



kassel
university 
press

Holger Schopbach (Hrsg.)

DIE VIRTUELLE BAUSTELLE

Kompendium
für Lernende und Lehrende



Stiftung
Innovation in der
Hochschullehre

 **UKS_digi**
UNIVERSITÄRE LEHRE
NEU GESTALTEN

Holger Schopbach (Hrsg.)

DIE VIRTUELLE BAUSTELLE

Kompendium
für Lernende und Lehrende

Folgende Partner haben an der Entwicklung des Lernsystems und an der Erstellung dieser Broschüre mitgewirkt:



Universität Kassel, Fachgebiet Baubetriebswirtschaft



FLAVIA IT-Management GmbH



kommaKLAR | agentur für gestaltung

Das der vorliegenden Publikation zu Grunde liegende Projekt DiviBAU – „Die virtuelle Baustelle“ wurde im Rahmen der Förderbekanntmachung „Hochschullehre durch Digitalisierung stärken“ der Stiftung Innovation in der Hochschullehre als eines von 16 Teilprojekten im Förderprojekt „Universität Kassel digital: Universitäre Lehre neu gestalten“ gefördert.

Die Verantwortung für den Inhalt liegt bei den Autorinnen und Autoren.



Stiftung
Innovation in der
Hochschullehre



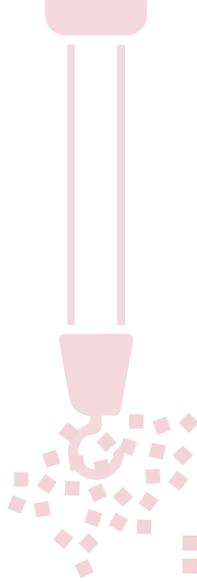
Die Vorgängerprojekte David – „Das virtuelle Digitalgebäude“ (FKZ 01PD14015D, Laufzeit 01.07.2015 bis 30.11.2017) sowie DigiBAU – „Digitales Bauberufliches Lernen und Arbeiten“ (FKZ01PA17010, Laufzeit 01.03.2018 bis 28.02.2022) wurden im Rahmen des Programms „Digitale Medien in der beruflichen Bildung“ (DIMEBB) vom Bundesministerium für Bildung und Forschung und dem Europäischen Sozialfonds gefördert.

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung





Holger Schopbach (Hrsg.)

DIE VIRTUELLE BAUSTELLE

Kompendium
für Lernende und Lehrende

Autorinnen und Autoren

Dr.-Ing. Holger Schopbach
Universität Kassel, Fachgebiet Baubetriebswirtschaft

B.Sc. Andre Sennhenn
Universität Kassel, Fachgebiet Baubetriebswirtschaft

B.Sc. Lena Carolin Schwarz
Universität Kassel, Fachgebiet Baubetriebswirtschaft

Bibliographic information published by the Deutsche Nationalbibliothek

The Deutsche Nationalbibliothek lists this publication in the Deutsche Nationalbibliografie; detailed bibliographic data are available in the Internet at <https://dnb.dnb.de>.

2024, kassel university press, Kassel

<https://kup.uni-kassel.de>

This document – excluding quotations and otherwise identified parts – is licensed under the Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0 International License (CC BY-SA 4.0: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).



Umschlaggestaltung/Satz/Layout:
kommaKLAR | agentur für gestaltung, Berlin

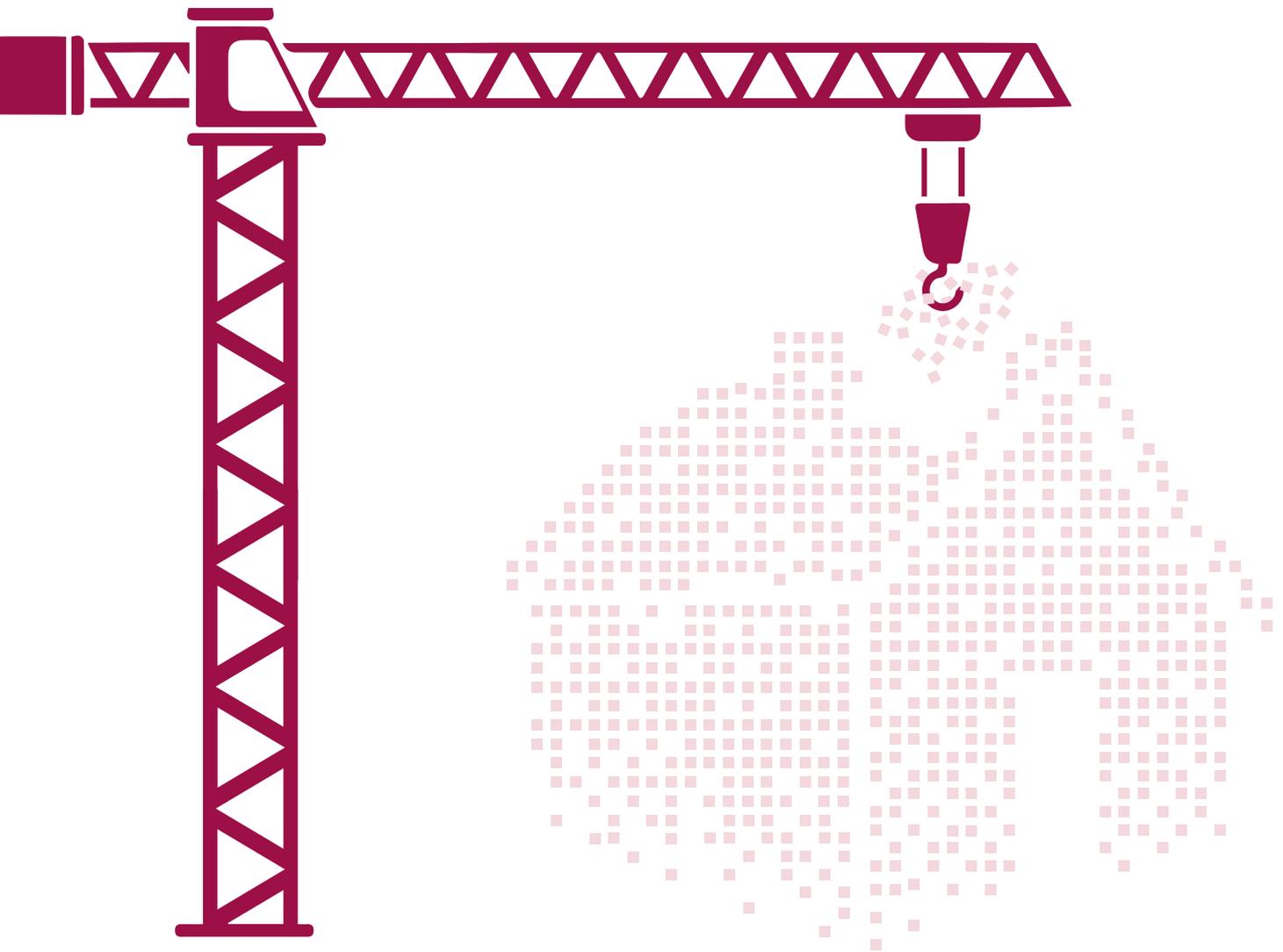
ISBN 978-3-7376-1181-7

Online veröffentlicht auf dem institutionellen Repositoryum
der Universität Kassel:

DOI 10.17170/kobra-2024052810227

<https://doi.org/10.17170/kobra-2024052810227>

Das 3D-Gebäudemodell ist online zu erreichen unter
<https://uni-kassel.de/go/divibau>



Das 3D-Gebäudemodell ist online zu erreichen unter
<https://uni-kassel.de/go/divibau>

VORWORT

Dieses Kompendium begleitet das umfangreiche digitale Lernsystem Die virtuelle Baustelle (DiviBAU). Es erläutert seinen Hintergrund und seine Entstehung und liefert didaktische Hinweise sowie Beispielaufgaben für einen effektiven Einsatz. Basierend auf dem abgeschlossenen BMBF-Projekt „Das virtuelle Digitalgebäude“ (David) stellt „Die virtuelle Baustelle“, ein Zweifamilienhaus als Baustelle in verschiedenen Fertigstellungsphasen, ausgehend von der „Grünen Wiese“ bis hin zum „Obergeschoss im Rohbauzustand“, dar. Da dieses Kompendium auf dem Förderprojekt David basiert, finden sich auf den ersten Seiten dieses Kompendiums auch Inhalte zu diesem Vorgängerprojekt. Darüber hinaus enthält das Kompendium eine Beschreibung und eine vollständige zeichnerische Dokumentation der baulichen Situation des Gebäudes, das diesem Lernsystem zugrunde liegt.

Mithilfe dieser Unterlagen können Lehrende das digitale Medium in unterschiedliche, selbst gestaltete Lernszenarien und Rahmensituationen optional oder verpflichtend einbetten. Lernende können diese Materialien zum anwendungsbezogenen Abgleich der Fachinhalte des angegliederten Wiki-Systems nutzen. Das digitale Lernsystem DiviBAU gibt ausdrücklich kein Lernszenario vor, sondern ermöglicht viele Zugänge und Lernwege. Ergänzend zur Präsenzlehre soll DiviBAU die Studierenden mit den dort bereitgestellten Informationen bei der Bearbeitung der vorlesungsbegleitenden Hausübungen sowie in Selbstlernphasen zur Wiederholung und Vertiefung des Lernstoffes unterstützen. Für das Projekt DiviBAU wurde in Anlehnung an die Baupläne des Vorgängerprojektes David ein vollständig neues 3D-Modell des aus dem David bekannten Zweifamilienhauses, welches sich auf dem Nachbargrundstück befindet, im Rohbauzustand inklusive Baustellen gelände entwickelt.

Das System ist nach wie vor vollständig online-basiert und ergänzt die bereits bestehenden Informationen des David-Projektes. Die Lernanwendung von DiviBAU bietet ein breites Spektrum von Fachinformationen zu den Kernthemen einer Baustelle. Dazu gehören beispielsweise die Einhaltung von Vertragsfristen (Termine) und der kalkulierten Baukosten (Kosten), Einrichtung der Baustelle inkl. der Geräte (Baustelleneinrichtung)

sowie Befolgung von arbeitssicherheitsrelevanten Vorschriften (Arbeitssicherheit).

Die Entwicklung und Erprobung des 3D-Gebäudemodells, des damit verbundenen Wikis und dieses begleitenden Kompendiums wurden ermöglicht durch die finanzielle Förderung der „Stiftung Innovation in der Hochschullehre“ zur Förderbekanntmachung 2020 „Hochschullehre durch Digitalisierung stärken“. Dafür danken die Projektverantwortlichen herzlich. Ebenso herzlicher Dank geht an die Teilnehmenden der Erprobungen für ihre konstruktiven Rückmeldungen.

Hinweis

In diesem Kompendium werden bei Nennung von Personenbezeichnungen weitestgehend neutrale Formulierungen verwendet. Ansonsten wird das generische Maskulinum verwendet und zugunsten einer besseren Lesbarkeit auf eine Doppelnennung beider Geschlechter verzichtet. Dennoch sollen sich sowohl männliche als auch weibliche Personen gleichermaßen angesprochen fühlen.

INHALT

Vorwort	7
Entstehung und Beteiligte bei den Vorgängerprojekten David und DigiBAU	10
Idee und Einsatzbereiche	10
Verbreitung, Pflege und Erweiterungen	10
Förderprogramm DIMEBB	10
Beteiligte	10
Das Gebäude	13
Bauweise	13
Technische Ausstattung	14
Entstehung und Beteiligte bei DiviBAU	16
Idee und Einsatzbereiche	16
Verbreitung, Pflege und Erweiterungen	16
Förderprogramm „Hochschullehre durch Digitalisierung stärken“	16
Beteiligte	17
Die Baustelle und deren Elemente	18
Das Rohbaugebäude und das Baufeld	18
Baubetriebliche Kernthemen der Baustelle	22
Das Lernsystem	24
Struktur	24
Didaktisches Konzept	26
Technische Umsetzung	26
Nutzungshinweise	28
Tastatur- und Maussteuerung im 3D-Gebäude	28
Das Wiki-System – Funktion und Navigation	30
Piktogramme	31
Zielgruppen und Nutzung	32

Beispielaufgaben**34***Arbeitssicherheit*

Aufgabe 1: Baugruben und Böschungen	35
Aufgabe 2: Baugerüste und Leitern	36
Aufgabe 3: Absturzsicherung	37
Aufgabe 4: Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordinator	38

Baustelleneinrichtung

Aufgabe 5: Gebäudeabsteckung	39
Aufgabe 6: Baustelleneinrichtungsplanung	40
Aufgabe 7: Baustellenkran	41
Aufgabe 8: Spielzeit von Baumaschinen	42
Aufgabe 9: Versorgungs- und Entsorgungseinrichtungen	43

Termine

Aufgabe 10: Aufwandswerte	44
Aufgabe 11: Arbeitszeitrichtwerte und Kolonnenstärken	45
Aufgabe 12: Bauablaufplan	46
Aufgabe 13: Netzplantechnik	47

Kosten

Aufgabe 14: Leistungsverzeichnis	48
Aufgabe 15: Kalkulation über die Angebotssumme	49
Aufgabe 16: Abrechnung nach VOB/C	50
Aufgabe 17: Kostengruppen nach DIN 276	51

Weiterführende Literatur**52****Anhang****54**

Technische Dokumentation des Gebäudes im Rohbau	54
Technische Zeichnungen	54
Baustelleneinrichtungsplan	63
Bauzeitplan	64

ENTSTEHUNG UND BETEILIGTE BEI DEN VORGÄNGERPROJEKTEN DAVID UND DIGIBAU

IDEE UND EINSATZBEREICHE

In einem dynamischen, digitalen 3D-Modell eines Zweifamilienhauses werden wesentliche Elemente, konstruktions- und ausführungsbedingte Zusammenhänge sowie häufig auftretende Schnittstellen-Probleme an Gebäuden anschaulich dargestellt. Konstruktive und gebäudetechnische Objekte verweisen per Auswahlmenü auf ein umfangreiches System von fachlichen Informationen und Dokumenten. Dabei entstehen vielfache Querbezüge, die zum entdeckenden Lernen anregen. Dieser Ansatz stellt einen lernförderlichen Bezug zwischen der komplexen und realistischen baulichen Situation und der fachlichen Systematik her. Die vorliegende Handreichung für Lehrende und Lernende schlägt Beispielaufgaben vor und gibt Nutzungshinweise.

Das Lernsystem eignet sich zur Vorbereitung und Begleitung von Lehrgängen nach dem Blended-Learning-Prinzip sowie zur Nachbereitung und zur Prüfungsvorbereitung.

VERBREITUNG, PFLEGE UND ERWEITERUNGEN

Das 3D-Gebäudemodell ist eine Online-Anwendung. Sie ist unter <https://www.bubiza.de/kompetenzzentrum/digibau.html> zu erreichen und kann kostenfrei von allen Interessierten genutzt werden. Dort stehen auch ein Einführungsvideo und ein entsprechendes Kompendium zur Verfügung. Das Kompendium kann auch über den Buchhandel bezogen oder unter <http://dx.doi.org/10.14279/depositonce-6321.2> heruntergeladen werden.

Die fachlich-technischen Informationen und Lerninhalte, auf die das 3D-Modell mit direkten Verknüpfungen verweist, befinden sich in einem Wiki-System, das ebenfalls online zur Verfügung steht. Alle digitalen und gedruckten Elemente des Lernsystems, also das 3D-Gebäudemodell, die Wiki-Plattform mit allen Inhalten sowie das Kompendium für Lernende und Lehrende sind urheberrechtlich geschützt.

FÖRDERPROGRAMM DIMEBB

Das Projekt David wurde von 2015 bis 2017 und das Projekt DigiBAU von 2018 bis 2022 gefördert im Programm „Digitale Medien in der beruflichen Bildung“ (DIMEBB) des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF). Ziel dieses Förderprogramms war es, „die Potenziale für das Lehren und Lernen mittels digitaler Medien zu heben, hierdurch die berufliche Aus- und Weiterbildung zu stärken und letztlich attraktiver zu machen“ (www.qualifizierungdigital.de/de/programm-23.php). Es sollten besonders solche digitalen Bildungsangebote entwickelt und erprobt werden, die einen großen Adressatenkreis erreichen können und moderne berufliche Lernszenarien und Unterrichtsformate ermöglichen und unterstützen (BMBF 2016, 4 f.). Das Lernen mit mobilen Endgeräten, wie es mit dem David-Lernsystem ermöglicht wird, gehörte zu diesen Ansätzen.

