vor allem gemeinschaftlich weiterentwickelt und erweitert werden. Ein Wiki für die Planung, die Errichtung und das Betreiben von nachhaltig mit Holz realisierten Immobilien.

Darauf werden sich zukünftig sämtliche Informationen, Kontakte, Produkte, Formulare und Fallbeispiele aus der Welt des systematischen Holz-Hybridbaus finden. Und es entwickelt sich stetig weiter: Jedes neu konstruierte Bauelement, jedes erfolgreich abgeschlossene Projekt, jede:r neue Produzent:in, Architekt:in oder Planer:in bereichert die Plattform, füllt sie mit Wissen und macht so zeitgleich alle Beteiligten des kybernetischen Tisches schlauer. Wissen ist zukünftig so kein Hoheitsgut mehr, sondern kollektiver Besitz zum Wohle und zu Gunsten des Holzbaus und aller Beteiligter. Die behördlichen Auflagen und Genehmigungsrichtlinien von den 20 Ländern, in denen CREE bereits am Markt ist, sind hinterlegt. Darüber hinaus entstehen virtuelle Begegnungsflächen für Architekt:innen oder Planer:innen, in denen sie sich treffen, austauschen und virtuelle Firmen gründen können. Es gibt Produktshops, in denen die zur Verfügung stehenden Bauelemente hinterlegt sind – inklusive sämtlicher Informationen zu Materialien, Kosten, ihrem ökologischen Fußabdruck und den Kontaktdaten der Hersteller. Außerdem sind Top-Listen vorstellbar, die sich auf Basis von Feedbacks und Kundenbewertungen errechnen, beispielsweise die besten Projekte – darunter finden sich dann auch die verwendeten Elemente und die beteiligten Hersteller –, die besten Architekt:innen, die besten Tragwerksplaner:innen oder die besten Brandschutzexpert:innen. All dieses Wissen, alle Erfahrungen und alle Kontakte auf der Plattform stehen allen Nutzer:innen zur Verfügung. Zeitlich und räumlich unbegrenzt. Wiederkehrende, delegierbare Aufgaben wie Angebotschreiben, Renderings oder Ausschreibungstexte sind an digitale Helfer wie ChatGPT, Midjourney und Co. ausgelagert.

Das bedeutet aber auch: Vom bisherigen Bauprozess werden wir uns verabschieden, eine baubegleitende Planung wird es nicht mehr geben. Sie wird schlichtweg überflüssig. Genauso wie Produkthersteller, die ihre Dübel, Dämmmaterialien oder Dichtbänder nicht auf der Plattform präsent haben. Dafür ist der Anspruch an die Architektur im Vorfeld höher: soziokulturell, städtebaulich, planerisch. Im Schiffsbau läuft es so, in der Automobilbranche auch: Die Konstrukteur:innen und Designer:innen einer Yacht oder eines Kreuzfahrtschiffs haben nach der Abgabe ihrer Pläne an die Werft keine Einflussmöglichkeiten mehr. Wozu auch: In der Werft läuft das Schiff dann einfach die vorher definierte und hundertfach bewährte Prozesslinie entlang. Die Funktionen einer Architektin und eines Bauplaners verändern sich. Neue Mitspieler:innen kommen hinzu – aus der IT, aus dem Data und dem Community Management, aus anderen, bislang völlig branchenfremden Bereichen. Als „netter Nebeneffekt“ sorgt auch diese Entwicklung dafür, dass die Baubranche als Arbeitswelt wieder deutlich attraktiver werden und neue Zielgruppen ansprechen wird.

Andere Industriezweige, allen voran die eben genannte Automobilindustrie, sind dem Bau deutlich voraus: Fahrgestell, Motoren und Karosserie sind hier standardisiert, modular und können so schnell, kostengünstig und vor allem ressourcenschonend hergestellt werden. Durch verschiedene Ausstattungsmerkmale, die Farbgebung oder die Materialwahl lässt sich das Auto dennoch individualisieren und auf spezifische Bedürfnisse anpassen. Mit Hilfe eines „Car Konfigurators“ stellt sich die Kundschaft schon vorab ihr Wunschmodell zusammen und bestellt auf Knopfdruck. In naher Zukunft wird der Hauskauf genauso laufen: Der Bauherr stellt sich sein Gebäude am Rechner zusammen, begeht es einmal mit der 3-D-Brille, um die Details und die Einrichtung zu planen und bestellt dann per Mausklick. Dabei entscheidet er sich nicht mehr für Leistungen, Gewerke oder Bauabschnitte, sondern für umfassende, „schlüsselfertige“ Produkte, die er von einem One-Stop-Shop bezieht. So weit sind wir zwar noch nicht. Aber das ist nur eine Frage der Zeit.



Abb. V-4 Gebäude lassen sich auf der CREE-Plattform vorab und auf Knopfdruck planen.

Wir bei Rhomberg experimentieren schon länger mit solchen One-Stop-Shops und haben bereits erste Produkte im Angebot. Bei unseren dort angebotenen Baulösungen ist transparent gemacht, welche CO₂- bzw. Energiebilanz sie tatsächlich haben. Alle arbeiten mit skalierbaren, industriell vorgefertigten Elementen aus Holz, für die jedes verbaute Material im Idealfall hinterlegt und so der ökologische Fußabdruck nachvollziehbar ist. Für Gewerbe ist das CREE, für Bürogebäude und den Wohnbau gibt es ebenfalls Rhomberg-Produkte. Vor allem unter dem Gesichtspunkt der jüngsten Klimaschutzbemühungen wie der ESG-Richtlinien oder auch der EU-Taxonomieverordnung bieten wir unseren Kund:innen hier klare wirtschaftliche und fiskalische Vorteile.

Ein weiteres wichtiges Geschäftsfeld ist jenes der thermischen Sanierung. Der Gebäudebestand des Jahres 2040 steht zu 80 Prozent schon heute. Irgendwie müssen all diese Bauwerke energieeffizient werden, wollen wir die Klimaziele erreichen. Renowate, ein Gemeinschaftsunternehmen von Rhomberg Bau mit dem deutschen Wohnungsunternehmen LEG Immobilien, das rund 146 000 Mietwohnungen in der Bundesrepublik verwaltet, sieht sich als Lösungsanbieter für die CO₂-Reduktion ebensolcher Wohngebäude. Es handelt sich um ein serielles Konzept für eine effiziente und kostenreduzierte Sanierung – von der Bestandsaufnahme bis zur schlüsselfertigen Montage. Dabei nutzen wir alle technologischen Möglichkeiten der Digitalisierung. Im ersten Schritt wird mithilfe innovativer Laserscanning-Technologie eine digitale Bestandsaufnahme durchgeführt, um einen digitalen Zwilling der betreffenden Bestandsgebäude zu erstellen. Somit kann im Anschluss die gewerkeübergreifende Planung der Sanierung erfolgen. Dabei werden durch unsere Fachplaner:innen die neuen, mit einem modernen Dämmsystem ausgestatteten Fassadenmodule entwickelt. Auch für diesen Schritt ist der digitale Zwilling des Gebäudes von hoher Bedeutung, denn so kann die neue Gebäudehülle ortsunabhängig und industriell vorgefertigt werden. Die vorgefertigten Fassadenelemente aus Holz haben eine integrierte Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung. Zudem sind in den Elementen bereits die neuen dreifachverglasten Fenster mit elektrischen Rollläden und Funksteuerung inkludiert. Der dritte Schritt, die standardisierte Montagetätigkeit zeichnet sich dadurch aus, dass die verkürzte, minimalinvasive Montage der Dach- und Fassadenelemente sowohl die Bauzeit als auch die Belastung für die Bewohner:innen reduziert.

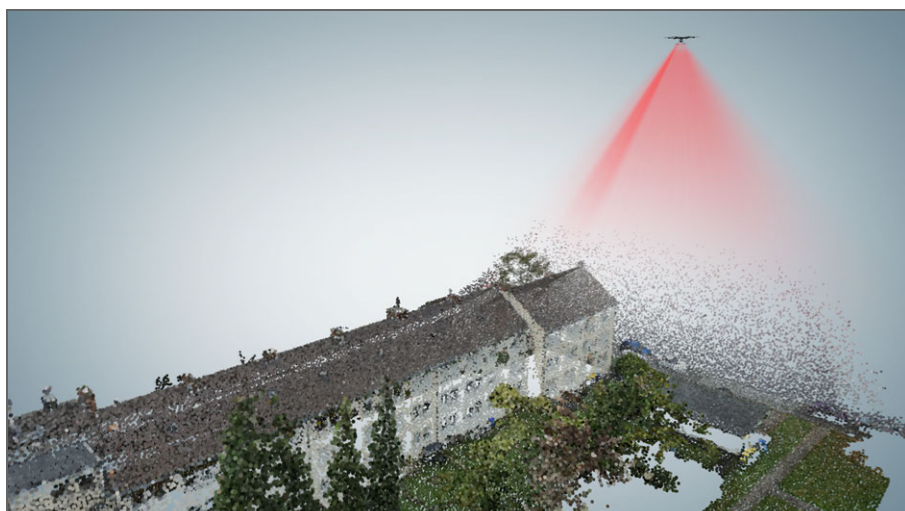


Abb. V-5 Die Drohne erstellt einen 3D-Scan und so ein digitales Abbild des Gebäudes, mit dem die Fassaden-, Dachdämmung und Heiztechnik geplant wird.

2.5 Der Mensch – wichtigster Faktor

Die Herausforderung bei der Digitalisierung ist weniger technischer als vielmehr menschlicher Natur: Die Anwender:innen – externe, also die Kundschaft, ebenso wie interne, unsere Mitarbeitenden, – müssen mitziehen. Da hilft uns unsere Unternehmens-DNA, die sich schon in unserem Leitspruch findet: Ideen, die bestehen. Wir sind ständig auf der Suche nach Ideen, die mehr sind als bloße Geistesblitze. Und wir haben den Mut, sie auch umzusetzen. So fällt es uns verhältnismäßig leicht, in diversen Bereichen eine Vorreiterrolle einzunehmen und einfach einmal zu „machen“. Was uns immens hilft, sind unsere neugierigen, interessierten Mitarbeitenden, die ebenfalls offen sind für Neues. Bei der Digitalisierung binden wir sie zudem sehr früh ein, bspw. in Form von Prototyping bzw. dem Testen von Prototypen wie etwa der digitalen Planverwaltung Itwo. Zudem bauen wir eine Community für die Betreuung digitaler Themen auf. Insgesamt ist es unser Ansatz, die Kolleg:innen über verschiedene Digitalisierungsprojekte zu überzeugen, bei denen sie einen unmittelbaren Nutzen erfahren. Sie können zum Beispiel die Übergabe einer Baustelle mit Hilfe eines digitalen Modells abwickeln. So schaffen sie drei Baustellen an einen Nachmittag, und die Kundschaft erspart sich eine lange Anreise. Weitere Beispiele sind unter 2.3. bereits genannt. Spätestens dann, wenn der Nutzen digitaler Unterstützung direkt erlebt wurde, werden auch „Spätzünder“ auf den Zug aufspringen.

3 Fazit

Die Regeln, nach denen Planung, Bau und Betrieb von Gebäuden durchgeführt werden, werden neu definiert. Und wir in der Rhomberg Gruppe wollen und werden mit dabei sein. Indem wir unser Wissen teilen, vom Wissen anderer profitieren und dadurch, alle gemeinsam, Dinge schneller und besser voranbringen können. Uns ist es z.B. vollständig gleichgültig, ob ein:e Bauunternehmer:in in Hamburg, Singapur oder Toronto mit unserem Wissen, unseren Produkten und unseren Lösungen vor Ort Gebäude errichtet und damit Geld verdient. Solange er:sie die Learnings, die er:sie dabei gewinnt – neue Bauelemente, die Adaption auf lokale Bau-, Brandschutz- oder sonstige Vorschriften – im Gegenzug ebenfalls allen anderen zur Verfügung stellt und damit die Allgemeinheit wieder ein Stückchen schlauer macht. Das Ziel von Rhomberg Bau ist es nicht, vier oder fünf Leuchtturmprojekte zu realisieren und dafür gelobt zu werden, wie einzigartig nachhaltig diese Gebäude geworden sind. Das Ziel ist auch nicht, einzelne Bauunternehmen zu überzeugen – denn selbst das größte Bauunternehmen hat weltweit einen Marktanteil von nur wenigen Promille. Unsere Mission ist es, dass die ganze Welt anders baut. Nur so schaffen wir den Turnaround, ganz im Sinne der Nachhaltigkeit!

4 Über die Rhomberg Gruppe

Die Rhomberg Gruppe mit Firmensitz in Bregenz, Österreich, ist in den Bereichen Bau, Ressourcen und Bahn tätig. Das 1886 gegründete Familienunternehmen in vierter Generation beschäftigt gemeinsam mit Partnern aktuell rund 3 800 Mitarbeitende und unterhält Standorte und Tochterunternehmen in Österreich, der Schweiz, Deutschland, Australien, den USA, Kanada, Großbritannien, Irland und Dänemark. Die Geschäftsführung der Rhomberg Holding GmbH wird von Bmst. DI Hubert Rhomberg und Mag. Ernst Thurnher wahrgenommen.

In der Firmenphilosophie sind die Kriterien der Nachhaltigkeit verankert – sei es bei der ganzheitlichen Lebenszyklusbetrachtung von Gebäuden, dem verantwortungsvollen Umgang mit Ressourcen oder bei der Stärkung des Schienenverkehrs. Dafür setzt die Rhomberg Gruppe auf die Chancen technologischer Entwicklungen und der Digitalisierung sowie auf Partnerschaften. Im Geschäftsjahr 2022/23 erzielte die Rhomberg Gruppe im Bereich „Bau und Ressourcen“ eine Betriebsleistung von 520 Millionen Euro. Die Rhomberg Sersa Rail Group, an der Rhomberg 50 Prozent der Anteile hält, erzielte eine Betriebsleistung von 667 Millionen Euro.

Literaturverzeichnis

UNEP: Sustainable Buildings and Climate Initiative, 2011.

Weyerstrass, Klaus: Analyse der Arbeitsproduktivität in der österreichischen Bauwirtschaft, 01-2023. Institut für Höhere Studien Wien, Februar 2023.

VI. Nutzen von digitalen Berichten (z.B. Bautagesberichte, Feldaufnahmen, ...) für das Bauen und Betreiben

Stefan Pölzl, BSc
Experte BIM & IT Koordination, Fachbereich Services
ASFINAG Bau Management GmbH
Fuchsenfeldweg 71, 8054 Graz
Stefan.Poelzl@ASFINAG.at

Inhaltsverzeichnis

Abstract	148
1 Einleitung	149
1.1 Situationsanalyse.....	149
1.2 Digitaler Arbeitsplatz	150
1.2.1 Projektplattform exakt	150
2 Digitale Berichte.....	151
2.1 Digitale Berichte im Bauprozess.....	152
2.2 Nutzen für das Bauwesen.....	152
2.3 Digitalisierungsoffensive der ASFINAG	152
2.4 Berichte im Bauprozess.....	153
2.4.1 Niederschriften.....	154
2.4.2 Digitale Bautagesberichte.....	155
2.4.3 Digitale Feldaufnahmen.....	157
2.4.4 Benchmark Erfassung	157
2.5 Digitalisierung im Betrieb	158
3 Herausforderungen und Lösungen	159
4 Zusammenfassung und Ausblick.....	159
Abkürzungsverzeichnis	160
Literaturverzeichnis	161

Abstract

Die Autobahnen- und Schnellstraßen-Finanzierungs-Aktiengesellschaft (ASFINAG) in Österreich verfolgt seit 2016 aktiv das Thema Digitalisierung und Building Information Modeling (BIM). Dieser Fachbeitrag analysiert ausführlich den Nutzen digitaler Berichte wie Bautagesberichte und Feldaufnahmen für den Bauprozess und den Betrieb der Infrastrukturen der ASFINAG. Dabei wird die Bandbreite der Anwendungsfälle im Bereich der Digitalisierung sowie die Herangehensweise der ASFINAG eingehend untersucht und dargestellt.

Die ASFINAG steht als öffentliche Auftraggeberin vor der Herausforderung, den Bauprozess und den Betrieb ihrer Infrastrukturen effizienter zu gestalten. Durch die Digitalisierung von Berichten besteht das Potenzial, Arbeitsabläufe zu optimieren, Daten besser zu verwalten und Entscheidungsprozesse zu beschleunigen. Dieser Fachbeitrag beleuchtet die Vielfältigkeit und Komplexität dieser Anwendungsfälle und zeigt auf, wie die ASFINAG digitale Lösungen einsetzt, um diesen Herausforderungen zu begegnen.

Die Digitalisierung bietet zahlreiche Vorteile für die ASFINAG, darunter eine verbesserte Kommunikation, schnellere Datenverarbeitung und bessere Entscheidungsgrundlagen. Durch die Nutzung digitaler Berichte können Informationen in Echtzeit erfasst und geteilt werden, was die Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Teams erleichtert und zu einer effizienteren Projektabwicklung führt. Zudem ermöglichen digitale Berichte eine präzise Datenerfassung vor Ort und erleichtern die Analyse großer Datenmengen, um Trends zu identifizieren und fundierte Entscheidungen zu treffen.

Ein besonderes Augenmerk liegt dabei auf den digitalen Bautagesberichten und Feldaufnahmen, die wesentliche Dokumente im Bauprozess darstellen. Diese Berichte bieten die Möglichkeit, den aktuellen Stand des Projekts festzuhalten, Arbeitskräfte und Geräteinsatz zu dokumentieren und durch Fotos und Skizzen wichtige Informationen zu visualisieren. Die ASFINAG setzt zudem auf eine Digitalisierungsoffensive, um die Verwendung von digitalen Berichten weiter zu fördern und standardisierte Tools für die Abwicklung von Projekten bereitzustellen.

Herausforderungen sind Datenschutzfragen, Sicherheit der Datenübertragung und die Schulung der Mitarbeiter*innen im Umgang mit neuen Technologien. Trotz dieser Herausforderungen bietet die Digitalisierung ein enormes Potenzial für das Bauen und Betreiben in der ASFINAG. Durch die Einführung entsprechender Technologien, Schulungen der Mitarbeiter*innen und kontinuierliche Weiterentwicklung kann die ASFINAG ihre Infrastrukturen optimal planen, bauen und betreiben und den Verkehrsteilnehmer*innen einen sicheren und zuverlässigen Service bieten.

1 Einleitung

Die ASFINAG, als Betreiber von Autobahnen und Schnellstraßen in Österreich, steht vor der Herausforderung, den Bauprozess und den Betrieb ihrer Infrastrukturen effizienter zu gestalten. In diesem Bericht wird der Nutzen von digitalen Berichten, wie Bautagesberichten und Feldaufnahmen, für das Bauen und Betreiben in der ASFINAG untersucht. Digitale Berichte bieten das Potenzial, Arbeitsabläufe zu optimieren, Daten besser zu verwalten und Entscheidungsprozesse zu beschleunigen.

1.1 Situationsanalyse

Der digitale Arbeitsplatz ist in der ASFINAG BMG spätestens nach dem Jahr 2020 nicht mehr wegzudenken. Seit mehreren Jahren wird auch von uns darauf hingearbeitet, die Baubranche von zu viel Papier zu befreien und Prozesse effizienter abzuwickeln. Das Jahr 2020 brachte in diesen Vorhaben nochmal eine große Beschleunigung. Diese haben in der Zusammenschau Auswirkungen auf Prozesse bzw. Vorgaben in unseren Standardvorlagen.

Im Zuge des 2. VIBÖ/ASFINAG-Workshops wurde eine Digitalisierungsoffensive der BMG eingeläutet. Diese hat gezeigt, wie hoch das Interesse ist, die Projektabwicklung mit Hilfe von neuen Digitalisierungsmöglichkeiten noch effizienter zu machen.

Die eingereichten Digitalisierungsideen reichten von BIM im Bereich Geologie bis digitale Kommunikations- und Dokumentationsmöglichkeiten, über qualitätssteigerndes 3D-Fräsen bis hin zu Lean Management. Die Erfahrungen zeigen, dass in der Corona-Zeit die Möglichkeiten zur kontaktfreien Kommunikation sehr willkommen waren, ohne das Gefühl zu haben, die Baustelle aus den Augen zu verlieren. Zwischen dem 2. und 3. VIBÖ/ASFINAG-Workshop, haben sich in Unterarbeitsgruppen, die seitens der ASFINAG geleitet wurden, viele Ergebnisse entwickelt, die sich sehen lassen können.

Zum einen wurde im Jahr 2021 das Ende der Auftragsverwaltung und des MKF-Portals (Mehr- und Minderkostenforderungs-Portals) in der ASFINAG eingeläutet. In einer Übergangsfrist von einem Jahr wurden alle Projekte, die bis dahin nicht abgeschlossen sind, auf die Programme ProVia und exakt umgestellt. ProVia unterstützt dabei die Vertragsabwicklung mit Aspekten wie Änderungen im Unternehmen, Ersuchen um Zustimmung bei Änderungen zu Subunternehmern oder Änderungen beim Personaleinsatz. Außerdem erfolgt die Beauftragung von Änderungsaufträgen über ProVia. Mithilfe von exakt erfolgt die Abwicklung von Mehr- und Minderkostenforderungen.

Auch ein neues Zuschlagskriterium wurde 2021 in die LG00 bei Bauausreibungen hinzugefügt:

Das Kriterium Effizienzsteigerung durch Digitalisierung.

Dabei handelt es sich um ein mathematisches Kriterium, bei dem der Ausschreibungsersteller aus einem Katalog an Maßnahmen jene auswählen kann, die er sich für sein Projekt anbieten lassen will.

Folgende Maßnahmen stehen dabei standardisiert zur Wahl:

- Digitale Zustandserfassung (Erstellung eines digitalen Geländemodells durch den AN Bau)
- Tiefbau Abrechnungsmodell (modellbasierte Abrechnung auf Basis des DGM)
- Digitale Kommunikation (Übertragung von Live-Videos in Besprechungen zB mithilfe von AR-Brillen)
- Digitales Aufgabenmanagement (To Dos erstellen und Workflows für die Abarbeitung von offenen Punkten)
- Digitale Terminverfolgung (ressourcenbasierter Bauzeitplan)
- Digitale Bautagesberichte (die Software dazu kommt vom AN Bau, mit Zugang für ÖBA und PL)
- Digitale Fotodokumentation (mit Schnittstelle zu den digitalen Bautagesberichten)
- Digitale Asphaltlieferzscheine (mit Schnittstelle zu den digitalen Bautagesberichten)

1.2 Digitaler Arbeitsplatz

1.2.1 Projektplattform exakt

Um den Anforderungen der Digitalisierung gerecht zu werden, arbeitet die ASFINAG auch in diesem Bereich intensiv daran, bessere Lösungen zu finden. Auf der einen Seite steht die Informationstechnologie, die uns viele technologische Möglichkeiten bietet und sich ständig weiterentwickelt. Die Baubranche hingegen verfügt über alle komplexen Prozesse, die für den Bau und die Instandhaltung der Straßeninfrastruktur erforderlich sind. Für das Bauen im weiteren Sinne, also die digitale Zusammenarbeit verschiedener Projektbeteiligter über einen Zeitraum hinweg, ist es entscheidend, möglichst jederzeit, aber zumindest zeitlich, einen einheitlichen Wissensstand zu haben.

Heutzutage sind sogenannte Kollaborationsplattformen die Grundlage für alle Informationen zu einem Projekt. Dabei handelt es sich um Webanwendungen, auf die von verschiedenen Geräten aus zugegriffen werden kann und die eine gemeinsame Datenbank bilden. Die größte Herausforderung besteht darin, bestimmte Prozesse im Bau- oder Sanierungsprozess eines Gebäudes korrekt und für alle im „Projektraum“ der Software verständlich abzubilden. Die Rolle der Benutzerfreundlichkeit wird oft unterschätzt, beeinflusst aber häufig die Motivation der Benutzer*innen und damit den Erfolg des Ganzen. Es ist wichtig, die Menschen von diesen Vorteilen zu überzeugen, indem man ihnen zum Beispiel zeigt, wo man konkret Zeit sparen kann.

Allerdings ist derzeit davon abzuraten, zu viele Prozesse schnell zu digitalisieren. Solche tiefgreifenden Änderungen in der Arbeitsweise werden einige Zeit in Anspruch nehmen, müssen aber auch unter Berücksichtigung des Projektfortschritts eingeführt werden.

Das einfachste Beispiel für digitale Zusammenarbeit in einer gemeinsamen Datenumgebung ist der Dokumentenaustausch. Speichern, abrufen und bearbeiten verschiedener Dokumente an einem zentralen Ort ist essentiell.

Um derartige Themen, bei denen man den Benutzer*innen auch gewisse Freiheiten lassen sollte, zu klären und auch die beteiligten Personen persönlich abzuholen, ist es empfehlenswert, Kick-Off Events zu veranstalten.

Hinzu kommt das komplexe Thema „Kommunikation“, bei dem es um viele Details geht, zumal die bereits vorhandenen Lösungen oft schon lange im Einsatz sind. Wenn Sie hier einen neuen Ansatz suchen, beispielsweise den kompletten Verzicht auf die E-Mail-Kommunikation, muss die Lösung in jeder Hinsicht mindestens die gleiche Qualität haben. Aufgrund der Häufigkeit und Menge der Daten besteht ansonsten das Risiko, dass die Funktionalität nicht genutzt wird und stattdessen auf andere, nicht dokumentierte Weise außerhalb der Plattform stattfindet. Die ASFINAG versucht hier einen sinnvollen Mittelweg zu gehen.

Besondere Herausforderungen ergeben sich in weiterer Folge bei bauspezifischen Prozessen. Neben dem Planmanagement, das die Entstehung von Bauplänen vom Vorentwurf bis zur Freigabe organisiert, über das Vertragsmanagement (Mehrkostenforderungen, Terminverfolgung, Regieanträge etc.) bis hin zum Projektmanagement im Allgemeinen (Workflows, Protokollführung, Terminverfolgung etc.) gibt es Funktionen innerhalb der Kollaborationsplattform. So einheitlich manche Gesetzesvorgaben oder technische Ausführungen auch oft sind, so unterschiedlich können doch die Anforderungen im jeweiligen Projekt und auch die Arbeitsweisen der Projektteams sein.

Außerdem sollte nicht die Archivierung vergessen werden. Neben der ASFINAG unterliegen auch sämtliche Auftragnehmer gewissen Aufbewahrungsfristen, weswegen eine Archivierungs-Funktion, konkret der Download aller notwendigen Daten auf einfache Weise, ermöglicht werden muss. In der Praxis hat sich bei der ASFINAG gezeigt, dass die Einführung einer derartigen Software auch viele technische und organisatorische Herausforderungen mit sich bringt.

2 Digitale Berichte

Grundvoraussetzung für die Digitalisierung ist die aktive Vernetzung von Informationen, Verwaltung der Informationen in den vorhandenen IT-Systemen und die Bereitstellung der Informationen an externe Projektpartner.

2.1 Digitale Berichte im Bauprozess

Im Bauprozess spielen Berichte eine zentrale Rolle, um den Fortschritt der Arbeiten zu dokumentieren, Probleme zu identifizieren und Lösungen zu entwickeln. Traditionell wurden diese Berichte auf Papier festgehalten, was zeitaufwendig und fehleranfällig sein kann. Durch die Digitalisierung können diese Berichte elektronisch erstellt, gespeichert und bearbeitet werden. Dies ermöglicht eine schnellere Kommunikation und eine effizientere Datenverwaltung.

Digitale Berichte im Bauprozess bieten die Möglichkeit, Informationen in Echtzeit zu erfassen und zu teilen. Das bedeutet, dass Probleme und Fortschritte unmittelbar dokumentiert und an relevante Stakeholder weitergeleitet werden können. Dies erleichtert die Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Teams und beschleunigt Entscheidungsprozesse, was wiederum zu einer effizienteren Projektabwicklung führt.

Digitale Berichte bieten auch die Möglichkeit, Daten zu analysieren und Trends zu identifizieren. Durch die Nutzung von Analysetools können große Datenmengen schnell ausgewertet werden, um Problembereiche zu identifizieren und Ressourcen effizient einzusetzen. Dies ermöglicht es der ASFINAG, fundierte Entscheidungen zu treffen und den Bauprozess kontinuierlich zu verbessern.

2.2 Nutzen für das Bauwesen

Digitale Berichte bieten zahlreiche Vorteile für das Bauwesen in der ASFINAG. Durch ihre digitale Natur können sie leichter archiviert und durchsucht werden, was die Nachverfolgung von Projekten erleichtert. Außerdem ermöglichen sie eine schnellere und genauere Erfassung von Daten vor Ort, was zu einer verbesserten Qualitätssicherung führt. Darüber hinaus können digitale Berichte in Echtzeit aktualisiert und mit relevanten Stakeholdern geteilt werden, was die Zusammenarbeit verbessert und Entscheidungsprozesse beschleunigt.

Ein weiterer Vorteil digitaler Berichte liegt in ihrer Analysefähigkeit. Durch die Nutzung von Analysetools können große Datenmengen schnell ausgewertet werden, um Trends zu identifizieren und zukünftige Entwicklungen vorherzusagen. Dies ermöglicht es der ASFINAG, fundierte Entscheidungen zu treffen und Ressourcen effizient einzusetzen.

2.3 Digitalisierungsoffensive der ASFINAG

Im Jahr 2021 hat es zur Digitalisierungsoffensive eine Umfrage bzw. Evaluierung gegeben. Dabei wurden die Projektleitungen, örtliche Bauaufsichten und die Auftragnehmer nach ihren Erfahrungen zu den unterschiedlichen Tools befragt. Es wurde festgestellt, dass die Verwendung von unterschiedlichen Tools bei allen Personen einen enormen Einschulungsaufwand und keinen besonderen Mehrwert für die ASFINAG darstellt.