BETEILIGTE

An der interdisziplinären Entwicklung des David-Lernsystems waren vier institutionelle Partner mit unterschiedlichen Arbeitsschwerpunkten beteiligt. Das Bundesbildungszentrum des Zimmerer- und Ausbaugewerbes gGmbH in Kassel, das Berufsförderungswerk der Südbadischen Bauwirtschaft GmbH, das Komzet Bau Bühl und das Berufsbildungs- und Technologiezentrum Osnabrück (BTZ) der Handwerkskammer Osnabrück-Emsland-Grafschaft Bentheim waren für die fachlich-inhaltliche Entwicklung verantwortlich. Die technische Umsetzung lag bei der Weiterentwicklung in der Hand der Flavia IT-Management GmbH, und die konzeptionelle und fachdidaktische Begleitung erfolgte durch das Fachgebiet Fachdidaktik Bautechnik und Landschaftsgestaltung der Technischen Universität Berlin. Partner aus dem Kompetenznetzwerk Bau und Energie e. V. (www.komzet-netzwerk-bau.de) unterstützten den Ergebnis-Transfer und die Weiterentwicklung.

Bubiza

Das Bundesbildungszentrum des Zimmerer- und Ausbaugewerbes gGmbH Kassel (Bubiza) ist eine von bundesweit acht Bildungseinrichtungen im Zimmererhandwerk, die vom Bundesverband „Holzbau Deutschland“ wegen ihrer hohen Ausbildungsqualität anerkannt sind. Bubiza ist Kompetenzzentrum des Zimmerer- und Holzbaugewerbes nach den Richtlinien der Bundesregierung und Gründungsmitglied des bundesweiten Kompetenznetzwerks Bau und Energie e. V.

Bubiza bietet Berufsbildung in verschiedenen Formaten und für verschiedene Zielgruppen an, von der überbetrieblichen Ausbildung über spezifische Lehrgänge der Fort- und Weiterbildung bis zur Vorbereitung auf die Meisterprüfung.

Zur Arbeit gehört auch die Erstellung von Fachpublikationen, beispielsweise für den Bundesverband und für die Zentralstelle für die Weiterbildung im Handwerk (ZWH). Im Rahmen des Berufsbildungsexports wurden unter anderem Bildungsbausteine für Ägypten (gefördert durch das BMBF) und Ruanda (gefördert durch die GIZ) erstellt, erprobt und etabliert. Die Produktion und Montage von vorgefertigten Holzbauelementen zur Errichtung komplexer Holzkonstruktionen ist ein aktueller Arbeitsschwerpunkt.

Im Projekt David war das Bubiza neben der Projektleitung zuständig für die Entwicklung, Anpassung und Erprobung von Wissensbausteinen zur Gebäudehülle – Dächer, Decken und Wände aus Holz. In der Erweiterung entwickelte das Bubiza im Rahmen des Projekts DigiBAU zusätzliche Wissensbausteine zu den Themenbereichen Dachdeckungen und Dachabdichtungen, Entwurfs-, Genehmigungs- und Werkplanung sowie Absturzsicherheit.

KOMZET BAU BÜHL

Das Berufsförderungswerk der Südbadischen Bauwirtschaft GmbH bildet im Ausbildungszentrum Bühl seit über 40 Jahren Baufachleute in 15 modern ausgestatteten Werkhallen (Holzbau, Mauerwerksbau, Betonbau, Fliesenleger, Straßenbau, Putz/Trockenbau, Wärme-, Kälte-, Schall- u. Brandschutz) überbetrieblich aus. Das Kompetenzzentrum (KOMZET BAU BÜHL) hat

sein virtuelles Informations- und Planungshandbuch zum elementierten Bauen online veröffentlicht und bietet dazu Lehrgänge in hochwertig ausgestatteten Seminarräumen an. In verschiedenen Projekten wurden Online-Lernbausteine entwickelt und Telecoaches ausgebildet. Im Rahmen des Projekts DigiBAU war das KOMZET BAU BÜHL für die inhaltliche Erweiterung des David-Lernsystems um den Bereich Massivbau zuständig.

BTZ Osnabrück

Das Berufsbildungs- und Technologie Zentrum Osnabrück (BTZ) der Handwerkskammer Osnabrück-Emsland-Grafschaft Bentheim ist als Kompetenzzentrum Versorgungstechnik seitens des Bundesinstituts für Berufsbildung nach den Richtlinien der Bundesregierung anerkannt. Inhaltliche Schwerpunkte liegen in der Entwicklung, Erprobung und Durchführung von Schulungen in den Themenbereichen Elektrotechnik, Heizungs- und Sanitärtechnik, in der Gebäudeautomation sowie der Kraft-Wärme-Kopplung mit Mikro-Blockheizkraftwerken (Mikro-BHKW) auch über die Landesgrenzen hinaus. Das BTZ ist Träger der überbetrieblichen Ausbildung in 20 Gewerken. Im elektrotechnischen Handwerk und im Installateur- und Heizungsbauerhandwerk besuchen pro Jahr ca. 1.800 Auszubildende in 150 überbetrieblichen Lehrgängen die Einrichtung. In beiden Handwerken werden Weiterbildungslehrgänge sowie Meisterkurse in Teilzeitform und Vollzeitform durchgeführt.

Das BTZ Osnabrück war im Projekt David für die Entwicklung der Wissensbausteine in den Bereichen Heizungstechnik, Sanitärtechnik und Elektroinstallationstechnik zuständig, einschließlich Planung und Projektierung der Installationen im virtuellen Digitalgebäude. Die Erprobung und erforderliche Anpassungen im virtuellen Digitalgebäude und im Wiki-System sind Bestandteil der Entwicklungsaufgabe.

Universität Kassel

In der Forschung und in der Lehre werden am Institut für Bauwirtschaft alle wesentlichen Fragestellungen bearbeitet, die bei dem Betrieb einer Baustelle auftreten können. Nicht erst seit dem verstärkten Interesse der Bauwirtschaft an der Building Information Modeling (BIM)-

Technologie gehören sowohl die Bauproduktionsplanung und -steuerung durch Simulation unter Einbindung EDV-gestützter Werkzeuge als auch analytische Methoden der Verfahrensauswahl zu einem Schwerpunktbereich der wissenschaftlichen Arbeiten im Fachgebiet Bauorganisation und Bauverfahren. Das Fachgebiet wurde nach dem Ausscheiden des Fachgebietsleiters Prof. Dr.-Ing. Volkhard Franz im Jahr 2020 dem Fachgebiet Baubetriebswirtschaft zugeordnet. Die inhaltliche Weiterentwicklung der vorgenannten Themenbereiche in Forschung und Lehre wird aktuell durch den akademischen Rat Dr. Holger Schopbach fortgeführt, der am Institut für Bauwirtschaft promovierte und nachfolgend das Kompetenzzentrum für Zimmerer- und Holzbauarbeiten in Kassel mit aufgebaut und viele Jahre geleitet hat.

Das Institut für Bauwirtschaft mit seinen Fachgebieten Bauorganisation und Bauverfahren sowie Bauinformatik leistete im Verbund die technische Umsetzung und Programmierung der Grundstruktur für das ursprüngliche 3D-Modul des virtuellen Gebäudes sowie die Anbindung an das Wiki-basierte Wissenssystem. In der Erweiterung im Rahmen von DigiBAU war das Institut beratend bei der Weiterentwicklung der Inhalte eingebunden.

Technische Universität Berlin

Im Fachgebiet Fachdidaktik Bautechnik und Landschaftsgestaltung am Institut für Berufliche Bildung und Arbeitslehre der Technischen Universität Berlin unter der Leitung von Prof. Dr. Johannes Meyser liegt die Hauptaufgabe in der Lehre in der didaktischen und berufspädagogischen Ausbildung von Berufsschullehrkräften in enger Zusammenarbeit mit den fachwissenschaftlichen Bezugsdisziplinen. Forschungsschwerpunkte sind die Entwicklung, Nutzung und Evaluation von Medien in beruflichen Lernsituationen, Methoden und Strategien aktiven Lernens, Nachhaltigkeit in der beruflichen Arbeit, qualifizierungsrelevante Fragen beim energieeffizienten Bauen sowie internationale Berufsbildungszusammenarbeit. Es bestehen umfangreiche Erfahrungen in der Mediennutzung und -erstellung in der beruflichen Bildung.

Unter anderem wurde und wird die Erstellung von Materialien für die Ausbildung in Berufsschulen und in überbetrieblichen Berufsbildungsstätten der Bauwirtschaft konzeptionell unterstützt. Ferner wurden multimediale

Präsentations- und Interaktionsmedien in einer modularisierten Lernarchitektur einer Einführungsvorlesung im Verbund von fünf Universitäten entwickelt und erprobt. In zahlreichen nationalen und internationalen Projekten war und ist das Fachgebiet für didaktisch-konzeptionelle Fragen der Lernarrangement-Gestaltung und der Methodenwahl im Zusammenhang mit der Entwicklung, der Adaption und dem Einsatz digitaler Lernmedien verantwortlich.

Das Fachgebiet war zuständig für die fachdidaktische Begleitung der Entwicklung und Erprobung des digitalen Lernangebots. Verbreitung und Verwertung der Projektergebnisse wurden aus wissenschaftlicher Sicht unterstützt, insbesondere zur curricularen und organisatorischen Integration der Ergebnisse.

DAS GEBÄUDE

Dem 3D-Modell liegt die real existierende Planung eines Zweifamilienhauses in Hanglage zugrunde, die in ähnlicher Form auch im Lehrgang „Meistervorbereitung Teil 2 im Zimmerer-Handwerk“ der Zentralstelle für die Weiterbildung im Handwerk (ZWH) verwendet wird. Das Gebäude wurde vom Bundesbildungszentrum des Zimmerer- und Ausbaugewerbes modifiziert, um ein möglichst vielfältiges Spektrum an Fachinhalten abbilden zu können. Dadurch werden im Lernsystem nicht nur unterschiedliche gewerkespezifische Fachinhalte und Tätigkeiten berührt, sondern es werden auch Gewerkeschnittstellen angesprochen. Auf diese Weise wird der Blick der Lernenden neben den gewerkebezogenen Inhalten auch auf die Notwendigkeit der zentralen zeitlich-organisatorischen und technisch-fachlichen Abstimmungen im Planungs- und Bauverlauf und auf die damit verbundenen Kooperations- und Kommunikationsprozesse gerichtet (vgl. Mahrin 2017, S. 10).

Das Gebäude ist mit einer Doppelgarage und einem Haustechnikraum teilunterkellert. Die Erschließung des Kellerbereichs erfolgt über die Außentreppe. Im Erdgeschoss und im Dachgeschoss befindet sich je eine abgeschlossene Wohneinheit. Zur Vergrößerung der Wohnfläche sind im Dachgeschoss eine Schlepptgaube sowie eine größere Satteldachgaube angeordnet. Eine wesentliche Herausforderung für die technische Umsetzung einschließlich der Anbindung der Fachinhalte und der Medienbausteine wie Bilder, Videos, Animationen, Kurztexte, Aufgaben und weitere ist die Komplexität von Gebäuden als Gesamtsysteme. Daher war das David-Lernsystem in der Baukonstruktion zunächst auf Holzbauten beschränkt, ergänzt durch die Versorgungstechnik. Abb. 1 zeigt das Gebäude in einem Drahtlinienmodell.

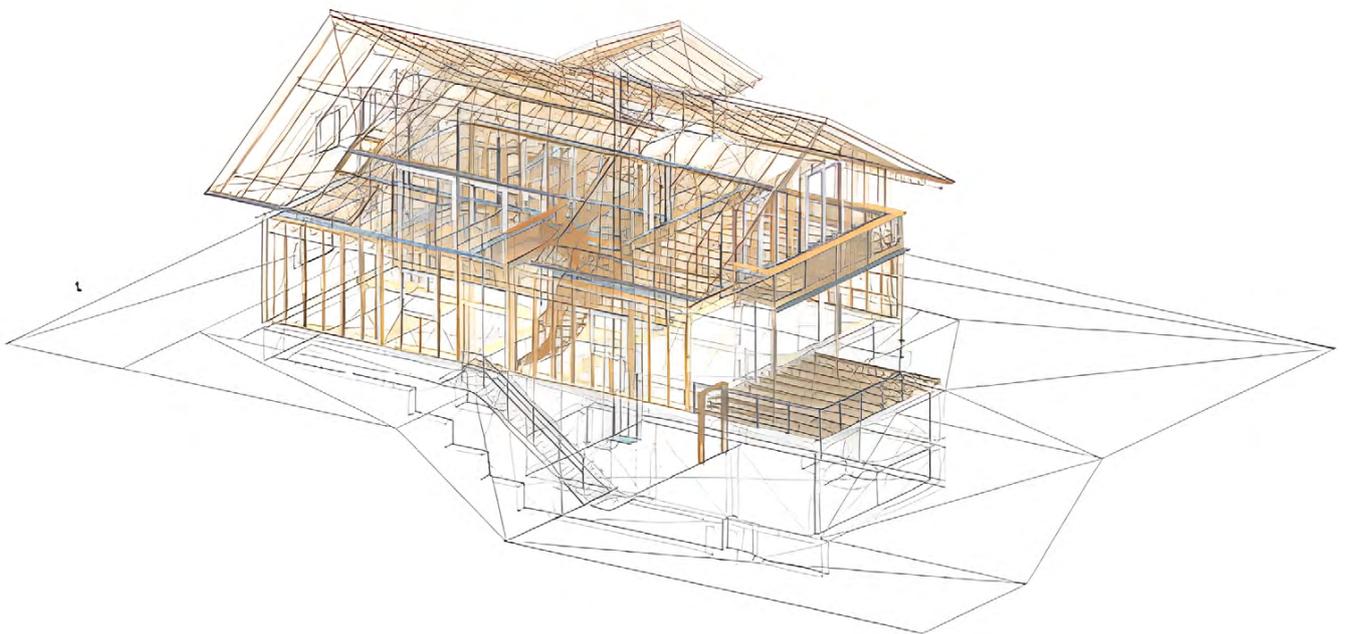


Abb. 1: Das 3D-Gebäude im Drahtlinienmodell (Grafik: Bubiza Kassel)

BAUWEISE

Die Teilunterkellerung von einer Doppelgarage und einem Haustechnikraum ist in Massivbauweise ausgeführt. Der Hauptgebäudekörper mit seinen zwei verschiedenen Nutzungseinheiten im Erd- und Dach-

geschoss wurde zunächst in Holzrahmenbauweise mit einem modernen, diffusionsoffenen Wandaufbau geplant. An der Außenseite kommt ein Wärmedämmverbundsystem aus Holzfaserdämmplatten zum Einsatz, welches im Erdgeschoss mit einer Putzfassade und im Dachgeschoss mit einer vorgehängten Holzfassade in

Form einer Boden-Deckel-Schalung versehen wurde. Das Gebäude steht auf einer massiven Bodenplatte, die im Bereich der Garagen und des Haustechnikraumes zur Kellerdecke wird. Die Geschossdecke zwischen Erd- und Dachgeschoss ist als Holzbalkendecke ausgebildet, die auf einer in der Installationsebene der Außenwände angeordneten Randbohle aufgelagert ist. Das Gebäude wurde in der weit verbreiteten Quasi-Balloon-Bauweise geplant. Die Holzbalkendecke wird in den Wohn-/Essbereichen im Erd- und Dachgeschoss sichtbar, in allen anderen Räumen als abgehangene Decke dargestellt.

Auf der Westseite des Gebäudes befinden sich zudem eine großzügige Holzterrasse sowie ein Holzbalkon, die/der aus den jeweiligen Wohn-/Essbereichen der beiden Nutzungseinheiten über Terrassen- bzw. Balkontüren betreten werden können. Die Erschließung des Gebäudes erfolgt über die Haupteingangstür des Erdgeschosses, die entweder über die zu den Garagen führende Außentreppe oder über den ebenerdig angeordneten Pflasterweg zugänglich ist. Der Zugang zur Dachgeschosswohnung erfolgt über eine Innentreppe, welche sich in dem von beiden Wohnungen separierten Treppenhaus befindet. Der vom Haustechnikraum im Kellergeschoss bis zur Decke des Dachgeschosses durchgehende Installationsschacht ermöglicht eine gebündelte Verlegung von Ver- und Entsorgungssträngen der Haustechnik zu den Übergabestellen der beiden Wohneinheiten sowie des Schornsteins/Rauchgasabzugs. Sämtliche Außenwände wurden zudem raumseitig mit einer sechs Zentimeter tiefen Installationsebene versehen, die eine bauphysikalisch unkritische Verlegung von Leitungen und Kabeln ohne Beschädigung der luftdichten Ebene ermöglicht. Die luftdichte Ebene sowie die Aussteifung der Holzrahmenwände werden durch 15 mm dicke OSB-Platten hergestellt.

TECHNISCHE AUSSTATTUNG

Die Versorgung für alle Gewerke der technischen Gebäudeausstattung (TGA) erfolgt von der Straße her über einen Vier-Sparten-Hausanschluss in den Haustechnikraum im Keller. Dort werden Gas, Trinkwasser, Elektrizität und Kommunikationsanschlüsse in das Gebäude geführt, ggf. gezählt und von dort aus weiter verteilt.

Heizung

Zur Beheizung ist das Gebäude mit einem Gas-Brennwertkessel ausgestattet. Die Wohnungen sind unterschiedlich eingerichtet: Im Erdgeschoss ist durchgängig eine Fußbodenheizung installiert, ergänzend gibt es im Bad zusätzlich einen Badheizkörper. Die Fußbodenheizkreise sind an einem Verteiler angeschlossen, der im Flur in der Wand eingebaut und über eine Revisionstür zugänglich ist. Im Obergeschoss werden Kompaktheizkörper zur Beheizung eingesetzt. Beide Heizkreise werden mit unterschiedlichen Systemtemperaturen betrieben: im Obergeschoss werden im Auslegungsfall 55° C im Vorlauf und 45° C im Rücklauf erreicht, im EG sind es 40° C / 35° C. Mischer und Zählleinrichtungen für beide Wohnungen befinden sich im Haustechnikraum.

Die Warmwasserbereitung erfolgt in einem Warmwasserspeicher mit 500 Liter Inhalt. Im unteren Bereich des Speichers befindet sich ein Wärmetauscher, der von der Solaranlage auf dem Dach versorgt wird. Liefert die Solaranlage keine Wärme, wird der obere Teil des Speichers vom Gas-Brennwertkessel nachgeheizt.

Lüftung

Beide Wohnungen sind mit unterschiedlichen Lüftungssystemen ausgestattet. Im Erdgeschoss ist eine kontrollierte Be- und Entlüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung installiert. Im WC und im Flur sind in der Decke Lüftungsgeräte und Kanäle installiert. Fortluft-Auslass und Außenluft-Ansaugung befinden sich in der Außenwand oberhalb des WC-Fensters. Die Räume Wohnen/Essen, Kind, Eltern und Gast werden mit Zuluft versorgt, in Küche, Bad und WC wird die Abluft abgesaugt. Im Lüftungsgerät wird der Abluft Wärme entzogen, mit der die Zuluft vorgewärmt wird, sodass sie mit einer Temperatur von ca. 14° C in die Räume eintritt. Die Lüftungsanlage kann in vier Stufen betrieben werden – je nachdem, wie viele Personen sich in der Wohnung befinden.

Im Obergeschoss ist eine bedarfsgeführte Abluftanlage installiert. Hier wird in den Ablufträumen Küche und Bad Luft abgesaugt. Die Zuluft strömt über bedarfsgeführte Außenluftdurchlässe in die Zulufräume, wird aber, im Gegensatz zur Anlage im Erdgeschoss, nicht vor-

gewärmt. Die Luftmengen regeln sich abhängig von der Luftfeuchtigkeit im Raum, die ein guter Indikator für die Anzahl der Personen im Raum sowie der Feuchtigkeit produzierenden Aktivitäten ist.

Sanitär

Die Wohnung im Obergeschoss ist mit einem Bad mit WC, Waschtisch, Dusche und Badewanne ausgestattet. Alle Gegenstände entsprechen dem heutigen Standard. In der Küche befindet sich neben Spüle und Spülmaschine auch die Aufstellmöglichkeit für die Waschmaschine.

In der unteren Wohnung ist eine hochwertigere Ausstattung installiert. Im Bad befindet sich eine bodenebene Komfortdusche mit Kopf- und Handbrause sowie Unterputz-Thermostataratur. Auch die Badewanne ist mit einer Unterputz-Armatur ausgestattet. Waschtisch und WC sind sowohl im Bad als auch im zusätzlichen WC-Raum vorhanden. Eine Waschmaschine kann im Bad aufgestellt werden. In der Küche sind Spüle und Spülmaschine vorgesehen.

Im Außenbereich wird eine frostsichere Außenarmatur installiert.

Die Zähleinrichtungen für das kalte Wasser befinden sich im Keller. Das warme Trinkwasser wird in der Küche im Obergeschoss gezählt. Für die untere Wohnung ergibt sich der Warmwasserverbrauch aus der Differenz des Wasserzählers im Zulauf des Warmwasserspeichers und dem Zähler für die Wohnung im Obergeschoss.

Elektro

Die Netzeinspeisung erfolgt über den Hausanschlusskasten (HAK) im Haustechnikraum, der sich im unterkellerten Bereich befindet. Dort befindet sich auch die Niederspannungshauptverteilung (NSHV) mit drei Zählern für den allgemeinen Bereich, für die Wohnungen im Erdgeschoss und im Obergeschoss, sowie deren Vorsicherungen und die Felder für die Hauskommunikation. Im Keller ist die Elektroinstallation auf Putz ausgeführt. Die Garagentorantriebe werden über zwei Taster von innen oder von außen per Fernbedienung betätigt. Die Beleuchtung im allgemein zugänglichen Flur wird

über passive Infrarotpräsenzmelder geschaltet. Im Erdgeschoss befindet sich im Flur die Unterverteilung, welche alle Fehler- und Überstromschutzeinrichtungen, sowie die Komponenten für die Bussteuerung enthält. Die Ausstattung der Wohnung entspricht der Klasse 3plus (Kennzeichnung: ***). Dementsprechend sind Steckdosen, sowie TV- und Datenanschlüsse vorhanden. In den KNX-Tastern sind Raumtemperaturregler enthalten, mit ihnen können verschiedene Lichtszenen geschaltet und auch die elektrischen Jalousien bedient werden. Weiterhin befindet sich im Erdgeschoss eine Alarmanlage und eine Videosprechanlage. Die Unterverteilung im Obergeschoss befindet sich ebenfalls dort im Flur. Sie beinhaltet lediglich alle Fehler- und Überstromschutzeinrichtungen. Die Ausstattung dieser Wohnung entspricht der Klasse 1 (Kennzeichnung: *), wonach die Anzahl der Steckdosen und TV- und Datenanschlüssen ausgelegt wurde. Die Beleuchtung wird hier auf konventionelle Weise über Schalter und Taster geschaltet. Das gesamte Gebäude ist nach der Rauchwarnmelderpflicht in den geforderten Räumen mit untereinander vernetzten Rauchwarnmeldern ausgestattet.

Weiterentwicklung in DigiBAU

Im Folgeprojekt DigiBAU wurde das Lernsystem durch die Kompetenzzentren in Kassel und Bühl so weiterentwickelt, dass es für alle gängigen Baustoffe und die verschiedensten Anwendungsbereiche eingesetzt werden kann. Die ergänzenden Themengebiete Baugrube, Gründungen, Keller (inkl. Abdichtungen), Massivdecken und -wände sowie Montage wurden bearbeitet durch das Kompetenzzentrum Bau Bühl, während die Themenbereiche Dachdeckungen, Arbeitssicherheit sowie Entwurf und Konstruktionsplanung des Gebäudes in der Verantwortung des Kompetenzzentrums des Zimmerer- und Holzbaugewerbes im Bundesbildungszentrum lagen.

ENTSTEHUNG UND BETEILIGTE BEI DIVIBAU

IDEE UND EINSATZBEREICHE

Bereits im Vorgängerprojekt David hatte das Lernsystem viele Lernende und Lehrende begeistert und wurde im Jahr 2021 mit dem hessischen BIM-Award ausgezeichnet. Bei der Anwendung von David kam mehrfach der Wunsch auf, das Gebäude in seinem Entstehungsprozess nachverfolgen zu können. Auch wenn im neu zu erstellenden Projekt DiviBAU der Fokus auf baubetrieblichen Aspekten liegen sollte, wäre es für alle Anwender doch sehr hilfreich, auch weitergehende Informationen zur Konstruktion und Technischen Gebäudeausstattung (TGA) zu erhalten. Aus diesem Grund wurden das ursprüngliche David-Projekt und die zugehörige Wiki-Datenbank um ein neu zu erstellendes Gebäude auf dem „benachbarten“ Grundstück ergänzt. Der zukünftige Nutzer hat damit die Auswahlmöglichkeit, das fertiggestellte Gebäude David zu erkunden oder auf dem Nachbargrundstück die Entstehung eines im Wesentlichen baugleichen Gebäudes nachzuverfolgen.

Diese zusätzliche Weiterentwicklung des David-Projektes geschah im Rahmen der Förderbekanntmachung „Hochschullehre durch Digitalisierung stärken“ der Stiftung Innovation in der Hochschullehre als eines von 16 Teilprojekten. DiviBAU soll überwiegend auf akademischer Ebene zum Einsatz kommen und Studierende bei der Nachbereitung der Vorlesung, Hausübungsbearbeitung und Klausurvorbereitung unterstützen. Durch die vielfach hergestellten Querbezüge zwischen den einzelnen Artikeln ist das Ziel, dass die Anwender von DiviBAU ein umfassendes Verständnis zu den angesprochenen Kernthemen erlangen. Um eine gute Veranschaulichung der virtuellen Baustelle zu realisieren und einen Bezug zur Praxis herzustellen, ist auch das umliegende Baustellengelände mit Bagger, Kran, Baucontainer etc. dargestellt.

Wie auch in David soll dieses Kompendium die Lernenden und Lehrenden im Umgang mit DiviBAU unterstützen, gibt Nutzungshinweise und schlägt Beispielaufgaben vor. Mindestens vier Beispielaufgaben für jedes der vier Kernthemen einer Baustelle sind Inhalt dieser schriftlichen Anleitung.

VERBREITUNG, PFLEGE UND ERWEITERUNGEN

Das 3D-Gebäudemodell ist eine Online-Anwendung. Sie ist unter <https://uni-kassel.de/go/divibau> zu erreichen und kann kostenfrei von allen Interessierten genutzt werden. Dort steht auch das hier vorliegende Kompendium zur Verfügung. Das Kompendium kann auch über den Buchhandel bezogen werden oder unter <https://doi.org/10.17170/kobra-2024052810227> heruntergeladen werden.

Die fachlich-technischen Informationen und Lerninhalte, auf die das 3D-Modell mit direkten Verknüpfungen verweist, befinden sich in einem Wiki-System, das ebenfalls online zur Verfügung steht. Alle digitalen und gedruckten Elemente des Lernsystems, also das 3D-Gebäudemodell, die Wiki-Plattform mit allen Inhalten sowie das Kompendium für Lernende und Lehrende sind urheberrechtlich geschützt.

FÖRDERPROGRAMM „HOCHSCHULLEHRE DURCH DIGITALISIERUNG STÄRKEN“

Im Rahmen des Förderprogramms „Hochschullehre durch Digitalisierung stärken“ der Stiftung Innovation in der Hochschullehre soll ausgehend von 16 fachlichen Teilprojekten der Fortgang der Digitalisierung der Lehre an der Universität Kassel gestärkt werden. Die Gesamtprojektkoordination dieses Verbundprojekts mit dem Titel „Universität Kassel digital: Universitäre Lehre neu gestalten (UKS_digi)“ wurde vom Servicecenter Lehre der Universität Kassel geleitet. Ausgelöst von dem durch die Corona-Pandemie gewonnenen Anstoß der Digitalisierung der Lehre an der Universität Kassel, sollen im Rahmen des Förderprogrammes innovative digitale Lehrformate aufgegriffen, (weiter-)entwickelt und langfristig in der Lehre integriert werden. DiviBAU stellt eines von 16 Teilprojekten dar und verfolgt das Ziel, die gelehrten Inhalte der verschiedenen baubetrieblichen Fachdisziplinen anhand eines Gebäudes so miteinander zu verknüpfen, sodass ergänzend zur bestehenden Präsenzlehre Selbstlernphasen, die

Hausübungsbearbeitung, die Wiederholung des Lernstoffes und eine Prüfungsvorbereitung ermöglicht werden.

BETEILIGTE

DiviBAU als ein Teilprojekt des Gesamtprojekts UKS_digi erfolgt hinsichtlich der Konzepterstellung, der Entwicklung des Inhalts im Wiki-System sowie der fachdidaktischen Begleitung am Fachgebiet Baubetriebswirtschaft im Institut für Bauwirtschaft der Universität Kassel. Eine fachbegleitende Arbeitsgruppe unterstützt die Inhaltsentwicklung bezüglich ihres Praxiswissens insbesondere zum Themenfeld der Arbeitssicherheit.

Die technische Umsetzung lag wie beim Vorgängerprojekt in der Hand der Flavia IT-Management GmbH. Das Design des DiviBAU-Logos, die Gestaltung des Layouts dieses Kompendiums erfolgte durch die Agentur kommaKLAR | agentur für gestaltung. Für die Erstellung der Piktogramme konnte, wie auch beim Vorgängerprojekt, der Designer Rainer Wendorff gewonnen werden.

Universität Kassel

In der Forschung und in der Lehre werden am Fachgebiet Baubetriebswirtschaft im Institut für Bauwirtschaft unter Leitung von Prof. Dr.-Ing. Peter Racky alle wesentlichen Fragestellungen bearbeitet, die für den technischen und wirtschaftlichen Betrieb bauspezifischer Produktions- und Unternehmenseinheiten relevant sind. Diese Inhalte verstehen sich als die Summe der Instrumente unternehmerischen Handelns, die zur Erreichung der projektbezogenen baubetrieblichen Ziele sicher beherrscht werden müssen. In der Lehre zählen hierzu vor allem die Gebiete Kostenrechnung und insbesondere Preisermittlung (Kalkulation) von Bauleistungen, Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung von Bauleistungen, Terminplanung, Projektorganisation aller Baubeteiligten sowie Bauvertragswesen. Neben der Vermittlung der Grundlagen konzentriert sich das Fachgebiet in der Lehre vertiefend auf die Bereiche prozessorientierte Abwicklung schlüsselfertiger Hochbauprojekte, Projektcontrolling, Organisation und Steuerung der Bauunternehmung sowie strate-

gische Planung. Einen besonderen Schwerpunkt der Forschungstätigkeit des Fachgebiets Baubetriebswirtschaft bildet die Analyse und Weiterentwicklung kooperationsorientierter Projektabwicklungsmodelle und Managementansätze für die deutsche Bauwirtschaft. Entsprechende Forschungsprojekte befassen sich z. B. mit der Integrierten Projektabwicklung (IPA) sowie mit Lean Construction.

Die Erstellung der Konzeptidee bis hin zur Verwirklichung von DiviBAU fand am Fachgebiet Baubetriebswirtschaft der Universität Kassel statt und wurde von Dr.-Ing. Holger Schopbach geleitet. Dieser hat am Institut für Bauwirtschaft promoviert und nachfolgend das Kompetenzzentrum für Zimmerer- und Holzbauarbeiten in Kassel mit aufgebaut und geleitet, bevor er als akademischer Rat ans Institut zurückkehrte. Dadurch war eine enge Verknüpfung an das Vorgängerprojekt David und seine Partner sichergestellt.