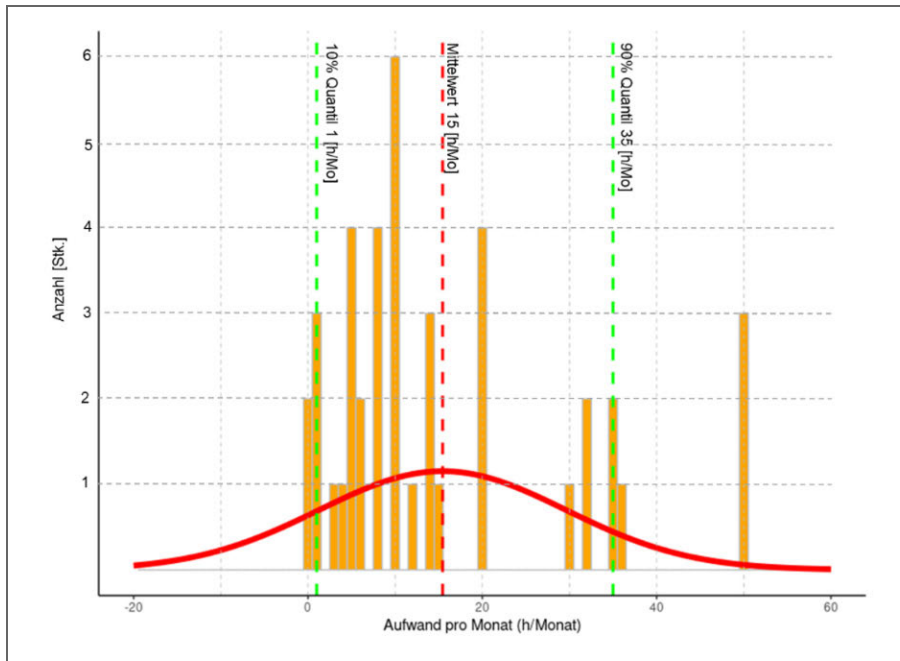


Abb. VI-1 Darstellung der Streuung der Beantwortungen zum Aufwand pro Monat

Deshalb hat sich die ASFINAG entschlossen, selbstständig Tools für die Abwicklung von Projekten allen beteiligten zur Verfügung zu stellen. Damit wissen Auftragnehmer und die örtlichen Bauaufsichten bei Projektbeginn welche Tools von Seiten ASFINAG zu verwenden sind.

Ziel der digitalen Berichte sind vernetzte Daten und die Verwendung der Daten in internen und externen Systemen. Um dies zu schaffen, war es besonders wichtig, Grunddaten aus den federführenden Systemen zu bekommen. Dies sind z.B. Bestellnummern zu den Auftragnehmern, interne Projektleitungen und Daten zum Projekt. Diese Informationen werden intern in allen Systemen verwendet und sind somit Grundvoraussetzung für die Vernetzung der Daten. Des Weiteren ist die Ablage der Dokumente in unserer Projektplattform exakt besonders wichtig. Da diese Plattform für den Austausch zwischen intern und extern fungiert.

2.4 Berichte im Bauprozess

In der nachstehenden Tabelle sind die Berichtstypen und die Anzahl der Berichte, die schon umgesetzt worden sind, dargestellt.

Berichtstyp	Anzahl [Stk]
Niederschriften	573
Bautagesbericht	1.503
Feldaufnahmen	2.145
Benchmark Erfassung	45

Tab. VI-1 Anzahl der Berichte

2.4.1 Niederschriften

Unter den Niederschriften sind drei Berichte zu verstehen. Der erste Bericht ist die Baueinleitung. Die Baueinleitung wird zu Beginn eines Bauprojektes gemeinsam mit den Auftragnehmern durchgeführt. In dieser Baueinleitung werden die wichtigsten Informationen für alle bereitgestellt. Dabei handelt es sich um Vereinbarungen zum Projekt und die wichtigsten Meilensteine wie Baubeginn, Bauende und Zwischentermine falls welche vereinbart worden sind.

The screenshot shows a software interface for 'Baueinleitung' (Construction Start). At the top, there are two tabs: 'Baueinleitung' (selected) and 'Termine'. Below the tabs, there is a section titled 'Bestätigung Begehung' (Confirmation of Site Visit) with a text box containing the following text: 'Am heutigen Tag wurde der gesamte Baubereich begangen und zur Arbeitsdurchführung unter Einhaltung der kundgemachten Verkehrsmaßnahmen und Auflagen freigegeben. Insbesondere wurde bei der Bauübergabe die Ausführungsart besprochen und die Baulosgrenze einvernehmlich festgelegt. Der Auftragnehmer erklärt, über sämtliche Baumaßnahmen, Lieferungen und Leistungen, sowie über die örtlichen Verhältnisse unterrichtet zu sein.' Below this, there is a note: 'Sollten im Zuge der Baueinleitung Abweichungen von den in der 0. PSS/Vertragsbesprechung festgestellt werden, so sind diese im Rahmen der 1. PSS im Protokoll zu dokumentieren. Durch die Festhaltung im 1. PSS/Vertragsbesprechungsprotokoll erfolgt die vertragliche Fortschreibung der Termine und allfällig damit im Zusammenhang stehender Pönaliten.' Below the text is a section for 'Anmerkungen' (Remarks) with a large empty text area. At the bottom, there are three date input fields: 'Datum Begehung *', 'Baubeginn *', and 'Bauende', each with a calendar icon. Below these is a 'Zwischentermin' (Intermediate Milestone) section with a '- Entfernen' (Remove) button and a '+ Hinzufügen' (Add) button.

Abb. VI-2 Darstellung der Baueinleitung

Der zweite Bericht Teil- bzw. Übernahme wird bei der Fertigstellungsanzeige durchgeführt. Dabei werden Informationen aus der Güte- und Funktionsprüfung sowie die beanstandeten Mängel, falls welche vorhanden sind, festgehalten.

Abb. VI-3 Darstellung Übernahme beanstandete Mängel

Nach Ende der Gewährleistung wird eine Schlussfeststellung beim Projekt durchgeführt, dabei wird festgehalten, ob die ausgeführte Leistung ordnungsgemäß durchgeführt wurde und ob noch Mängel in der Betriebsphase vorhanden sind.

Erst wenn die Schlussfeststellung durchgeführt worden ist, wird der Haftrücklass für das Projekt freigegeben.

2.4.2 Digitale Bautagesberichte

Der Bautagesbericht ist ein wesentliches Dokument, das während der Bauausführung den aktuellen Stand des Projektes widerspiegelt. Daher ist es von enormer Wichtigkeit, diese Daten im Unternehmen zu haben und für die internen und externen Beteiligten zur Verfügung zu stellen.

In unserem Bautagesbericht werden Wetterdaten über die ASFINAG Wetterdaten aus den Überkopfwegweisern zur Verfügung gestellt. Dabei werden der Niederschlag, Windgeschwindigkeit und die Temperatur als Ganglinie dargestellt.

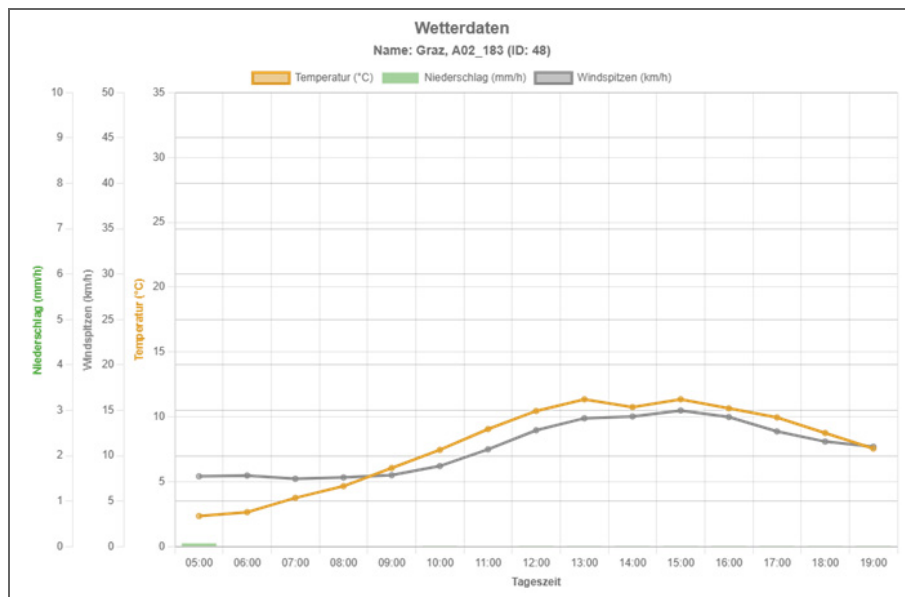


Abb. VI-4 Darstellung Wetterganglinie Bautagesbericht

Der nächste wichtige Bestandteil des Bautagesberichts ist die Angabe des Baustellenpersonals und der Geräteeinsatz. Dabei wird unterschieden in Personen der Hauptunternehmer und Subunternehmer. Diese Personen werden auch bezüglich ihrer Qualifikation wie z.B. Bauleiter, Facharbeiter oder Lehrling, erfasst. Des Weiteren werden die Geräte, die auf der Baustelle zum Einsatz kommen, erfasst. Dabei werden die unterschiedlichen Geräte nicht einzeln erfasst, sondern in Gruppen wie z.B. Standbagger < 10 t oder Radlader.

In den Ausschreibungen werden nach Wahl der Projektleitung soziale Qualitätskriterien definiert. Um diese während der Bauphase zu monitoren, werden diese im Bautagesbericht erfasst und allen Beteiligten zur Verfügung gestellt. Dabei handelt es sich beispielsweise um die Erhöhung des Anteils älterer Arbeitsnehmer*innen oder auch die Erhöhung der Ersthelfer*innen auf der Baustelle.

Ein weiterer wesentlicher Bestandteil eines Bautagesberichtes ist die Dokumentation der durchgeführten Tätigkeiten für den Hauptunternehmer und der Subunternehmer. Dabei ist es wichtig so genau wie möglich diese zu dokumentieren, um in späteren Phasen wichtige Informationen zu bekommen.

Eingescannte Lieferscheine müssen im Bautagesbericht nicht mehr als PDF angehängt werden, sondern können direkt per QR-Code Scanner abgescannt werden und sind somit direkt mit dem Bautagesbericht verbunden.

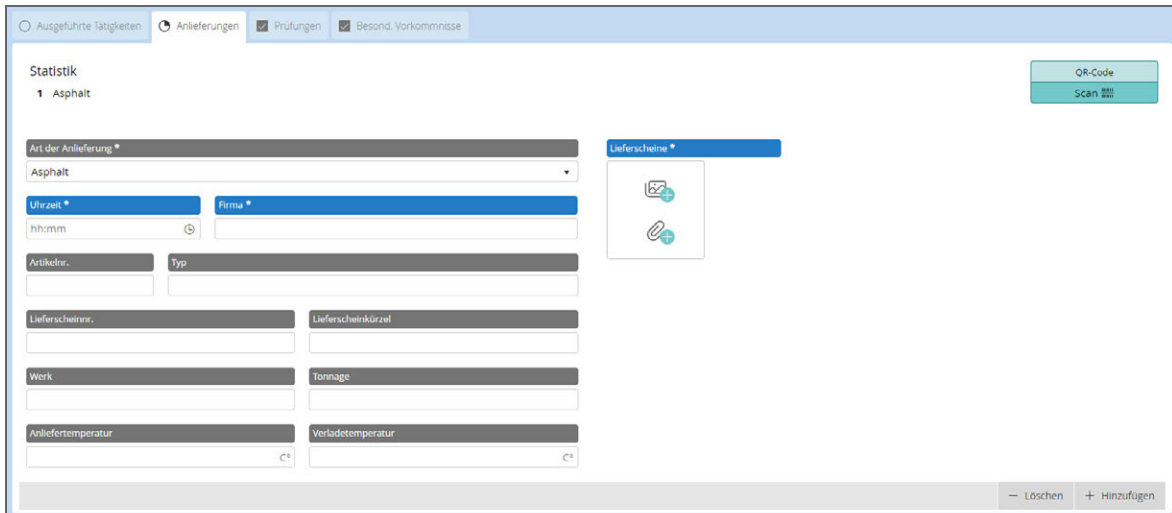


Abb. VI-5 Darstellung Anlieferung mit QR-Code Scanner

Der letzte Punkt beim digitalen Bautagesbericht ist die Fotodokumentation. Dabei werden die wichtigsten Fotos des Tages zum Bautagesbericht hinzugefügt. Hierbei ist zu beachten, dass es sich um eine gemeinsame Fotodokumentation des Auftragnehmers und der örtlichen Bauaufsicht handelt.

2.4.3 Digitale Feldaufnahmen

Felddokumentationen bilden die Basis für eine ordnungsgemäße Abrechnung und müssen daher eine gute Qualität aufweisen und nachvollziehbar dargestellt werden. Um dies zu schaffen, müssen Zeichenfunktionen vorhanden sein. Dabei können Skizzen auf weißen Blättern angefertigt werden oder auch auf Fotos gezeichnet werden.

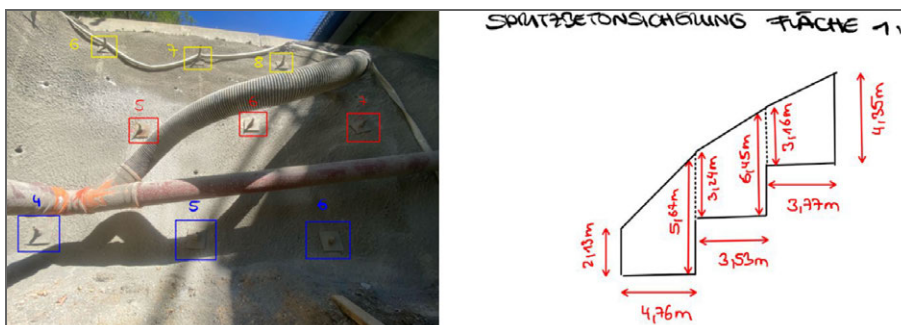


Abb. VI-6 Darstellung Anker auf Foto und Skizze bei den Felddokumentation

2.4.4 Benchmark Erfassung

Als zentrales und gesellschaftsübergreifendes Thema haben wir uns zum Ziel gesetzt, die Planungs- und Kostensicherheit weiter zu verbessern. Ein wichtiger Baustein dazu ist, dass zwischen den Gesellschaften abgestimmte Benchmarklisten zur weiteren Verwendung zur Verfügung gestellt werden.

Um die Datenbasis hinter den zur Verfügung gestellten Benchmarklisten kontinuierlich weiter zu erhöhen sind für

- sämtliche Bauvorhaben in der Oberschwelle und
- ausgewählte Projekte in der Unterschelle

die Benchmarks mittels einem digitalen Formular zum Zeitpunkt der Vergabe sowie zum Zeitpunkt der Schlussrechnung zu erheben.

Gegenverkehrsführung (Einrichten und Abbau)		Legende: PS ... Fahrstreifen RFB ... Richtungsfahrbahn km ... Baufeld-km Anmerkung: Abstellstreifen ist als eigener Fahrstreifen zu werten			
V.01.01	Neubau Mittelstreifenüberfahrt (für GV inkl. Unterbau, rd 600 m²)	Min - Max - Ø 50.000 €/je Überfahrt	Euro €	Menge je Überfahrt	Kennzahl €/je Überfahrt
V.01.02	Beleuchtung Überfahrt Gegenverkehr	Min - Max - Ø 5.000 €/je Überfahrt	Euro €	Menge je Überfahrt	Kennzahl €/je Überfahrt
V.01.03	Gegenverkehr z.B. 4+0, 3+1, mit 1 BLW (Auf- und Abbau + Markierung + Beschilderung) - je Phase	Min - Max - Ø 70.000 €/je km	Euro €	Menge je km	Kennzahl €/je km
V.01.04	Gegenverkehr z.B. 3+1 mit 2 BLW zu Baubereich (Auf- und Abbau + Markierung + Beschilderung) - je Phase	Min - Max - Ø 82.000 €/je km	Euro €	Menge je km	Kennzahl €/je km
V.01.05	Betrieb Gegenverkehr z.B. 4+0, 3+1 (Miete BLW, Beleuchtung, etc.)	Min - Max - Ø 10.000 €/je km und Monat	Euro €	Menge je km und Monat	Kennzahl €/je km und Monat

Abb. VI-7 Darstellung Benchmarks Verkehrsführung

2.5 Digitalisierung im Betrieb

Auch im Betrieb der ASFINAG spielen digitale Berichte eine wichtige Rolle. Sie ermöglichen es, den Zustand der Infrastrukturen besser zu überwachen, Wartungsarbeiten zu planen und Ressourcen effizienter einzusetzen. Darüber hinaus können digitale Berichte dazu beitragen, die Sicherheit auf den Autobahnen und Schnellstraßen zu verbessern, indem sie es ermöglichen, Unfälle und Schadensfälle schneller zu erfassen und zu analysieren.

Im Betrieb ermöglichen digitale Berichte eine kontinuierliche Überwachung des Zustands der Infrastruktur. Dies bedeutet, dass potenzielle Probleme frühzeitig erkannt und behoben werden können, bevor sie zu größeren Schäden führen. Darüber hinaus können digitale Berichte dazu beitragen, die Effizienz von Wartungsarbeiten zu verbessern, indem sie es ermöglichen, Ressourcen gezielt dort einzusetzen, wo sie am dringendsten benötigt werden.

Digitale Berichte im Betrieb bieten auch die Möglichkeit, Daten zu analysieren und zu prognostizieren. Durch die Nutzung von Analysetools können große Datenmengen schnell ausgewertet werden, um Trends zu identifizieren und zukünftige Entwicklungen vorherzusagen. Dies ermöglicht es der ASFINAG, proaktiv auf mögliche Probleme zu reagieren und den Betrieb ihrer Infrastrukturen kontinuierlich zu verbessern.

3 Herausforderungen und Lösungen

Natürlich gibt es auch Herausforderungen bei der Einführung digitaler Berichte in der ASFINAG. Dazu gehören beispielsweise Datenschutzfragen, die Sicherheit der Datenübertragung und die Schulung der Mitarbeiter*innen im Umgang mit den neuen Technologien. Diese Herausforderungen können jedoch durch geeignete Schulungs- und Informationsmaßnahmen sowie durch die Nutzung sicherer Technologien und Protokolle bewältigt werden.

Ein weiteres Hindernis für die Einführung digitaler Berichte kann der Widerstand gegen Veränderungen sein. Mitarbeiter*innen sind oft skeptisch gegenüber neuen Technologien und Arbeitsmethoden, insbesondere wenn sie bedeuten, dass sie sich umschulen müssen oder ihre gewohnten Abläufe ändern müssen. Hier ist es wichtig, die Mitarbeiter*innen frühzeitig in den Veränderungsprozess einzubeziehen und ihnen die Vorteile der Digitalisierung klar zu kommunizieren.

4 Zusammenfassung und Ausblick

Die Zukunft der digitalen Berichte in der ASFINAG sieht vielversprechend aus. Mit der Weiterentwicklung von Technologien wie künstlicher Intelligenz werden digitale Berichte noch intelligenter und vernetzter werden. Dies wird es ermöglichen, noch präzisere Daten zu erfassen und noch schnellere Entscheidungen zu treffen. Darüber hinaus wird die Integration von digitalen Berichten in andere Systeme und Prozesse zunehmen, was die Effizienz weiter steigern wird.

Ein weiterer Trend, der die Zukunft der digitalen Berichte beeinflussen wird, ist die zunehmende Nutzung von mobilen Endgeräten. Durch die Nutzung von Smartphones und Tablets können Mitarbeiter*innen Berichte direkt vor Ort erfassen und bearbeiten, was die Effizienz weiter steigert, und die Fehleranfälligkeit verringert. Darüber hinaus können mobile Endgeräte mit Sensoren und Kameras ausgestattet werden, um noch genauere Daten zu erfassen und eine noch bessere Überwachung der Infrastruktur zu ermöglichen.

Insgesamt bieten digitale Berichte ein enormes Potenzial für das Bauen und Betreiben in der ASFINAG. Sie ermöglichen eine effizientere Datenverwaltung, eine schnellere Kommunikation und eine verbesserte Zusammenarbeit. Um dieses Potenzial voll auszuschöpfen, ist es jedoch wichtig, die entsprechenden Technologien einzuführen, die Mitarbeiter*innen zu schulen und kontinuierlich weiterzuentwickeln. Nur so kann die ASFINAG ihre Infrastrukturen optimal planen, bauen und betreiben und den Verkehrsteilnehmer*innen einen sicheren und zuverlässigen Service bieten.

Abkürzungsverzeichnis

ASFINAG	Autobahnen- und Schnellstraßen-Finanzierungs-Aktiengesellschaft
BIM	Building Information Modeling
BMG	Bau Management GmbH
VIBÖ	Vereinigung industrieller Bauunternehmungen Österreichs
AN	Auftragnehmer
ÖBA	Örtliche Bauaufsicht
PL	Projektleitung

Literaturverzeichnis

Hofstadler C.; Motzko C. (Hrsg.): Agile Digitalisierung im Baubetrieb, Grundlagen, Innovationen, Disruptionen und Best Practices, Wiesbaden, 2021.

ASFINAG: ASFINAG – Autobahnen- und Schnellstraßen-Finanzierungs-Aktiengesellschaft. Abgerufen am 01. Februar 2024, von <https://www.asfinag.at/>.

ASFINAG: Zukunftsforum Digitalisierung im Straßenbau: Neue Wege für eine effiziente Infrastruktur. Wien, 2021.

VII. Nachweis und Einsparung von THG-Emissionen durch digitalisierte Prozesse (im Sinne des European Green Deals)

Dipl.-Ing. Dipl.-Ing. Nicole Richter
Digitales Bauprozessmanagement - Hochbau
HABAU Hoch- und Tiefbaugesellschaft m.b.H.
Franzosenhausweg 25, 4030 Linz
nicole.richter@habau.at

Dipl.-Ing. Dipl.-Ing. Regina Skof
Projektleitung / Architektur, Nachhaltiges Bauen
HABAU Hoch- und Tiefbaugesellschaft m.b.H.
Greiner Straße 63, 4320 Perg
regina.skof@habau.at

Inhaltsverzeichnis

Abstract	164
1 Einleitung	164
2 Rechtliche Rahmenbedingungen.....	165
2.1 Die EU-Taxonomie-Verordnung	167
2.2 Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD-Richtlinie):	168
3 Nachweisführung und Einsparungsmöglichkeiten von THG-Emissionen	169
3.1 Scopes.....	169
3.2 Herausforderungen in der THG-Emissionsberechnung: Datenmanagement, Interdisziplinarität und Digitale Unterstützung	171
3.3 Emissionen auf Unternehmensebene bzw. Produktebene	173
3.4 Methodik zur Berechnung der THG-Emissionen	177
3.5 Ökologische Optimierungsmöglichkeiten hinsichtlich der Umweltauswirkungen	178
3.6 Nachhaltigkeits-Controlling	180
4 Rechenbeispiel	182
4.1 Umweltauswirkung einer Stahlbetondecke	182
4.2 Umweltauswirkungen Betontransport	183
5 Fazit	184
Abkürzungsverzeichnis	185
Literaturverzeichnis	186

Abstract

Die Baubranche verursacht rund 40 % der globalen energiebedingten CO₂-Emissionen. Aufgrund der Wichtigkeit die THG-Emissionen deutlich zu reduzieren ist es für den Bausektor unerlässlich, sich eingehend mit seinen eigenen Nachhaltigkeitsdaten auseinanderzusetzen.¹

Der vorliegende Beitrag untersucht die Herausforderungen und Anforderungen mit denen der Bausektor konfrontiert ist. Wesentlich ist es geeignete Methoden zur Erfassung und Analyse seiner THG-Emissionen zu entwickeln. Diese Daten müssen sowohl exakt als auch anwendbar sein. Hierfür müssen standardisierte Verfahren zur Nachweisführung und Berechnung von THG-Emissionen etabliert werden. Eine wesentliche Hürde besteht in der Vergleichbarkeit, da keine exakte Vorgabe über den Berechnungsablauf und der dazugehörigen Umweltdaten vorhanden sind.

Insgesamt verdeutlicht dieser Beitrag die Nachhaltigkeitsbemühungen in der Baubranche zu intensivieren und sich verstärkt mit der Reduzierung der THG-Emissionen und einer Ressourcenschonung zu beschäftigen. Durch eine gesamtheitliche Betrachtung der ökologischen Auswirkungen sowie einer transparenten und standardisierten Berechnung kann der Bausektor einen wesentlichen Beitrag zur Nachhaltigkeit leisten.

1 Einleitung

Die Menschheit steht vor der drängenden Herausforderung, Strategien zu entwickeln und Lösungen zu erforschen, die die Balance zwischen menschlichen Aktivitäten und den ökologischen Grenzen unseres Planeten wiederherstellen. Überschreiten wir die planetare Belastbarkeit, wie beim Klimawandel oder dem Verlust der Biodiversität, riskieren wir irreversible Schäden und den Zusammenbruch von Ökosystemen. Um das Gleichgewicht zu erhalten, müssen wir nachhaltig handeln, Ressourcen schonen und die CO₂-Emissionen drastisch reduzieren.²

Diese Herausforderung ist untrennbar mit dem Konzept der Nachhaltigkeit verbunden, das auf dem Brundtland-Bericht von 1987 basiert. Nachhaltige Entwicklung bedeutet, die Bedürfnisse der aktuellen Generation zu erfüllen, ohne die Möglichkeit zu gefährden, dass zukünftige Generationen ihre Bedürfnisse nicht mehr befriedigen können.

¹ Vgl. UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME: 2022 Global Status Report for Buildings and Construction: Towards a Zero-emission, Efficient and Resilient Buildings and Construction Sector. 2022. S.37.

Vgl. UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME: 2021 Global Status Report for Buildings and Construction. 2021. S.15.

² Vgl. Wie unser Planet dem Druck standhält: Grenzen der Belastbarkeit erkunden. <https://nachhaltigkeit-wirtschaft.de/planetare-belastbarkeit/> Datum des Zugriffs: 12.02.2024.

Nachhaltigkeit umfasst ökologisches, soziales und ökonomisches Handeln, das heute und in der Zukunft gleichermaßen oder sogar verbesserte Lebensbedingungen bietet, indem Ressourcen geschont und ihr Fortbestand gesichert wird.³

Zentrale Aspekte für Nachhaltigkeit sind die drei Säulen der Nachhaltigkeit – ökologische, ökonomische und soziale Nachhaltigkeit (siehe Abb. VII-1). Diese Säulen stehen in Wechselwirkung miteinander und erfordern eine gleichberechtigte Berücksichtigung.⁴ Keine der Säulen sollte auf Kosten der anderen verfolgt werden, und Unternehmen sind dazu aufgefordert, ihre Strategien und Handlungen im Einklang mit diesen Prinzipien zu entwickeln.

Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) umfassen klimawirksame Gase, die in sogenannte CO₂-Äquivalente (CO₂e) gemessen werden.⁵

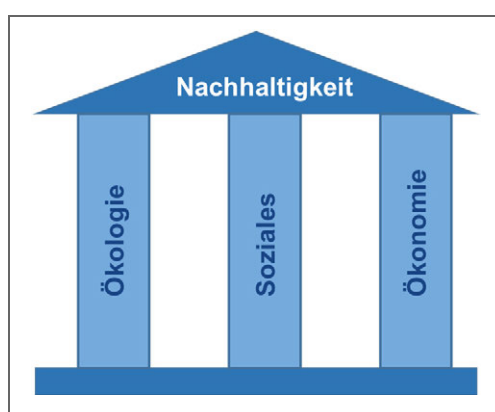


Abb. VII-1 Drei Säulen der Nachhaltigkeit⁶

2 Rechtliche Rahmenbedingungen

Der europäische Green Deal, der im Dezember 2019 in Europa beschlossen wurde, markiert einen historischen Schritt, um klimaneutral zu werden. Ein zentraler Punkt dieses Plans ist es einen Übergang zu einer modernen, ressourceneffizienten und wettbewerbsfähigen Wirtschaft zu schaffen. Das Ziel ist es, bis 2050 keine Netto-Treibhausgase mehr auszustoßen und das Wachstum von der Ressourcennutzung zu entkoppeln, ohne dabei jemanden im Stich zu lassen. Die EU-Kommission hat konkrete Vorschläge für eine neue Klima-, Energie-,

³ Vgl. BRUNDTLAND KOMMISSION: Report of the world commission on environment and development: Our common future. Report. S. 16

⁴ Vgl. Abschlußbericht der Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt – Ziele und Rahmenbedingungen einer nachhaltig zukunftsverträglichen Entwicklung“ *) Konzept Nachhaltigkeit Vom Leitbild zur Umsetzung S.17

⁵ Vgl. UMWELTBUNDESAMT: Treibhausgase. <https://www.umweltbundesamt.at/klima/treibhausgase> Datum des Zugriffs: 12.02.2024.

⁶ RICHTER, N.: CO₂-Fußabdruck der Stahlbetonarbeiten im Hochbau. 07.11.2022. S.8.

Verkehrs- und Steuerpolitik vorgelegt, die darauf abzielen, die Netto-Treibhausgasemissionen bis 2030 um mindestens 55 % gegenüber 1990 zu senken. Es soll sichergestellt werden, dass alle Wirtschaftszweige der EU auf diese Herausforderungen vorbereitet sind und die EU ihre Klimaziele bis 2030 fair, kosteneffizient und unter Beibehaltung des Wettbewerbs erreicht.⁷

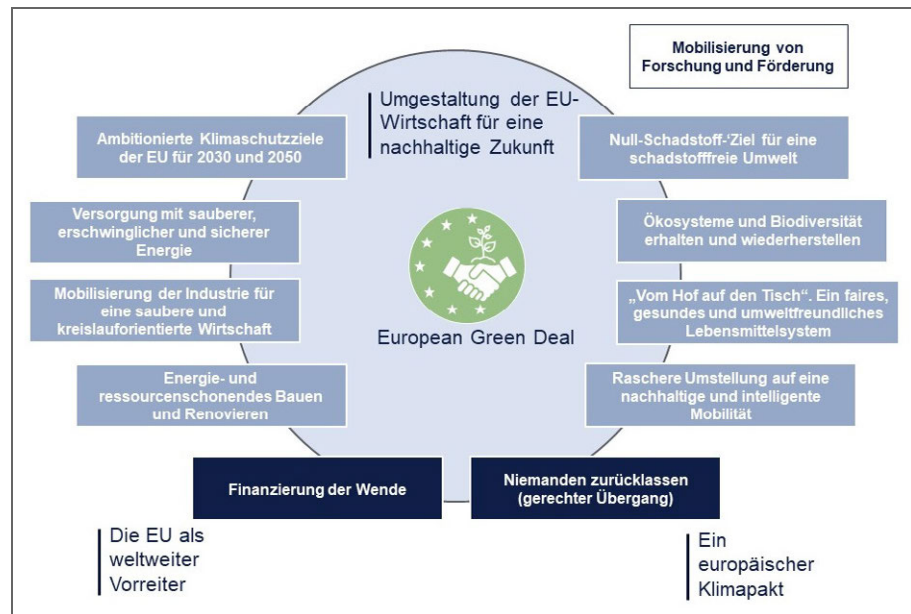
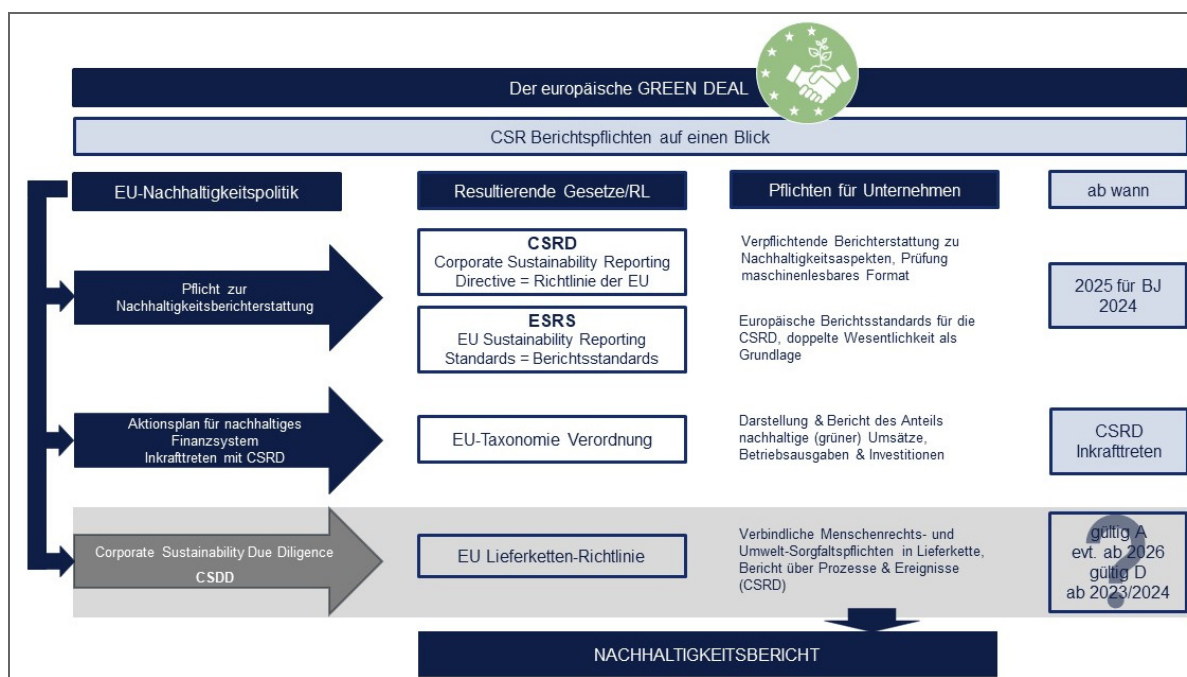


Abb. VII-2 The European Green Deal⁸

Dieser ambitionierte Plan wird maßgeblich von rechtlichen Rahmenbedingungen gestützt, darunter die EU-Taxonomie-Verordnung, Nachhaltigkeitsgesetze und -vorschriften sowie die Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD-Richtlinie), die Anfang 2023 in Kraft trat. Diese rechtlichen Instrumente werden die HABAU GROUP in den kommenden Jahren nachhaltig beeinflussen (siehe Abb. VII-3).

⁷ Vgl. EUROPÄISCHE KOMMISSION: Der europäische Grüne Deal. https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_de Datum des Zugriffs: 12.02.2024.

⁸ In Anlehnung an: BUNDESKANZLERAMT: Von der Leyens „Green Deal“ für Europa – Bundeskanzleramt Österreich. <https://www.bundeskanzleramt.gv.at/themen/europa-aktuell/von-der-leyens-green-deal-fuer-europa.html> Datum des Zugriffs: 13.02.2024.

Abb. VII-3 CSR Berichtspflicht⁹

2.1 Die EU-Taxonomie-Verordnung

Die EU-Taxonomie-Verordnung ist ein Kernbestandteil des Green Deals und zielt darauf ab, ein einheitliches Klassifizierungssystem nachhaltiger wirtschaftlicher Aktivitäten einzuführen, um sicherzustellen, dass Investitionen den Umweltzielen der EU entsprechen. Sie wird eine entscheidende Rolle bei der Lenkung von Kapitalströmen in Richtung nachhaltiger Investitionen spielen, um das übergeordnete Ziel einer klimaneutralen EU bis 2050 zu unterstützen.

Die Ziele der EU-Taxonomie umfassen die Festlegung klarer Definitionen für ökologisch nachhaltige wirtschaftliche Tätigkeiten und die Förderung von Investitionen in solche Tätigkeiten, während das Risiko von Greenwashing begrenzt wird. Darüber hinaus soll die Verordnung eine Marktfragmentierung verhindern, indem sie einen einheitlichen Rahmen für Anleger*innen, Unternehmen und Mitgliedstaaten schafft und die Offenlegung relevanter Umsätze und Investitionen von Finanzmarktakteuren sowie großen Unternehmen vorschreibt. Die Verordnung legt sechs Umweltziele fest, die als Bewertungsmaßstab dienen, und definiert Kriterien, nach denen eine Wirtschaftstätigkeit als nachhaltig eingestuft wird. Dies umfasst einen substanziellen Beitrag zur Verwirklichung der Umweltziele, das Vermeiden erheblicher Beeinträchtigungen dieser Ziele, die Einhaltung sozialer Mindestkriterien und die Übereinstimmung mit den technischen Bewertungskriterien der Kommission.¹⁰

⁹ In Anlehnung an: LINDINGER, A.: ESG, Klimaneutralität, EU-Taxonomie. ABB Denkstatt: 18.04.2023. Praxisforum Linde Nachhaltiges Bauen. Wien.

¹⁰ EU-Taxonomie-Verordnung. <https://www.bmk.gv.at/green-finance/finanzen/eu-strategie/eu-taxonomie-vo.html> Datum des Zugriffs: 12.02.2024.

2.2 Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD-Richtlinie):

Die CSRD-Richtlinie, die Anfang 2023 in Kraft trat, hat das Ziel, die Transparenz und Vergleichbarkeit von Nachhaltigkeitsinformationen zu verbessern. Sie verpflichtet große Unternehmen und für alle an geregelten Märkten notierten Unternehmen, umfassend über ihre ökologischen, sozialen und ökonomischen Auswirkungen zu berichten. Dies erfordert eine präzise Datenerfassung und eine strategische Neuausrichtung der Unternehmensberichterstattung, um den Anforderungen gerecht zu werden. Unternehmen müssen ihre Nachhaltigkeitsbemühungen systematisch dokumentieren und kommunizieren. Als klar definierte Standards, um den Anforderungen der CSRD gerecht zu werden, dienen die European Sustainability Reporting Standards (ESRS).¹¹

Ein wesentlicher Bestandteil davon befasst sich mit dem Thema der Treibhausgasemissionen (THG). Unternehmen sind verpflichtet, spezifische Kennzahlen zu liefern, die ihre THG-Emissionen transparent machen. Zudem müssen Überlegungen und Strategien dargelegt werden, wie das Unternehmen seine THG-Emissionen reduzieren kann, um einen Beitrag zur Erreichung des Ziels eines klimaneutralen Europas bis 2050 zu leisten. Dies umfasst möglicherweise Investitionen in umweltfreundliche Technologien, die Umstellung auf erneuerbare Energien, die Optimierung von Produktionsprozessen und Logistik sowie die Förderung einer kulturellen Veränderung hin zu einem nachhaltigen Handeln in der gesamten Organisation. Durch die transparente Darstellung der THG-Emissionen und entsprechende Maßnahmen zur Reduzierung können Unternehmen dazu beitragen, den ökologischen Fußabdruck zu minimieren und die langfristige Nachhaltigkeit zu fördern.¹²

Die rechtlichen Rahmenbedingungen im Zusammenhang mit dem Green Deal werden die HABAU GROUP in den kommenden Jahren nachhaltig prägen. Die Anpassung an die EU-Taxonomie-Verordnung, die Einhaltung von Nachhaltigkeitsgesetzen und -vorschriften sowie die umfassende Berichterstattung gemäß der CSRD-Richtlinie werden zentrale Herausforderungen darstellen. Durch eine ganzheitliche Betrachtung der ökologischen, sozialen und ökonomischen Aspekte wird die HABAU GROUP in der Lage sein, ihre Nachhaltigkeitsziele zu erreichen.

¹¹ Vgl. Nachhaltigkeits-Berichterstattung. https://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/betrieblich_umweltschutz/emas/nh-berichterstattung.html Datum des Zugriffs: 12.02.2024.

¹² Vgl. DELEGIERTE VERORDNUNG (EU) .../... DER KOMMISSION zur Ergänzung der Richtlinie 2013/34/EU des Europäischen Parlaments und des Rates durch Standards für die Nachhaltigkeitsberichterstattung. S.102ff.

3 Nachweisführung und Einsparmöglichkeiten von THG-Emissionen

Dieses Kapitel befasst sich mit den Richtlinien des Greenhouse Gas (GHG)-Protokolls, einem international anerkannten Standard, welcher eine Übersicht für die Erfassung und Berichterstattung von Treibhausgasemissionen gibt. Die Emissionen werden dabei in drei Scopes eingeteilt, die direkte und indirekte Emissionen umfassen. Im Anschluss werden die Herausforderungen bei der Berechnung von THG-Emissionen erläutert, zu denen unter anderem Datenmanagement, interdisziplinäre Zusammenarbeit und digitale Unterstützung gehören.

Weiterhin wird die Bedeutung der Emissionen sowohl auf Unternehmens- als auch auf Produktebene beleuchtet. Eine detaillierte Analyse des Corporate Carbon Footprint (CCF) ermöglicht eine transparente Darstellung der Umweltauswirkungen auf Unternehmensebene, während der Übergang zum Product Carbon Footprint (PCF) eine Analyse auf Produktebene ermöglicht. Die Integration digitaler Prozesse wie Building Information Modeling (BIM) unterstützt dabei die präzise Datenerhebung und ermöglicht eine ganzheitliche Betrachtung der Umweltauswirkungen.

Ein Schwerpunkt liegt zudem auf der Methodik zur Berechnung der THG-Emissionen, die einen strukturierten Prozess zur Erfassung und Berechnung der Emissionen darstellt. Abschließend werden ökologische Optimierungsmöglichkeiten diskutiert, insbesondere im Baubereich, um die Umweltauswirkungen zu minimieren.

Das Kapitel schließt mit einer Betrachtung des Nachhaltigkeits-Controllings, das eine Gegenüberstellung von SOLL-Daten und IST-Daten ermöglicht. Diese Analyse bildet die Grundlage für gezielte Maßnahmen zur Reduzierung des CO₂-Fußabdrucks und trägt somit maßgeblich zur Entwicklung umweltfreundlicher Geschäftspraktiken bei.

3.1 Scopes

Die Bestimmung des CO₂-Ausstoßes ist entscheidend, um ökologische Verantwortung zu übernehmen und effektive Strategien zur Reduktion von Treibhausgasen zu entwickeln. Die Erfassung des CO₂-Ausstoßes ermöglicht der HABAU GROUP, ihre Umweltauswirkungen zu verstehen, klare Ziele für Emissionsreduktionen zu setzen und die erzielten Fortschritte im Laufe der Zeit zu überwachen. Dies geschieht mittels einer CO₂-Bilanz, auch als Corporate Carbon Footprint (CCF) oder Unternehmens-Kohlendioxid-Fußabdruck bekannt. Diese Bilanz dient als entscheidende Messgröße für die Umweltauswirkungen eines Unternehmens und umfasst sämtliche Treibhausgasemissionen, die direkt oder indirekt mit den unternehmerischen Aktivitäten in Zusammenhang stehen. Diese Emissionen können aus verschiedenen Quellen stammen, darunter die Verbrennung fossiler Brennstoffe für die Energieerzeugung, Transport und Logistik, die Herstellung von Produkten, die Nutzung von

Rohstoffen sowie andere betriebliche Aktivitäten und werden über den gesamten Lebenszyklus betrachtet.

Der Corporate Carbon Footprint wird üblicherweise nach den Richtlinien des Greenhouse Gas (GHG)-Protokolls berechnet, einem international anerkannten Standard für die Erfassung und Berichterstattung von Treibhausgasemissionen. Das GHG-Protokoll gliedert die Emissionen in drei sogenannte „Scopes“ diese werden in der folgenden Abb. VII-4 dargestellt.¹³

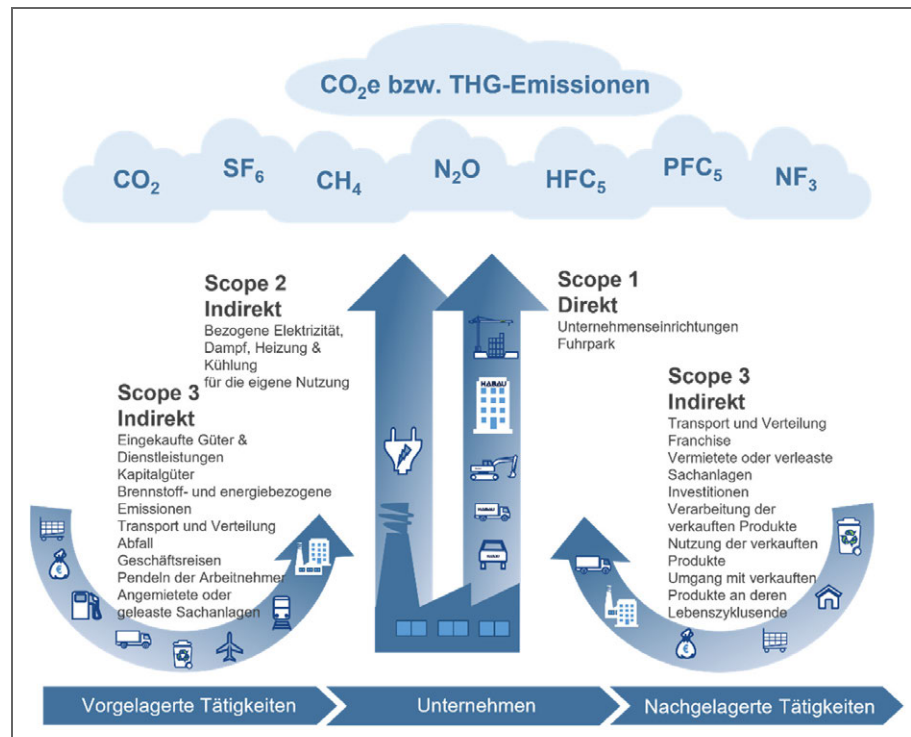


Abb. VII-4 Einteilung der THG-Emissionen nach GHG-Protokoll¹⁴

Scope 1 – Direkte Emissionen:

Scope 1 umfasst direkte Treibhausgasemissionen, die direkt von Unternehmensquellen stammen. Dies beinhaltet vor allem Verbrennungsprozesse von fossilen Brennstoffen wie Gas, Öl oder Kohle. Für die HABAU GROUP bedeutet dies, den eigenen Energieverbrauch und die damit verbundenen Emissionen genau zu erfassen. Dies kann die Nutzung von emissionsarmen Technologien, erneuerbaren Energien und die Effizienzsteigerung der eigenen Prozesse erfordern.¹⁵

¹³ Vgl. RANGANATHAN, J., et al.: A Corporate Accounting and Reporting Standard. 2004.

¹⁴ In Anlehnung an: BHATIA, P., et al.: Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard. 2011. S.5 Vgl. RICHTER, N.: CO2-Fußabdruck der Stahlbetonarbeiten im Hochbau. 07.11.2022. S.37.

¹⁵ Vgl. RANGANATHAN, J., et al.: A Corporate Accounting and Reporting Standard. 2004. S.25.

Scope 2 – Indirekte Emissionen durch Energieverbrauch:

Scope 2 bezieht sich auf indirekte Emissionen, die durch den Energieverbrauch des Unternehmens entstehen, jedoch nicht direkt vor Ort produziert werden. Dies umfasst vor allem den Bezug von Strom, der außerhalb des Unternehmens generiert wird. Die HABAU GROUP wird sich verstärkt darauf konzentrieren müssen, den ökologischen Fußabdruck durch den Einsatz von grüner Energie, wie beispielsweise Solarenergie oder Windkraft, zu reduzieren. Die Bewertung der Umweltauswirkungen der gesamten Lieferkette wird hierbei entscheidend sein.¹⁶

Scope 3 – Indirekte Emissionen entlang der Wertschöpfungskette:

Scope 3 umfasst alle indirekten Emissionen, die außerhalb der direkten Kontrolle des Unternehmens entstehen, aber dennoch auf dessen Aktivitäten zurückzuführen sind. Dieser Scope ist oft der umfangreichste und komplexeste, da er Lieferketten, Kundenverhalten, Entsorgung und andere externe Faktoren miteinbezieht. Die HABAU GROUP wird ihre Lieferanten evaluieren, um emissionsarme Optionen zu fördern, Transportwege optimieren und den Einsatz von recycelten Materialien fördern müssen. Zudem spielt die Sensibilisierung von Kunden für nachhaltiges Verhalten eine entscheidende Rolle.¹⁷

Die detaillierte Betrachtung von Scope 1, 2 und 3 Emissionen ist für die HABAU GROUP von essenzieller Bedeutung, um eine ganzheitliche Nachhaltigkeitsstrategie zu entwickeln. Die Identifikation, Überwachung und Reduktion dieser Emissionen erfordern nicht nur interne Anpassungen, sondern auch die Zusammenarbeit mit Lieferanten, Kunden und anderen Stakeholdern. Durch gezielte Maßnahmen entlang der Scopes kann die HABAU GROUP nicht nur ihre eigenen Umweltauswirkungen minimieren, sondern auch einen positiven Beitrag zur Erreichung der europäischen Klimaziele bis 2050 leisten.

3.2 Herausforderungen in der THG-Emissionsberechnung: Datenmanagement, Interdisziplinarität und Digitale Unterstützung

Für die Berechnung von Treibhausgasemissionen (THG) steht die HABAU GROUP vor mehreren Herausforderungen, die von der Erfassung und Dokumentation von Daten bis zur interdisziplinären Zusammenarbeit und der Notwendigkeit digitaler Unterstützung reichen.

Die Erfassung und Dokumentation von Daten bilden eine zentrale Herausforderung bei der THG-Emissionsberechnung. Bislang war es oft nicht erforderlich, eine Vielzahl der benötigten Daten zu dokumentieren und zu sammeln. Dies betrifft insbesondere Informationen über den Energieverbrauch, die Produktionsprozesse, den Transport und andere

¹⁶ Vgl. RANGANATHAN, J., et al.: A Corporate Accounting and Reporting Standard. 2004. S.25.

¹⁷ Vgl. RANGANATHAN, J., et al.: A Corporate Accounting and Reporting Standard. 2004. S.25.

unternehmensspezifische Aktivitäten, die THG-Emissionen beeinflussen. Aus diesem Grund ist eine enge Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Abteilungen und Fachbereichen innerhalb eines Unternehmens notwendig. Von der Produktion über das Supply Chain Management bis hin zu Finanz- und Umweltabteilungen müssen Informationen geteilt und koordiniert werden. Dies erfordert nicht nur ein Verständnis für die spezifischen Anforderungen jeder Abteilung, sondern auch die Fähigkeit zur effektiven Kommunikation und Koordination zwischen diesen Disziplinen, wie in der folgenden Abb. VII-5 dargestellt.

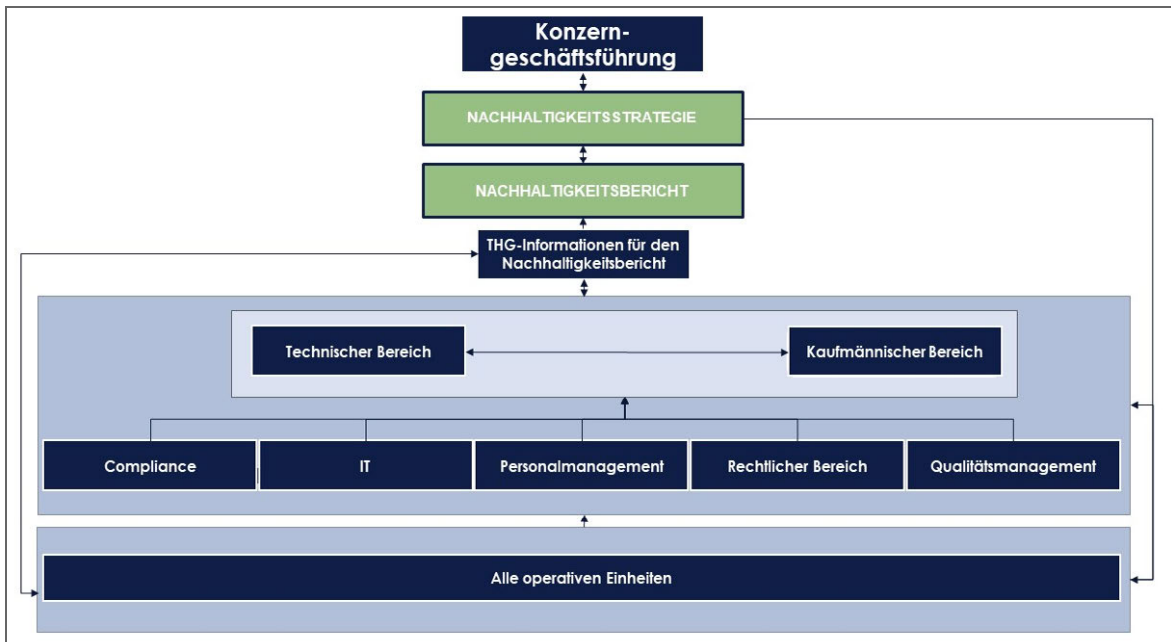


Abb. VII-5 Informationsfluss und interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen den Fachbereichen eines Unternehmens zur Entwicklung einer gesamtheitlichen Nachhaltigkeitstrategie

Eine große Herausforderung ist es einen durchgängigen Datenfluss sowohl auf technischer als auch kaufmännischer Ebene herzustellen (siehe Abb. VII-6).

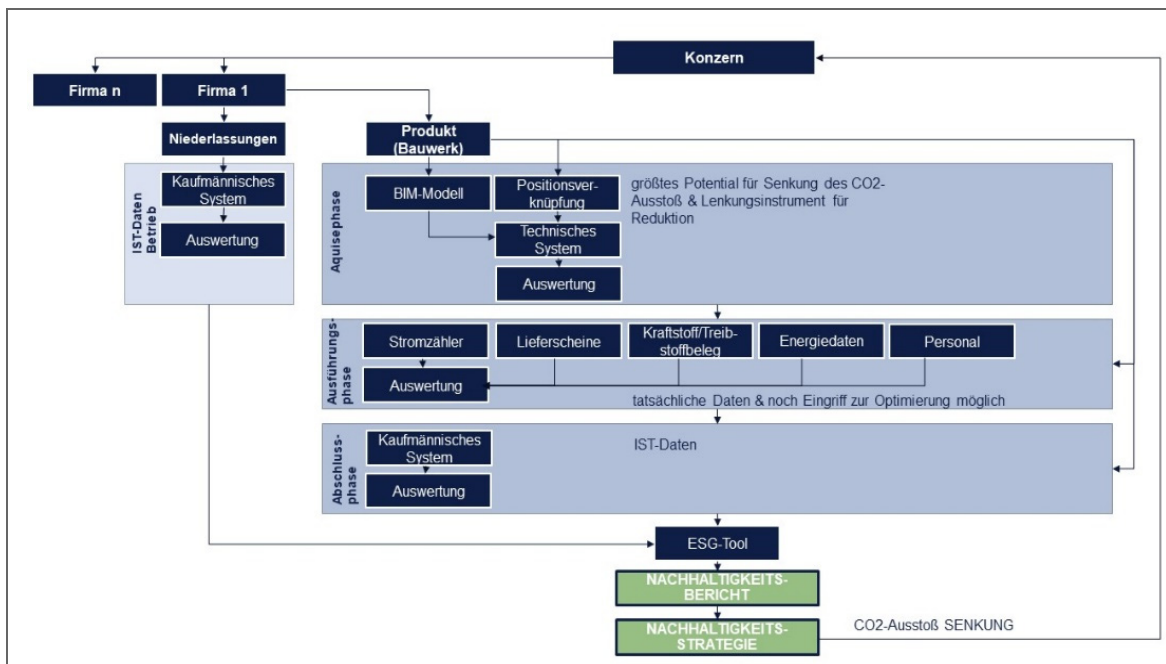


Abb. VII-6 CO₂-Datenfluss im Unternehmen

Besonders im Kontext von Nachhaltigkeitsberichten und -strategien wird eine detailliertere Erfassung von Materialmengen zu einer essentiellen Anforderung.

Um diesen Herausforderungen erfolgreich zu begegnen, bedarf es einer umfassenden Analyse der bestehenden Prozesse sowie der Implementierung effizienter Lösungen zur Verbesserung des Datenflusses. Nur durch einen ganzheitlichen Ansatz kann eine zukunftsorientierte und nachhaltige Unternehmensführung gewährleistet werden. Eine digitale Unterstützung ermöglicht nicht nur die effiziente Datenerfassung und -verarbeitung, sondern auch eine durchgängige, transparente und dauerhafte Verwaltung der Informationen. Der Einsatz von Softwarelösungen, Datenbanken und anderen digitalen Instrumenten trägt dazu bei, Fehler zu minimieren und die Qualität der Berechnungen zu verbessern.

Die THG-Emissionsberechnung stellt die HABAU GROUP vor komplexe Herausforderungen, die eine systematische Datenerfassung, interdisziplinäre Zusammenarbeit und digitale Unterstützung erfordern. Nur durch die Bewältigung dieser Herausforderungen kann eine umfassende und präzise Bewertung ihrer Umweltauswirkungen vorgenommen werden und wirkungsvolle Strategien zur Reduktion von Treibhausgasemissionen entwickelt werden.

3.3 Emissionen auf Unternehmensebene bzw. Produktebene

Durch die detaillierte Erfassung und Auswertung des CCF werden die umweltrelevanten Emissionen auf Unternehmensebene transparent gemacht. Dies bildet die Basis für eine gezielte Reduktionsstrategie und

eine verbesserte ökologische Performance. Das Nachhaltigkeits-Controlling geht jedoch einen Schritt weiter, indem es den Fokus auf einzelne Produkte/Bauwerke lenkt und somit den Übergang zum Product Carbon Footprint (PCF) ermöglicht.¹⁸

Die Implementierung digitaler Prozesse, wie beispielsweise die Integration von Building Information Modeling (BIM), unterstützt dabei die präzise Datenerhebung auf Produkt- und Bauprojektebene. BIM ermöglicht nicht nur eine effizientere Planung und Umsetzung von Bauprojekten, sondern auch eine präzise Datenerhebung für den PCF. Die Herausforderung besteht darin, diese digitalen Prozesse weiter zu optimieren und zu standardisieren, um eine umfassende Integration in das Nachhaltigkeits-Controlling zu ermöglichen.

Es wird eine Brücke zwischen dem Gesamtbild des CCF und den spezifischen Umweltauswirkungen einzelner Produkte geschaffen, die durch den PCF genau quantifiziert werden können. Dies ermöglicht eine ganzheitliche und zugleich detaillierte Analyse der jeweiligen CO₂-Verbraucher in Bauwerken oder Produkten. Dabei ist es von entscheidender Bedeutung, nicht nur den Gesamtkontext, sondern auch die einzelnen Bausteine genau zu verstehen, um gezielt Einfluss nehmen zu können.

Um eine Reduzierung der THG-Emissionen beispielsweise im Hochbau zu erreichen ist es notwendig die Ressourcen zu minimieren und zu optimieren.

Hierbei sollen die folgenden Grundsätze verfolgt werden (siehe Abb. VII-7):¹⁹

1. Build nothing: Sanierung und Wiederverwendung von Gebäuden.
2. Build less: Baue nur Gebäude, die gebraucht werden.
3. Build clever: Wiederverwendung von Materialien und Verwendung von Materialien die nicht umweltintensiv sind.
4. Build efficient: Minimierung der Konstruktionslasten unter Verwendung effizienter Formen und Raster.
5. Minimize Waste: Verbesserung der Vorfertigung und Nutzung von Recyclingströmen.

¹⁸ Vgl. BHATIA, P., et al.: Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard. 2011. S.6.

¹⁹ Vgl. Net-zero buildings. Where do we stand? 2021. S.15 zitiert bei: RICHTER, N.: Analyse einer Tragkonstruktion im Grenzzustand der Klimaverträglichkeit sowie Bilanzierung der gasförmigen Emissionen (CO₂) am Beispiel des Bauvorhabens Vienna Twenty Two. 2023.