Fachbezogene Arbeitsgruppe

Um ein möglichst hohes Know-how einfließen zu lassen und darüber hinaus den Sachbearbeitern einen Perspektivwechsel zu ermöglichen, wurde eine fachbegleitende Arbeitsgruppe initiiert. Da gerade das Thema der Arbeitssicherheit auf Baustellen eine besondere Bedeutung hat, wurden mit Eckhard Becker, Micha Drebes sowie Jens Möller Vertreter der BG Bau mit eingebunden, die ohnedies das Thema der Arbeitssicherheit als Lehrbeauftragte der Universität Kassel zu verantworten haben. Da auf Baustellen insbesondere die Absturzprävention eine große Rolle spielt, wurde ergänzend Clemens Schneider als Obermeister der Zimmererinnung des Vogelsbergkreises sowie als Vertreter des „Runden Tisches Absturzprävention“ des Bundesverbandes Holzbau Deutschland eingeladen.

Da das Vorgängerprojekt David durch das Bundesbildungszentrum Kassel initiiert und unter dessen Federführung mit Partnern umgesetzt wurde, wurde die Leiterin des Kompetenzbereiches Petra Marpe mit eingebunden, wie auch Ralph Meyer als ehemaliger Mitarbeiter der Universität Kassel, der seinerzeit die technische Umsetzung zu verantworten hatte.

DIE BAUSTELLE UND DEREN ELEMENTE

Anhand des 3D-Modells eines Zweifamilienhauses im Rohbau-Zustand samt entsprechender Baustellenumgebung werden die wesentlichen Schritte bei der Erstellung eines Wohngebäudes und ausgewählte Baustellenelemente visuell dargestellt. Das 3D-Modell des Zweifamilienhauses entspricht weitestgehend den Grundrissen des 3D-Modells des Zweifamilienhauses im David-Projekt. Abweichend zu David hat das DiviBAU Gebäude allerdings statt zwei Gauben (Satteldach- und Schleppgaube) lediglich eine Schleppgaube und keinen Dachüberstand auf der betonierten Nutzfläche. Das DiviBAU-Gebäude ist im Gegensatz zu David um 90° gedreht.

Während im Projekt David der Fokus auf Fachinformationen zum Holzbau, zum Massivbau und der technischen Gebäudeausrüstung lag, stehen bei DiviBAU baubetriebliche Themen im Vordergrund. Möchte ein Nutzer zusätzlich ausführlichere Informationen zur Bauweise einiger Bauteile oder zum Ausbau eines Gebäudes erlangen, so ist der Weg zu dem fertigen Zweifamilienhaus David, welches auf dem benachbarten Grundstück liegt, jederzeit möglich.

Im Anhang befindet sich eine Dokumentation des Gebäudes mit Zeichnungen und Plänen im Maßstab 1:100 im DIN A4-Format.

DAS ROHBAUGEBÄUDE UND DAS BAUFELD

Angekommen auf der virtuellen Lernplattform, wird in einer Zaunöffnung an der durch einen Holzzaun abgegrenzten Grundstücksgrenze zwischen den beiden Teilprojekten gestartet. Bauschilder als Wegweiser zeigen dem Nutzer, wo welches der beiden Teilprojekte auf dem Gelände angesiedelt ist. Als Benutzer wird einem so die Wahl gelassen, DiviBAU oder David zu besuchen. Bei der Wahl für DiviBAU führt der Weg durch die Zaunöffnung rechts zur „grünen Wiese“, den Ausgangspunkt zur Simulation der Baustelle. Ein Wechsel zwischen den beiden Gebäuden durch Begehen des anderen Grundstücks durch die Zaunöffnung hindurch ist jederzeit, auch unabhängig vom Baufortschritt in DiviBAU, möglich.

Über den linksseitig angebrachten Schieberegler lässt sich der Baufortschritt anhand von fünf Hauptszenarien (grüne Wiese, Baugrube, Garage und Keller, Rohbau Erdgeschoss, Rohbau Obergeschoss) bequem per Maus steuern. Im Verlauf der Bearbeitung stellte sich heraus, dass eine Darstellung von deutlich kleinschrittigeren Zwischenständen des Bauablaufs sinnvoll wäre. So enthält der vertikale Schieberegler nach wie vor die fünf Hauptszenarien, lässt aber eine weitere Untergliederung mit insgesamt 16 Szenarien zu. Abb. 2 zeigt die Ansicht des Startfensters in der Zaunöffnung mit den Wegweisern und dem linksseitig angebrachten Schieberegler.

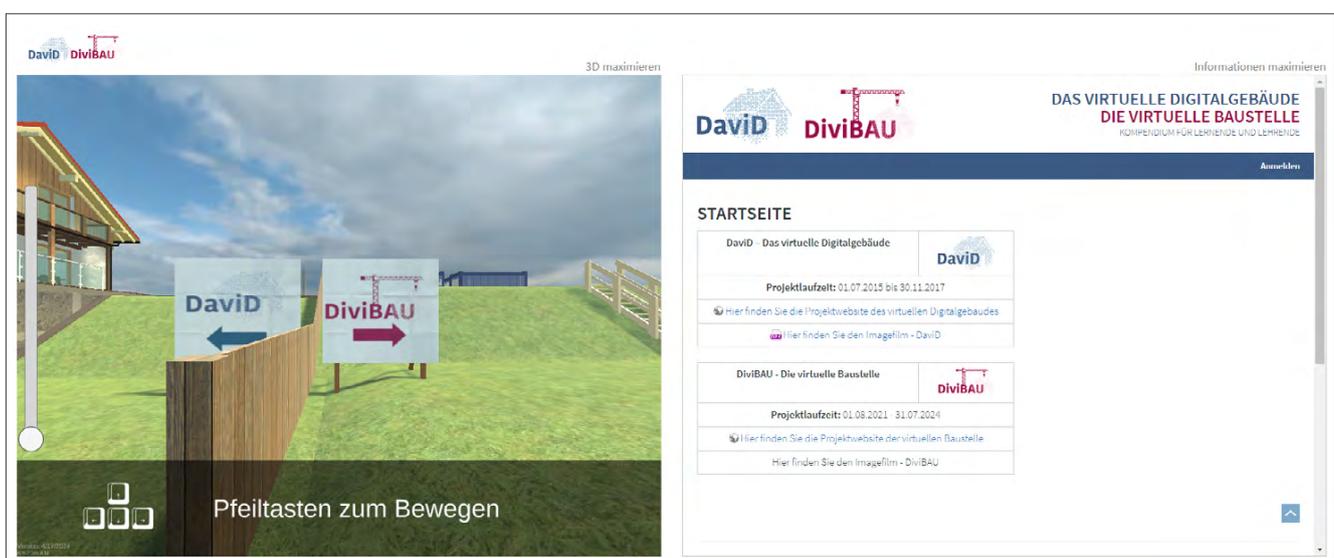


Abb. 2: Startansicht mit Wegweisern und Schieberegler der Bauphasen

Die Baustelle startet als erstes Hauptszenario auf einer „Grünen Wiese“ (siehe Abb. 3), auf der bereits die Absteckung mit Absperrband erfolgt ist und das Vorhandensein von Baucontainern, eines Baggers sowie einer Bautreppe zum Überwinden des Geländehöhenunterschiedes schon auf den baldigen Beginn einer Baustelle

hindeuten. Die vier Baucontainer, bestehend aus einem Magazin, einem Sanitärcontainer, einem Bürocontainer für die Bauleitung und einem Unterkunftscontainer für Pausen der Belegschaft, sowie die Bautreppe und die am Bau beteiligten Personen verbleiben die ganze Rohbauzeit über auf dem Baugelände bestehen.



Abb. 3: Hauptszenario „Grüne Wiese“ mit David im Hintergrund



Abb. 4: Hauptszenario „Baugrube“

Nach den Zwischenständen der Errichtung der Baustraße, dem erfolgten Aushub, Lagerung der ausgehobenen Erde auf dem Baugelände und Absteckung der Teilunterkellerung, wird das Gebäude auf Streifenfundamenten gegründet. Als Baustellengerät kommt nach dem Zwischenschritt des Aushubs statt des Baggers ein Kran samt Stromanschlusskasten hinzu. Im nächsten Hauptszenario „Baugrube“ (siehe Abb. 4) ist die Bodenplatte der Teilunterkellerung aus Stahlbeton erstellt worden. In darauffolgenden Zwischenschritten

werden die Kellerwände des teilunterkellerten Bereichs in Betonbauweise erbaut und die Deckenplatte des Kellers erstellt.

Bereits im Kellergeschoss wird für die erforderliche Absturzicherung ein Baugerüst gestellt. Nach Verfüllen der Arbeitsräume des Kellergeschosses, Gründung des Erdgeschosses für den nichtunterkellerten Bereich und Bau der restlichen Bodenplatte, ist das Hauptszenario „Garage und Keller“ (siehe Abb. 5) abgeschlossen.



Abb. 5: Hauptszenario „Garage und Keller“

Nun erfolgt in Teilschritten die Errichtung des Erdgeschosses in Mauerwerkbauweise. Wie auch im Kellergeschoss wird das Baugerüst als Absturzicherung an den Außenwänden des Erdgeschosses angebracht. Für die in Teilabschnitten erfolgte Errichtung der Stahlbeton-Deckenplatte wird zusätzlich eine Absturzicherung aus einem Holzgeländer als Seitenschutz aufgestellt.

Das Hauptszenario „Rohbau Erdgeschoss“ (siehe Abb. 6) geht durch Fertigstellung der Decke in den letzten Zwischenschritten zur Fertigstellung des Rohbaus über. Das Dachgeschoss soll in Holzrahmenbauweise erstellt sein. Zur Absicherung gegen Absturz ist ein Seitenschutznetz in der obersten Gerüstebene angebracht. Mit dem Hauptszenario „Rohbau Obergeschoss“ (siehe

Abb. 7) endet damit die Darstellung der hier gezeigten virtuellen Baustelle für die Rohbausituation.



Abb. 6: Hauptszenario „Rohbau Erdgeschoss“



Abb. 7: Hauptszenario „Rohbau Obergeschoss“

BAUBETRIEBLICHE KERNTHEMEN DER BAUSTELLE

In DiviBAU werden die zentralen Kernthemen, die beim Betrieb einer Baustelle relevant werden, im Wiki-System anhand von fachlichen Artikeln erläutert. Der Aufbau der Artikel beruht auf einer Gliederung, die sich auf vier baubetriebliche Themenfelder fokussiert. Diese Kernthemen umfassen Erläuterungen zur Arbeitssicherheit, Baustelleneinrichtungsplanung, Terminplanung und Kostenplanung. Daneben lassen sich den Wiki-Artikeln Informationen zu Bauverfahren und Konstruktionen entnehmen.

Neben allgemeinem bauteilspezifischen Wissen und der Anwendung der vier genannten Themenfelder auf verschiedene Bauteile werden zusätzlich im Bürocontainer allgemeine Informationen zum Bauprojekt in Form von Bauzeichnungen und Terminplänen sowie allgemeine Erläuterungen auf einem Bücherregal zu den einzelnen Themenbereichen präsentiert.

Im Folgenden werden diese vier genannten Bereiche erläutert, um den Nutzern von DiviBAU einen kurzen inhaltlichen Überblick über die zu erwartenden Inhalte und des Umfangs zu geben.

Arbeitssicherheit

Beim Betrieb einer Baustelle verdient das Themenfeld der Arbeitssicherheit eine besondere Beachtung. Ein großer Teil der Unfälle, die vereinzelt sogar tödlich enden, geht auf Abstürze von Bauteilen oder von Hilfsmitteln wie Leitern etc. zurück. Auf der virtuellen Baustelle werden durch Anklicken verschiedener Bauteile und Baustellenelemente wie des Arbeitsgerüsts, was mit dem Gebäude in die Höhe mitwächst, die wichtigsten Regeln des Arbeitsschutzes und die Prävention von Unfällen erläutert.

Elemente des Kernthemas Arbeitssicherheit sind zum einen die Erläuterung der verschiedenen Regeln und Richtlinien zum Arbeitsschutz (z. B. Baustellenverordnung), der bauteilspezifischen Absturzvorsorge wie beispielsweise den Absturz von der Deckenplatte ins Gebäudeinnere sowie von Gefahren, die mit der Baustelleneinrichtung einhergehen wie z. B. beim Transport

von Baumaschinen. Daneben wird auf die Gesundheitsgefährdung bei der Verwendung von Gefahrstoffen wie beispielsweise Bitumen, Epoxidharz und Flüssiggas eingegangen. Auf dem Baugelände des DiviBAU sind auch die auf Baustellen üblich anzutreffenden Personen wie Architekt, Sicherheits- und Gefahrenschutzkoordinator, der Bauleiter des bauausführenden Unternehmers, ein Arbeiter und die Bauherrenfamilie abgebildet, die alle eine gewisse arbeitsschutzrechtliche Verantwortung tragen. Durch Anklicken der jeweiligen Personen kann diese Verantwortung der einzelnen Rolle nachgelesen werden.

Bei jedem Artikel, der sich um das Thema Arbeitssicherheit dreht, ist ein offizieller BG-Baustein enthalten. Mit Klicken auf diesen Baustein öffnet sich ein externes Fenster der BG Bau-Seite. Damit wird gewährleistet, dass jederzeit aktuelle Inhalte vorliegen.

Baustelleneinrichtung

Auf dem Baugelände von DiviBAU werden ausgewählte Baustellenelemente wie Bagger, Kran, Bautreppen und Container visuell dargestellt und geben Aufschluss zur Planung und Dimensionierung der Baustelleneinrichtung. Auch die Baugrube und die Lagerfläche der Erde als Teil der Baustelleneinrichtung liefern entsprechende weiterführende Informationen. Bei der Baustelleneinrichtungsplanung werden spezifisch je nach Baustellenelement Themen wie die Dimensionierung von Baumaschinen mit Kran und Bagger, Baustellensicherung, richtige Lagerung von Baumaterialien, Baucontainerauswahl und Planung von Ver- und Entsorgungseinrichtungen mit Strom und Wasser behandelt.

So erscheint bei der Auswahl des Krans beispielsweise ein Auswahlménü zu Allgemeinen Eigenschaften, Lastaufnahmeeinrichtungen, Planung und Dimensionierung sowie Anschlag von Lasten.

Exemplarisch wurde für diese Baustelle des Mehrfamilienhauses im Rohbauzustand ein Baustelleneinrichtungsplan erstellt. Dieser ist im Bürocontainer im Buch „BE“ zu finden.

Termine

Um angeben zu können, mit welcher Bauzeit bei einem Bauprojekt zu rechnen ist, müssen die Dauern der Tätigkeiten bzw. Vorgänge einzeln bestimmt werden. Dazu werden Aufwandswerte bestimmt und die Kolonnenstärken pro Vorgang ermittelt, um mit der ermittelten Menge des Bauteils eine Dauer pro Vorgang zu berechnen. Die Vorgangsdauern werden für die Erstellung des Terminplanes, der die einzelnen Vorgänge miteinander verknüpft und in eine sinnvolle Reihenfolge gemäß dem geplanten Bauablauf bringt, benötigt. Neben Erläuterungen zu diesen Vorgehensweisen wird im Wiki-System die Netzplantechnik als Darstellungsvariante zum klassischen Terminplan erklärt. Sowohl bauteilspezifische als auch allgemeine Informationen zu der Terminplanung lassen sich aus DiviBAU entnehmen. Exemplarisch wurde für diese Baustelle des Mehrfamilienhauses im Rohbauzustand ein Terminplan erstellt. Dieser ist im Bürocontainer im Buch „Termine“ zu finden.

Kosten

Bei der Kategorie Kosten erhält der Nutzer von DiviBAU nähere Informationen zum Aufstellen eines Leistungsverzeichnisses, bauteilspezifischer Mengenermittlung und anschließender Kalkulation über die Angebotssumme. Ebenfalls Inhalt ist die Erläuterung der Vorgehensweise bei der Kostenermittlung nach DIN 276. Durch Klick auf einzelne Bauteile wie bspw. der Deckenplatte, der Wände oder der Unterzüge und Auswahl der Wiki-Kategorie „Kosten“ werden pro Bauteil exemplarisch die Berechnungen zum Thema Kosten sichtbar.