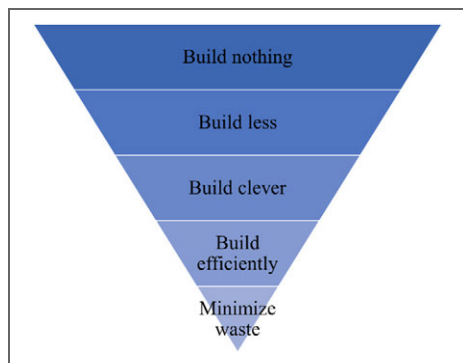


Abb. VII-7 Strategie zur Minimierung der THG-Emissionen²⁰

In Anbetracht der Befolgung der Strategie zur Minimierung der THG-Emissionen muss der Fokus beim nachhaltigen Bauen auf einer ganzheitlichen Betrachtungsweise liegen. Hierfür werden die Säulen der Nachhaltigkeit (siehe Kapitel 1) und die technischen Eigenschaften und die Funktionalität eines Gebäudes in Einklang miteinander gebracht (siehe Abb. VII-8). Diese gesamtheitliche Betrachtungsweise wird integrale Qualität genannt. Verändert sich einer dieser Gesichtspunkte müssen die anderen Aspekte der integralen Qualität erneut evaluiert und gegebenenfalls angepasst werden. Ziel ist es entlang des gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes so geringe Auswirkungen auf die Umwelt zu verursachen wie möglich.²¹

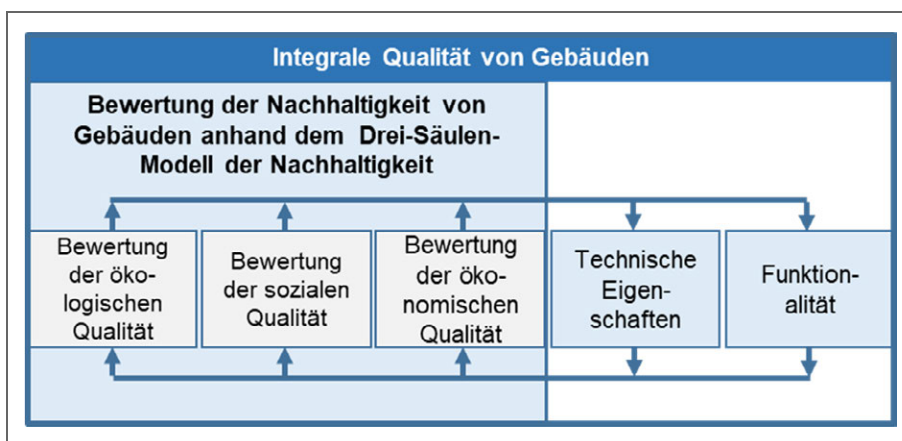


Abb. VII-8 Erweiterte Säulen der Nachhaltigkeit nach ÖNORM EN 15643:2021²²

Damit alle wesentlichen Informationen eines Gebäudes erfasst werden, wird der gesamte Lebenszyklus eines Gebäudes gemäß ÖNORM EN 15643 in vier Phasen gegliedert (siehe Abb. VII-9). Die erste Phase berücksichtigt alle Aktivitäten vor der Nutzung, wie z.B. die Herstellungs-

²⁰ HOFSTADLER, C.; MOTZKO, C.: Agile Digitalisierung im Baubetrieb.

²¹ Vgl. RICHTER, N.: CO₂-Fußabdruck der Stahlbetonarbeiten im Hochbau. 07.11.2022.

²² In Anlehnung an: AUSTRIAN STANDARDS INTERNATIONAL. ÖNORM EN 15643:2021: 2021-12-15. S.6 Vgl. RICHTER, N.: CO₂-Fußabdruck der Stahlbetonarbeiten im Hochbau. 07.11.2022.

phase und die Errichtungsphase. In der zweiten werden die Aktivitäten in der Nutzung berücksichtigt. Anschließend folgt die Entsorgungsphase. Die Emissionen, die außerhalb der Systemgrenze betrachtet werden, sind in der vierten Phase zu finden.

Informationen zur Bewertung von Bauwerken					
Informationen zum Lebenszyklus von Bauwerken					Informationen außerhalb des Lebenszyklus von Bauwerken
Phasen vor der Nutzung (Module A0 bis A5)			Nutzungsphase (Module B1 bis B8)	Entsorgungsphase (Module C1 bis C4)	Emissionen außerhalb der Systemgrenze (Module D)
Planungsphase A0	Herstellungsphase A1-A3	Errichtungsphase A4-A5	Nutzungsphase B1-B8	Entsorgungsphase C1-C4	Vorteile und Belastungen außerhalb der Systemgrenze D
Nicht-physische Prozesse vor der Errichtung, Voruntersuchungen, Prüfungen, Erwerb von Land/Bauland und Planung	A1: Rohstoffbereitstellung A2: Transport A3: Herstellung	A4: Transport A5: Bau/Einbau	B1: Nutzung, installierte Produkte B2: Instandhaltung B3: Instandsetzung B4: Austausch B5: Modernisierung B6: Energieeinsatz für den Betrieb B7: Wassereinsatz für den Betrieb B8: Nutzeraktivitäten	C1: Rückbau C2: Transport C3: Abfallaufbereitung für Wiederverwendung, Recycling und Energierückgewinnung C4: Entsorgung	Nettoflüsse aus Wiederverwendung, Recycling, Energierückgewinnung und anderen Verwertungsverfahren Exportierte Versorgungsmedien (z. B. elektrische Energie, thermische Energie, Trinkwasser)

Abb. VII-9 Informationen zum Lebenszyklus von Gebäuden²³

Um die THG-Emissionen zu minimieren ist der Bausektor mit erheblichen Mengen von unterschiedlichen Daten konfrontiert. Hierfür ist es notwendig die Daten und Mengen innerhalb eines Bauprozesses strukturiert aufzubereiten. Werden Bauprozesse im Hochbau näher beleuchtet, so lässt sich der Prozess in Material-, Logistik-, Geräte- und Entsorgungsprozesse einteilen.

Im Bausektor gibt es drei wesentliche Logistikbereiche. Die Beschaffungslogistik beschäftigt sich mit der Ermittlung des Baustoffbedarfs, der wiederum zur Ermittlung des Transportbedarf benötigt wird. Hierbei muss jedoch unterschieden werden, ob die Transporte innerhalb oder außerhalb des Bauzaunes stattfinden. Die Transporte innerhalb des Bauzaunes werden mit Hilfe der Produktionslogistik berücksichtigt. Ein weiterer wesentlicher Logistikbereich ist die Entsorgungslogistik, die sich mit den Transporten und Verarbeitung der Abfälle beschäftigt. Die Unterscheidung der Logistikbereiche ist für die Einteilung der Module entlang der Lebenszyklusphasen relevant. Der Ablauf der Berechnung der Transportlogistik bleibt jedoch unverändert. Für eine umfassende THG-Bilanz ist es notwendig die Emissionen aller Fahrzeuge und Transportdienstleistungen inkl. der Subunternehmer zu berücksichtigen.²⁴

Ein besonderes Augenmerk muss auf die Datenqualität gelegt werden,

²³ In Anlehnung an: AUSTRIAN STANDARDS INTERNATIONAL. ÖNORM EN 15643: 2021-12-15. S.31 zitiert bei: RICHTER, N.: Analyse einer Tragkonstruktion im Grenzzustand der Klimaverträglichkeit sowie Bilanzierung der gasförmigen Emissionen (CO₂) am Beispiel des Bauvorhabens Vienna Twenty Two. 2023. 2022

diese ist im Normenentwurf ÖNORM prEN 15941 ausführlich erläutert. Unterstützen kann hierbei das Nachhaltigkeits-Controlling.

Insgesamt ermöglicht das Nachhaltigkeits-Controlling eine umfassende Betrachtung der ökologischen Performance eines Unternehmens auf verschiedenen Ebenen – sowohl auf globaler als auch auf produktspezifischer Ebene. Dieser nahtlose Übergang von CCF zu PCF ist entscheidend, um umweltfreundliche Maßnahmen gezielt zu steuern und eine ganzheitliche Nachhaltigkeitsstrategie zu etablieren.

Dies ist ein bedeutender Schritt in Richtung einer nachhaltigen Bau- und Produktionsweise, bei der Umweltaspekte von Anfang an in den Planungs- und Entscheidungsprozess integriert werden können.

3.4 Methodik zur Berechnung der THG-Emissionen

Das Ablaufschema, welches zur Berechnung der THG-Emissionen unterstützen soll, ist in Abb. VII-10 dargestellt.

Zuerst gilt es die Ziele zu definieren und die Systemgrenzen inkl. deren Hauptkategorien festzulegen. Dies kann z.B. die Ermittlung der Tätigkeiten Schalen, Bewehren und Betonieren eines konkreten BVH sein. Welche Systemgrenzen betrachtet werden, hängt vom definierten Ziel ab. Nach erfolgreicher Überprüfung werden die THG-Emissionswerte der verwendeten Materialien ermittelt. Die Grundlage der Berechnung sogenannter Emissionsfaktoren bilden z.B. EPD, LCA-Datenbanken und Leitfäden. Hierbei muss die Eignung der Daten überprüft werden.²⁵

Die Daten müssen zeitlich, geografisch und technisch repräsentativ sein. Hierbei muss die Genauigkeit der Daten überprüft werden. Neben der Genauigkeit müssen diese auch vollständig, repräsentativ, durchgängig und die Quelle der Daten bekannt sein.²⁶

Der Emissionsfaktor gibt die emittierte Menge an CO₂e pro funktioneller Einheit an. Die funktionelle Einheit ist z.B. bei Beton der Kubikmeter. Nachdem die Berechnung der Treibhausgasemissionen durchgeführt wurde, ist eine gründliche Plausibilitätskontrolle unerlässlich, um sicherzustellen, dass die ermittelten Werte korrekt sind. Im Anschluss werden die Ergebnisse visualisiert, um sie schneller erfassen und interpretieren zu können. Diese Visualisierung ist ein entscheidender Schritt, um einen umfassenden Überblick über die Umweltauswirkungen zu erhalten und mögliche Handlungsfelder zu identifizieren. Ein weiterer wichtiger Bestandteil der THG-Emissionsberechnung ist die Dokumentation. Hier werden alle wesentlichen Schritte der Berechnung festgehalten, angefangen von der Datenerfassung bis zur Plausibilitätsprüfung der Ergebnisse. Darüber hinaus werden etwaige Abweichungen dokumen-

²⁴ Vgl. RICHTER, N.: Analyse einer Tragkonstruktion im Grenzzustand der Klimaverträglichkeit sowie Bilanzierung der gasförmigen Emissionen (CO₂) am Beispiel des Bauvorhabens Vienna Twenty Two. 2023. 2022

²⁵ Vgl. RICHTER, N.: CO₂-Fußabdruck der Stahlbetonarbeiten im Hochbau. 07.11.2022.

²⁶ Vgl. ÖNORM prEN 15941: 2022. S.14.

tiert und näher erläutert, um Transparenz und Nachvollziehbarkeit sicherzustellen. Diese dokumentierte Vorgehensweise bildet die Grundlage für eine fundierte Analyse und die Ableitung von Maßnahmen zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen.²⁷

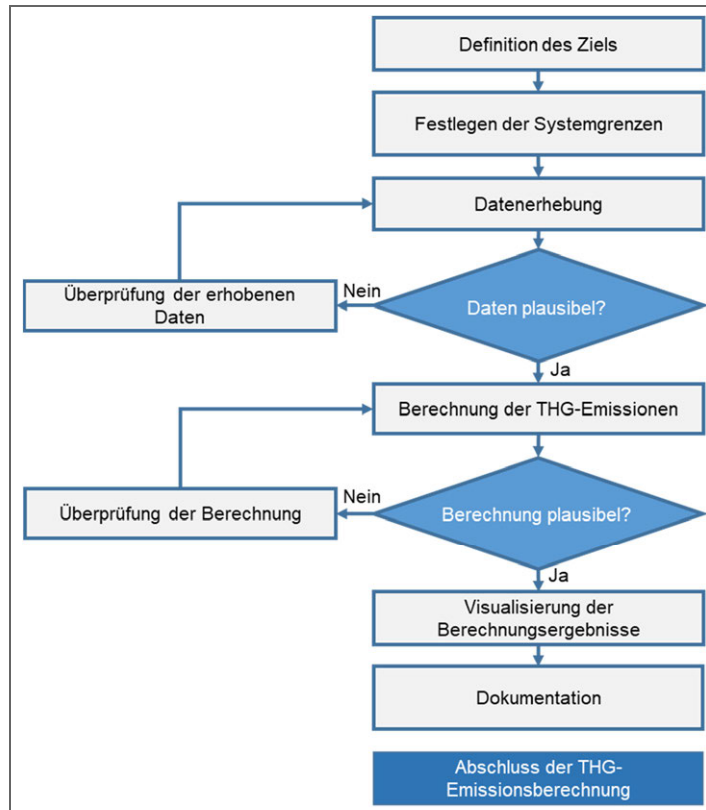


Abb. VII-10 Ablaufschema THG-Emissionsberechnung²⁸

3.5 Ökologische Optimierungsmöglichkeiten hinsichtlich der Umweltauswirkungen

Die Umweltauswirkungen eines Bauwerks können durch eine Optimierung der Tragkonstruktion minimiert werden. Eine Optimierung eines Tragwerkes ist bereits in der Planungsphase zu empfehlen, denn je weiter die Projektphase fortgeschritten ist, desto schwieriger ist eine Optimierung realisierbar. Abb. VII-11 stellt die Beeinflussbarkeit eines Bauwerks entlang der Planungsphase dar. Im schraffierten Bereich ist erkennbar, dass die Beeinflussbarkeit (In der Grafik in grün dargestellt.) noch sehr hoch ist und die damit verbundenen Änderungen (in der Grafik in orange dargestellt.) einen geringen Aufwand darstellen. Je weiter der Planungsprozess fortgeschritten ist, desto schwieriger wird es Änderungen umzusetzen.²⁹

²⁷ Vgl. RICHTER, N.: CO₂-Fußabdruck der Stahlbetonarbeiten im Hochbau. 07.11.2022.

²⁸ In Anlehnung an: AUSTRIAN STANDARDS INTERNATIONAL. ÖNORM EN 15978:2012: 2012-10-01. S.17 zitiert bei: RICHTER, N.: CO₂-Fußabdruck der Stahlbetonarbeiten im Hochbau. 07.11.2022.

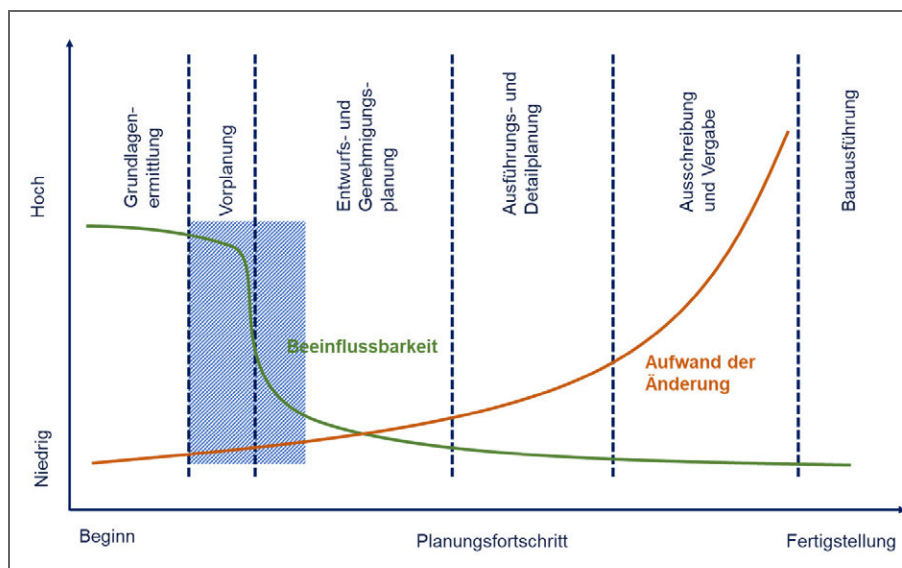


Abb. VII-11 Beeinflussbarkeit und Aufwand der Änderungen entlang der Projektphasen³⁰

Bei einem Bauwerk können verschiedene Optimierungsansätze eine Verringerung der Ressourcen und THG-Emissionen bewirken. Durch eine materialgerechte Planung, welche eine statische Optimierung bewirkt, kann sowohl Beton als auch Bewehrung eingespart werden. Es ist möglich eine Nutzungsänderung bereits in der Planung zu berücksichtigen. Hierbei könnten die Nutzungslasten z.B. in den unteren Geschossen von 3,5 kN/m² auf 5 kN/m² erhöht werden. Eine nachträgliche Erhöhung der Nutzungslasten ist mit einem erheblichen Aufwand verbunden und sollte daher schon in der Planung berücksichtigt werden. Eine Einplanung von Tragreserven ist nicht bei jedem Bauwerk sinnvoll und muss individuell bei jedem Tragwerk betrachtet werden.³¹

Eine weitere Möglichkeit der Verringerung der THG-Emissionen wäre die Optimierung des Baustoffes Beton. Die Umwelteinwirkungen von Beton werden primär vom Gehalt des Portlandzementklinkers bestimmt. Die Herstellung einer Tonne Portlandzementklinker verursacht rund 0,8 t CO₂e, weswegen durch Zuschlagstoffe, wie z.B. Flugasche oder Hüttensand, die Umweltauswirkungen der Betonproduktion reduziert werden können. Die Verfügbarkeit von Flugasche und Hüttensand wird sich aufgrund prozessbedingter Veränderungen bei der Stahl- und Kohle-

²⁹ RICHTER, N.: Analyse einer Tragkonstruktion im Grenzzustand der Klimaverträglichkeit sowie Bilanzierung der gasförmigen Emissionen (CO₂) am Beispiel des Bauvorhabens Vienna Twenty Two. 28.12.2023.

³⁰ RICHTER, N.: Analyse einer Tragkonstruktion im Grenzzustand der Klimaverträglichkeit sowie Bilanzierung der gasförmigen Emissionen (CO₂) am Beispiel des Bauvorhabens Vienna Twenty Two. 28.12.2023.

³¹ Vgl. WIENS, U.: Nachhaltig bauen mit Beton – Planungshilfe des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton (DAfStb). In: Beton- und Stahlbetonbau, 117. S.58ff zitiert bei: RICHTER, N.: Analyse einer Tragkonstruktion im Grenzzustand der Klimaverträglichkeit sowie Bilanzierung der gasförmigen Emissionen (CO₂) am Beispiel des Bauvorhabens Vienna Twenty Two. 28.12.2023.

herstellung deutlich verringern, weswegen die Entwicklung von neuartigen Zementen notwendig ist. Sogenannte Ökobetone haben einen deutlich geringeren Zement-/Bindemittelgehalt weswegen die hydraulische Reaktivität deutlich verringert ist. Die Verringerung der Leistungsfähigkeit aufgrund des geringeren Anteils an Portlandzementklinker wird mit Hilfe der Reduktion des Anmachwassers entgegengewirkt. Dies wirkt sich jedoch negativ auf die Verarbeitbarkeit des Betons aus. Somit muss sichergestellt werden, dass eine ausreichende Verarbeitbarkeit des Ökobetons gegeben bleibt.³²

Eine weitere Möglichkeit zur Verringerung der Umweltauswirkungen von Beton wäre die Verwendung von rezyklierter Gesteinskörnung aus Betonbruch. Beton wird nach Beendigung der Lebenszyklus eines Bauwerks zerkleinert und aufbereitet, um einen sortenreinen Betonbruch zu erhalten. Dieser Betonbruch besitzt ähnliche Eigenschaften wie eine natürliche Gesteinskörnung, jedoch unterschiedliche physikalische, chemische und mechanische Eigenschaften. Die abweichenden Eigenschaften resultieren aus der unterschiedlichen stofflichen Zusammensetzung von Zementstein und natürlicher Gesteinskörnung. Um möglichst äquivalente Eigenschaften im Vergleich zur natürlichen Gesteinskörnung zu erhalten, muss eine stoffliche Trennung erfolgen. Es gibt verschiedene Verfahren wie mechanische, thermische, akustische oder chemische Verfahren, um die Trennung durchzuführen. Rezyklierter Betonsplitt wird hauptsächlich in ungebundenen Schichten des Verkehrswegebau eingesetzt und kann auch als Gesteinskörnung in Beton verwendet werden, was jedoch zusätzlichen Aufwand erfordert. Die rezyklierte Gesteinskörnung aus Betonbruch hat aufgrund des Zementsteingehalts eine erhöhte Porosität und Wasseraufnahme, was Auswirkungen auf die Festbetoneigenschaften haben kann. Somit wird bei Verwendung von rezykliertem Gestein die Beton- und Betonzugfestigkeit und Korrosionsbeständigkeit negativ beeinflusst. Die Betonherstellung mit rezyklierten Gesteinskörnungen werden in der DIN EN 12620 und mit der Richtlinie des DAfStb geregelt. Dies besagt, dass eine rezyklierte Gesteinskörnung bis zur Festigkeitsklasse C30/37 bei definierten Anwendungsgebieten eingesetzt werden kann.³³

3.6 Nachhaltigkeits-Controlling

Ein wesentlicher Bestandteil der Nachhaltigkeitsberechnung ist das Nachhaltigkeits-Controlling. Der Prozess des Nachhaltigkeits-Controllings unterteilt sich in die Gegenüberstellung von SOLL-Daten und IST-Daten,

³² Vgl. BERGMEISTER, K.; FINGERLOOS, F.; WÖRNER, J.-D.: Betonkalender 2022. S.141ff zitiert bei: RICHTER, N.: Analyse einer Tragkonstruktion im Grenzzustand der Klimaverträglichkeit sowie Bilanzierung der gasförmigen Emissionen (CO₂) am Beispiel des Bauvorhabens Vienna Twenty Two. 28.12.2023.

³³ Vgl. BERGMEISTER, K.; FINGERLOOS, F.; WÖRNER, J.-D.: Betonkalender 2022. S.141ff zitiert bei: RICHTER, N.: Analyse einer Tragkonstruktion im Grenzzustand der Klimaverträglichkeit sowie Bilanzierung der gasförmigen Emissionen (CO₂) am Beispiel des Bauvorhabens Vienna Twenty Two. 28.12.2023.

wodurch eine präzise Analyse der ökologischen Performance ermöglicht wird. Im Rahmen der SOLL-Daten werden die Mengen mithilfe von Building Information Modeling (BIM)-Modellen ermittelt. Diese werden anschließend mit einer Emissionsdatenbank verknüpft und berechnet. Hierbei erfolgt eine detaillierte Integration von digitalen Prozessen, um genaue und umfassende Daten zu erzeugen.

Die SOLL-Daten dienen als Referenzpunkt und repräsentieren die erwarteten CO₂-Emissionen im Bauprojekt, basierend auf den im BIM-Modell erfassten Mengen. Die Verknüpfung mit einer Emissionsdatenbank ermöglicht eine präzise Berechnung, um den voraussichtlichen CO₂-Fußabdruck während der Errichtungsphase zu quantifizieren.

Auf der anderen Seite stehen die IST-Daten, die während der tatsächlichen Errichtungsphase ermittelt werden. Hierbei werden die tatsächlichen CO₂-Emissionen erfasst und ebenfalls mit Emissionsdatenbanken oder wenn möglich mit den produktspezifischen EPDs der Hersteller verknüpft. Diese Daten repräsentieren die realen Umweltauswirkungen des Bauprojekts und ermöglichen einen direkten Vergleich mit den zuvor festgelegten SOLL-Daten.

Die Gegenüberstellung von SOLL-Daten und IST-Daten im Nachhaltigkeits-Controlling, wie in der folgenden Abbildung dargestellt, bietet nicht nur Einblicke in mögliche Abweichungen zwischen den erwarteten und tatsächlichen Umweltauswirkungen, sondern bildet auch die Grundlage für gezielte Maßnahmen zur Reduzierung des CO₂-Fußabdrucks. Durch diesen strukturierten Prozess wird eine kontinuierliche Verbesserung der Nachhaltigkeitsleistung ermöglicht und unterstützt die Entwicklung umweltfreundlicher Bauprojekte.

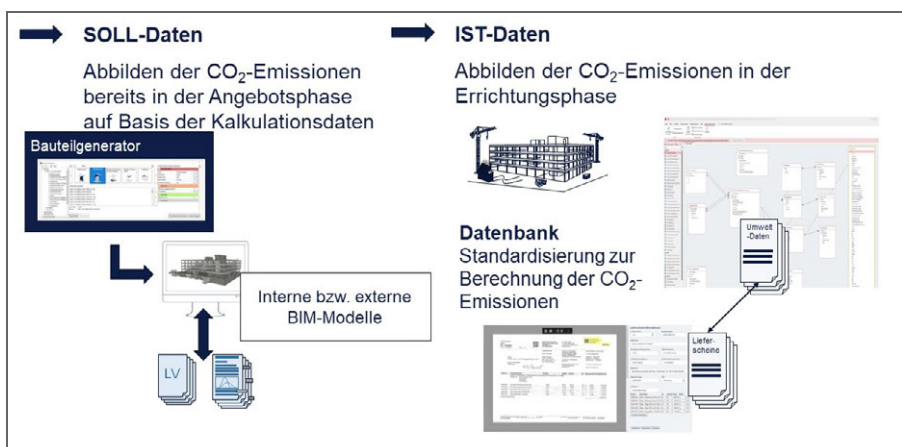


Abb. VII-12 Darstellung des Nachhaltigkeits-Controllings von SOLL- und IST-Vergleich

4 Rechenbeispiel

Zur leichteren Verständlichkeit werden zwei THG-Berechnungen in unterschiedlichen Systemgrenzen dargelegt. Das erste Beispiel beschäftigt sich mit den Umweltauswirkungen einer Stahlbetondecke und das zweite Beispiel berechnet die Emissionen, die infolge eines Betontransportes verursacht werden.

4.1 Umweltauswirkung einer Stahlbetondecke

In diesem Rechenbeispiel werden die Umweltauswirkungen von einer Stahlbetondecke in der Herstellung (A1-A3) berechnet.

Daten:

- Betonfestigkeit: C25/30
- Volumen [V]: 8 m³
- Bewehrungsgrad [bwg]: 100 kg/m³

GWP-Beton³⁴: 165 kg CO₂/m³

GWP-Bewehrung³⁵: 0,615 kg CO₂e/kg

THG-Emissionen Beton:

$$\begin{aligned} \text{THG-Emissionen}_{\text{Beton}} &= V \cdot \text{GWP}_{\text{Beton}} = \\ 8 \text{ m}^3 \cdot 165 \frac{\text{kgCO}_2\text{e}}{\text{m}^3} &= 1.320 \text{ kgCO}_2\text{e} \end{aligned}$$

THG-Emissionen Bewehrung:

$$\begin{aligned} \text{THG-Emissionen}_{\text{Bewehrung}} &= V \cdot \text{bwg} \cdot \text{GWP}_{\text{Bewehrung}} = \\ 8 \text{ m}^3 \cdot 100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0,615 \frac{\text{kgCO}_2\text{e}}{\text{kg}} &= 492 \text{ kgCO}_2\text{e} \end{aligned}$$

THG-Emissionen gesamt:

$$\begin{aligned} \text{THG-Emissionen}_{\text{Gesamt}} &= \text{THG-Emissionen}_{\text{Beton}} + \text{THG-Emissionen}_{\text{Bewehrung}} = \\ 1.320 \text{ kgCO}_2\text{e} + 492 \text{ kgCO}_2\text{e} &= 1.812 \text{ kgCO}_2\text{e} \end{aligned}$$

³⁴ ÖKOBAUDAT: Prozess-Datensatz: Beton C25/30 XC4 XF1 XA1 F3 16 M ECOPactR Datum des Zugriffs: 18.07.2023. zitiert bei: HOFSTADLER, C.; MOTZKO, C.: Agile Digitalisierung im Baubetrieb. S.732.

³⁵ ÖKOBAUDAT: Prozess-Datensatz: Bewehrungsstahl Datum des Zugriffs: 18.07.2023. zitiert bei: HOFSTADLER, C.; MOTZKO, C.: Agile Digitalisierung im Baubetrieb. S.732.

Der Einfluss der Stahlbetondecke auf die Umwelt beträgt 1.812 kg CO₂e. Ein PKW, der einen Kraftstoffverbrauch von 7 l/100 km besitzt, müsste 8.383 km fahren, um dieselbe THG-Belastung zu erreichen.³⁶

4.2 Umweltauswirkungen Betontransport

Es werden 8 m³ Beton zu einer Baustelle geliefert. Der LKW fährt mit einer Auslastung von 100 % zur Baustelle und leer zum Werk zurück. Die nachfolgende Berechnung erfolgt nach dem Leitfaden: „Berechnung von Treibhausgasemissionen in Spedition und Logistik“.³⁷

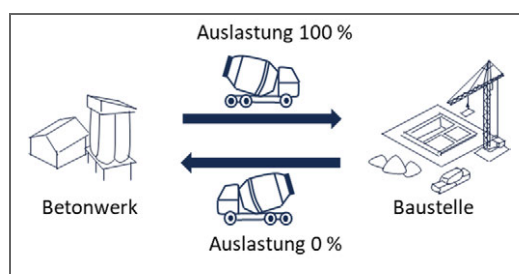


Abb. VII-13 Transportszenario

Schritt 1: Bestimmung der Teilstrecken infolge der Transportdienstleistung

- Transportmittelklasse: Last-/Sattelzug 24-40 t zGG
- Transportgut: Transportbeton
- Transportentfernung (voll): 30 km
- Transportentfernung (leer): 30 km
- Gesamtentfernung: 60 km
- Betriebsstoff: Diesel mit 5 % Bioanteil

Schritt 2: Berechnung des Energieverbrauchs und der THG-Emissionen:

Zunächst wird die mittlere Nutzlast (N) und der Energieverbrauch ermittelt. Die mittlere Nutzlast ergibt sich aus der Summe der Transportentfernung multipliziert mit dem Transportgewicht dividiert durch die Gesamtentfernung. Die mittlere Nutzlast beträgt 9,60 Tonnen.

Der LKW benötigt gemäß der Transportmittelklasse folgende Energie:

- A (Verbrauch leeres Fahrzeug) = 22,7 l/100km
- B (Differenz volles/leeres Fahrzeug) = 14,4 l/100km
- C (maximale Zuladung) = 26 t

³⁶ Vgl. UMWELTBUNDESAMT: Berechnung von Treibhausgas (THG)-Emissionen verschiedener Energieträger. <https://secure.umweltbundesamt.at/co2-mon/co2mon.html> Datum des Zugriffs: 27.06.2023. zitiert bei: HOFSTADLER, C.; MOTZKO, C.: Agile Digitalisierung im Baubetrieb. S.732.

³⁷ Vgl. SCHMIED, P.; KNÖRR, W.: Berechnung von Treibhausgasemissionen in Spedition und Logistik gemäß DIN EN 16258. 2013. zitiert bei: HOFSTADLER, C.; MOTZKO, C.: Agile Digitalisierung im Baubetrieb. S.736.

Der spezifische Energieverbrauch ergibt sich aus gemäß folgender Formel:

$$E\left[\frac{\text{l}}{100 \text{ km}}\right] = A + B \cdot \frac{N}{C}$$

Der spezifische Energieverbrauch liegt bei 28,02 l/100 km. Anschließend wird der benötigte Energieverbrauch ermittelt. Der spezifische Energieverbrauch wird mit der Gesamtentfernung multipliziert, somit ergibt sich ein Energieverbrauch von 16,81 l.

Die THG-Emissionen für den Betriebsstoff Diesel mit 5 % Biodiesel liegt bei 3,17 kg CO₂e/l. Für eine Betonlieferung mit einer Gesamtentfernung von 60 km werden 53,29 kg CO₂e verursacht.