DAS LERNSYSTEM

Das DiviBAU-Lernsystem hat wie David zwei zentrale digitale Bestandteile: Ein über Maus und Tastatur steuerbares grafisch animiertes, dreidimensionales Gebäudemodell eines Zweifamilienhauses im Entstehungsprozess inklusive typischer Baustellenumgebung dient als Erkundungsraum und ein fachsystematisch gegliedertes Wiki-System liefert wie bereits bei David den Zugang zu den jeweils relevanten Lerninhalten. Abb. 8 benennt die zentralen Elemente des Lernsystems.

Das hier vorliegende Kompendium für Lernende und Lehrende ergänzt diese technischen Elemente durch verschiedene Erläuterungen, Hintergrundinformationen, didaktische Anregungen zur Nutzung, Beispielaufgaben und eine vollständige Gebäude-Dokumentation.

Das thematische Spektrum umfasst vier zentrale Kernthemen einer Baustelle und reicht von Kosten, Terminen, Baustelleneinrichtungsplanung bis hin zur Arbeitssicherheit.

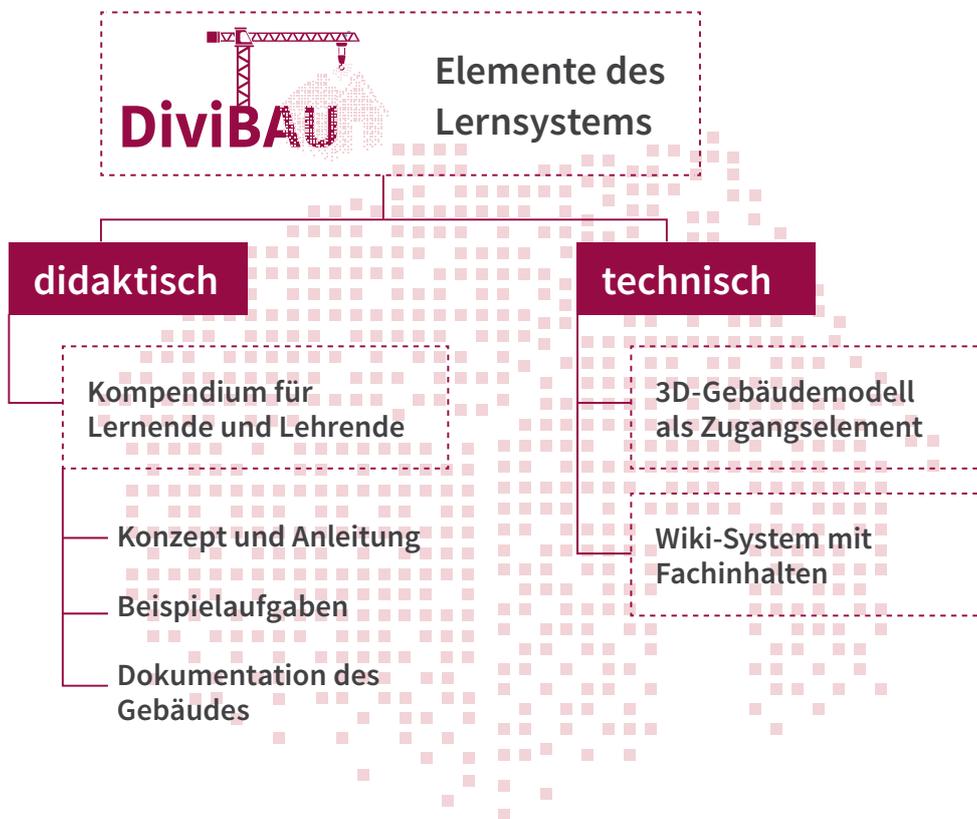


Abb. 8: Produktübersicht im Projekt DiviBAU (Grafik: kommaKLAR | agentur für gestaltung)

STRUKTUR

Das 3D-Gebäudemodell (Abb. 9 und Abb. 10) ist das konzeptionelle und didaktische Herzstück des Lernsystems. Es bildet den Ausgangspunkt des Erkundens und Lernens. Über den bereits zuvor erläuterten Schieberegler kann der Betrachter die schrittweise Entstehung des virtuellen Gebäudes inkl. der Baustellenumgebung beobachten. Beim Bedienen des Schiebereglers ist es

unerheblich, ob sich der Benutzer gerade im Gebäude oder außerhalb auf dem Baufeld befindet.

Über zwei Laufbrücken, die an zwei Seiten des Gebäudes im Erdgeschoss angeordnet sind, kann das Gebäude betreten werden. Um in das Obergeschoss zu gelangen, wird die Bautreppe benutzt. Die Verknüpfung zur Inhaltsdarstellung ist maus- und menügesteuert. Dem System liegen vollständige Konstruktionszeich-

nungen zugrunde, die im betretbaren Bürocontainer eingesehen werden können. Die Vielfalt der konstruktiven Bauteile und Baustellenelemente decken ein großes Inhaltsspektrum ab. Durch Anklicken von Objekten wie Fundamente, Wände, Gerüste, Baumaschinen wie Kran und Bagger, Baucontainer und der am Bau beteiligten Personen öffnet sich zunächst ein kontextsensitives Pop-up-Menü. Durch Auswahl entscheiden sich die An-

wender für einen Themenbereich zum angewählten Objekt. Bei einer Deckenplatte öffnen sich beispielsweise die interaktiven Felder Kosten, Termine, Arbeitssicherheit sowie Bauverfahren und Konstruktion mit jeweils vertiefenden Informationen. Ein Klick verweist auf die Fachinformationen, die mithilfe eines komfortablen Wiki-Systems bereitgestellt werden.



Abb. 9: Außenansicht des Zweifamilienhauses im fertigen Rohbauzustand



Abb. 10: Innenansicht des Zweifamilienhauses beim Rohbau des Erdgeschosses

Im Wiki werden über Untermenüs und verlinkte Begriffe die gewünschten Informationen in der gewählten Tiefe über Haupt- oder Nebenpfade (Exkurse) erreicht. Nach der in Breite und Tiefe selbstbestimmten Inhaltsrecherche im Wiki kehren die Nutzenden zurück zum Ausgangspunkt des Rundgangs im 3D-Modell, an dem zuvor ein Objekt angeklickt wurde.

DIDAKTISCHES KONZEPT

Das Projekt DiviBAU soll allen Interessierenden ein breites Verständnis zum Entstehungsprozess eines Gebäudes im Rohbauzustand mit tiefreichenden Informationen unter übergreifender Betrachtung der verschiedenen Fachdisziplinen der Bauwirtschaft liefern.

Die Lernprozesse gehen stets von der verständnisleitenden ganzheitlichen Situation aus. Das digitale Lernmedium orientiert sich jedoch immer an abgegrenzten, für Lernende überschaubaren baulichen Objekten oder Teilobjekten. Die Lernenden können ihren Fokus nach individuellem Interesse und aktuellem Lernbedarf weiter reduzieren, ohne den Bezug zum ganzen Gebäude zu verlieren, der durch den Wechsel vom Wiki-System zum 3D-Modell und umgekehrt zwangsläufig immer wieder ins Blickfeld gerät. Das didaktische Konzept setzt also mit der Strategie „vom ganzheitlichen Objekt über die Erfassung von Zusammenhängen zur Lösung von Detailproblemen“ im übertragenen Sinne auf deduktive („vom Allgemeinen zum Besonderen“) Verstehensprozesse.

Für diejenigen, die später im Beruf, aber auch im Alltag, Bezug zur Baubranche haben, bietet dieses didaktische Prinzip des selbstgesteuerten, entdeckenden Lernens eine sehr gute Möglichkeit, sich mit den relevanten Themen, die auf einer Baustelle zum gewohnten Alltag gehören, auseinanderzusetzen.

Dazu können die Lernenden durch Anklicken der Bauteile Informationen erschließen, die das Objekt an sich als Bauverfahren oder ihre Kosten oder Termine betreffen können.

Die Lernenden entscheiden selbst, welche Bereiche der Baustellenelemente oder des Rohbaus sie in welcher fachlichen Tiefe erkunden möchten. Das kann beispielsweise bezüglich einer speziellen Fragestellung zu den Bauteilkosten (z. B. Einzelkosten des Bauteils Außen-

wand) sehr in die Tiefe gehen, während es beim Thema „Absteckung“ auf der Basisebene verbleibt – oder umgekehrt.

Dieser Ansatz optionaler Lernangebote erfordert eine entsprechende Lernbereitschaft, Motivation und Kompetenz zum Umgang mit dem digitalen Medium und geeignete räumliche, technische und zeitliche Rahmenbedingungen. Diese Voraussetzungen sind bei der Zielgruppe der Studierenden in den gegebenen organisatorischen Kontexten (anleitendes Tutorium in der Universität/ Hochschule, selbstständiges Lernen und Vorbereiten auf Klausuren, Hausübungsbearbeitung etc.) üblicherweise gegeben beziehungsweise realisierbar. Wenn das digitale virtuelle Gebäude durch eine äußere Lernprozess-Führung ergänzt wird, kann es seine Wirkung am besten entfalten. Dies kann beispielsweise durch geeignete Aufgabenstellungen, durch lernleitende Arbeitsblätter, durch den vorgegebenen Rahmen eines kleinen Projekts oder durch ein vorhandenes Problem geschehen. Zahlreiche beispielhafte Aufgabenstellungen zu den wesentlichen Themenfeldern sind in diesem Kompendium im Kapitel Didaktische Hinweise und Hilfen mit Lösungsweg und skizzierten Lösungen beschrieben.

TECHNISCHE UMSETZUNG

3D-Modell

Wie auch bei DaviD bzw. DigiBAU ist für die Programmierarbeiten von DiviBAU die IT-Fachfirma Flavia aus Kassel beauftragt worden. Die als Online-Version zugängliche Oberfläche basiert auf der Game-Engine Unity. Flavia lieferte ein Produkt, welches hinsichtlich der grafischen Darstellung, der Performance, der Einfachheit der Bedienung sowie der Verknüpfung mit dem Wiki umfassend zufriedenstellend ist.

Wiki

Das ansprechend gestaltete Wiki-System (Abb. 11) erlaubt es, die Inhalte adäquat bereitzustellen und zu pflegen. Abgestimmte Grundeinstellungen sichern ein gleichbleibendes Erscheinungsbild unabhängig von dem Ersteller der Inhalte. Anwender gelangen zu

den fachsystematisch geordneten Inhalten über freie Navigation im vertrauten Browser. Weiterführende und übergeordnete Inhalte wie Hinweise auf Gesetze, Normen und Regelwerke werden über entsprechende Verweise und Links erreicht. Daneben sorgen Querverweise zu Themen aus David und DiviBAU mit weiterführenden Wiki-Artikeln für eine gute interne Vernetzung.

Da die interaktive Anwendung auch mobil nutzbar sein soll, wurde ein Wiki-System gewählt, das sowohl über eine Multi-user- als auch über eine Single-user-Version verfügt. Erstere ist für die kooperative Inhaltserstellung durch verschiedene Beteiligte nötig, Letztere für die Nutzung. Diese Voraussetzungen werden von DokuWiki erfüllt, welches unter der GNU General Public License frei nutzbar ist.

The screenshot shows a user interface for a digital building construction compendium. At the top, there is a header with the logo 'David DiviBAU' and the title 'DAS VIRTUELLE DIGITALGEBÄUDE DIE VIRTUELLE BAUSTELLE'. Below the header, there is a navigation menu with the following items: 'INHALTE', 'BERECHNUNG DER WANDFLÄCHEN', 'ÜBERMESSUNG NACH VOB', and 'ÜBERTRAGEN DER MENGEN INS LEISTUNGSVERZEICHNIS'. The main content area features a '100C' icon and several links to articles on masonry walls, such as 'Hier finden Sie allgemeine Grundlagen zum Thema "Mauerwerk"', 'Hier finden Sie allgemeine Grundlagen zum Thema "Leistungsbeschreibung von Mauerwerkswänden"', 'Hier finden Sie weitere Informationen zum Thema "Kostenermittlung nach DIN 276 - Mauerwerkswände"', 'Hier finden Sie weitere Informationen zum Thema "Kalkulation über die Angebotssumme von Mauerwerkswänden"', and 'Hier finden Sie weitere Informationen zum Thema "Terminplanung für Wände"'. Below these links, there is a section titled 'MENGENERMITTLUNG VON MAUERWERKSWÄNDEN' and 'BERECHNUNG DER WANDFLÄCHEN'. The text in this section states: 'Die Vergabe und Vertragsordnung für Bauleistungen - Mauerarbeiten (VOB/IC) sind in den Allgemeinen Technischen Vertragsbedingungen für Bauleistungen - Mauerarbeiten (DIN 18330) geregelt. Anhand dieser Regelungen wird eine Mengenermittlung durchgeführt.' At the bottom of the page, there is a technical drawing of a wall cross-section with dimensions and labels.

Abb. 11: Wiki-Ansicht für Nutzer

NUTZUNGSHINWEISE

TASTATUR- UND MAUSSTEUERUNG IM 3D-GEBÄUDE

Ausgehend von der Startansicht kann mit Hilfe der Tastatur und der Maus das Baustellengelände erkundet

werden (Abb. 12). Dabei wird mit den Richtungstasten der Tastatur die Bewegung sowohl im Außenbereich der Baustelle als auch im Innenbereich des Rohbaus gesteuert.



Abb. 12: Zugang zur Baustelle

Mithilfe des Mauszeigers werden die aktiven, anklickbaren Elemente ausgewählt. Wird beim Bewegen im Gebäude oder draußen auf dem Baufeld ein aktives Element berührt, wird der Mauszeiger zur Lupe und das Element farblich markiert, um anzuzeigen, dass dazu Informationen im Wiki-System verfügbar sind. Ein Klick mit der linken Maustaste öffnet im oberen Bildbereich ein kontextsensitives Popup-Menü.

Dort kann mit Mausclick einer der verfügbaren Themenbereiche ausgewählt werden. Anschließend öffnet sich im Wiki-System die entsprechende Inhaltsseite, wie am Beispiel des Baggers (siehe Abb. 13) exemplarisch gezeigt wird.

Im Wiki-System auf der rechten Bildschirmseite erfolgt die weitere Navigation über die Maus. Mit der Maus kann auch jederzeit wieder in den 3D-Bereich der linken Bildschirmseite gewechselt werden und der virtuelle Rundgang durch das Haus oder des umliegenden Baufeldes fortgesetzt werden. Durch Navigation mit den Pfeiltasten über die Bautreppe wird das Obergeschoss erreicht. Mit den Funktionen „3D maximieren“ und „Informationen maximieren“ jeweils rechts über den Bildbereichen wird auf die gewählte Ansicht fokussiert und die jeweils andere Ansicht ausgeblendet. Das folgende Bild (Abb. 14) zeigt eine Ansicht des 3D-Gebäudemodells, in dem die Deckenplatte beim Überfahren mit der Maus farblich markiert wird. Beim Anklicken erscheint oben wieder ein Auswahlmenü, über das wiederum die Informationen im Wiki abgerufen werden können.



Abb. 13: Ansicht des Baggers in der 3D-Ansicht und die zugehörigen Wiki-Artikel

Eine Navigationshilfe unten rechts als hinzuschaltbare Legende dient zur Orientierung auf dem Baugelände und im Haus und zeigt die aktuelle Position im 3D-Gebäudemodell an. Sie kann jederzeit mit der Leertaste ein- und ausgeblendet werden. Diese Funktion ist insbesondere im fertiggestellten David-Gebäude hilfreich, da hier ergänzend im Grundriss die verschiedenen Räume angezeigt werden.

So kann ein Erkundungsrundgang über das gesamte 3D-Baugelände bzw. den Rohbau erfolgen.

Über die ESC-Taste erfolgt von jedem Standort im 3D-Modell aus ein Rücksprung zum Startbildschirm (Grüne Wiese).