5 Fazit

Aktuell sind bereits sehr viele Rahmenwerke und Norm veröffentlicht, welche die Berechnung der THG-Emissionen erleichtern sollen. Wobei sie wenig konkrete Auskünfte über die detaillierte Berechnung geben. Dadurch wird die Vergleichbarkeit mit anderen Berechnungen erschwert. Hierfür wird es notwendig sein klare Richtlinien vorzugeben, wie eine Berechnung erfolgen soll und klare Systemgrenzen, die in der Berechnung berücksichtigt werden müssen. Viele Daten, die zur Berechnung der THG-Emissionen benötigt werden, sind nicht erhoben worden, da sie bis dato nicht bzw. kaum relevant waren und im ersten Schritt einen großen Aufwand bedeuten.

Abkürzungsverzeichnis

CCF	Corporate Carbon Footprint
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
CO ₂ e	CO ₂ -Äquivalente
CSRD	Corporate Sustainability Reporting Directive
DAfStb	Deutscher Ausschuss für Stahlbeton
DIN	Deutsches Institut für Normung e.V.
ESRS	European Sustainability Reporting Standards
EU	Europäische Union
GHG	Greenhouse Gas
kN	Kilonewton
m ²	Quadratmeter
m ³	Kubikmeter
PCF	Product Carbon Footprint
THG	Treibhausgas

Literaturverzeichnis

BERGMEISTER, K.; FINGERLOOS, F.; WÖRNER, J.-D.: Betonkalender 2022. Berlin. John Wiley & Sons, Ltd, 2022.

BHATIA, P., et al.: Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard. Supplement to the GHG Protocol Corporate Accounting and Reporting Standard. USA. 2011.

BHATIA, P., et al.: Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard. USA. 2011.

BUNDESKANZLERAMT: Von der Leyens „Green Deal“ für Europa – Bundeskanzleramt Österreich. Online unter: <https://www.bundestkanzleramt.gv.at/themen/europa-aktuell/von-der-leyens-green-deal-fuer-europa.html>. Datum des Zugriffs: 13.02.2024.

DELEGIERTE VERORDNUNG (EU) .../... DER KOMMISSION zur Ergänzung der Richtlinie 2013/34/EU des Europäischen Parlaments und des Rates durch Standards für die Nachhaltigkeitsberichterstattung. C(2023) 5303 final ANNEX 1. 31.07.2023.

EUROPÄISCHE KOMMISSION: Der europäische Grüne Deal. Online unter: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_de. Datum des Zugriffs: 12.02.2024.

EU-Taxonomie-Verordnung. Online unter: <https://www.bmk.gv.at/green-finance/finanzen/eu-strategie/eu-taxonomie-vo.html>. Datum des Zugriffs: 12.02.2024.

HOFSTADLER, C.; MOTZKO, C.: Agile Digitalisierung im Baubetrieb. Innovative Wege zur Transformation und Best Practices. Wiesbaden, Heidelberg. Springer Vieweg, 2023.

LINDINGER, A.: ESG, Klimaneutralität, EU-Taxonomie. ABB Denkstatt: 18.04.2023. Praxisforum Linde Nachhaltiges Bauen. Wien.

AUSTRIAN STANDARDS INTERNATIONAL. ÖNORM EN 15643: 2021-12-15. Nachhaltigkeit von Bauwerken. Allgemeine Rahmenbedingungen zur Bewertung von Gebäuden und Ingenieurbauwerken. Wien. 2021.

AUSTRIAN STANDARDS INTERNATIONAL. ÖNORM EN 15643:2021: 2021-12-15. Nachhaltigkeit von Bauwerken. Allgemeine Rahmenbedingungen zur Bewertung von Gebäuden und Ingenieurbauwerken. Wien.

AUSTRIAN STANDARDS INTERNATIONAL. ÖNORM EN 15978:2012: 2012-10-01. Nachhaltigkeit von Bauwerken. Bewertung der umweltbezogenen Qualität von Gebäuden – Berechnungsmethode. Wien.

ÖNORM prEN 15941: 2022. Nachhaltigkeit von Bauwerken – Datenqualität für die Erfassung der Umweltqualität von Produkten und Bauwerken – Auswahl und Anwendung von Daten.

Nachhaltigkeits-Berichterstattung. Online unter: https://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/betrieblich_umweltschutz/emas/nh-berichterstattung.html. Datum des Zugriffs: 12.02.2024.

Net-zero buildings. Where do we stand? 2021.

ÖKOBAUDAT: Prozess-Datensatz: Bewehrungsstahl.

Datum des Zugriffs: 18.07.2023.

ÖKOBAUDAT: Prozess-Datensatz: Beton C25/30 XC4 XF1 XA1 F3 16 M

ECOPactR. Datum des Zugriffs: 18.07.2023.

RANGANATHAN, J., et al.: A Corporate Accounting and Reporting Standard. 2004.

RICHTER, N.: CO₂-Fußabdruck der Stahlbetonarbeiten im Hochbau. Graz. 07.11.2022.

RICHTER, N.: Analyse einer Tragkonstruktion im Grenzzustand der Klimaverträglichkeit sowie Bilanzierung der gasförmigen Emissionen (CO₂) am Beispiel des Bauvorhabens Vienna Twenty Two. Graz. 2023.

RICHTER, N.: Analyse einer Tragkonstruktion im Grenzzustand der Klimaverträglichkeit sowie Bilanzierung der gasförmigen Emissionen (CO₂) am Beispiel des Bauvorhabens Vienna Twenty Two. Graz. 28.12.2023.

SCHMIED, P.; KNÖRR, W.: Berechnung von Treibhausgasemissionen in Spedition und Logistik gemäß DIN EN 16258. 2. 2013.

UMWELTBUNDESAMT: Berechnung von Treibhausgas (THG)-Emissionen verschiedener Energieträger. Online unter:

<https://secure.umweltbundesamt.at/co2mon/co2mon.html>. Datum des Zugriffs: 27.06.2023.

UMWELTBUNDESAMT: Treibhausgase. Online unter:

<https://www.umweltbundesamt.at/klima/treibhausgase>.

Datum des Zugriffs: 12.02.2024.

UNITED NATIONS ENVIROMENT PROGRAMME: 2022 Global Status Report for Buildings and Construction: Towards a Zero-emission, Efficient and Resilient Buildings and Construction Sector. Nairobi. 2022.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME: 2021 Global Status Report for Buildings and Construction. 2021.

Wie unser Planet dem Druck standhält: Grenzen der Belastbarkeit erkunden. Online unter: <https://nachhaltigkeit-wirtschaft.de/planetare-belastbarkeit/>. Datum des Zugriffs: 12.02.2024.

WIENS, U.: Nachhaltig bauen mit Beton – Planungshilfe des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton (DAfStb). In: Beton- und Stahlbetonbau, 117.

VIII. Nutzen digitalisierter Prozesse im Hinblick auf Nachhaltigkeit und Ressourcenschonung

DDipl.-Ing. Dr. techn. Johannes Wall
Stabsbereichsleiter Nachhaltigkeit
Ed. Züblin AG
Europa-Allee 50, 60327 Frankfurt am Main
johannes.wall@zueblin.de

M.Sc. Christina Dallinger
Projektingenieurin Nachhaltigkeitsmanagement
Ed. Züblin AG
Europa-Allee 50, 60327 Frankfurt am Main
christina.dallinger@zueblin.de

Dipl.-Ing. Stefan Kleinfeldt
Energiemanagementbeauftragter
Ed. Züblin AG, Direktion Mitte
Europa-Allee 50, 60327 Frankfurt am Main
stefan.kleinfeldt@zueblin.de

Inhaltsverzeichnis

Abstract	191
1 Einleitung	191
1.1 Nachhaltigkeit und Ressourcenschonung	191
1.2 Potential der Digitalisierung	192
1.3 Zielsetzung des Beitrags	192
2 Begriffsverständnis Nachhaltigkeit und Digitalisierung	192
3 Einsatz digitalisierter Prozesse	193
3.1 Bauproduktion	194
3.1.1 Datenerfassung und -analyse	194
3.1.2 Systematisches Energiemanagement	195
3.1.3 Bauproduktionsplanung	197
3.1.4 Qualitätssicherungsprozesse	198
3.1.5 Berücksichtigung in Ausschreibung und Vergabe	198
3.2 Ressourceneffizienz	198
3.2.1 Gebäuderessourcenpass	199

3.2.2 Einsatz von Generative Design	200
4 Zusammenfassung und Fazit	200
4.1 Zusammenfassung	200
4.2 Fazit.....	202
Abkürzungsverzeichnis / Glossar	203
Literaturverzeichnis	204

Abstract

Das Ziel der Klimaneutralität und die Bemühungen, das 1,5-Grad-Ziel ansatzweise zu erreichen, stellen die Bau- und Immobilienwirtschaft vor große Herausforderungen. So ist der Bausektor für mehr als 40 % der globalen CO₂-Emissionen¹ und in etwa 60 % des weltweiten Ressourcenverbrauchs verantwortlich.²

Eine der großen Herausforderungen bei der Ermittlung der CO₂-Emissionsreduktionspotentiale während der Planungs- und Errichtungsphase eines Gebäudes ist die mangelhafte/unzureichende Datenlage. Es ist somit von entscheidender Bedeutung mit Hilfe von Digitalisierungsprozessen eine valide Datengrundlage zu schaffen, um eine Quantifizierung von grauen Emissionen zu ermöglichen und Reduktionen vorzunehmen.

Die folgenden Ausführungen verstehen sich als Weiterentwicklung des Buchbeitrags „Digitalisierungsprozesse für die klimaneutrale Baustelle“³.

1 Einleitung

Die Digitalisierung im Bauwesen erweist sich als Schlüssel zur Förderung von Ressourcenschonung und Nachhaltigkeit. Durch den intelligenten Einsatz moderner Technologien lassen sich nicht nur effizientere Bauprozesse realisieren, sondern auch umweltfreundlichere Methoden etablieren. Der Einsatz von digitalen Planungstools, Building Information Modeling (BIM) und fortschrittlichen Sensortechnologien ermöglicht eine präzisere Ressourcenverwaltung, optimierte Energieeffizienz und eine Reduzierung des Materialverbrauchs. Dieser Beitrag beleuchtet die vielfältigen Wege, auf denen die Digitalisierung im Bauwesen zu einer nachhaltigen Entwicklung beitragen kann, und zeigt auf, wie innovative Technologien dazu beitragen, die Umweltauswirkungen der Baubranche zu minimieren.

1.1 Nachhaltigkeit und Ressourcenschonung

Der fortschreitende Klimawandel droht erste Kipppunkte zu erreichen und diese auch zu überschreiten, wenn der CO₂-Ausstoß nicht schnellstmöglich reduziert wird.⁴ Die Bau- und Immobilienwirtschaft ist ein wesentlicher Akteur und Verursacher von Treibhausgasemissionen und wird sich ihrer Verantwortung zunehmend auch bewusst. Nach Angaben der Vereinten Nationen verursacht der Gebäudesektor mehr als

¹ Vgl. United Nations Environment Programme, S. 16

² Vgl. Sobek: 17 Thesen zur Nachhaltigkeit.

³ Wall et al.: Digitalisierungsprozesse für die klimaneutrale Baustelle, Seite 641-664.

⁴ Vgl. Huwe et al.: Die politische Bedeutung von Kipppunkten

40 % der globalen CO₂-Emissionen⁵. Neben den klimaschädlichen Emissionen verantwortet die Bauwirtschaft 60 % des weltweiten Ressourcenverbrauchs und ist damit der größte Verbraucher von stofflichen Rohstoffen⁶.

Heißt: Die Aktivitäten der Bauwirtschaft beeinträchtigen die Umwelt unmittelbar und in ganz erheblichem Ausmaß. Doch dies bedeutet wiederum, dass auch eine große Chance besteht, diesen direkten Einfluss für eine positive Veränderung zu nutzen.

1.2 Potential der Digitalisierung

Die zunehmende Digitalisierung im Bauwesen erfolgte anfangs vorwiegend unter den Gesichtspunkten der baubetrieblichen und bauwirtschaftlichen Aspekte. Zusehends werden jedoch Potentiale erkannt, wie der Einsatz digitaler Methoden und Werkzeuge über den Bauproduktionsprozess hinaus für die späteren Lebenszyklusphasen Nutzen und Mehrwert generiert. Dies wäre beispielsweise der (Weiter-)Verwendung digitaler Zwillinge für die Nutzung und den Betrieb der Bauwerke insbesondere Wartung und Instandsetzung. Aber auch die „End-of-Life“ Szenarien rücken durch die Maxime der Wiederverwendung und des Schließens von Stoffkreisläufen in den Vordergrund. Gebäuderessourcenpässe würden als Beispiel genannt werden können.

1.3 Zielsetzung des Beitrags

Der Beitrag fokussiert sich auf den Baubetrieb und beleuchtet den Bauproduktionsprozess, wie dieser durch die zunehmende Digitalisierung einen Beitrag zur CO₂-Reduktion und Ressourceneffizienz leistet.

2 Begriffsverständnis Nachhaltigkeit und Digitalisierung

Die Digitalisierung im Bauwesen umfasst den Einsatz von digitalen Technologien und Methoden wie BIM (Building Information Modeling) aktuell auch KI-gestützte Verfahren zur Variantenuntersuchung wie Generative Design⁷.

Entscheidend für einen zielgerichteten Einsatz sind die zugrunde gelegten Daten und Informationen.⁸ Diese würden grundsätzlich seit jeher vorliegen und jetzt aufgrund der technischen Möglichkeiten systematisch erfasst und für weitere Entscheidungsfindungen herangezogen werden können.

⁵ Vgl. UN Environment Programme: Global Status Report for Buildings and Construction.

⁶ Vgl. Sobek: 17 Thesen zur Nachhaltigkeit.

⁷ Vgl. Ma. et al: Generative Design in Building Information Modelling, Seite 2.

⁸ Vgl. Dollmann et al.: Digitaler THG-Fußabdruck im Bauwesen, Seite 721

Nachhaltigkeit in der Bau- und Immobilienwirtschaft bedeutet, Bauwerke so zu planen, zu bauen und zu betreiben, dass sie den Bedürfnissen der heutigen Generation entsprechen, ohne die Möglichkeiten zukünftiger Generationen zu gefährden. Dies beinhaltet eine ganzheitliche Sichtweise unter Berücksichtigung ökologischer, ökonomischer und sozialer Aspekte, wie diese auch Grundlage sämtlicher Nachhaltigkeitszertifizierungen⁹ sind.

Ressourcenschonung im Bauwesen bezieht sich auf die Minimierung des Einsatzes von Ressourcen wie Energie, Wasser und Baumaterialien. In jüngster Vergangenheit war dies durch die Anwendung von Lean-Prinzipien gekennzeichnet, Verschwendung von Ressourcen zu minimieren und die Produktivität des Baubetriebs zu steigern.

Im Hinblick auf eine klare Abgrenzung der Begriffe lässt sich konstatieren, dass Nachhaltigkeit als übergeordnetes Ziel verstanden wird, welches durch verschiedene Maßnahmen, wie beispielsweise Ressourcenschonung, realisiert werden kann. Die Digitalisierung wird im Bauwesen als Instrument betrachtet, das zur Erreichung der Ziele von Nachhaltigkeit und Ressourcenschonung effektiv eingesetzt werden kann.

3 Einsatz digitalisierter Prozesse

Die Digitalisierung des Bauwesens spielt eine zentrale Rolle bei der Umsetzung von Nachhaltigkeit und der Erreichung der Klimaziele. Durch die Verknüpfung von digitalen Prozessen und nachhaltigen Bauweisen lassen sich Ressourcen schonen, Emissionen reduzieren und die Bauproduktionsprozesse verbessern.

Bei der Betrachtung des Lebenszyklus eines Bauwerks anhand von Abb. VIII-1, zeigt sich, dass für jede Phase digitale Prozesse existieren, die zu einer nachhaltigeren Gestaltung beitragen können.

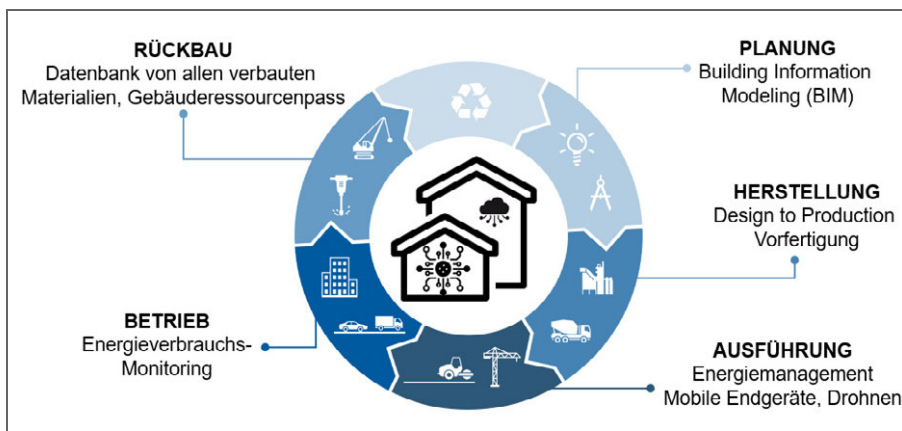


Abb. VIII-1 Visualisierung der Digitalisierungsprozesse je nach Lebenszyklusphase¹⁰

⁹ wie beispielsweise die Systeme von DGNB, ÖGNI, klimaaktiv etc.

Die nachfolgenden Ausführungen fokussieren einerseits die Betrachtung der Bauproduktion, andererseits den Umgang mit den verbauten Baumaterialien im Sinne der Ressourceneffizienz.

3.1 Bauproduktion

Damit die Bauproduktionsprozesse erfolgreich, effizient und umweltgerecht gestaltet werden können, sind die Bedingungen der Baustellenver- und -entsorgung zu strukturieren. Wesentliche Elemente sind dabei die Daten und Informationen für Entscheidungen, wie Betriebsmittel, Arbeitskräfte, Baustoffe, Baureststoffe und Finanzmittel auf der Baustelle organisiert und disponiert werden sollen.¹¹ Entscheidend für konkrete Maßnahmen zur Ressourceneffizienz und CO₂-Reduktion ist die Quantifizierung der Umweltwirkungen, die Messbarkeit. Diese Prozesse auf der Baustelle sowie damit verbundene Transporte werden Untersuchungen zufolge mit bis zu 10 % der Gesamtemissionen eines Gebäudes beziffert.¹² Die derzeit unzureichende Datenlage sowie Intransparenz der Lieferketten sind als wesentliche Herausforderungen zu nennen. Mit Hilfe von Sensorik und Digitalisierungsprozessen können fehlende Daten erfasst und ausgewertet werden, sodass konkrete Maßnahmen hieraus abgeleitet werden können.

3.1.1 Datenerfassung und -analyse

Die Datenerfassung bildet die Grundlage aller weiteren Betrachtungen. Derzeit läuft diese entweder manuell durch Ablesen der Zähler vor Ort ab, oder wird durch die Rechnungslegung rekonstruiert. Durch die kaufmännische Umwandlung entstehen Verzerrungen, welche eine verursachungsgerechte Interpretation verhindern. Um Nutzen und Mehrwert aus Daten zu gewinnen, müssen sie ausgelesen und kontextbezogen beurteilt werden. Verfügungswissen entsteht, wenn Daten zusammengeführt und analysiert werden. Dieses Wissen kann dann als Orientierungswissen für alle Projektbeteiligten dienen. Die Systematik einer Datenerhebung ist in dem nachfolgenden Bild (Abb. VIII-2) exemplarisch mittels eines RLM-Zählers dargestellt. Perspektivisch würde ein fortlaufendes Monitoring vergleichbar einem Smart Metering denkbar und anzustreben sein, um in Echtzeit den Ressourceneinsatz ausweisen und als Steuerungsgröße bedienen zu können.

¹⁰ Visualisierung in Anlehnung an Goger et al.: Studie: Potenziale der Digitalisierung im Bauwesen. Seite 40

¹¹ Vgl. Motzko et al.: Baulogistikplanung in frühen Projektphasen als Erfolgsfaktor. Seite 324

¹² Europäische Kommission (2020)

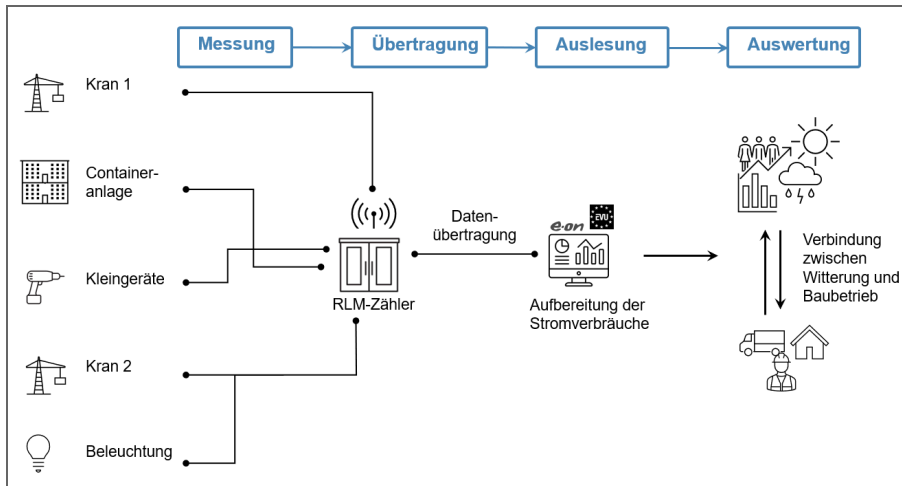


Abb. VIII-2 Baustrom Verbrauchsdaten¹³

Die Systematik der Datenerfassung im Bauwesen umfasst drei Schritte:

1. Erfassung: Daten werden mithilfe von Sensoren, mobilen Endgeräten oder anderen Methoden gesammelt.
2. Übertragung und Auslesung: Die Daten werden an ein zentrales System übertragen und dort verarbeitet.
3. Auswertung: Die Daten werden analysiert und interpretiert, um daraus Erkenntnisse zu gewinnen.

Ziel ist es nicht, einfach nur eine große Menge an Daten zu generieren, sondern die Daten so zu erfassen und auszuwerten, dass sie einen Mehrwert in der ERP-Weiterverarbeitung bieten und auch für die Nachhaltigkeitsberichterstattung genutzt werden können (siehe Abb. VIII-3).

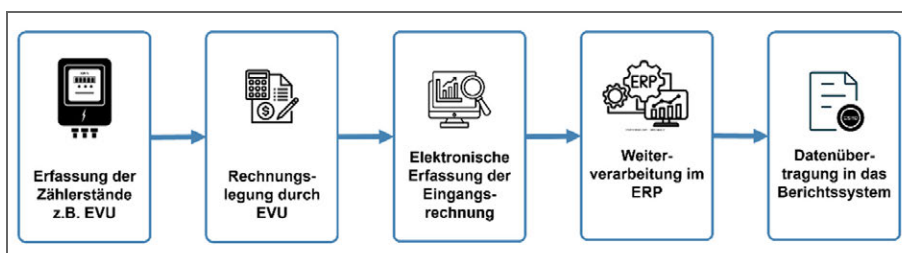


Abb. VIII-3 Visualisierung eines Datenpfads für die Erfassung von Stromverbräuchen

3.1.2 Systematisches Energiemanagement

Mit dem Energieeffizienzgesetz (EnEG) soll die Steigerung der Energieeffizienz und die Reduzierung des Energieverbrauchs in Deutschland gefördert werden. Zentrale Punkte sind dabei die Verpflichtung für Unternehmen mit mehr als 250 Mitarbeiter:innen alle vier Jahre ein Energieaudit durchzuführen, z.B. nach ISO 50001¹⁴. Für den Neubau gibt es eine

¹³ Wall et al.: Digitalisierungsprozesse für die klimaneutrale Baustelle, Seite 651.

Verschärfung der Anforderungen, diese müssen seit 2021 den Standard eines Effizienzhauses 55 erfüllen. Flankiert werden diese Bestrebungen durch Förderungen von Energieeffizienzmaßnahmen.

Die Bewertung von energiebezogenen Investitionen sollen nach DIN EN 17463 (VALERI) erfolgen. Für Unternehmen mit einem Gesamtenergieverbrauch von mehr als 2,5 GWh besteht die Pflicht zur Einführung und Veröffentlichung von Umsetzungsplänen (positiver Kapitalwert nach max. 50 % der Nutzungsdauer (Afa-Tabellen).

Ansatzpunkt in der Bauausführung sind in Abb. VIII-4 dargestellt. Das Energiemanagement auf Baustellen dient hierbei der Erfassung und Analyse von Energieverbrauchsdaten, um so Energieeffizienzpotenziale zu identifizieren.



Abb. VIII-4 Energiemanagement auf Baustellen¹⁵

Im Hoch- und Ingenieurbau bieten Baustellenbeleuchtung, Heizung und Containeranlagen Potenzial für Einsparungen durch bedarfsgerechten Einsatz. LEAN-Prozessplanung und smarte Baulogistik können zusätzlich den Energieverbrauch senken. Die organisatorische Umsetzung mit Fokus auf die Baustelle, wie in Abb. VIII-5 visualisiert, ist ausschlaggebend für ein effizientes Energiemanagement.

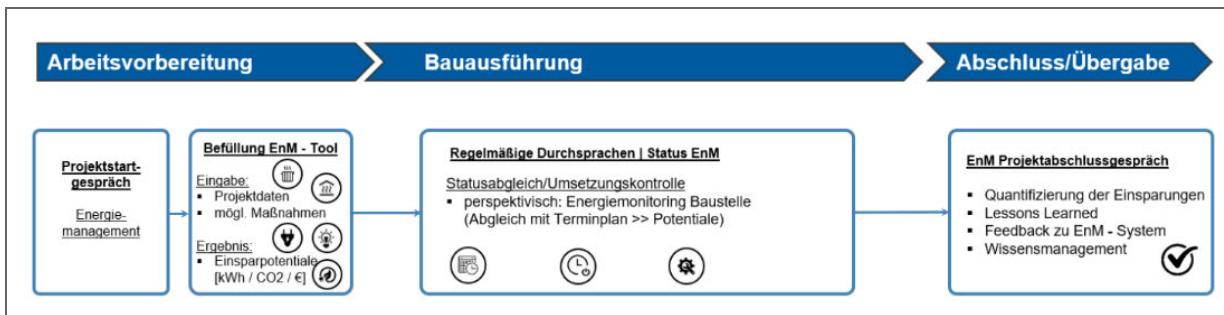


Abb. VIII-5 Prozess des Energiemanagements entlang der Phasen des Bauprojekts¹⁶

Durch die Berücksichtigung des Energiemanagements bei Projektstart können frühzeitig Potenziale identifiziert werden. Indem eine fortlaufende

¹⁴ Vgl. DIN EN ISO 50001 (2018)

¹⁵ Wall et al.: Digitalisierungsprozesse für die klimaneutrale Baustelle, Seite 657.

¹⁶ Wall et al.: Digitalisierungsprozesse für die klimaneutrale Baustelle, Seite 658.

Begleitung in Form von Statusupdates erfolgt, kann die Umsetzung der identifizierten Potenziale überprüft werden und ein Energiemonitoring auf den Baustellen erfolgen. Mit dem Projektabschluss werden die entsprechenden Einsparungen quantifiziert. Durch den gewonnenen Erfahrungszuwachs können die Prozesse bei Folgeprojekten entsprechend verbessert werden.

3.1.3 Bauproduktionsplanung

LEAN Construction Methoden wie die 5S-Methodik sowie Taktplanung und Steuerung sind mittlerweile auf sämtlichen Baustellen und Bauprojekten fester Bestandteil einer effizienten Bauproduktion. Hiermit kann Verschwendung reduziert und die Wertschöpfung maximiert werden.

Ein Ansatz ist in folgendem Abb. VIII-6 dargestellt. Durch das Zusammenführen von den tatsächlich gemessenen Energieverbräuchen für Kran, Baustrom und Containeranlagen mit dem Terminplan können Rückschlüsse auf Abhängigkeiten gewonnen werden. Für ein umfassenderes und differenzierteres Monitoring kann die Kombination von Sensoren mit Bluetooth und drahtlosen lokalen Netzwerken (WLAN) Ansätze bieten. Durch Integration von Bluetooth-gestützten Kurzdistanzdaten mit LoRaWAN-Gateways können effektiv Langdistanzdaten erfasst werden. Diese Daten werden anschließend an eine Online-Plattform übertragen, um ein Internet of Things (IoT)-Netzwerk für das Bauwesen zu schaffen.

Besonders dominant sind im nachstehenden Beispiel die Energieverbräuche der Containeranlagen im Winter. Diese energetisch zu ertüchtigen wäre eine weitere Maßnahme, welche bereits im Unternehmen verfolgt wird.

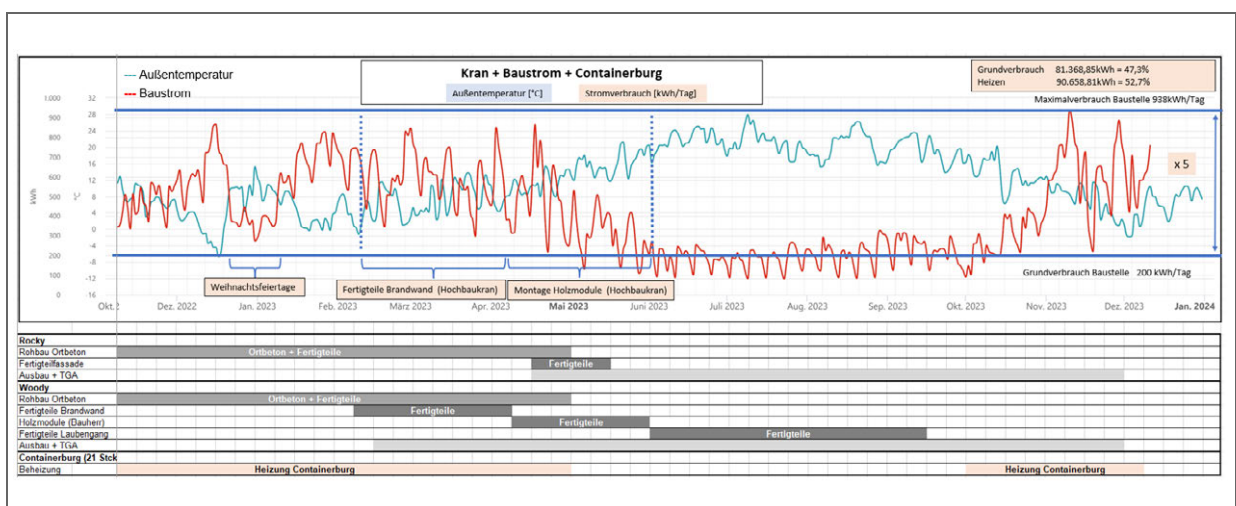


Abb. VIII-6 Darstellung der Energieverbräuche in Zusammenhang mit dem Terminplan

Das gegenständliche Beispiel entstammt einem Bauvorhaben, welches in Modulbauweise errichtet wurde, wobei das Versetzen der Module einen

umfangreichen Einsatz von Kranen erforderte und somit einen entsprechenden Energieverbrauch verursachte. Durch Vorfertigung konnte eine kürzere Bauzeit erzielt werden und die Verbräuche für das Vorhalten der Baustelleneinrichtung minimiert werden.

Modulares Bauen verspricht einen optimierten Ressourceneinsatz in der Errichtungsphase durch passgenaue Fertigung sind weniger Verschnitt und Reststoffe gegenüber konventionellen Bauweisen zu erwarten. Aufgrund der Füge- und Verbindungstechnik wird das Wiederverwendungspotenzial nach Ende einer Nutzungsphase durch die Rückbaubarkeit gesteigert. Die Digitalisierung der damit verbunden Prozesse ermöglicht zum einen serielle Fertigung, aber auch in Kombination mit dem digitalen Zwilling, eine strukturierte Inventarisierung der verbauten Materialien, welche gesondert als Gebäuderessourcenpass ausgewiesen werden können.

3.1.4 Qualitätssicherungsprozesse

Qualitätssicherungssysteme insbesondere Nachhaltigkeitszertifizierungssysteme bieten eine Orientierungshilfe für eine ganzheitliche Verbesserung des Bauwesens in ökologischer, ökonomischer und soziokultureller Hinsicht. Die Nachweisführung für die Erfüllung der Anforderungen ist oftmals mit Aufwendungen verbunden. Der Einsatz digitaler Hilfsmittel kann für Abhilfe sorgen. Regelmäßige Begehungen und Dokumentationen der Situation auf der Baustelle mit entsprechender Applikation auf den mobilen Endgeräten dienen der Umsetzungskontrolle der Anforderungen. Über Softwareportale können diese an die Zertifizierungsstelle weitergeleitet werden und einen effizientere Konformitätsprüfung ermöglichen.

3.1.5 Berücksichtigung in Ausschreibung und Vergabe

Die Bemühungen „Nachhaltigkeit“ in den Ausschreibungen zu verankern, werden in letzter Zeit u.a. durch Entwicklungen auf europäischer Ebene wie z.B. EU-Taxonomie forciert. Der Klimaschutz ist demnach als Beschaffungsziel zu definieren und die Umsetzung klimaverträglicher Lösungen als Eignungskriterium in den Vergabeverfahren festzuschreiben.¹⁷ Dies umfasst beispielsweise weitere Qualitätsanforderungen wie EU-Taxonomie-konforme Bauwerke, digitale Gebäudemodelle oder Gebäuderessourcenpässe.

3.2 Ressourceneffizienz

Die Transformation linearen Wirtschaftens hin zur Kreislaufwirtschaft ist geprägt von zirkulärem Planen und Bauen. Die Wiederverwendung und Rückführung von Materialien in den Wertstoffkreislauf anhand eines Wertstrommanagements stehen im Vordergrund. Digitale Hilfsmittel leisten auch hier einen Beitrag zu einem effizienteren Umgang mit

¹⁷ Vgl. Püstow et al. (2023), S. 1

Ressourcen, indem Materialinformationen über Plattformen (Baustoffbörsen wie Restado¹⁸ oder Baukarussell¹⁹) gesammelt und zur Verfügung gestellt werden.

Im Kontext der Aufgaben der Kreislaufwirtschaft wäre es denkbar, eine Verbindung mit Entsorgungslogistik herzustellen und Möglichkeiten zur Rücknahme von ungenutzten, wiederverwendbaren oder verwertbaren Baumaterialien zu schaffen.

3.2.1 Gebäuderessourcenpass

Die wesentlichen Informationen rund um die Ressourcennutzung, die Klimawirkung und die Kreislauffähigkeit von Gebäuden umfassen das Prinzip der Ressourcenpässe. Grundlegend ist dabei, dass Materialien bzw. Baustoffe digital erfasst werden und somit abgerufen werden können. Ein Beispiel wäre hier der Gebäuderessourcenpass, der alle wichtigen Informationen über die Ressourcennutzung, die Klimawirkung und die Kreislaufwirtschaft eines Gebäudes beinhaltet. Der Gebäuderessourcenpass schafft folglich Transparenz über die Daten und Informationen eines Gebäudes, womit das Potenzial Materialien wieder rückzuführen und somit Stoffkreisläufe zu schließen gefördert wird. Dadurch kann zukünftig ein effizienter Umgang mit Ressourcen erzielt werden.

Es werden umfassende Gebäudeinformationen und -massen erfasst, darunter Standort, Errichtungsjahr, Bauweise, Typ/Anlass, Gesamtmassen des Gebäudes, Umfang der dokumentierten Massen/Nutzeinheit, Datenbasis/Datenbank, Restnutzungsdauer, Materialität und Materialherkunft, Schad- und Risikostoffe, Materialherkunft mit Kreislaufwirtschaftsaspekten, Bau- und Abbruchabfälle, Umweltwirkungen über den Lebenszyklus, Flexibilität der Gebäudestruktur, Mehrfachnutzung von Flächen, Demontagefähigkeit, Materialverwertungspotenzial, Zirkularitätsbewertung, wertstoffliche Trennbarkeit, Konzepte für Kreislauffähigkeit, Nachnutzungswege, monetäre Restwerte, aggregierte Bewertung, Zirkularitätsindex, Dokumentation und digitale Schnittstellen mit regelmäßiger Aktualisierung nach Austausch.

Der Einsatz von Gebäuderessourcenpässen hilft, eine Übersicht über den Standort/Einbauort und die verbauten Materialien zu bekommen. Wird dies übergeordnet gesammelt, sind neben den Materialien auch die Distanzen ablesbar. Es besteht somit die Möglichkeit den Parameter CO₂-Emissionen mitberücksichtigen zu können.

Mit Blick auf die digitale Integration gibt es bereits zahlreiche Anbieter. Erste Erfahrungen in der Anwendung von Concular²⁰ und Madaster²¹ verdeutlichen die Notwendigkeit solider Gebäudemodelle als notwendige Grundlage für die Aufbereitung und Verarbeitung weiterer Material- und Bauteilinformationen. Entscheidend sind weiters auch die Verfügbarkeit

¹⁸ <https://restado.de/>

¹⁹ <https://www.baukarussell.at/>

²⁰ <https://concular.de/>

²¹ <https://madaster.de/>

von Datensätzen (z.B.: ökobaudat²²) und die Angaben zu den verbauten Baustoffen (Volumen, Bauteilstärke, Verarbeitung).

Die Integration des Konzepts der Gebäuderessourcenpässe in bundesweite und EU-Maßnahmen, wie beispielsweise den geplanten digitalen Gebäudepass, gilt es zu gewährleisten. Für eine möglichst breite Anwendung müssten dies öffentlich zugängliche Plattformen sein, um Betrachtungen im Gebäudeverbund, Quartier und auf kommunaler Ebene anstellen zu können.

3.2.2 Einsatz von Generative Design

Generatives Design bezeichnet den Einsatz intelligenter Systeme, die auch als Künstliche Intelligenz (KI) bezeichnet werden können, zur Bewältigung von Problemlösungsaufgaben, ähnlich wie bei Anwendungen zur Optimierung von Tragwerken, durch Kombination unterschiedlicher Lastfälle. In dem rechnergestützten Planungsprozess erzeugen evolutionäre Algorithmen und Optimierungsverfahren in kürzester Zeit eine Vielzahl von Entwurfsalternativen. Diese entstehen durch Kombination von Designvariablen eines parametrischen Modells.

In der frühen Planungsphase sind die Planer:innen in der Lage, beispielsweise den Bestand parametrisch zu erfassen und energetisch zu bewerten. Mithilfe von Daten aus Google Earth sowie Flucht- und Rettungswegplänen bestimmen sie im Vorentwurf die Auslegungsparameter wie Luftmengen, Heiz- und Kühllast. Der potenzielle Photovoltaikertrag am Gebäude kann anhand der hinterlegten geografischen Daten (GIS) ermittelt und mit den Anforderungen des Gebäudeenergiegesetzes in Bezug auf Primärenergie verglichen werden. So können in Echtzeit Heizlast, Kühllast und Luftmengen ermittelt werden. Des Weiteren können verschiedene Parameter eines Gebäudes hinsichtlich CO₂-Emissionen und Herstellungskosten analysiert werden. Eine weitere Anwendung wäre GD Excavation Pit für die optimierte Auslegung von Baugruben.

4 Zusammenfassung und Fazit

Die Bau- und Immobilienwirtschaft ist für einen großen Ressourcenbedarf und den damit verbundenen CO₂-Emissionen verantwortlich. Digitalisierung bietet die Möglichkeit vorhandene Daten und Informationen zusammen zu tragen und für lebenszyklusorientierte Entscheidungsfindung heranzuziehen.

4.1 Zusammenfassung

Durch den zunehmenden Einsatz digitaler Hilfsmittel wird ein zielgerichtetes Monitoring der Bauproduktionsprozesse möglich. Dem Einsatz von

²² <https://www.oekobaudat.de/>

Lean-Methoden folgend wird neben den Möglichkeiten zur Datenerhebung auch die Aussage und Interpretation der Daten und Informationen relevant. Mit Blick auf die gesellschaftspolitischen und unternehmensstrategischen Ziele wie beispielsweise der Klimaneutralität wird die Quantifizierung unerlässlich.

Die dafür benötigten Grundstrukturen und Monitoringkonzepte werden im Zuge der Projektvorbereitung getroffen. Gerade mit Blick auf die spätere Umsetzung wird den Überlegungen im Zuge der Arbeitsvorbereitung immer mehr Bedeutung zu Teil. Dabei greifen die Ansätze der Bauproduktionsplanung mit den architektonischen und ingenieurtechnischen Anforderungen des Bauwerks ineinander und deren Abstimmung und Ausgestaltung den späteren Baubetrieb prägen. In dem nachfolgenden Abb. VIII-7 sind entsprechende Ansätze in Anlehnung an Schwimmer et al.²³ für das Ziel der klimaneutralen Baustelle dargestellt.

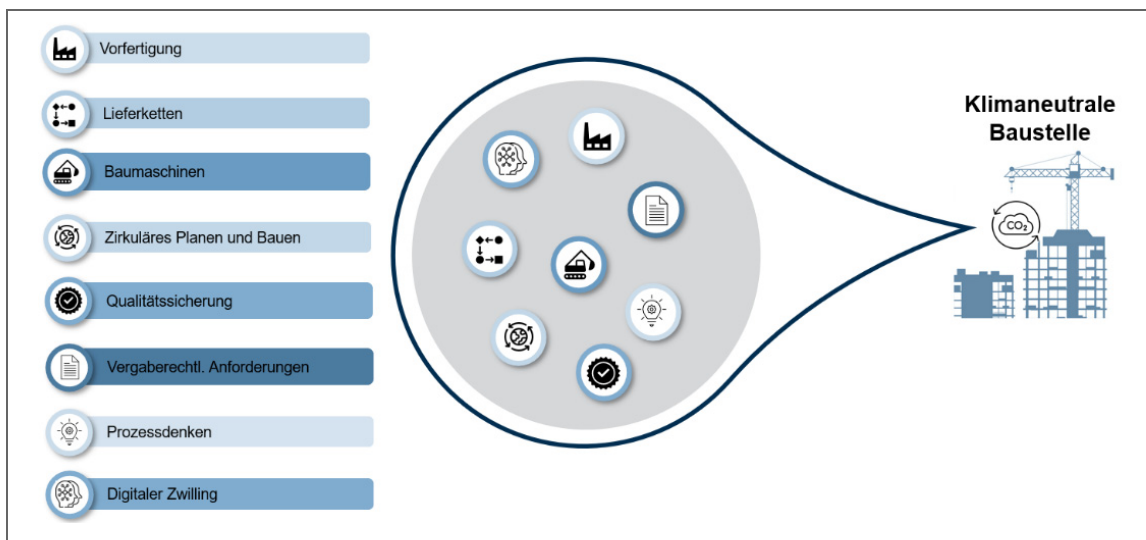


Abb. VIII-7 Maßnahmen für eine klimaneutrale Baustelle²⁴

Die Digitalisierung von Planungs- und Bauprozessen erschließt weitere Synergiepotenziale. Der Gebäuderessourcenpass ermöglicht die Bereitstellung von Informationen für einen geordneten Um- oder Rückbau mit anschließender Weiterverwendung von Materialien und Bauteilen.

Voraussetzung für Variantenstudien in der Planungsphase sind digitale Abbildungen der Bauwerke (z.B. digitale Zwillinge). Begleitende Visualisierungen machen die integralen Planungsprozesse transparenter und verständlicher.

Eine durchgehende Digitalisierung ermöglicht die Integration vor- und nachgelagerter Prozesse entlang der Lieferketten, insbesondere im Hinblick auf die Materialeigenschaften.

²³ Schwimmer et al.: Auf dem Weg zur klimaneutralen Baustelle 2045, Seite 8.

²⁴ Wall et al.: Digitalisierungsprozesse für die klimaneutrale Baustelle, Seite 652.

4.2 Fazit

Damit CO₂-Emissionen reduziert und Ressourceneffizienz gesteigert werden kann ist es für den Bauproduktionsprozess notwendig, Energiemanagement und Wertstrom-Management (LEAN, 5S-Methode) auf den Baustellen zu etablieren. Dazu bedarf es den Einsatz digitaler Hilfsmittel. Smart Metering beispielsweise als kontinuierliche Überwachung der Energieverbräuche während des Bauprozesses ermöglicht, eine Optimierung der Prozesse.

Die umfassende Dokumentation verbauter Materialien durch digitale Zwillinge, in Form von Gebäuderessourcenpässen hilft eine Grundlage für die spätere Nachnutzungsphase zu bekommen, damit eine Weiterverwendung angestrebt werden kann und Stoffkreisläufe geschlossen werden können.

Der Beitrag verdeutlicht, wie wichtig Digitalisierung für CO₂-Reduktion und Ressourceneffizienz sein kann. Es gilt den Datenschwungel aus Mess- und Monitoring-Informationen zu durchforsten und systematisch aufzubereiten. Für das übergeordnete Ziel der Klimaneutralität ist es notwendig, eine ganzheitliche Betrachtung des Lebenszyklus von Bauwerken anzustreben. Die vorgestellten Ansätze gilt es durch geeignete Digitalisierungsprozesse weiter zu verfolgen.

Weiterhin ist wichtig, ein ingenieurtechnisches Verständnis der wesentlichen baubetrieblichen Abläufe und Zusammenhänge zu haben, um die Wechselwirkungen richtig beurteilen zu können. Digitale Methoden dienen zunächst als Hilfsmittel, um die Vielzahl von Daten und Informationen zu sammeln. Der Einsatz sollte stets am tatsächlichen Nutzen ausgerichtet sein und darf nicht zum Selbstzweck werden.

Abkürzungsverzeichnis / Glossar

5S	Die 5S-Methode beschreibt die fünf Phasen Sortieren, Systematisieren, Säubern, Standardisieren und das Üben von Selbstdisziplin. Mit dieser auf der Baustelle angewendeten Methodik erhöht sich die Arbeitssicherheit, die Qualität, die Ressourceneffizienz und führt zu einer Zeitersparnis.
BIM	Der Begriff Building Information Modeling (kurz: BIM) beschreibt eine digitale Arbeitsmethodik. Das Erfassen von relevanten Bauwerksdaten über den Lebenszyklus eines Gebäudes in digitalen Arbeitsmodellen ermöglicht eine präzisere Planung.
ERP	Enterprise Resource Planning, ein System bzw. Softwarelösung, welches hilft, unternehmerische Aktivitäten, Personal, Ressourcen, Kapital und Betriebsmittel bedarfsgerecht zu erfassen und zu planen, steuern, verwalten.
LoRaWAN	Steht für Long Range Wide Area Network. Ein drahtloses Protokoll für energiesparende Kommunikation über große Entfernungen, besonders in IoT-Anwendungen, insbesondere Energieverbrauch und weitere Umweltdaten.
Modulares Bauen	Modulares Bauen bezeichnet die Herstellung von vorgefertigten Modulen, welche auf den Baustellen zu einem fertigen Gebäude zusammengesetzt werden. Die Größe und Art von den Modulen können dabei variieren.
RLM-Zähler	Steht für Registrierende Leistungsmessung. Ein RLM Zähler misst in regelmäßigen Abständen die Tatsächlich abgenommene Leistung. Bei Strom sind die Messperioden per Gesetzgeber auf 15 Minuten festgelegt. Die abgenommene Leistung wird automatisiert an den Netzbetreiber weitergeleitet.
Serielles Bauen	Vorfertigung einzelner Bauteile, welche anschließend auf den Baustellen fertig montiert werden. Beispiele für seriell vorgefertigte Bauteile sind Decken, Wände, Treppen, etc.

Literaturverzeichnis

DIN EN ISO 50001 (2018): Energiemanagementsysteme – Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung (ISO 50001:2018); Deutsche Fassung EN ISO 50001:2018. DIN-Normenausschuss Grundlagen des Umweltschutzes (NAGUS)

Dollmann, M., Richter, N., Semlitsch, M., Ulz, M. (2023): Digitaler THG-Fußabdruck im Bauwesen. In Agile Digitalisierung im Baubetrieb, 2. Auflage, Seite 717-747

Europäische Kommission (2020): Ein neuer Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft, Für ein saubereres und wettbewerbsfähigeres Europa. Brüssel. Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX%3A52020DC0098>

Goger, G.; Piskernik, M.; Urban, H. (2018): Potenziale der Digitalisierung im Bauwesen – Analyse der Potenziale und Herausforderungen durch die zunehmende Digitalisierung der österreichischen Baubranche, Ableitung von Handlungsfeldern für zukünftige Forschung aus Sicht von Wissenschaft und Praxis. Technische Universität Wien, Wien. Berichte aus Energie- und Umweltforschung, verfügbar unter: <https://nachhaltigwirtschaften.at/de/publikationen/schriftenreihe-2018-02-studie-potenziale-der-digitalisierung.php>, Datum des Zugriffs: 15.02.2023

Huwe, V., Henze, L. & Steitz, J. (2023): Die politische Bedeutung von Kipppunkten. online verfügbar: <https://politischeoekonomie.com/die-politische-bedeutung-von-kipppunkten/>, Datum des Zugriffs: 10.01.2024

Ma, W., Wang, X., Wang, J., Xiang, X., & Sun, J. (2021): Generative Design in Building Information Modelling (BIM): Approaches and Requirements. Sensors. 21. 5439. 10.3390/s21165439.

Motzko, C., Kleiner, J., Hofstadler, C (2023): Baulogistikplanung in frühen Projektphasen als Erfolgsfaktor. Agile Baulogistik von Beginn an. In Agile Digitalisierung im Baubetrieb, 2. Auflage, Seite 324-350

Püstow, M.; Göhlert, T.; Gielen, J.; Tenner, J.; Pawelczyk, E. (2023): Klimaverträglich Bauen mit einem Schattenpreis für CO₂-Emissionen, Wie die öffentliche Hand Bauprojekte ausschreiben kann, um ihre Klimaschutzziele zu erreichen. Ein Impuls des Hauptverbands der Deutschen Bauindustrie e.V., Vorabversion. Impulspapier. Berlin.

Schwimmer, E.; Wenzel, G.; Braun, S.; Manca, T. (2023): Auf dem Weg zur klimaneutralen Baustelle 2045. In: Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO. Hrsg.: Riedel, O.; Hölzle, K.; Bauer W.

Sobek, W. (2020): 17 Thesen zur Nachhaltigkeit. online verfügbar: https://www.wernersobek.com/de/themen/17_thesen/, Datum des Zugriffs: 15.02.24

United Nations Environment Programme (2022): Global Status Report for Buildings and Construction: Towards a Zero emission, Efficient and Resilient Buildings and Construction Sector. Nairobi

Wall, J., Dallinger, C., Trauninger, D. (2023): Digitalisierungsprozesse für die klimaneutrale Baustelle. In Agile Digitalisierung im Baubetrieb, 2. Auflage, Seite 641-664

IX. Digitalisierung und ABGB bzw. ÖNORMEN B 2110/B 2118 – Passt das zusammen?

Dr. Konstantin Pochmarski
KPK Pochmarski Kober Rechtsanwälte GmbH
8010 Graz, Hamerlinggasse 8
konstantin.pochmarski@kpk-law.at

Mag. Christina Kober, Bakk.
KPK Pochmarski Kober Rechtsanwälte GmbH
8010 Graz, Hamerlinggasse 8
christina.kober@kpk-law.at

Inhaltsverzeichnis

Abstract	208
1 Einleitung	208
2 Befund	209
3 Leistungen und Verträge in Bauprojekten	211
4 Klassische Verträge mit neuen Inhalten	212
5 Neue Verträge mit neuen Projektbeteiligten	216
6 ABGB und ÖNORM B 2110/2118 und Digitalisierung	217
7 Zusammenfassung	220
Literaturverzeichnis	221
Judikaturverzeichnis	221

Abstract

Der Beitrag untersucht, ob mit dem aus dem 19. Jahrhundert stammenden ABGB bzw. mit der aus der Mitte des 20. Jahrhunderts stammenden ÖNORM B 2110 (und der etwas jüngeren ÖNORM B 2118) als juristisches Handwerkszeug die sich im 21. Jahrhundert aus der fortschreitenden Digitalisierung der Bauwirtschaft ergebenden Änderungen und Herausforderungen gemeistert werden können.¹

1 Einleitung

Das ABGB stammt aus dem Jahr 1811 und ist mit 01.01.1812 in Kraft getreten. Die erste Ausgabe der ÖNORM B 2110 datiert vom 01.05.1947, wobei die Vorgängernormen B 2112 und N 2002 aus den Jahren 1946 und 1930 stammen. Der erste Entwurf der ÖNORM B 2118 ist demgegenüber vergleichsweise jung, er stammt aus dem März 2006. Allen diesen Normen ist daher gemein, dass die Autoren der Stammfassungen keine Vorstellung einer erst in ferner Zukunft kommenden „Digitalisierung“ hatten bzw. haben konnten.

Seit Jahren steht aber die Bauwirtschaft unter einem starken Einfluss der Digitalisierung: *Hofstadler/Motzko*² beschreiben eindrucksvoll, dass Digitalisierung nicht bloßes Schlagwort und nicht bloßer Selbstzweck ist: Sie formulieren als Ziele das **umweltgerechte Planen, Bauen und Betreiben**. Damit soll die **Entwicklung und der Einsatz neuer Technologien** verbunden sein, eine **Verbesserung der Arbeitsbedingungen** in den verschiedenen Bereichen von der Planung bis zur Bauausführung für die Arbeitenden verbunden mit der **Steigerung der technischen und ökonomischen Erfolge**.

*Hofstadler*³ lehrt dazu wie folgt: Der zukunftsweisende Weg im Baubetrieb und in der Bauwirtschaft führt unter Rückgriff auf agile digitale Methoden über die Transformation von Daten und Informationen hin zu einer möglichst erfolversprechenden Nutzung von handlungsleitendem Orientierungswissen. Zeitlich, baubetrieblich und prozessbezogen genau orientierte, glaubwürdige und glaubhafte sowie schnell verfügbare Daten bergen das enorme Potenzial, baubetriebliche Prozesse in Zukunft effizienter und nachhaltiger zu gestalten.

Der Trend und Zwang zur Digitalisierung wird sich sicher aufgrund der gegebenen Rahmenbedingungen verstärken: Diese Rahmenbedin-

¹ In D wurde die Vereinbarkeit der Methode „BIM“ mit der deutschen Rechtsordnung diskutiert und geprüft; vgl *Maaske/Eschenbruch*, Die Digitalisierung als Herausforderung für das Baurecht, BauR 2022, 1396.

² *Hofstadler/Motzko* in *Hofstadler/Motzko*, Agile Digitalisierung im Baubetrieb², XVII.

³ *Hofstadler*, Agile digitale Transformation von Daten und Informationen in Wissen und Nutzen, 78 in *Hofstadler/Motzko*, Agile Digitalisierung im Baubetrieb².

gungen sind einerseits durch **Herausforderungen und Zwänge** charakterisiert (zB fehlende Arbeitskräfte, Zwang zum sparsamen Umgang mit Ressourcen⁴) und andererseits durch **Möglichkeiten und Chancen** (zB Einsatz von Robotern⁵, Möglichkeit zur Erfassung und Übertragung großer Datenvolumina⁶).

Solcherart stellt sich die Frage, ob die seit langem liebgewonnenen und praktisch erprobten Handwerkszeuge des ABGB und der ÖNORM B 2110/2118 veraltet sind, welche bisher die Beziehungen der „Projektbeteiligten“ an einem Bauprojekt geregelt haben.⁷

2 Befund

Verträge regeln in einem Bauprojekt die rechtlichen Beziehungen verschiedener Akteure des Bauprojektes, welche juristisch als Vertragspartner bezeichnet werden. **Ein Bauprojekt „ohne Verträge“ ist undenkbar**, da nur ein Vertrag die Rechte und Pflichten von zwei oder mehr Partnern verbindlich regelt. Es ist praktisch undenkbar, ein Bauprojekt auf Basis eines rechtlich unverbindlichen **gentlemen's agreement**⁸ verwirklichen zu wollen.

Es wird daher immer zwischen den beteiligten Vertragspartnern eines Bauprojektes Verträge geben, um deren Beziehungen zueinander zu regeln. Diese Verträge können in jeder beliebigen zulässigen Form erfolgen und mit jedem erlaubten Inhalt geschlossen werden. Ziel jedes Vertrages muss sein, den Besonderheiten eines Bauprojektes Rechnung zu tragen.

Die Schwierigkeit der rechtlichen Gestaltung von Verträgen für ein Bauprojekt ergibt sich unmittelbar aus den **technischen und wirtschaftlichen Schwierigkeiten eines Bauprojektes**. Die besondere technische Herausforderung eines Vertrags bei einem Bauprojekt ist die **zeitlich längere Verbindung der Vertragspartner** verbunden mit der im Ablauf des Bauprojektes praktisch immer erfolgenden **Änderung der Bedürfnisse eines Vertragspartners**. Beide Merkmale gemeinsam – lange zeitliche Dauer und Änderung der Bedürfnisse des Bauherrn – machen das Bauprojekt und damit auch **Verträge im Bauprojekt „instabil“**.⁹

⁴ Vgl. *Ehrenfehd/Meurer/Müller*, Zusammenspiel von Digitalisierung und Lean Philosophie in der Bauindustrie, 84 in *Hofstadler/Motzko*, Agile Digitalisierung im Baubetrieb².

⁵ Vgl. *Heid/Kos*, Künstliche Intelligenz im Bauwesen, 104, oder *Hemberger*, Die Schalungs- und Gerüsttechnik auf dem Weg der agilen Digitalisierung, 121 in *Hofstadler/Motzko*, Agile Digitalisierung im Baubetrieb².

⁶ Vgl. *Sprenger/Schley/Hoffmann*, BIM und Datenintegration, 229 in *Hofstadler/Motzko*, Agile Digitalisierung im Baubetrieb².

⁷ Vgl. die von *Lessiak/Gallistel*, Der agile Bauvertrag, 419 in *Hofstadler/Motzko*, Agile Digitalisierung im Baubetrieb², betreffend Instrumente der Digitalisierung formulierte Kritik an der Neuauflage 2023 der ÖNORM B 2110.

⁸ Ein gentlemen's agreement ist eine bloß moralische Verpflichtung, welche dem Anstand der Beteiligten überantwortet wird, zB OGH 22.8.1973, 7 Ob 129/73.

Man kennt Vertragsbindungen auf lange Zeit auch bei anderen Verträgen (zB Mietverträge). Diese sind aber weitaus einfacher zu gestalten¹⁰ und über Jahre zu handhaben, da sich regelmäßig das Mietobjekt auch bei jahrelanger Mietdauer nicht ändert und der Mietzins allenfalls durch vorgegebene nachvollziehbare Indizes. Auch ein hohes Transaktionsvolumen stellt für sich allein noch keine entscheidende Erschwernis bei der Vertragsgestaltung dar. Ein Kaufvertrag über eine große Menge an Diesel mag ein finanziell hohes Transaktionsvolumen haben, ist aber vertraglich so zu fassen, wie das alltägliche Tanken an einer Tankstelle. Die Besonderheit des Bauprojektes ergibt sich daraus, dass während der langfristigen (manchmal mehrjährigen) Dauer des Bauprojektes **Anpassungen der Hauptleistungspflichten – Werkleistung und Werklohn – an geänderte Notwendigkeiten und Bedürfnisse** erfolgen müssen.

Diese „Instabilität“ der Leistung wirkt sich bei vielen Verträgen im Bauprojekt aus: Ein Planer muss seine bereits abgeschlossene Planung aufgrund geänderter Bedürfnisse oder Wünsche des Bauherrn nachträglich ändern. Ein Bauunternehmer muss seine vertraglich vereinbarte Leistung ändern, weil sich die Bodenverhältnisse anders darstellen, als erkundet und angenommen. Die örtliche Bauaufsicht muss ihren Leistungszeitraum verlängern, da sich aufgrund von Leistungsabweichungen die Bauzeit insgesamt verlängert usw. Bei der Gestaltung von Verträgen im Bauprojekt (egal ob Bauwerkverträge, Planerverträge, ÖBA-Verträge oder sonstige Verträge) ist nun auf diese naturgegebene Instabilität des Bauprojektes Rücksicht zu nehmen.¹¹

Allgemein kann man bei der Vertragsgestaltung versuchen, in zweierlei Hinsicht auf zukünftige ungewisse Ereignisse zu reagieren: Eine Zugangsweise besteht darin, zukünftige Entwicklungen möglichst vollständig vorzusehen und im Vertrag dafür vorweg feste Regelungen einzubauen („Wenn A eintritt, dann gilt X“)¹². Nach der zweiten Zugangsweise wird eine Regelung getroffen wie allgemein mit geänderten Verhältnissen von den Vertragspartnern umzugehen ist¹³ („Wenn A eintritt, sind folgende Schritte zu setzen“), anstatt genaue Regelungen und Auswirkungen für möglichst alle denkbaren zukünftigen Einzelfälle und Entwicklungen in den Vertrag Mechanismen einzubauen.