Abb. 14: Innenraumansicht im Obergeschoss des Rohbaus

DAS WIKI-SYSTEM – FUNKTION UND NAVIGATION

Für die Erstellung und Verwaltung der zu den Gebäudeobjekten und Baustellenelementen hinterlegten Informationsseiten wurde, wie bereits bei David, ein Wiki-System gewählt. Bei einem Wiki-System handelt es sich um eine Webanwendung, die in einem Browser läuft. Je nach Rechteverteilung können die Besucher der entsprechenden Seiten diese nur Lesen oder auch bearbeiten. Der Vorteil eines Wiki-Systems besteht darin, dass auf einfache Weise mehrere Autoren gleichzeitig an einer Dokumentationserstellung arbeiten können. Im Vordergrund hierbei steht nicht die Layout- und Design-Gestaltung der Webseiten, sondern die möglichst einfache Bearbeitung der Dokumenteninhalte. Abb. 15 zeigt ein Beispiel für die Darstellung einer Informationsseite im Browser.

Der Kopfbereich der Informationsseite besteht aus den David und DiviBAU-Logos (linke Seitenhälfte) und dem Titel (rechte Hälfte). Die im Wiki abgelegten Inhalte werden im Normalfall durch Auswahl des Gegenstandes im 3D-Modell aufgerufen. Alternativ gelangt man durch Anklicken eines der beiden Logos auf die Startseite des Wiki-Systems, auf der alle Seiten des Wiki-Systems aufgeteilt nach Kategorien gelistet sind.

Im Hauptbereich des Inhaltsfeldes stehen die Informationen, die von den Anwendern abgefragt werden. Im linken Teil des Hauptbereiches befindet sich die Navigationsliste mit entsprechenden Einträgen. Wird einer dieser Einträge angeklickt, so wird der Nutzer direkt ohne Scrollen zu diesem Themenbereich weitergeleitet. Durch das Anklicken auf gesetzte Verlinkungen können andere Informationsseiten und damit andere Themenbereiche erreicht werden.

The screenshot shows a web page with a header containing the logos for 'David' and 'DiviBAU' on the left, and the title 'DAS VIRTUELLE DIGITALGEBÄUDE DIE VIRTUELLE BAUSTELLE' on the right. Below the title is a sub-header 'KOMPENDIUM FÜR LERNENDE UND LEHRENDE' and a 'Anmelden' button. A navigation menu on the left lists categories: INHALTE, GRUNDLAGE, HOMOGENKLASSEN, HOMOGENBEREICHE, SPUNDWÄNDE, TRÄGERBOHLENWÄNDE (BERLINER VERBAU), and ARBEITSSICHERHEIT BEI BAUGRUBEN. The main content area is titled 'BAUGRUBEN' and includes a link to 'Kostenplanung - Baugrube'. Below this is the 'GRUNDLAGE' section, which explains that a foundation is created through earth displacement and is used for underground structures. It also notes that the slope of the foundation depends on soil conditions and load. At the bottom, a diagram shows a truck with two yellow callout boxes: one for vehicles with axle loads within StVZO limits and a total weight of up to 12t, and another for vehicles exceeding StVZO limits with a total weight of up to 40t. The truck is shown with a wheelbase of $\geq 1,00\text{ m}$ and a wheel spacing of $\geq 2,00\text{ m}$.

Abb. 15: Beispiel für die Darstellung einer Informationsseite im Wiki

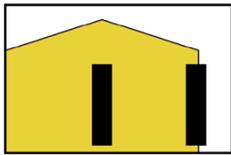
PIKTOGRAMME

In dem Wiki-System werden zur Erleichterung der Zuordnung der jeweiligen Fachinhalte Piktogramme verwendet. Zusätzlich zu den bereits in David genutzten

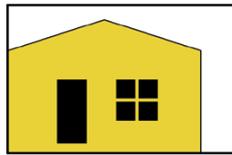
Piktogramme kommen ergänzend vier Piktogramme für die Anwendung der Themenfelder von DiviBAU hinzu. Auch die Beispielaufgaben in diesem Kompendium sind zur besseren Orientierung mit diesen Symbolen versehen:

Symbole von David

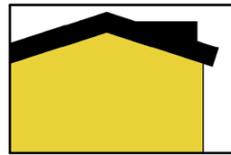
Gebäudekonstruktion



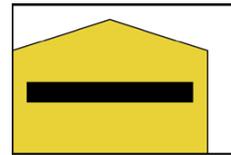
Wand



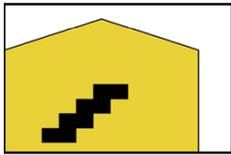
Tür und Fenster



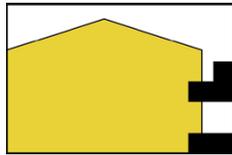
Dach und Gaube



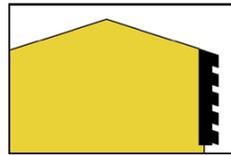
Decke und Fußboden



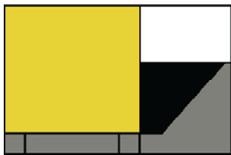
Treppe



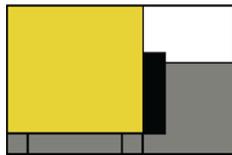
Terrasse und Balkon



Fassade und Außenwand-Bekleidungen



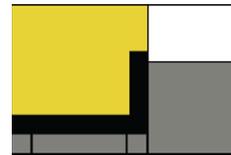
Baugrube



Bauwerksabdichtung



Gründungen



Keller

Gebäudetechnik



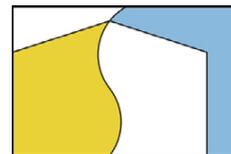
Heizung



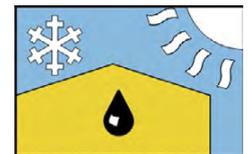
Sanitär



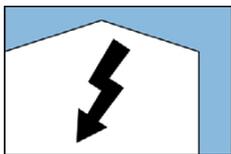
Abwasser



Schnittstelle



Bauphysik



Elektro

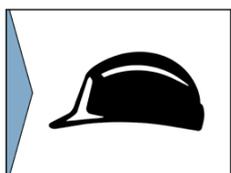


Kommunikation



Übergreifender Bereich

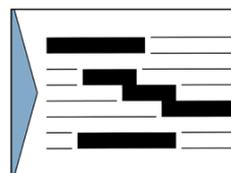
Symbole von DiviBAU



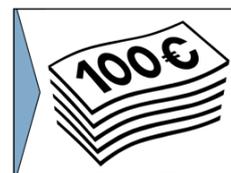
Arbeitssicherheit



Baustelleneinrichtung



Termine



Kosten

ZIELGRUPPEN UND NUTZUNG

Wie auch beim Vorgängerprojekt David ist das Medium nicht zielgruppenspezifisch angelegt und es gibt keine vorgegebenen oder empfohlenen Lernpfade. Nutzer wählen individuell die gewünschte Informationstiefe von Basis- und Überblicksinformationen bis zu detaillierten Informationen zu den Themen der Arbeitssicherheit, Baustelleneinrichtung, Termin- und Kostenplanung auf Baustellen.

Studierende des Bauingenieurwesens und fachnaher Studiengänge wie beispielsweise Umweltingenieurwesen, Wirtschaftsingenieurwesen (Fachrichtung Bauwesen) und Architektur sollen anhand der virtuellen Baustelle Zusammenhänge zwischen den angesprochenen Kernthemen erkennen und Querbezüge dazwischen herstellen können. Die virtuelle Baustelle soll die Studierenden bei Modulen zur Bauwirtschaft ergänzend zur Präsenzlehre beim Lernen unterstützen und damit zur Wiederholung der Vorlesungsinhalte, zur Hausübungsbearbeitung, in Selbstlernphasen und zur Klausurvorbereitung dienen.

Die Studierenden der Fachrichtung Bauingenieurwesen der Universität Kassel belegen im 4. Semester die Pflichtvorlesung „Grundlagen Bauwirtschaft und Baubetrieb 1“. Als Voraussetzung zur Teilnahme an der Abschlussklausur muss zuvor eine umfangreiche Hausübung als Studienleistung abgelegt werden. Anhand eines vorgegebenen Wohngebäudes müssen zunächst die Mengen ermittelt und ein Leistungsverzeichnis erstellt werden, bevor die Kalkulation über die Angebotssumme durchgeführt wird. Auch die Bauzeitplanung eines kleinen Wohnparks muss erledigt werden. Zusammen mit der Vorstellung der Hausübung wurde im Sommersemester 2024 erstmalig auch das Lernsystem DiviBAU vorgestellt. Hier können Studierende, ergänzend zur Vorlesung, alle benötigten Informationen nachlesen und die Umsetzung im Bezug zu einem konkreten Wohngebäude nachvollziehen. Aber auch für die als Lehrauftrag angebotene Vorlesung „Grundlagen der Arbeitssicherheit“ soll die virtuelle Baustelle für Selbstlernphasen, ergänzend zur Präsenzlehre, eingesetzt werden.

Auch wenn die virtuelle Baustelle für Studierende entwickelt und konzipiert wurde, kann das System aufgrund der frei wählbaren Informationstiefe auch in der beruflichen Aus- und Weiterbildung zum Einsatz kommen. Auszubildende der Bauberufe können die virtuelle

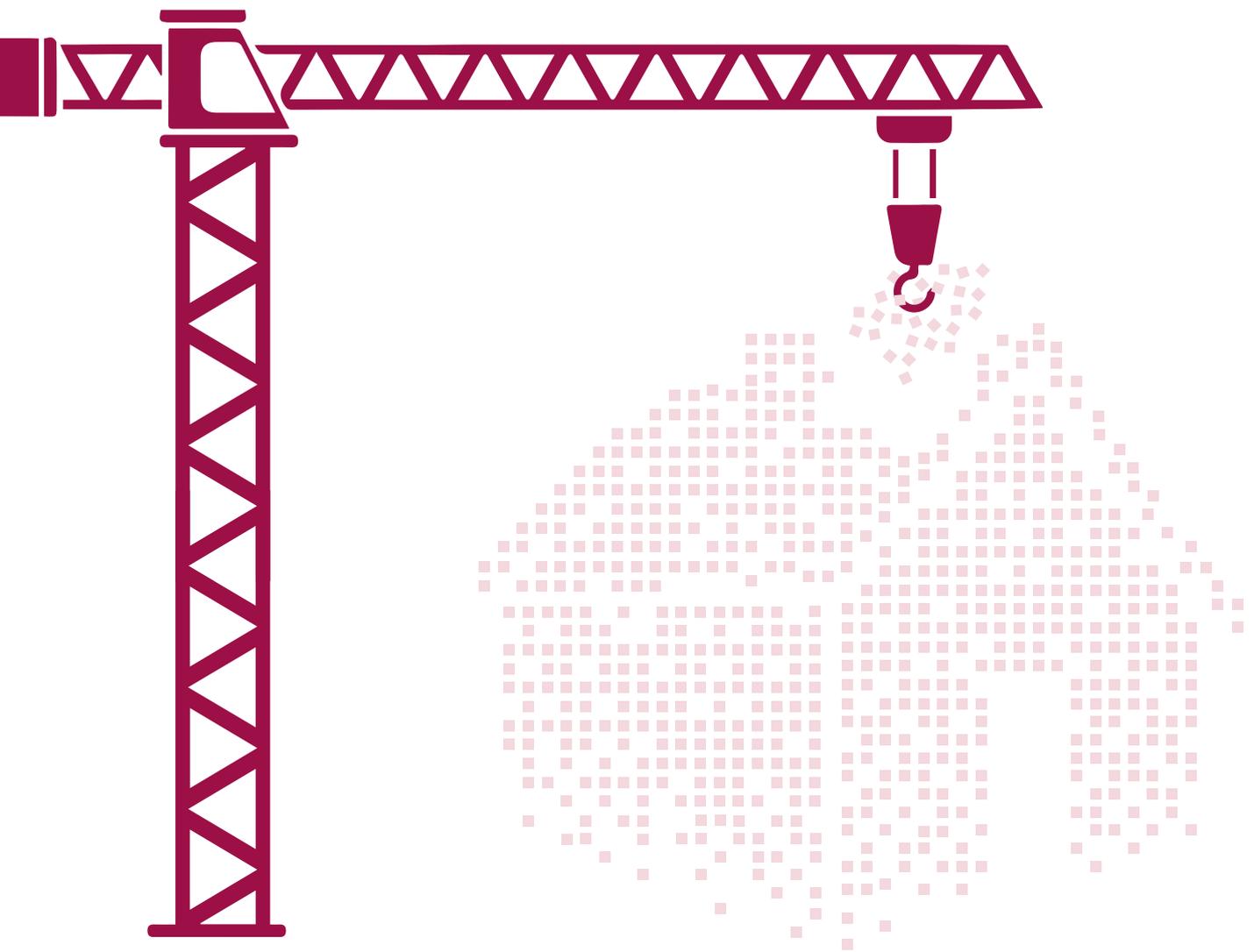
Baustelle in der betrieblichen und überbetrieblichen Ausbildung und in der Berufsschule zur Wiederholung, zur Vor- und Nachbereitung sowie zum Selbsttest nutzen. Insbesondere durch das prägnant sichtbare Gerüst und sonstige Absturzsicherungen sollen die Auszubildenden mit dem wichtigen, aber in der Praxis häufig vernachlässigten Thema Absturzprävention sensibilisiert werden. In ähnlicher Weise kann das System in Vorbereitungslehrgängen für die Meisterprüfung typischer Bauberufe eingesetzt werden.

Letztendlich können alle Personen, die mit der Planung, Errichtung und Ausrüstung von Gebäuden befasst sind, das Lern-System bedarfsorientiert und selbstgesteuert einsetzen; bis hin zu Lernende im privaten Bereich (beispielsweise Bauherren).

Das Medium bietet vielfältige Einsatzmöglichkeiten, beispielsweise in Präsenz-Vorlesungen zur Unterstützung von selbstgesteuerten Lernsituationen, zur Vor- und Nachbereitung (ggf. mit Verkürzung von Präsenzzeiten in der Universität/Hochschule), als Instrument der interesselgeleiteten individuellen Vertiefung oder Nachholung von Inhalten, zur Selbsteinschätzung und Prüfungsvorbereitung, als Begleitung des Berufsschul-Unterrichts etc., aber auch zur Präsentation und Information in Veranstaltungen und Ausstellungen.

Für Studierende des Bauingenieurwesens und fachnaher Studiengänge ist es für deren späteres Berufsleben, beispielsweise in der Funktion als Bauleiter, nötig, tiefes Verständnis über baubetriebliche Zusammenhänge zu Themen der Arbeitssicherheit, der Kosten- und Terminplanung und der Baustelleneinrichtung zu haben. Entscheidend ist dabei, die reale Baustelle als Ganzes mit ihren Kernelementen zu erfassen und daraus die baubetrieblichen Maßnahmen und Abläufe für jede Baustelle individuell abzuleiten.

Die virtuelle Baustelle kann wegen der Offenheit der Nutzung seine Wirkung am besten in geeigneten Rahmensituationen entfalten. Eine äußere Lernprozess-Führung – beispielsweise durch Aufgabenstellungen durch Lehrende, durch lernleitende Arbeitsblätter, durch den vorgegebenen Rahmen eines Beispielprojekts, durch ein vorhandenes Problem oder ähnliches – ist empfehlenswert. Die nachfolgenden Beispielaufgaben aus verschiedenen Inhaltsbereichen geben Anregungen für die Initiierung effektiver Lernprozesse mit dem DiviBAU-System.



BEISPIELAUFGABEN

Die im Folgenden beispielhaft vorgeschlagenen Aufgaben aus den verschiedenen Inhaltsbereichen können für Tests und Selbsttests eingesetzt werden und in ihrer

Struktur als Muster für die Erstellung eigener Aufgaben dienen.



ARBEITSSICHERHEIT

Aufgabe 1: Baugruben und Böschungen

Aufgabenstellung

- › Welcher Böschungswinkel beim Baugrubenaushub ist für Lehmböden zulässig, ohne dass ein Nachweis erforderlich ist?
- › Ist die Bereitstellung einer Bautreppe bzw. Bauleiter für den Zugang eines Grabens mit der Tiefe von 1,10 m Höhe notwendig?
- › Welchen Abstand muss ein Bagger mit einem Gesamtgewicht von 15 Tonnen zur Baugrube einhalten?