Beide Zugangsweisen lassen sich in einem Vertrag nicht als strikte Alternativen („entweder-oder“) verwirklichen:¹⁴ Ein Vertrag, der sämtliche

⁹ Vgl dazu *Eschenbruch*, Vertragsgestaltung, Leistungsbeschreibung und Auslegung, BauR 2010, 283, welcher weitere Ursachen der „Instabilität“ von Bauverträgen herausarbeitet.

¹⁰ Die in der Praxis vorhandenen besonderen Schwierigkeiten der Vertragsgestaltung des Mietrechts ergeben sich nicht aufgrund der Charakteristika des Mietvertrages als Dauerschuldverhältnis, sondern den aus sozialen Gründen notwendigen Eingriffen des Gesetzgebers in das Mietrecht.

¹¹ Richtungsweisend *Eschenbruch*, Bauvertragsmanagement (Köln 2017).

¹² Das Problem tritt auf, wenn nicht „A“ eintritt, sondern „B“. Soll dann auch „X“ gelten oder nicht?

¹³ Vgl *Eschenbruch*, Bauvertragsmanagement, 68 zum nicht erreichbaren Ziel der Vollständigkeit eines Vertrages, der daraus den „optimal unvollständigen Vertrag“ als Ziel ableitet.

möglichen zukünftigen Entwicklungen erfassen will, ist praktisch unmöglich. Ein Vertrag, der nur allgemeine Regelungen für erwartbare zukünftige Entwicklungen aufstellt, führt zu vermeidbaren Diskussionen. Entscheidend für die praktisch handhabbare Vertragsgestaltung ist es, **für erwartbare und vorweg beschreibbare Änderungen Regelungen zu definieren und für erwartbare, aber nicht beschreibbare und für unerwartete¹⁵ Änderungen Regelungsmechanismen¹⁶ vorzusehen.**

Durch die neuen technischen und methodischen Aspekte der Digitalisierung müssen bekannte Vertragsarten an neue Herausforderungen angepasst werden: Bekannte Verträge werden ergänzt durch **neue Regelungen, welche der Digitalisierung Rechnung tragen**. Ergänzend dazu schafft die Digitalisierung in einem Bauprojekt **neue Rollen und neue Beteiligte, für welche eigene neue Verträge** abgeschlossen werden müssen.

3 Leistungen und Verträge in Bauprojekten

Übliche Verträge in Bauprojekten regeln auf das Wesentliche zusammengefasst die **Planung und die Errichtung des Bauwerks**. Dies entspricht den wesentlichen Schritten und Aufgaben in einem Bauprojekt, in welchem das zu errichtende Gebäude eben zunächst zu planen und in weiterer Folge auszuführen ist. Für unsere Betrachtung macht es keinen Unterschied, ob das zu errichtende „Bauwerk“ nun ein Tunnel, ein Wasserkraftwerk, ein Bürogebäude, ein Hochhaus oder ein Einfamilienhaus usw. ist.

Neben diesen zentralen Aufgaben der Planung und der Errichtung des Bauwerks, kann es im Einzelfall zahlreiche weitere Aufgaben in einem Bauprojekt geben, welche eben auch vertraglich zu regeln sind: Man denke etwa an Aufgaben des Managements, welche in einem Projektsteuerungsvertrag geregelt werden oder etwa an die Versicherung gegen bestimmte Risiken, wozu eben Versicherungsverträge abgeschlossen werden. Dabei handelt es sich um zusätzliche Leistungen und Aufgaben betreffend das Bauprojekt, welche neben den essenziellen Aufgaben der Planung und Errichtung im Einzelfall auftreten können, aber nicht auftreten müssen. Mit der Definition der essenziellen Aufgaben der Planung und der Errichtung in einem Bauprojekt ist zudem noch nicht entschieden, wie die Ausführung dieser Aufgabe geregelt ist, d.h. vor allem welchem Akteur im Bauprojekt die Erfüllung einer Aufgabe zugewiesen ist.

Im „klassischen“ Bauprojekt beauftragt der Bauherr („Auftraggeber“, „AG“) mit der Planung einen „**Planer**“¹⁷ und mit der Errichtung einen

¹⁴ Vgl. *Eschenbruch*, Bauvertragsmanagement, 69.

¹⁵ Vgl. die von *Donald Rumsfeld* aufgestellte Unterscheidung von „*known knowns*“ vs „*known unknowns*“ vs „*unknown unknowns*“; siehe dazu https://de.wikipedia.org/wiki/There_are_known_knowns (15.2.2024).

¹⁶ Sog. „relationale Vertragstechnik“; vgl. *Eschenbruch*, Bauvertragsmanagement, 70.

„**Auftragnehmer (AN)**“. Planer können persönlich als Generalplaner oder als einzeln beauftragte Fachplaner organisiert werden.¹⁸ Auftragnehmer können ebenfalls als Generalunternehmer, Teil-Generalunternehmer oder eben als Nebenunternehmer/Professionisten organisiert sein. Zu einer persönlichen Zusammenfassung der Aufgaben der Planung und Errichtung kommt es beim Totalunternehmer-Vertrag, bei welchem zu einem gewissen Grad Planung und Ausführung in einer Hand zusammengefasst sind.¹⁹

Durch die Digitalisierung sind im Wesentlichen für die überkommenen Verträge folgende neue Kategorien denkbar:

- **Klassische Verträge mit neuen Inhalten**
- **Neue Verträge mit neuen Projektbeteiligten**

4 Klassische Verträge mit neuen Inhalten

Der in der Diskussion und im Bewusstsein wohl derzeit wichtigste Aspekt der Digitalisierung ist der Einsatz von **Building Information Modeling (BIM)** sowohl als Planungsmethode und in weiterer Folge dann als Werkzeug zur Errichtung und zum Betrieb eines Gebäudes.

Soweit nun also die Planung unter Verwendung von BIM als Planungsmethode in einem Bauprojekt erfolgen soll, hat der Planer (Generalplaner, Fachplaner) seine „klassische“ Planungsleistung unter Verwendung von BIM als Planungsmethode/Planungswerkzeug zu erstellen. Das vom Planer herzustellende Werk als zB „Einreichplanung“ oder „Ausführungsplanung“ bleibt vom technischen Ergebnis gleich, der Weg dorthin und die Darstellung der Planung ändert sich allerdings.

Als Beispiel dafür ist das **LM 2023-Objektarchitektur**²⁰ zu nennen: In der **LPH 3 Entwurfsplanung** sind die bekannten Grundplanungen genannt. Als „**optionale Leistung**“ ist zu **Z 11** „Planung nach LM.VM.BIM in Modellen, Erstellen abgeleiteter und erg. Pläne, Details LOI+LOG 300“ möglich.

¹⁷ Unabhängig von dessen Berufsbefugnis, zB nach ZTG oder GewO.

¹⁸ Vgl zu den möglichen Planereinsatzformen *Eschenbruch/Leicht* in *Kuifer/Wirth*, Handbuch Fachanwalt Bau- und Architektenrecht⁵, 865ff.

¹⁹ Vgl zu Projektform und Vergabearten *Kapellmann*, Juristisches Projektmanagement², 250ff oder *Heck/Allram/Andrieu*, Die Rolle der am Bau Beteiligten (Teil I), ZVB 2023/74.

²⁰ *Lechner*, LM.VM 2023; Ein Vorschlag für Leistungsmodelle und Vergütungsmodelle für Bauplanungen.

LPH 3 Entwurfsplanung (System- und Integrationsplanung)	
a) Erarbeiten der Entwurfsplanung unter weiterer Berücksichtigung der Zusammenhänge, Vorgaben und Bedingungen auf Grundlage der Vorentwurfsplanung und als Grundlage für die weiteren Leistungsphasen und die erforderlichen öffentlichen Genehmigungen, unter Verwendung der Beiträge anderer an der Planung fachlich Beteiligter	1. Wandabwicklungen 1:50 bis 1:20 zur Koordination mehrerer Gewerke, bzw. Abstimmung mit Nutzer:innen 2. Lichtplanung, Lichtstudien, Tageslichtberechnungen 3. Analyse von Alternativen / Varianten und deren Wertung mit Kostenuntersuchung (Optimierung)
b) Planung nach Art und Größe des Objekts im erforderlichen Umfang und Detaillierungsgrad, unter Berücksichtigung der fachspezifischen Anforderungen, idR. 1:100 Grundrisse, Schnitte, Ansichten, ausführungsfähige Details	4. Fortschreiben der Unterlagen, Bearbeitungen zu Zertifizierungssystemen 5. MW/Beiträgen zur Berechnung der Life-Cycle-Kosten 6. Wirtschaftlichkeitsberechnung
c) Bereitstellen der Arbeitsergebnisse als Grundlage für die anderen an der Planung fachlich Beteiligten, Koordination und Integration von deren Leistungen	7. Fortschreiben von dig. Raumbüchern, Bauteilkatalog 8. Aufstellen und Fortschreiben einer vertieften Kostenberechnung (4. statt 3. Ebene) und/oder einer vertieften Terminplanung+kontrolle
d) Objektbeschreibung	9. Kostenmanagement (vKM)
e) Verhandlungen über die Genehmigungsfähigkeit	10. Ändern von Planungsergebnissen aus Umständen, die der oder die Planer:in nicht zu vertreten hat
f) Kostenberechnung nach ÖN B 1801-1 (3.Ebene) Fortschreiben der Terminpläne	11. Planung nach LM.VM.BIM in Modellen, Erstellen abgeleiteter und erg. Pläne, Details, LOI+LOG 300
g) Kostenkontrolle durch Vergleich der Kostenberechnung mit der Kostenschätzung	12. Visualisierung eines Terminplans in digitalen Modellen 13. Aufstellen einer modellbasierten Kostenberechnung
h) Zusammenfassen, Erläutern und Dokumentieren der Ergebnisse	14. Besondere Präsentationsformen und Aufbereitung der digitalen Modelle der an der Planung fachlich Beteiligten zur Kommunikation und Abstimmung 15. Übergabe nativer Modelle

Abb. IX-1 Auszug aus LM 2023-Objektarchitektur

Hier besteht also für den Anwender der LM.VM 2023 die unkompliziert zu handhabende Möglichkeit, dass AG und Planer quasi aus einer „Speisekarte“²¹ die zu erbringenden (und damit zu bezahlenden) Leistungen auswählen. AG und Planer können somit nach ihren Vorstellungen und Bedürfnissen in den ansonsten mit bekanntem Inhalt abzuschließenden Planervertrag jene ergänzenden Leistungen aufnehmen, welche sich aus der Digitalisierung des Planungsprozesses ergeben.

Eine ähnliche Grundlage bildet der **Leitfaden zur Kostenabschätzung von Planungsleistungen**²² der Wirtschaftskammer (Bundesinnung Bau). Auch dort können Leistungen des Planers und Objektüberwachers, welche sich aus der Verwendung von BIM ergeben, optional vereinbart werden.

Wir haben hier also den Anwendungsfall, wonach **ein klassischer Vertrag um neue Leistungs-Inhalte/Honorar-Inhalte ergänzt wird.**

²¹ Der saloppe Begriff der „Speisekarte“ ist von den Verfassern als eindeutiges Lob für die LM.VM 2023 gemeint: Ein Vertragsmodell, das einfach handhabbar ist, wie eine im täglichen Gebrauch stehende „Speisekarte“, erleichtert den Vertragsschluss. Ein kompliziertes vertragliches Regelwerk hat allein deshalb keinen höheren Nutzen!

²² <https://www.wko.at/oe/gewerbe-handwerk/bau/leitfaden-zur-kostenabschaetzung-von-planungsleistungen1> (abgerufen: 11.2.2024).

Bei dem klassischen Vertrag kann es sich um einen Planervertrag, Fachplaner-Vertrag, Generalplaner-Vertrag, Bauaufsichts-Vertrag, Projektsteuerungsvertrag usw. handeln. **Die Rolle des beteiligten Planers, Generalplaners, Fachplaners usw. im Bauprojekt bleibt gleich. Der Vertrag zwischen Auftraggeber und Planer wird nur um die sich aus der Digitalisierung (BIM) ergebenden neuen Methoden und Schritte ergänzt.**

Da Digitalisierung nicht auf die Planungsmethode BIM beschränkt ist, sondern auch bei der Errichtung der Einsatz von BIM weitergeführt werden soll, gibt es auch **neue Vertragsinhalte mit dem ansonsten klassischen Auftragnehmer:**

Schon bisher ist ein Bauwerkvertrag über mittelgroße und größere Bauwerke durch eine Mehrzahl an **technischen, wirtschaftlichen und rechtlichen Vertragsbestandteilen** gekennzeichnet.²³ Pkt 5.1.3 der ÖNORM B 2110²⁴ zählt übliche Vertragsbestandteile auf, wie etwa die Leistungsbeschreibung (im engeren Sinn²⁵), das ausgepreiste Leistungsverzeichnis, Pläne, allgemeine Vertragsbestimmungen usw. Hinzu kommen in der Vertragspraxis oft ein Bauzeitplan, ein Zahlungsplan, behördliche Bescheide usw. All diese Vertragsbestandteile haben den Zweck, in *technischer, wirtschaftlicher und rechtlicher* Hinsicht die Rechte und Pflichten der beiden Vertragspartner genau zu regeln.

Zu diesen klassischen Vertragsinhalten des Bauwerkvertrages treten nun **digitale Inhalte** hinzu. Zu denken ist hier an **Auftraggeber-Informationen-Anforderungen (AIA)** und **BIM-Abwicklungsplanung (BAP)**.

Die **AIA** sind die konkrete Beschreibung der Informationsbedürfnisse des AG, die als Anforderung für den AN beschrieben werden und als Grundlage für den BAP im jeweiligen Projekt dienen. Die AIA beinhaltet insbesondere die BIM-Anforderungen, BIM-Prozesse und BIM-Anwendungen, um die Ziele des AG zu erreichen.²⁶

Der **BAP** ist ein Richtliniendokument, welches die Grundlage einer BIM-basierten Zusammenarbeit definiert. Er legt die organisatorischen Strukturen und die Verantwortlichkeiten fest, stellt den Rahmen für die BIM-Leistungen dar und definiert die Prozesse und die Anforderungen an die Kollaboration der einzelnen Beteiligten. Die Modelle und Prozesse werden hierbei in Bezug auf Strukturen, Elemente und Informationen vereinheitlicht. Der BAP legt weiterhin die projektbezogenen Ausprägungen fest und definiert das Maß der Informations- und Detaillierungstiefe und deren Qualitäten. Der BIM-Projektabschlussplan sollte Vertragsbestandteil zwischen AG und Projektteilnehmern werden.²⁷

²³ Vgl. *Pochmarski/Radlberger*, „Weniger ist oft mehr“, ImmoZak 2022/12.

²⁴ Sofern nicht besonders genannt, ist die ÖNORM B 2110 (Ausgabe 2023) gemeint.

²⁵ Die „Leistungsbeschreibung im weiteren Sinn“ umfasst das gesamte BauSoll („Totalität der Vertragsunterlagen“), während die Leistungsbeschreibung ieS zB Leistungsbeschreibung, Leistungsverzeichnis, Pläne usw umfasst; vgl. *Kapellmann/Schiffers/Markus*, Vergütung, Nachträge und Behinderungsfolgen beim Bauvertrag I⁷, 105.

²⁶ *Wallner/Hofstadler/Kummer*, BIM-Handbuch 2022, 20.

Der **AIA** wird einmal zu Projektbeginn erstellt und sollte dann Bestandteil der Ausschreibung für die Ausführung sein. Im klassischen Sinn kann man den AIA als Erweiterung des **Lastenheftes** verstehen. Es hat sich durchgesetzt, BIM-Anforderungen in einer **Vertragsanlage „Auftraggeber- Informationsanforderungen“** zu regeln.²⁸

Somit wird der Vertrag um ein durch die Digitalisierung notwendig gewordenes weiteres Lastenheft „AIA“ ergänzt.

Dies hat aber unmittelbar keinen Einfluss auf die sonstige „Leistungsseite“ des Vertrages, welche weiterhin durch eine Leistungsbeschreibung im weiteren Sinn erfolgt, beispielsweise durch ein LV und zugeordnete (digitale) Pläne. Auch auf die Struktur der „Preisseite“ des Vertrages hat dieses ergänzende Lastenheft keinen Einfluss und es kann weiterhin ein Pauschalpreisvertrag oder ein Einheitspreisvertrag abgeschlossen werden.

Mit dem **BAP** muss ein AG rechtlich sensibler umgehen²⁹: Um einen BAP rechtlich verpflichtend zu vereinbaren, ist es notwendig, diesen als Teil der Ausschreibung zu verwenden und damit zum Gegenstand des Vertragsabschlusses zu machen. Wenn der BAP noch nicht fertig zum Teil der Ausschreibung und des Vertragsschlusses wird, sondern erst danach in Zusammenarbeit mit dem AN gemeinsam erarbeitet oder abgeändert wird, so kann der BAP im Vergleich zum Vertrag nur mehr konkretisierende Funktion haben, aber nicht eine ändernde Funktion, da der Vertrag bereits mit *Ausschreibung-Anbot-Zuschlag* rechtsverbindlich zustande gekommen ist.³⁰

Gedanklich vereinfachend kann ein BAP mit einem **Organisationshandbuch/Projekthandbuch** verglichen werden,³¹ um dessen rechtliche Qualität einordnen zu können: Ein Organisationshandbuch enthält die **aufbau- und ablauforientierten Festlegungen**, im Projekthandbuch werden die Arbeitsergebnisse der Projektabwicklung dokumentiert.³² Grundsätzlich soll ein Organisationshandbuch keine rechtlichen Bestimmungen³³ enthalten, da solche in den Vertrag oder in allgemeine rechtliche Vertragsbestimmungen gehören. Ein Projekthandbuch dient dazu, Projektorganisation, Beteiligte, Abläufe, Mechanismen und Förmlichkeiten zu regeln.

²⁷ *Wallner/Hofstadler/Kummer*, BIM-Handbuch 2022, 21.

²⁸ *Wallner/Hofstadler/Kummer*, BIM-Handbuch 2022, 234 mwN; *Maaske/Eschenbruch*, Die Digitalisierung als Herausforderung für das Baurecht, BauR 2022, 1397 vergleichen die AIA mit der Leistungsbeschreibung.

²⁹ Vgl. zum Prozess der Erstellung von AIA/BAP *Wallner/Hofstadler/Kummer*, BIM-Handbuch 2022, 266.

³⁰ Vgl. zum BAP als gemeinsam erarbeiteten „Pflichtenheft“ *Wallner/Hofstadler/Kummer*, BIM-Handbuch 2022, 234.

³¹ *Maaske/Eschenbruch*, Die Digitalisierung als Herausforderung für das Baurecht, BauR 2022, 1397.

³² Vgl. zu den Definitionen und üblichen Inhalten *Eschenbruch*, Projektmanagement und Projektsteuerung⁵, 262 -264.

³³ Vgl. zu den möglichen Inhalten *Eschenbruch*, Projektmanagement und Projektsteuerung⁵, 262; zu den Inhalten eines juristischen Projekthandbuches vgl. *Kapellmann*, Juristisches Projektmanagement², 455ff.

Will der AG sicherstellen, dass das Projekthandbuch und dessen vertragliche Einhaltung *bindend* vorgegeben ist, so ist das Projekthandbuch rechtlich verbindlich zum Vertragsbestandteil zu machen. Damit wird der Inhalt des Projekthandbuches genauso verbindlich wie allgemeine Vertragsbedingungen oder technische Beschreibungen, welche auch Teil der Ausschreibung und damit des Vertragsschlusses waren.

Es wird aber oft sinnvoll sein, das Projekthandbuch oder Teile des Projekthandbuches gemeinsam zwischen AG/Projektsteuerung und AN zu erarbeiten, um eben auf die besondere unternehmensinterne Konstellation des AN eingehen zu können. Wählt der AG diesen zweiten durchaus sinnvollen Weg, muss ihm aber bewusst sein, dass dieser Weg ihm nicht ermöglicht, einseitig bindend das Projekthandbuch anzuordnen, wie dies der Fall ist, wenn das fixe Projekthandbuch bereits Teil der Ausschreibung ist.³⁴

Diese Überlegungen können sinnvoll auf den BAP übertragen werden: Soll ein bestimmter BAP rechtlich bindend vorgegeben werden, muss dieser Teil der Ausschreibung sein. Soll der BAP sinnvollerweise im Einzelfall zwischen AG und AN erarbeitet werden bzw überhaupt ein „lebendes Dokument“ fortgeschrieben werden³⁵, so ist die Macht des AG eingeschränkt, (insb vertragsändernde) Inhalte des BAP einseitig rechtlich bindend vorgeben zu können.³⁶

Von der Vertragssystematik sind auch hier praktisch Wege zur Standardisierung solcher neuer Verträge (bzw neuer Vertragsbestandteile) zu suchen: Der gedankliche und zeitliche und finanzielle Aufwand, für jedes Projekt AIA und BAP neu zu entwickeln, ist wirtschaftlich nicht vernünftig. Ungeachtet der oft beklagten „Normenflut“ erzeugt die Standardisierung von wiederkehrenden Anforderungen Schnelligkeit bei der Einigung und Sicherheit bei der Anwendung.³⁷ Zur raschen und möglichst sicheren Anwendung sind daher gängige Muster³⁸ sinnvoll anzuwenden.

5 Neue Verträge mit neuen Projektbeteiligten

Durch die Digitalisierung werden in einem Bauprojekt aber auch **neue Funktionen für neue Projektbeteiligte** notwendig und geschaffen. Es handelt sich dabei um die Funktionen, welche zB **BIM-Projektleitung** (BPL), **BIM-Projektsteuerung** (BPS), **BIM-Gesamtkoordinator** (BGK) oder **BIM-Fachkoordinator** (BFK) genannt werden.

³⁴ Vgl BIM-Handbuch Arbeitshilfe Muster-AIA, Seite 6 aus https://www.fib-bund.de/Inhalt/Themen/BIM_fuer_Bundesbauten/ (Stand: 10.2.2024).

³⁵ Vgl zum BAP als „lebendes Dokument“ *Wallner/Hofstadler/Kummer*, BIM-Handbuch 2022, 234

³⁶ Vgl *Maaske/Eschenbruch*, Die Digitalisierung als Herausforderung für das Baurecht, BauR 2022, 1400, die die Detailierung des BAP durch den AG logisch mit der Planereinsatzform verknüpfen.

³⁷ Allg zutr *Karasek/Höllinger*, „Standards haben einen hohen Wert und bieten einen enormen Nutzen“, bauaktuell 2024, 3.

³⁸ Vgl zB <https://www.buildingsmart.co.at/muster-aia-und-muster-bap/> oder <https://www.bimdeutschland.de/leistungen/muster-auftraggeber-informationsanforderungen>.

Hier geht es um die Definition neuer Akteure und neuer Rollenbilder. Diese sind bekannten Rollenbildern nicht immer 1:1 zuzuordnen.

Teilweise können die neuen Rollenbilder von bisher schon bekannten Akteuren in Personalunion abgedeckt werden.³⁹ Denkbar wäre es, dass die klassische Projektsteuerung die Rolle der BIM-Projektsteuerung mit abdeckt oder dass die BPS eine eigenständige Leistung bleibt oder dass der BIM-Fachkoordinator dem Fachplaner entspricht oder es sich beim BIM-Fachkoordinator um eine übergeordnete Funktion zur Koordination einzelner Fachplaner handelt.⁴⁰

Juristisch ist hier weniger die individuell-persönliche Zuordnung eines Rollenbildes an eine Person entscheidend, da es juristisch keinen Unterschied macht, ob nun eine natürliche Person oder eine juristische Person in einem Bauprojekt eine bestimmte Aufgabe zugewiesen bekommt oder ein bekannter klassischer Akteur ein zusätzliches BIM-Rollenbild erfüllen muss oder ein neuer Akteur ein neues Rollenbild erfüllen muss.⁴¹ Es gibt Gründe *für und gegen* eine Trennung der BGK von der (General-)Planung.⁴²

Mit diesen neuen Akteuren müssen nun **neue Verträge zur Erfüllung der zusätzlich notwendigen Rollenbilder** abgeschlossen werden.

Zieht man beispielsweise die Anwendungsfälle der LM 2023-BIM für BPS oder BGK oder BFK heran, zeigt sich, dass es sich dabei nicht um bloße „optionale Leistungen“ eines Generalplaners oder Fachplaners handelt, sondern es sich um eigenständige Rollenbilder handelt. Dies bedeutet natürlich nicht, dass die Rolle der BGK nicht vom Generalplaner (GP) in „Personalunion“ übernommen werden könnte.⁴³

6 ABGB und ÖNORM B 2110/2118 und Digitalisierung

Durch die Digitalisierung wird also der Bedarf an **neuen Vertragsinhalten in klassischen Verträgen** bzw. der Bedarf an **neuen Verträgen mit neuen Akteuren** innerhalb eines Bauprojektes geschaffen.

Ein zentraler Grundsatz des bürgerlichen Rechts und des ABGB ist die **Vertragsfreiheit** (Privatautonomie). Die rechtsgeschäftliche Privatautonomie ist die Befugnis des Einzelnen, selbstbestimmend rechtsverbindliche Regeln zu setzen, also seine rechtlichen Beziehungen nach eigenem Willen innerhalb der gesetzlich vorgegebenen Schranken selbst zu gestalten. Die Lebensführung wäre unerträglich beschränkt, wenn Rechtssubjekte in größerem Ausmaß gezwungen wären, mit anderen Rechtssubjekten Verträge mit vorgegebenem Inhalt zu schließen. Auch Unternehmen würden die notwendige Freiheit ihrer unternehmerischen

³⁹ Vgl. Wallner/Hofstadler/Kummer, BIM-Handbuch 2022, 255.

⁴⁰ Vgl. Wallner/Hofstadler/Kummer, BIM-Handbuch 2022, 255.

⁴¹ Vgl. Wallner/Hofstadler/Kummer, BIM-Handbuch 2022, 254.

⁴² Vgl. die Entscheidungshilfe bei Maaske/Eschenbruch, Die Digitalisierung als Herausforderung für das Baurecht, BauR 2022, 1395

⁴³ Vgl. LM.VM 2023 [BIM], 12.

Zielverfolgung verlieren, wenn sie keine Vertragsfreiheit besäßen. Freie Wirtschaft ohne Vertragsfreiheit ist undenkbar, da das wesentliche Kennzeichen echter Marktwirtschaft die Steuerung des Produktmitteleinsatzes durch das freie Spiel der Kräfte darstellt. Aus der Vertragsfreiheit erschließt sich, dass es im freien Belieben des Rechtssubjektes steht, **ob, wann, mit wem und mit welchem Inhalt** es Verträge abschließen möchte (**positive Abschlussfreiheit**). Auch der **Vertragsinhalt ist grundsätzlich autonom gestaltbar (Inhaltsfreiheit)**. Zu beachten sind aber die zahlreichen Einschränkungen durch zwingendes Recht und die Schranken der guten Sitten gem § 879 ABGB.⁴⁴

Das **ABGB** ermöglicht aufbauend auf der **Vertragsfreiheit** die durch die Digitalisierung charakterisierten Beziehungen in einem Bauprojekt nach den **individuellen Bedürfnissen der Vertragspartner** zu regeln. Wichtig ist daher nicht, dass das ABGB den Begriff der „Digitalisierung“ nicht kennt bzw. dass es kein eigenes „Bau-Digitalisierung-Gesetz“ gibt. Entscheidend ist, dass das ABGB und die Vertragsfreiheit **keine relevanten⁴⁵ Einschränkungen** der Parteien vorsehen, ihre rechtlichen Vertragsbeziehungen nach deren technischer und wirtschaftlicher Notwendigkeit zu regeln.

Als klassische Vertragstypen stehen der **Bevollmächtigungsvertrag** und der **Werkvertrag** des ABGB zu Verfügung, welche auch die Rollenbilder von neuen Akteuren sachlich erfassen können. Zu betonen ist dabei, dass die oft geäußerte Gegenüberstellung „*Werkvertrag – Erfolgsverbindlichkeit*“ bzw. „*Bevollmächtigungsvertrag – Sorgfaltsverbindlichkeit*“⁴⁶ von der ständigen Rechtsprechung des OGH im Wege der **Kombinationstheorie** praktisch gelöst wird: Im Allgemeinen ist nach der Rechtsprechung des Obersten Gerichtshofs bei gemischten Verträgen für die Beurteilung jeder einzelnen Leistungspflicht die **sachlich am meisten befriedigende Vorschrift heranzuziehen**, das ist nach der sogenannten Kombinationstheorie die **Vorschrift jenes Vertragstyps, dem die einzelne Pflicht entstammt.**⁴⁷

Um die Vorteile der Digitalisierung auch wirtschaftlich und rechtlich praktikabel nutzbar zu machen, ist die **Standardisierung der wechselseitigen Rechte und Pflichten („Rollenbilder“)** notwendig, welche durch die Digitalisierung notwendig und möglich wird. Müsste bei jedem Bauprojekt von der Wurzel eine neue und individuelle Definition der Rollenbilder erfolgen, so wäre dies ein schwerer Hemmschuh. Dies erfordert somit die

⁴⁴ Schickmair in Fenyves/Kerschner/Vonkilch (Hrsg), ABGB: Großkommentar zum ABGB – Klang-Kommentar – §§ 859-887 ABGB, Allgemeines Vertragsrecht³ (2022) zu § 859 ABGB Rz 54 – 57.

⁴⁵ Die bekannten Einschränkungen der Vertragsfreiheit zB der Sittenwidrigkeit nach § 879 ABGB sind natürlich bei der Regelung der Digitalisierung ebenso einzuhalten.

⁴⁶ Vgl dazu Schickmair in Fenyves/Kerschner/Vonkilch (Hrsg), ABGB: Großkommentar zum ABGB – Klang-Kommentar – §§ 859-887 ABGB, Allgemeines Vertragsrecht³ (2022) zu § 859 ABGB Rz 27.