LÖSUNGSWEG

LÖSUNGSIHALT

1

Anklicken der Baugrube in der 3D-Anwendung und Auswahl des Wortes „Arbeitssicherheit“.

2

Auswahl der weiterführenden Wiki-Seite „Standsicherheit von Baugruben und Gräben“.

3

Anklicken des Kapitels „Böschungswinkel nach DIN 4124“. Direkt unter dieser Kapitelüberschrift werden die Informationen angezeigt.

i

Böschungswinkel Baugrube

Für Lehmböden beim Baugrubenaushub wird angegeben, dass der Neigungswinkel max. 60° betragen darf, ohne dass ein Nachweis erforderlich ist.

Darüber hinaus sind zwei weitere Böschungswinkel für andere Bodenarten angegeben.

4

Ebenfalls unter dem Kapitel „Böschungswinkel nach DIN 4124“ ist im Text nach den drei Abbildungen zur Baugrubentiefe beschrieben, was zusätzlich bei Baugruben zu beachten ist.

i

Erfordernis Zugang Baugrube

Baugruben bzw. Gräben mit einer Tiefe von über 1,25 m sind mit einer Bautreppe oder Bauleiter zugänglich zu machen. 1,10 m liegt unterhalb der Vorgabe von 1,25 m Höhe. Daher ist für diesen Graben kein Zugang in Form einer Bauleiter oder Bautreppe notwendig.

5

Sprung zur verlinkten Wiki-Seite durch Anklicken des Artikels „Baugruben Grundlagen“.
(Link direkt unterhalb der Überschrift „Standsicherheit von Baugruben und Gräben“ zu finden.)
Direkt aus der ersten Abbildung der Wiki-Seite lassen sich die Informationen zum gesuchten Abstand ablesen und auf die Beispielaufgabe anwenden.

i

Abstand Baugrube Fahrzeuge

Baugeräte bzw. Fahrzeuge mit einem Gesamtgewicht von über 12 Tonnen bis 40 Tonnen müssen einen Abstand von mindestens zwei Metern zur Oberkante der Baugrube einhalten.



ARBEITSSICHERHEIT

Aufgabe 2: Baugerüste und Leitern

Aufgabenstellung

- > Auf welche potenziellen Gefährdungen muss beim Gerüstaufbau geachtet werden?
- > Wie groß darf der horizontale Abstand der Kante der Belagfläche des Gerüsts zum Bauwerk sein, ohne dass eine innenliegende Absturzsicherung nötig wird?
- > Machen Sie sich mit den Regeln zur Verwendung der „Leiter als Arbeitsplatz“ vertraut. Wie viel Meter Überstand muss eine Anlege-, Schiebe- oder Mehrzweckleiter haben, damit sie sich zum Übersteigen eignet, wenn bauseits keine Festhaltemöglichkeiten bestehen?

LÖSUNGSWEG

LÖSUNGSMATERIAL

1

Anklicken des Gerüsts in der 3D-Anwendung und Auswahl des Themas „Arbeitssicherheit“.

2

Anklicken des weiterführenden Wiki-Artikels „Absturzgefährdung“. Auf dieser Seite werden Informationen zu Gefährdungen, die sich aus dem Gerüstaufbau ergeben können, angezeigt. Daneben werden weitere wichtige Informationen zum Gerüstaufbau präsentiert.

Anklicken der Verlinkung „DGUV Information 201-011“. Im geöffneten Informationsheft können auf der Seite 35/36 unter Abschnitt 5.4 die Informationen zum gesuchten Höchstabstand zum Gebäude entnommen werden.

i

Gefährdungen Gerüstbauarbeiten

Bei Gerüstarbeiten müssen Maßnahmen ergriffen werden, um Gefährdungen des Absturzes zu verhindern. Daneben können sich weitere Gefährdungen aus z. B. elektrischen Leitungen (Gefahr des Stromschlags), Gefahrstoffen wie Asbest (bspw. beim Herstellen von Verankerungslöchern), Witterungsverhältnissen wie starker Wind und gegenseitigem Behindern durch andere Unternehmer und deren Arbeitskräfte beim Gerüstaufbau ergeben.

Horizontaler Abstand Gerüst – Gebäude

Zwischen Bauwerk und der Kante der Belagfläche des Gerüsts darf max. 0,30 m horizontaler Abstand bestehen. Ansonsten muss ein innenliegender Seitenschutz angebracht werden. Der horizontale Abstand von 0,30 m ist auch bei Fassadenvor- oder -rücksprüngen, Balkonen etc. einzuhalten.

3

Sprung zur Wiki-Seite durch Anklicken des Artikels „Leiter als Arbeitsplatz und Verkehrsweg“. (Link direkt unterhalb der Überschrift „Absturzgefährdung bei Gerüstarbeiten“ zu finden.)

i

Leiterüberstand

Unter dem Kapitel „Generelle Regelungen“ bei der Verwendung von Leitern bei Punkt Nr. 11 wird beschrieben, dass der Überstand der Leiter mindestens einen Meter betragen soll, damit sich die Leiter zum Übersteigen eignet.



ARBEITSSICHERHEIT

Aufgabe 3: Absturzsicherung

Aufgabenstellung

Befassen Sie sich mit der Definition der Absturzkante und der Absturzhöhe im Zusammenhang mit Absturz nach Innen.

- › Nennen Sie eine technische Maßnahme gemäß TOP-Prinzip, wie ein Absturz nach außen möglichst vermieden werden kann.

LÖSUNGSWEG

LÖSUNGSINHALT

1

Anklicken der Deckenplatte in der 3D-Anwendung und Auswahl des Themas „Arbeitssicherheit“.

2

Anklicken des weiterführenden Wiki-Artikels „Absturzgefahr beim Absturz nach innen“. Auf dieser Seite sind Informationen zu Gefährdungen, die sich aus der Absturzgefahr ins Gebäudeinnere ergeben können, enthalten.

Weiterführend ist unter dem 3D-Objekt Dachstuhl „Absturzsicherheit“ beschrieben, wie bspw. Decken- oder Kehlbalken korrekt bzgl. des Arbeitsschutzes verlegt werden sollten.

i

Gefährdungen Absturz nach innen

Beim Herstellen einer Deckenplatte besteht die große Gefahr, an den Seitenbereichen ins Innere des Gebäudes abzustürzen. Werden vom Arbeitsplatz 2 m zur Absturzkante unterschritten, muss zur Absturzvermeidung innerhalb des Gefahrenbereichs z. B. Seitenschutz aufgestellt werden.

Arbeitssichere Verlegung von Balken

Eine gute, arbeitssichere Variante zur Verlegung von Balken ist mithilfe der Unterstützung des Krans und Hinzunahme von Podest- oder Plattformleitern oder von Rollgerüsten.

3

Ebenfalls unter dem Artikel „Absturzgefahr beim Absturz nach innen“ sind im Kapitel „Definition der Absturzhöhe“ mehrere Begriffe zum Thema „Absturz“ definiert.

i

Absturzkante und Absturzhöhe

Die Absturzkante ist diejenige Kante, über die die Beschäftigten abstürzen können.

Die Absturzhöhe wird als senkrechter Abstand zwischen der Standfläche der Beschäftigten an den Arbeitsplätzen und der Absturzkante bzw. den Verkehrswegen und der Aufprallfläche verstanden.

4

Anklicken des Dachstuhls und Auswahl des Wiki-Artikels „Absturzsicherung“ in der 3D-Ansicht führt auf Themenfelder, die sich mit Absturz am Dach beschäftigen.

i

Dachfanggerüst

Nach dem TOP-Prinzip zur Vermeidung von Arbeitsunfällen ist eine technische Maßnahme zur Absturzvermeidung bspw. ein Dachfanggerüst.



ARBEITSSICHERHEIT

Aufgabe 4: Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordinator

Aufgabenstellung

- › In welchen beiden Bauphasen werden Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordinatoren (SiGeKo) hauptsächlich auf Baustellen eingesetzt? Nennen Sie pro Bauphase drei Aufgaben.
- › Kann der Bauherr seine Verantwortung für die Baustelle komplett an den SiGeKo abgeben?

LÖSUNGSWEG

LÖSUNGSINHALT

1

Anklicken der Person „SiGeKo“ bei der Personengruppe in der 3D-Anwendung und Auswahl „Aufgaben des SiGeKo“.

2

Im Kapitel „Aufgaben“ werden allgemeine Aufgaben und auch solche erläutert, die speziell für unterschiedliche Bauphasen den SiGeKo betreffen.

i

Aufgaben SiGeKo

Ist ein SiGeKo auf der Baustelle gesetzlich vorgeschrieben, so kommen für den SiGeKo bereits in der Planungsphase Aufgaben zu, wie beispielsweise:

1. Identifikation von Sicherheits- und Gesundheitsrisiken und Schutzmaßnahmen zu deren Vorbeugung entwickeln
2. Mitplanung des Baustelleneinrichtungsplans
3. Beratung bei der Entwicklung von Bauausführungszeiten

Während der Ausführungsphase hat der SiGeKo bspw. folgende Aufgaben:

1. Erstellung und Fortführen des SiGe-Plans
2. Koordination des Zusammenwirkens mehrerer bauausführender Unternehmen bzgl. Sicherheit und Gesundheitsschutz
3. Durchführen von Sicherheitsbelehrungen

3

Im gleichen Wiki-Artikel am Ende der Seite wird im Kapitel „Weisungsbefugnis“ erklärt, welche Verantwortung der Bauherr und der Arbeitgeber des bauausführenden Unternehmens trotz Beauftragung eines SiGeKo noch haben.

i

Weisungsbefugnis

Der SiGeKo hat per se keine Weisungsbefugnis, sondern lediglich eine beratende bzw. unterstützende Funktion.

Damit der SiGeKo bei Verstößen gegen den von ihm erstellten SiGe-Plan aktiv handeln kann, muss ihm vom Bauherrn entsprechende Weisungsbefugnis erteilt werden. Verantwortung für die Einhaltung der Arbeitssicherheit hat zudem immer noch der Arbeitgeber der jeweiligen bauausführenden Unternehmen.

Auch wenn der Bauherr dem SiGeKo die komplette Weisungsbefugnis bzgl. der Arbeitssicherheit auf der Baustelle erteilt hat, bleibt die Gesamtverantwortung beim Bauherrn.



BAUSTELLENEINRICHTUNG

Aufgabe 5: Gebäudeabsteckung

Aufgabenstellung

- › Was ist eine Gebäudeabsteckung und wie wird das Protokoll, das nach erfolgter Absteckung der Bauherr und der Architekt bzw. die Baufirma bekommen, genannt?
- › Wer führt die Gebäudeabsteckung durch?
- › Was sind typische Vermarkungen im Rahmen der Feinabsteckung?
- › Mithilfe von welchem Gerät erfolgt die Einmessung?

LÖSUNGSWEG

LÖSUNGSINHALT

1

Anklicken der Außenwand des Erdgeschosses in der 3D-Anwendung (sichtbar in 3. Stufe des Schiebereglers) und Wahl der Wiki-Seite „Gebäudeabsteckung“ mit dem Artikel „Absteckung von Gebäuden“.

2

Anklicken des verlinkten Artikels „Absteckung – Allgemeine Grundlagen“. Im Artikel werden die gewünschten Informationen zur Lösung der Aufgabe präsentiert. Bereits im ersten Satz wird beschrieben, was Absteckung bedeutet. Im zweiten Absatz unterhalb der Abbildung ist die nächste Information für die Beantwortung der Teilfrage enthalten.

i

Bedeutung

Absteckung bedeutet im Allgemeinen die „Übertragung einer Planung in die Örtlichkeit“.

Absteckungsriß

Das Protokoll, welches nach vorangegangener Absteckung angefertigt wird, wird Absteckungsriß genannt. Dieses wird dem Bauherrn und dem Architekten bzw. der Baufirma übergeben und enthält die Achsen des Gebäudes und dessen Maße.

3

Zurück zum vorherigen Artikel „Absteckung von Gebäuden“. Um dahin zu gelangen, wird der verlinkte Artikel „Gebäudeabsteckung“ angeklickt. Informationen zur für die Absteckung beauftragte Person sind hier enthalten.

i

Beauftragte Person

In der Regel erfolgt die Gebäudeabsteckung durch einen Sachverständigen für Vermessung.

4

Durch Scrollen werden weitere Informationen zur Absteckung aufgezeigt. Unter dem Kapitel „Feinabsteckung“ wird unter anderem beschrieben, welche typischen Vermarkungen zum Einsatz kommen.

i

Vermarkungen

Mithilfe von Vermarkungen werden Vermessungspunkte sichtbar gemacht. Typische Vertreter von Vermarkungen sind Pfähle mit Nägeln, Rohre oder Bolzen.

5

Im gleichen Absatz, in dem die Vermarkungen erläutert werden, wird auch das Gerät für die Einmessung genannt.

i

Tachymeter

Die Einmessung wird aufgrund hoher Genauigkeitsanforderungen mithilfe von einem Tachymeter vorgenommen.



BAUSTELLENEINRICHTUNG

Aufgabe 6: Baustelleneinrichtungsplanung

Aufgabenstellung

- › Von welchen Faktoren hängt die Dimensionierung der Baustelleneinrichtung ab?
- › Welche Baustelleneinrichtungs-Elemente sollten möglichst innerhalb, welche außerhalb des Kranschwenkbereichs angeordnet sein?

LÖSUNGSWEG

LÖSUNGSINHALT

1

Anklicken des Bürocontainers in der 3D-Anwendung und Auswahl der Wiki-Seite „Allgemeines zur Baustelleneinrichtung“.

2

Unter der Überschrift „Einfluss auf die Baustelleneinrichtung“ sind die Faktoren für die Dimensionierung der BE aufgezählt.

i

Faktoren Dimensionierung Baustelleneinrichtung

Faktoren für die Dimensionierung einer BE sind:

1. Größe und Art des Bauprojektes und des gewählten Bauverfahrens
2. Mengen und Gewicht der einzubauenden Baustoffe
3. Bauzeit und Ausführungsdauer
4. Zu bebauendes Grundstück und dessen Geländeform
5. Witterungseinflüsse vor Ort
6. Innerbetriebliche Einflüsse
7. Gesetzliche Einflüsse (Umweltschutzauflagen, Arbeitsstättenverordnung, Arbeitsbestimmungen etc.)

3

Der Bürocontainer wird betreten und im Bücherregal das Buch „Baustelleneinrichtung“ angeklickt.

Unter der Überschrift „Beachtung von Anforderungen an Baustelleneinrichtungselementen“ sind in einer Tabelle die Informationen zur Anordnung der BE-Elemente zusammengestellt.

i

Baustelleneinrichtungselemente und Kranschwenkbereich

Aus der Tabelle im Wiki-Artikel kann herausgelesen werden, dass die Lagerplätze und der Entladepunkt für Liefermaterialien an der Baustraße möglichst innerhalb des Kranschwenkbereichs liegen sollen. Ebenso sollten alle Bereiche des Bauwerks vom Kran erreicht werden. Aus Schutz vor herabfallenden Gegenständen sollte sich der Bürocontainer als erste Anlaufstelle von Baustellenbesuchern sowie der Unterkunftscontainer für Pausen der Belegschaft und der Sanitärcontainer möglichst außerhalb des Kranschwenkbereichs befinden.



BAUSTELLENEINRICHTUNG

Aufgabe 7: Baustellenkran

Aufgabenstellung

- › Welchen Abstand muss der Kran aus Sicherheitsgründen zu geböschten Baugruben, welchen zu solchen mit Normverbau einhalten?
- › Welcher Sicherheitsabstand muss der Kran zu Freileitungen haben, wenn die Leitung eine max. Spannung von 110 kV bis 220 kV aufweist?

LÖSUNGSWEG

LÖSUNGSINHALT

1

Anklicken des Krans in der 3D-Anwendung und Auswahl der Wiki-Seite „Allgemeine Eigenschaften“.