⁴⁷ Vgl OGH 29.4.2009, 2 Ob 203/08d zur Anwendung der Kombinationstheorie auf den Architektenvertrag als Werk- oder Bevollmächtigungsvertrag für zusammengefasste Planungs- und ÖBA-Leistungen.

Bereitstellung von praxistauglichen Muster-Rollenbildern, welche im Einzelfall an die besonderen Bedürfnisse rasch und sicher angepasst werden können.

Hier können für die **Beziehungen des AG mit den Planern** die **LM.VM 2023** als Beispiel genannt werden, welche sowohl aus der Digitalisierung abgeleitete optionale Leistungen für klassische Rollenbilder vorsehen, allerdings auch die neuen Rollenbilder umfassen.

Im Gegensatz dazu gibt es kein vergleichbares Äquivalent von standardisierten Vorschlägen für die Regelung der digitalisierten **Beziehung des AG zum AN**.

Die **ÖNORM B 2110** regelt in Pkt 4.1 die „*Beachtung*“ (nicht „*Einhaltung*“) der ÖNORM A 2063-2⁴⁸. Ansonsten finden sich in den **Pkt 4.2.2**. Angaben und **Pkt 4.2.3** Eigene Positionen keine Grundlagen dafür, wie die Digitalisierung zwischen AG und AN geregelt werden könnte. Auch **Pkt 5.1.3** Reihenfolge der Vertragsbestandteile übergeht mögliche „digitale“ Vertragsbestandteile (wie BIM-BVB, AIA oder BAP) mit Stillschweigen. Das gleiche Bild bietet die **ÖNORM B 2118** (Ausgabe 2023).

Als Befund⁴⁹ ist daher festzustellen, dass die 2023 geschaffene Neuauflage der ÖNORM B 2110 (und ebenso die ÖNORM B 2118) **keine vertraglichen Vorbereitungen und Grundlagen für die Digitalisierung** des Verhältnisses zwischen AG und AN bietet.

Dies ist nicht negativ zu bewerten: Diese Konstellation der „nicht-digitalen“ ÖNORM B 2110 ermöglicht die flächendeckende Verwendung als *rechtliches* und *wirtschaftliches* Vertragsmuster für alle Bauprojekte (bzw. die Verwendung der ÖNORM B 2118 für Großprojekte). Die sich aus der Digitalisierung ergebenden zusätzlichen Regelungsinhalte sind daher vollständig in *gesonderten* Vertragsbestandteilen, wie etwa BIM-BVB, AIA oder BAP festzulegen. Damit werden halbherzige Regelungen zur Digitalisierung in der ÖNORM B 2110/2118 vermieden. Ein wichtiger Grundsatz in der Vertragsgestaltung von Bauverträgen besteht darin, die wirtschaftlichen und technischen und rechtlichen Vertragsbedingungen möglichst konsequent zu trennen und nicht zu vermischen. Ein weiterer Grundsatz liegt darin, bestimmte Aspekte nur an einer einzigen Stelle im Vertrag zu regeln und nicht nutzlos doppelt oder gar widersprüchlich an zwei oder mehr Stellen.⁵⁰

Wenn also die ÖNORM B 2110 keine Regelungen bezüglich der Digitalisierung enthält, ebnet dies den Weg, ohne Vermischung mit technischen/wirtschaftlichen/juristischen Vertragsinhalten die Digitalisierung mit eigenen digitalen Vertragsbestandteilen (BIM-BVB, AIA, BAP) im Verhältnis AG-AN zu regeln. Das sinnvolle Ziel könnte also sein, die in

⁴⁸ ÖNORM A 2063-2 (Ausgabe 2021) Austausch von Daten in elektronischer Form für die Phasen Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung (AVA) – Teil 2: Berücksichtigung der Planungsmethode Building Information Modeling (BIM) Level 3.

⁴⁹ Vgl die von *Lessiak/Gallistel* in *Hofstadler/Motzko* Agile Digitalisierung im Baubetrieb², 419 diesbezüglich formulierte Kritik an der Neuauflage 2023 der ÖNORM B 2110.

⁵⁰ Vgl *Pochmarski/Radlberger*, „Weniger ist oft mehr“, ImmoZak 2022/12.

der Baupraxis seit Jahrzehnten verwendete und weitgehend gut angenommene ÖNORM B 2110/B 2118 durch ein gleichermaßen praxisbezogenes **Paket an Muster-BIM-BVB und Muster-AIA und Muster-BAP** zu ergänzen, welche dann vom AG individuell projektbezogen abgeändert und verwendet werden können.

7 Zusammenfassung

1. Die Digitalisierung hat **Auswirkungen auf die Verträge der Akteure eines Bauprojektes** und deren Vertragsbeziehungen, wie etwa Planer, AN, Projektsteuerer, ÖBA usw.
2. Teilweise **werden klassische Verträge um neue Inhalte erweitert**, wenn etwa ein Planer das von ihm herzustellende Werk „Planung“ digital herzustellen und abzuliefern hat.
3. Teilweise **entstehen neue Verträge mit neuen Akteuren**, wie etwa die Verträge zwischen AG und BPL, BPS, BGK, BFK usw.
4. Zum Teil bestehen bereits sinnvolle **vorformulierte Vertragsbedingungen** im Verhältnis zwischen AG und „Planer“, wie zB die LM.VM 2023.
5. Im **Verhältnis AG-AN gibt es noch keine standardisierten und einheitlichen vorformulierten Vertragsbedingungen** für beispielsweise BIM-BVB, AIA, BAP usw.
6. Die **ÖNORM B 2110/B 2118 regelt die Digitalisierung im Verhältnis AG-AN nicht**.
7. Sinnvoll und zukunftsweisend wären daher **für das Verhältnis AG-AN standardisierte und praktische Vertragsvorlagen zur Regelung der Digitalisierung zu schaffen**, welche neben die bekannten Regelungen der wirtschaftlichen, technischen und rechtlichen Aspekte des Bauwerkvertrages treten.

Literaturverzeichnis

Hofstadler, Agile digitale Transformation von Daten und Informationen in Wissen und Nutzen, 49 in *Hofstadler/Motzko*, Agile Digitalisierung im Baubetrieb²

Ehrenfehd/Meurer/Müller, Zusammenspiel von Digitalisierung und Lean Philosophie in der Bauindustrie, 83 in *Hofstadler/Motzko*, Agile Digitalisierung im Baubetrieb²

Heid/Kos, Künstliche Intelligenz im Bauwesen, 97 in *Hofstadler/Motzko*, Agile Digitalisierung im Baubetrieb²

Hemberger, Die Schalungs- und Gerüsttechnik auf dem Weg der agilen Digitalisierung, 113 in *Hofstadler/Motzko*, Agile Digitalisierung im Baubetrieb²

Sprenger/Schley/Hoffmann, BIM und Datenintegration, 225 in *Hofstadler/Motzko*, Agile Digitalisierung im Baubetrieb²

Lessiak/Gallistel, Der agile Bauvertrag, 401 in *Hofstadler/Motzko*, Agile Digitalisierung im Baubetrieb²

Eschenbruch, Vertragsgestaltung, Leistungsbeschreibung und Auslegung, BauR 2010, 283

Eschenbruch, Bauvertragsmanagement (Köln 2017).

Eschenbruch/Leicht in *Kuffer/Wirth*, Handbuch Fachanwalt Bau- und Architektenrecht⁵ (Köln 2017)

Kapellmann, Juristisches Projektmanagement² (Köln 2007)

Heck/Allram/Andrieu, Die Rolle der am Bau Beteiligten (Teil I), ZVB 2023/74

Pochmarski/Radlberger, „Weniger ist oft mehr“, ImmoZak 2022/12

Kapellmann/Schiffers/Markus, Vergütung, Nachträge und Behinderungsfolgen beim Bauvertrag I⁷ (Köln 2017)

Wallner/Hofstadler/Kummer, BIM-Handbuch 2022 (Wien 2022)

Maaske/Eschenbruch, Die Digitalisierung als Herausforderung für das Baurecht, BauR 2022, 1395

Eschenbruch, Projektmanagement und Projektsteuerung⁵ (Köln 2020)

Karasek/Höllinger, „Standards haben einen hohen Wert und bieten einen enormen Nutzen“, bauaktuell 2024, 3

Schickmair in *Fenyves/Kerschner/Vonkilch* (Hrsg), ABGB: Großkommentar zum ABGB – Klang-Kommentar

Judikaturverzeichnis

OGH 22.8.1973, 7 Ob 129/73

OGH 29.4.2009, 2 Ob 203/08d

Grazer Baubetriebs- und Bauwirtschaftssymposium



— Freitag, 11. April 2025 —

TU Graz • Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft • Tel.: 0316-873-6251 • www.bbwtugraz.at/symposium

Sponsoren



KOSTMANN

GRAZ

**HABAU
GROUP**

HABAU

integral
Ziviltechniker



**LUGITSCH
& PARTNER**
ZIVILTECHNIKER GMBH

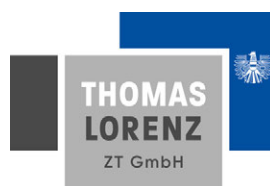


**STU
STETTIN**

PERI

**SCHERBUM
SEEBACHER**
RECHTSANWÄLTE

STRABAG
WORK ON PROGRESS



WKO **Landesinnung Bau
STEIERMARK**

EF Eichholzer
Frick



ZT
GmbH

GC
GROUP

HOLCIM

INSITU[®]
Geotechnik ZT GmbH

E
ENERGIE STEIERMARK

JÄGER

kcp
KAAN CROENBERG & PARTNER
RECHTSANWÄLTE

KPK
KANZLEI
POCHMARSKI
KOBEL

Lederer
AUF VERTRAUEN BAUEN.

Linde

MANZ

ORTNER

ponggratz baut auf

PORR



SPENER
ZIVILTECHNIKER



SW
Umwelttechnik
OSTERREICH

WKOL
Ingenieurbüros



zt:

■ Graz

■ Wien

■ Villach

■ Steinhaus



- Architektur + Hochbau
- Tragwerksplanung
- Baumanagement
- Industrie-Stahlbau
- Generalplanung
- Ingenieurbau
- Infrastruktur
- Wasser + Umwelt
- Tunnel + Geotechnik
- BIM + Digitalisierung

© Markus Kaiser, Graz
Office Park 4 - ÖBA



RS 78 - Generalplanung



A9 Überführung Wundschuh / Gradenfeld



NVD Graz Hauptbahnhof - Verkehrsplanung

Wir vereinen Expertinnen und Experten für Beratung, Planung und Baumanagement aus allen relevanten Disziplinen unter einem Dach. Wir decken den gesamten Planungs- und Ausführungsprozess von der Entwurfs- über die Einreich- und Ausführungsplanung bis hin zu Projektsteuerung, Baumanagement und Örtlicher Bauaufsicht ab. Unser Anspruch: Wir verbinden Fachexpertise, höchste Qualitätsansprüche, Kosten- und Termintreue – mit der Leidenschaft für Ihr Projekt.

Bewerbungen unter: www.ikkgroup.at/de/karriere

IKK Group GmbH

Ingenieurbüro für Hoch- und Tiefbau

Reininghausstraße 78 • A-8020 Graz

Telefon: +43 50 978 0

www.ikkgroup.at • office@ikkgroup.at

Network of Excellence

Wir bauen.

Wertbeständigkeit ist unser Fundament.



KOSTMANN

Tradition und Innovation

sind die wesentlichen Eckpfeiler unserer täglichen Arbeit. Das Streben nach hoher Qualität und der Zufriedenheit unserer Kunden haben uns zu einem der führenden Unternehmen in den Bereichen Bauwirtschaft, Gewinnung und Veredelung von Rohstoffen sowie in der Transportwirtschaft in Österreich gemacht.

Kostmann GesmbH

Burgstall 44
A-9433 St. Andrä
Tel.: +43 (0) 4358 / 2400
Fax: +43 (0) 4358 / 2440
E-Mail: kostmann@kostmann.com

■ **Erfahren** ■ **Leistungsstark** ■ **Zuverlässig**

www.kostmann.com

HABAU GROUP



the construction family

Unter dem Dach der HABAU GROUP liefern die einzelnen Unternehmen top Performance in allen Bereichen des Bauens – ob Hochbau, Tiefbau, Pipelinebau, Stahlbau und Stahlbauanlagen, Holzbau, Fertigteiltbau oder Untertagebau. Mit Fokus auf eine ganzheitliche Projektumsetzung sorgen wir für eine optimale Vernetzung aller Schnittstellen und haben dabei stets das große Ganze im Blick. Kurze Wege, Handschlagqualität und ein gelebtes Miteinander innerhalb der Gruppe machen das möglich. Qualitäten, wie man sie in einer Familie findet.

HABAUGROUP.COM

Seit über 50 Jahren – Ihr kompetenter Partner für Ingenieurleistungen



Generalplanung Hoch-/Tiefbau
 Infrastruktur
 Projektsteuerung, örtliche Bauaufsicht, begleitende Kontrolle
 Tragwerksplanung
 Umwelt

Unsere Schwerpunkte liegen für Bauprojekte in den Geschäftsfeldern Infrastruktur & Umwelt, Gesundheit & Tourismus, Forschung & Lehre sowie Handel & Industrie.

„Wir lieben unseren Job und Ihr Projekt“

Jahrzehntelange Erfahrung im gesamten Bauingenieurwesen bildet die Basis für unser umfassendes Know-how, mit dem wir als Experten hochqualifizierte Leistungen erbringen und somit Ihr Projekt mit exzellenten Ergebnissen erfolgreich umsetzen können.

Philosophie

Ingenieurleistungen erfordern ein hohes Maß an Verantwortungsbewusstsein und Integrität der Akteure. Projekterfolg ist für uns gleichbedeutend mit Zufriedenheit der Kunden und Freude am Erreichten. Nur im Team sind komplexe Aufgaben lösbar – individuelle Stärken der Akteure und Teamgeist bilden die Grundlage dieses Erfolgs.



integral Ziviltechniker GmbH
 Grabenstraße 33 A-8010 Graz
 T: +43 316 686 571-0
 F: +43 316 686 571-10

Zweigstelle Wien
 Maria-Lassnig-Straße 33 3.OG/Top 2.22 A-1100 Wien
 E: office@integral-zt.at
 www.integral-zt.at

Geschäftsführende Gesellschafter:
 DI Heinz Roßmann
 DI Christian Steininger
 DI Markus Wagner

Gesellschafter:
 DI Valentin Battisti
 DI Christoph Seiner
 DI Christoph Tschenett

**LUGITSCH
& PARTNER**

Gemeinsam hoch hinaus.



Projektmanagement
Örtliche Bauaufsicht
Statik
Geotechnik
Verkehr & Umwelt
Naturgefahren & Wasser
Siedlungswasserbau
Digitalisierung im Bauwesen

Standorte

Feldbach — Graz — Wien
Burgenland — Wels — Tirol



Kontakt

office@zt.lugitsch.at
www.zt.lugitsch.at



Heck/Allram/Andrieu
Basiswissen Bauvertrag

2022.
XX, 206 Seiten, Br.
ISBN 978-3-214-02535-9

48,00 EUR
inkl. MwSt.

Wegweiser durch das Bauvertragsrecht!

- Vertragsarten und Vergütungsregelungen
- Bauabrechnung und Rechnungslegung
- Umgang mit Mängeln und Schäden
- ÖNORM B 2110

shop.manz.at

MANZ 
175 Jahre

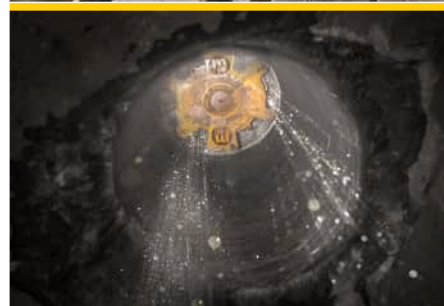


Die **Marti GmbH Österreich** ist hauptsächlich im deutschsprachigen Europa, projektspezifisch auch weltweit tätig und konzentriert sich verstärkt auf Tätigkeiten im Tunnel- und Kraftwerksbau. Der maschinelle und konventionelle Tunnelvortrieb sowie Raise-Boring und Schachtbau sind die Stärken des Unternehmens. Der Bereich der Erhaltung und Instandsetzung von Betonwerken und Tunnelsanierungen ergänzt das Leistungsspektrum. Die Zufriedenheit des Kunden ist unser oberstes Ziel.

- Tunnelbau
- Kraftwerksbau
- Raise Boring
- Tunnelabdichtung
- Schalungsbau
- Bahnbau | Feste Fahrbahn



Marti GmbH
Robert-Viertl-Strasse 2 | AT-8055 Graz
Tel. +43 316 671815-0 | office@marti.at



OSTU STETTIN



part of the family HABAU GROUP

HERGES at work



oestu-stettin.at



Harter Kern sucht starke SCHALUNG!

Schalungstechnik für jedes Bauteil und jedes Bauvorhaben. Mit höchstem Qualitätsanspruch gefertigt und damit bestens für den harten Alltag auf den Baustellen geeignet.

PERI. Schalungs- und Gerüsttechnik[er] aus Leidenschaft.

PERI

**Schalung
Gerüst
Engineering**

www.peri.at

SCHERBVUM
SEEBACHER
RECHTSANWÄLTE

BAUEN SIE AUF DEN RICHTIGEN PARTNER



scherbaum-seebacher.at

STRABAG ist die stärkste Kraft, eine bessere Zukunft zu bauen. Wir arbeiten an der Zukunft des Bauens und investieren in unsere derzeit mehr als 250 Innovations- und 400 Nachhaltigkeitsprojekte. Gemeinsam, im Schulterschluss mit starken Partner:innen, verfolgen wir ein klares Ziel: klimaneutral und ressourcenschonend planen, bauen und betreiben.

work-on-progress.strabag.com

STRABAG AG

Direktion AC – Hoch- und Verkehrswegebau Kärnten/Steiermark
 Direktion IC – Ingenieurbau Österreich West
 Maggstr. 40, 8042 Graz, Tel. +43 316 31 31-0

Direktion MT – Ingenieurbau Südosteuropa
 Donau-City-Straße 9, 1220 Wien

Work On Progress. Wir denken Bauen neu.



Thomas Lorenz ZT GmbH

www.tlorenz.at



THOMAS LORENZ ZT GmbH



PS | GP | Hochbau- & Tragwerksplanung | ÖBA



ICH BIN EIN BAUMEISTER.

»
Baumeister zu sein, heißt
Verantwortung gegenüber
Gesellschaft und Natur zu
übernehmen. Das ist
Nachhaltigkeit und diese
Herausforderung nehmen
wir an. «

Michael Stvarnik,
Baumeister und Experte
für nachhaltiges Bauen



Der Baumeister – Ihr Generalist mit einer Kompetenz fürs Bauen, wie sie sonst keiner hat. Seine umfassende Ausbildung befähigt ihn nicht nur, Bauarbeiten auszuführen, zu leiten und zu kontrollieren, sondern auch Bauwerke zu planen, Statik und Kosten zu berechnen und noch vieles mehr. Und so vielfältig wie ihre Kompetenzen sind auch die Geschichten unserer Baumeister.

Erfahren Sie mehr auf www.deinbaumeister.at



DIE KOMPETENZ
FÜRS BAUEN.

**Eichholzer
Frick**



ZT GmbH

**Generalplanung
Projektsteuerung
Örtliche Bauaufsicht
Baustellenkoordination**

Hans-Brandstetter-Gasse 25
A-8010 Graz

+43 [0] 316 47 41 72
eichholzer-frick.at

GEOCONSULT CONSULTING ENGINEERS



Mit Innovationsgeist und 50 Jahren Erfahrung bietet GEOCONSULT bereichsübergreifende Ingenieurs- und Beratungsleistungen für Infrastrukturprojekte, von Untertage- und Tunnelbauwerken über Berg- und Naturgefahrenprojekte bis hin zu Straßen- und Schieneninfrastruktur.

Unsere Experten des Bauingenieurwesens, der Geologie und der Elektrotechnik unterstützen unsere Kunden in allen Projektphasen mit individuellen und nachhaltigen Lösungen in den Bereichen

- Geotechnik
- Bemessung
- Betrieb und Instandhaltung
- Bauüberwachung und Vertragsmanagement
- Planung und Beratung
- Naturgefahren und Risikoanalysen
- Digitale Services

Geoconsult ZT GmbH

Wissenspark Salzburg Urstein ▪ Urstein Süd 13 ▪ 5412 Puch ▪ Austria
office@geoconsult.com ▪ +43 662 65965 0



www.geoconsult.com



Bezahlte Anzeige

#teamgruenewelt

Ihre Karriere als Partner einer

grünen Welt.



ENERGIE STEIERMARK

Die Energie
Steiermark sucht
neue Talente.

Jetzt bewerben unter
[e-steiermark.com/
karriere](https://e-steiermark.com/karriere)

Peter K., Projektleiter Erneuerbare Energie



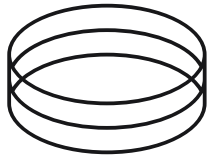
GRÜNES LEBEN BEGINNT MIT ECOPLANET

Der Bausektor spielt eine Schlüsselrolle beim Übergang zur Kreislaufwirtschaft. Wir stellen uns den Herausforderungen einer nachhaltig gebauten Zukunft. Deshalb investieren wir laufend in die Entwicklung von Materialien und Lösungen, die natürliche Ressourcen schonen und Baustoffkreisläufe schließen. Unser neuer Zement, **ECOPlanet RC CEM II/C-M (S-F) 42,5 N** ist eine Antwort auf genau diese Herausforderungen.

ECOPlanet RC ist der erste Zement in Österreich mit Betonbruch aus rückgebauten Gebäuden! Der Betonbruch wird in unserem eigenen Recyclingcenter für uns aufbereitet, in der Rohmühle fein gemahlen, mit CO₂ beaufschlagt und anschließend in der Zementproduktion eingesetzt.

www.holcim.at





INSITU®

INSITU®
Geotechnik
ZT GmbH

Dietrichsteinplatz 15/2, 8010 Graz

insitu.at



JÄGER

Wir denken
in die Tiefe.

jaegerbau.com

KAAN CRONENBERG & PARTNER RECHTSANWÄLTE

SCHWERPUNKTE

- Bau- und Bauvertragsrecht
- Begleitende Rechtsberatung von Unternehmen
- Gesellschaftsrecht/M&A
- Immobilien- und Wohnrecht
- Insolvenzrecht und Unternehmensanierung
- Versicherungsrecht
- Wasserrecht, Umwelt- und Anlagenrecht
- Wettbewerbs- und Immaterialgüterrecht
- Zivilrecht



Kalchberggasse 1 • A-8010 Graz • Telefon +43/316/830 550 • Fax +43/316/813 717 • office@kcp.at

kcp

www.kcp.at

„Uns hätte es
schon früher
gebraucht“

- Baurecht
- Schadenersatz & Gewährleistung
- Vertretung in Gerichtsverfahren & alternative Streitbeilegung
- Ausschreibungsbegleitung
- Vertragsgestaltung & Vertragsprüfung
- Rechtliche Begleitung von Bauvorhaben

Pochmarski Kober Rechtsanwälte GmbH

Hamerlinggasse 8/3. OG • A-8010 Graz
Tel +43 316 341110 Fax DW -10
office@kpk-law.at
www.kpk-law.at

KPK

KANZLEI
POCHMARSKI
KOBER

AUF VERTRAUEN BAUEN.



Bauen und Sanieren mit Regional-Mehrwert.

Ledererbau ist ein Grazer Familienunternehmen für Hochbau, Tiefbau, Altbau- und Wohnbau-Sanierung. Unsere Mitarbeiter kommen aus der Region, unsere Arbeit zeichnet sich durch Zuverlässigkeit, Termintreue und professionelle Ausführung aus. Unsere Kunden kennen und schätzen den regionalen Mehrwert unserer Arbeit. Eine Investition in die Zukunft.



Lederer-Grabner Baugesellschaft mbH
Puchstraße 162, 8055 Graz
Tel: 0 316 / 47 25 81, Fax: DW: -10
office@ledererbau.com
www.ledererbau.com

Linde
Zeitschriften



Gerald Goger | Detlef Heck | Georg Karasek |
Andreas Kletečka |
Arnold Tautschnig

Fachbeiträge | Rechtsprechung | Service

Blick aufs Ganze

Baurecht, Baubetriebswirtschaft, Baumanagement

Update für die Praxis

Rechtsprechung, öffentliches Baurecht,
Baukaufmann

Trends, Tools & Technik

Schwerpunkte, Interview, Digitalisierung,
Projektberichte



Print & Digital:

€ 267,- im Jahresabo

(Preis inkl. MwSt., zzgl. Versandkosten)
Preisänderung und Irrtum vorbehalten.

lindeverlag.at/bau-aktuell



Außergewöhnliche Menschen für innovative Leistungen

Wer an Energie und intelligente Technik denkt, denkt auch an Ortner.
Wir verbinden Tradition mit Innovation und Kontinuität mit Flexibilität.

Mit über 110 Jahren Erfahrung ist unser Familienbetrieb kompetenter und führender Lösungsanbieter im Bereich Installations- und Anlagentechnik für Gebäude, Produktion, Infrastruktur und Umwelt.

ORTNER

Gebäude- und Anlagentechnik für Heizung-Klima-Lüftung-Sanitär
Industrieanlagen und Umwelttechnik

www.ortner-anlagen.at | www.igo-ortner.at

ponggratz baut auf



Ponggratz Bau Gesellschaft m.b.H.

Zoisweg 6, 8041 Graz, Austria

T. +43.316.296622, F. +43.316.296622-330

office@ponggratz.at, www.ponggratz.at

Graz.Wien.Deutschfeistritz.Fehring



SPENER

ZIVILTECHNIKER

ZT DI Gustav SPENER
Prof DI Ulrich SPENER
BM DI Christian SPENER

HOCHBAU • INDUSTRIEBAU • STATIK • BAUPHYSIK • BRANDSCHUTZ • BAUKOORDINATION
ABWASSERENTSORGUNG • WASSERVERSORGUNG • HOCHWASSERSCHUTZ • WASSERBAU
VERKEHRSPANUNG • GEOTECHNIK • PROJEKTENTWICKLUNG • PROJEKTSTEUERUNG
VERFAHRENSBETREUUNG • PLANUNG • FÖRDERUNGEN • AUSSCHREIBUNG • BAUAUFSICHT

www.spener.at

office@spener.at

DAS KANN EINFACH NICHT KLAPPEN.

OH DOCH!

Um bei schwierigen Bauvorhaben die besten Lösungen zu finden, braucht es Erfahrung, Kompetenz, Motivation und Kreativität. Eigenschaften, die uns auszeichnen und unsere Bauherren immer ruhig schlafen lassen.

www.swietelsky.com



BAUT AUF IDEEN

SW-Stützwandsystem



Nutzen Sie unseren
SW-Stützwandkonfigurator
für Ihre Planung.

Kostenlos erhältlich
im Apple Store oder
auf Google Play.



www.sw-umwelttechnik.at

SW Umwelttechnik Österreich GmbH
Tel. +43 463 32109-100
office@sw-umwelttechnik.at

SW
Umwelttechnik
ÖSTERREICH



**WISSEN WIE'S
GELINGT.**



AUSTRIAN CONSULTANTS ASSOCIATION



European Engineering Consultancies



DIE INGENIEURBÜROS

...sind hochqualifizierte, unabhängige Spezialisten, welche sich insbesondere mit der Planung und Beratung auf den unterschiedlichsten technischen und naturwissenschaftlichen Fachgebieten befassen.

Sie sind Sachverständige und Gutachter, welche strengen Zugangsvoraussetzungen unterliegen. Auf Grund ihrer vielschichtigen Dienstleistungen sind sie sowohl für die Wirtschaft als auch für die Gesellschaft unentbehrlich.

DER FACHVERBAND

...ist die gesetzliche Interessenvertretung der aktuell knapp 7.000 Beratenden Ingenieure Österreichs innerhalb der Wirtschaftskammerorganisation.

Über die Austrian Consultants Association (ACA) - den Dachverband der Ingenieurbüros der WKÖ und der IngenieurkonsulentInnen der ZiviltechnikerInnen - ist der Fachverband Mitglied bei der *European Federation of Engineering Consultancy Associations (EFCA)* und bei der *International Federation of Consulting Engineers (FIDIC)*.



Fachverband Ingenieurbüros | Wirtschaftskammer Österreich
Schaumburgergasse 20/1 | 1040 Wien

T 05 90900 3248 | E ib@wko.at | W <https://www.ingenieurbueros.at>

zt:

Verantwortung.
Unabhängigkeit.
Qualität.

Kammer der Ziviltechniker:innen
für Steiermark und Kärnten

Ziviltechniker:innen gestalten Zukunft.



SEIT 1860

Ziviltechniker:innen arbeiten verantwortungsvoll und mit höchster Qualität für ihre Auftraggeber:innen in über 60 verschiedenen Fachbereichen. Die verpflichtende Trennung von Planung und Ausführung sowie die qualifizierte akademische Ausbildung garantieren beste Ergebnisse.

Architekt:innen und Zivilingenieur:innen beraten unabhängig, individuell und persönlich.

ZT Kammer Graz · Schönaugasse 7 · 8010 Graz
+43 316 826 344 · office@ztkammer.at · sued.zt.at

4. Symposium Agile Digitalisierung im Baubetrieb



Save the Date!

— Freitag, 27. Sept. 2024 —



Agile Digitalisierung im Baubetrieb – 1. Auflage (2021)
Grundlagen, Innovationen, Disruptionen und Best Practices

Herausgeber:

Hofstadler, Christian; Motzko, Christoph



<https://link.springer.com/book/9783658341077>



Agile Digitalisierung im Baubetrieb – 2. Auflage (2023)
Innovative Wege zur Transformation und Best Practices

Herausgeber:

Hofstadler, Christian; Motzko, Christoph



<https://link.springer.com/book/9783658432461>



Assoc.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Christian Hofstadler
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Detlef Heck
Dipl.-Ing. Dr.techn. Markus Kummer

Arbeitsbereich für Baubetrieb und Bauwirtschaft

Lessingstraße 25/II
A-8010 Graz

Tel. +43 (0) 316 873 6251

Fax: +43 (0) 316 873 6752

E-Mail: sekretariat.bbw@tugraz.at

www.bbw.tugraz.at



9 783851 259858 >

Verlag der Technischen Universität Graz
www.tugraz-verlag.at
ISBN print 978-3-85125-985-8