2

Anhand der nachfolgenden Tabelle werden die Unterscheidungsmerkmale eines Turmdrehkrans beschrieben.

i

Merkmale Auslegerdrehkran

Der auf der Baustelle dargestellte Auslegerdrehkran wird anhand folgender Merkmale spezifiziert:

1. Standortmobilität: Stationäre Krane
2. Bauart: Untendreher
3. Turmbauart: klappbarer Turm
4. Auslegerart: Laufkatzausleger
5. Lastabtragung: freistehender Kran

3

Klicken Sie auf den verlinkten Artikel „Planung und Dimensionierung von Kranen“. Dort unter der Überschrift „Sicherheitsabstände“ in der Tabelle „Sicherheitsabstand bei Baugruben mit Normverbau“ sind die einzuhaltenden Sicherheitsabstände notiert.

i

Sicherheitsabstand Baugrube – Kran

Der einzuhaltende Sicherheitsabstand ist abhängig von der Baugrubenart und vom Gesamtgewicht des Krans. Als Maß gilt der Abstand von der Außenkante des Kranes bis zum Baugrubenrand.

1. Bis 12 Tonnen Gesamtgewicht:
 - Bei geböschten Baugruben/ Gräben mindestens 1,0 Meter;
 - bei Normverbau mindestens 0,6 Meter
2. Über 12 Tonnen Gesamtgewicht:
 - Bei geböschten Baugruben/ Gräben mindestens 2,0 Meter;
 - bei Normverbau mindestens 1,0 Meter

4

Im Artikel unter der Überschrift „Sicherheitsabstände“ in der Tabelle „Sicherheitsabstände bei geböschten Baugruben und Gräben“ sind die einzuhaltenden Sicherheitsabstände des Krans zu Freileitungen notiert.

i

Sicherheitsabstand Baugrube – Freileitungen

Aus der Tabelle kann abgelesen werden, dass bei einer Spannung von 110 kV bis 220 kV mindestens 4 Meter Abstand zu Freileitungen eingehalten werden müssen.



BAUSTELLENEINRICHTUNG

Aufgabe 8: Spielzeit von Baumaschinen

Aufgabenstellung

- › Nennen Sie drei typische Baumaschinen, die eine Spielzeit haben und führen Sie drei Faktoren auf, von denen die Spielzeit abhängt.
- › Was ist der Unterschied von „In Intervallen arbeitenden Maschinen“ zu „Kontinuierlich arbeitenden Maschinen“ und wie wird bei „Kontinuierlich arbeitenden Maschinen“ die Leistung ermittelt?

LÖSUNGSWEG

LÖSUNGSINHALT

1

Anklicken des Baggers (sichtbar in Stufe 1 und 2 des Schiebereglers) in der 3D-Anwendung und Auswahl der Wiki-Seite „Leistungsberechnung von Baumaschinen“.

2

Unter der Überschrift „In Intervallen arbeitende Maschinen“ wird angegeben, welche Maschinen eine Spielzeit besitzen und von welchen Faktoren diese Spielzeit abhängt.

i

In Intervallen arbeitende Maschinen

Aus der Beschreibung geht hervor, dass Baumaschinen, die Intervallen arbeiten, eine Spielzeit besitzen. Dazu zählen:

1. Krane
2. Bagger
3. Mischanlagen

Faktoren

Die Spielzeit von Baumaschinen ist u. a. abhängig von folgenden Faktoren:

1. Bodenbeschaffenheit
2. Notwendige Tiefe
3. Transportweg
4. Platzverhältnisse

3

Unter dem Kapitel „Kontinuierlich arbeitenden Maschinen“ sind die wichtigsten Informationen aufgeführt, um diese Frage zu beantworten.

i

Kontinuierlich arbeitende Maschinen

Im Gegensatz zu „In Intervallen arbeitenden Maschinen“ haben „Kontinuierlich arbeitenden Maschinen“ keine Spielzeit, sondern arbeiten konstant mit einer bestimmten Leistung. Neben der Grundleistung Q_B (theoretische Leistung ohne leistungsmindernde Einflüsse) wird die Nutzleistung Q_A (Berücksichtigung von leistungsbeeinflussenden Größen) benötigt, um die Leistung der Baumaschine wie z. B. einer Pumpe, eines Förderbandes oder Straßenfertigers zu ermitteln.

Die Formeln für die Leistungsberechnung von „kontinuierlich arbeitenden Maschinen“ lauten:

$$\text{Grundleistung } Q_B = A \cdot v \cdot f_i$$

mit: A = theoretischer Förderquerschnitt [m^2],

V = Fördergeschwindigkeit [m/sec], f_i = Einsatzfaktoren.

$$\text{Nutzleistung } Q_A = Q_B \cdot f_E$$

mit: f_E = Nutzungsleistungsfaktor



BAUSTELLENEINRICHTUNG

Aufgabe 9: Versorgungs- und Entsorgungseinrichtungen

Aufgabenstellung

- › Von welchen Faktoren ist der Leitungsquerschnitt einer Stromleitung zur Stromversorgung auf der Baustelle abhängig?
- › Wofür wird auf einer Baustelle Wasser benötigt?

LÖSUNGSWEG

LÖSUNGSINHALT

1

Anklicken des Stromanschlusskastens in der 3D-Anwendung und Auswahl der Wiki-Seite „Planung und Dimensionierung“.

2

Im Kapitel „Stromversorgung“ unter der Überschrift „Berechnung einer Stromversorgungsleitung“ werden die Faktoren genannt, die in die Berechnung des erforderlichen Leitungsquerschnitts einfließen.

i

Erforderlicher Leitungsquerschnitt Strom

Der Leitungsquerschnitt hängt von folgenden Faktoren ab:

1. Leitungslänge l [m]
2. Material (Leitfähigkeit χ) des Kabels [$m/\Omega \cdot mm^2$]
3. Stromanschlussleistung P (Strombedarf der Baustelle) [W]
4. Spannung U in der Leitung [V]
5. Spannungsverlust u [V]

3

Unter der Überschrift „Wasserversorgung“ des Wiki-Artikels ist aufgeführt, wo Wasserverbrauch auf einer Baustelle anfällt. Alternativ kann der Sanitärcontainer angeklickt werden. Unter dem Wiki-Artikel „Planung und Dimensionierung“ sind unter der Überschrift „Berechnung der Wasserversorgung auf Baustellen“ analog Informationen zum Wasserbedarf zu finden.

i

Wasserverbrauch auf Baustellen

Beim Wasserverbrauch auf Baustellen wird zwischen dem Verbrauch von Trinkwasser und Brauchwasser unterschieden. Trinkwasser wird für die Versorgung von Sanitäranlagen, Pausenräumen und Unterkunftscontainern benötigt. Brauchwasser hingegen nimmt meist den größeren Anteil des Wasserverbrauchs ein und wird beispielsweise für Gerätereinigung, als Anmachwasser für Estrich, Nachbehandlung von Frischbeton sowie Anfeuchten von Böden etc. verwendet.



TERMINE

Aufgabe 10: Aufwandswerte

Aufgabenstellung

- › Was sagt der Aufwandswert eines Bauteils aus?
- › Wie hoch sind übliche Aufwandswerte bei Unterzugsarbeiten und aus wie vielen Personen besteht dabei eine Arbeitskolonne?

LÖSUNGSWEG

LÖSUNGSINHALT

1

Anklicken eines beliebigen Bauteils (außer Dachkonstruktion) in der 3D-Anwendung und Auswahl der Wiki-Seite „Termine“.

2

Unter dem Wiki Artikel „Ermittlung von Aufwandswerten“ und dort unter der Überschrift „Leistung“ erhält der Anwender bzw. Nutzer Informationen zu verschiedenen Begriffen zur Leistung von allgemeinen Arbeiten.

i

Aufwandswert

Der Aufwandswert als ein Zahlenwert gibt den Aufwand an Arbeitszeit je Leistungseinheit an und bezieht sich immer auf nur eine Person.

3

Unter der Wiki-Seite „Termine“ (bei Bauteil „Unterzug“ (Bauteil befindet sich bspw. in der Garage)) folgt in allgemeiner Form sowie speziell am Beispiel des Unterzugs eine Übersicht zur Vorgehensweise zur Ermittlung der Aufwandswerte und Festlegung der Kolonnenstärke.

i

Aufwandswert und Kolonnenstärke Unterzug

Für die Berechnung der Dauer pro Vorgang werden u. a. die Größen „Aufwandswert“ und „Kolonnenstärke“ benötigt.

Als üblichen Aufwandswert kann von einem Wert von zwei Arbeitsstunden pro Einheit für Unterzüge ausgegangen werden.

Bei Unterzügen, die bspw. als Fertigteil eingebaut werden, sind typische Kolonnenstärken zwei Arbeitskräfte. Wird der Unterzug auf der Baustelle geschalt, bewehrt und betoniert, werden bis zu drei Arbeitskräfte notwendig.



TERMINE

Aufgabe 11: Arbeitszeitrichtwerte und Kolonnenstärken

Aufgabenstellung

- › Auf welche innerbetrieblichen Quellen greifen Bauunternehmen oftmals zurück, um zur Kalkulation der Dauer von Arbeitsabläufen an Arbeitszeitrichtwerte zu gelangen?
- › Von welchen Faktoren hängt die Festlegung der Kolonnenstärke ab?

LÖSUNGSWEG

LÖSUNGSINHALT

1

Anklicken eines beliebigen Bauteils (außer Dachkonstruktion) in der 3D-Anwendung und Auswahl der Wiki-Seite „Termine“.

2

Es folgt ein Überblick über die allgemeine Vorgehensweise bei der Ermittlung der Aufwandswerte und daraus Ableitung der Kolonnenstärke und letztlich der Dauer pro Vorgang. Anklicken der Überschrift „Arbeitszeitrichtwerte“ des Kapitels „Ermittlung der Aufwandswerte“.

i

Basis innerbetrieblicher Arbeitszeitrichtwerte

Innerbetriebliche Arbeitszeitrichtwerte beruhen auf Erfahrung und werden tabelliert unternehmensintern zusammengetragen. Sie basieren auf:

1. Arbeitszeitstudien (Zeitaufnahmen),
2. Nachkalkulationen,
3. Aufschreibungen durch Polier oder Bauleiter
4. Vergleichsberechnungen.

3

Durch Scrollen und Anklicken des Kapitels „Festlegung der Kolonnenstärke“ lässt sich aus dem Text herauslesen, was die Kolonnenstärke beeinflusst. Zur Beantwortung dieser Frage wird empfohlen, die Wiki-Artikel der anderen Bauteile zu diesem Thema durchzulesen, um die jeweiligen Kolonnenstärken der verschiedenen Materialien und Bauteile zu analysieren. Damit kann ein umfassender Überblick über die Einflussfaktoren der Bestimmung der Größe der Kolonnen gewonnen werden.

i

Einfluss Wahl Kolonnenstärke

Mögliche Faktoren bei der Wahl der Kolonnenstärke sind:

- › Bauteilart (Stützen, Decken, Bodenplatte etc.)
- › Verwendete Baustoffe (Beton, Mauerwerk, Holz etc.)
- › Bauteil-Fertigungsverfahren (Ortbeton oder Fertigteil)
- › Art des Betoneinbaus (Einbau per Betonpumpe oder Kran)
- › Bauteilgewicht (Kran zum Heben nötig oder nicht)



TERMINE

Aufgabe 12: Bauablaufplan

Aufgabenstellung

- › Welche der nachfolgenden Aufgaben werden eher von Seiten des Bauherrn, welche von Seiten des Bauunternehmers übernommen? Ordnen Sie die einzelnen Aufgaben jeweils zu.
- „Planung der Baustelleneinrichtung“ und "Planung der Kapazitäten"
 - „Zeitliche Gesamtkoordination und Überwachung des Bauablaufs“
 - „Bereitstellung der Genehmigungen“
 - „Auswahl des wirtschaftlichsten Bauvorhabens“
 - „Benennung der Teilvorgänge und Berechnung derer Einzeldauern“
 - „Koordination der Ausschreibung“
 - „Bemusterungen vornehmen“
- Ab welcher Detaillierungsstufe übernimmt die Bauablaufplanung der Auftragnehmer?

LÖSUNGSWEG

LÖSUNGSINHALT

1

Der Bürocontainer wird betreten und im Bücherregal das Buch „Termine“ angeklickt. Im Auswahlmenü wird das Thema „Terminplanung“ aufgeschlagen. In dem Artikel erfolgt eine Übersicht zu allgemeinen Informationen zur Terminplanung und der konkret auf die virtuelle Baustelle bezogene Terminplanung des im DiviBAU dargestellten Zweifamilienhauses im Rohbauzustand.

2

Im Kapitel „Allgemeines zur Terminplanung“ sind unter der Überschrift „Aufgaben der Bauablaufplanung“ die Aufgaben, die bei der Bauablaufplanung jeweils auf den Bauherrn bzw. auf den Bauunternehmer zukommen, aufgelistet.

i

Aufgabenverteilung Bauablaufplanung

Zur Bauherrnseite gehören beispielsweise die Aufgaben wie die „zeitliche Gesamtkoordination und Überwachung des Bauablaufs“, die „Bereitstellung der Genehmigungen“, die „Koordination der Ausschreibungen“ und das „Vornehmen der Bemusterungen“.

Der Bauunternehmer hat die „Planung der Baustelleneinrichtung“, die „Auswahl des wirtschaftlichsten Bauvorhabens“, die „Benennung der Teilvorgänge und Berechnung derer Einzeldauern“ sowie die „Planung der Kapazitäten“ im Rahmen der Bauablaufplanung zu erledigen.

3

Ebenfalls unter dem Kapitel „Allgemeines zur Terminplanung“ erfolgt die Erläuterung der „Detaillierungsstufen“ bei der Bauablaufplanung.

i

Detaillierungsstufen

Der Auftraggeber bzw. Planer erstellt den Rahmen- und Generalterminplan, um dem Auftragnehmer grob den für diese Baumaßnahme vorgesehenen Zeitplan abzustecken und die Vertragstermine vorzugeben.

Der Auftragnehmer plant dann ausgehend vom Generalterminplan den Grobterminplan mit dem Arbeitsablauf innerhalb der Gewerke und macht im darauffolgenden Detailterminplan Angaben zur Vorgangsdauer pro einzelner Tätigkeit. Mitunter wird auch ein Taktplan erstellt, der die Einzelelemente der Arbeitsvorgänge bis auf die Stunde oder den Tag genau festlegt.



TERMINE

Aufgabe 13: Netzplantechnik

Aufgabenstellung

- › Nach welcher Norm erfolgt die Netzplantechnik? Was wird im Rahmen der Ressourcenplanung bei der Netzplantechnik durchgeführt und an welcher Stelle erfolgt die Betrachtung der Kosten der Baumaßnahme? Zeigen Sie ein Vor- und Nachteil der Netzplantechnik auf.
- › Warum erfolgt bei der Erstellung eines Netzplans die Berechnung der Pufferzeiten erst im letzten Schritt?

LÖSUNGSWEG

LÖSUNGSIHALT

1

Der Bürocontainer wird betreten und im Bücherregal das Buch „Termine“ angeklickt. In dem Auswahlménü des Buches wird das Thema „Netzplantechnik“ aufgeschlagen. Dort sind Fachinhalte zur Netzplantechnik zusammengestellt.

2

Unter dem Kapitel „Grundlagen“ wird die Norm genannt, in der die Netzplantechnik erläutert wird. Die Vor- und Nachteile der Netzplantechnik werden ebenfalls im Grundlagen-Kapitel behandelt. In dem Kapitel „Erstellung eines Netzplans“ wird schrittweise der Weg zum fertigen Netzplan mit seinen Arbeitsschritten erläutert.

i

DIN 69900

In DIN 69900 „Projektmanagement - Netzplantechnik; Beschreibungen und Begriffe“ wird u. a. die Netzplantechnik näher erläutert.

Planung Ressourceneinsatz und Kosten

Bei der Ressourcenplanung wird insbesondere die Anzahl der erforderlichen Arbeitskräfte, Geräte und Materialien ermittelt. Erst wenn die Zeit- und damit einhergehende Ressourcenplanung abgeschlossen ist, werden die Kosten der Baumaßnahme ermittelt.

Vor- und Nachteile der Netzplantechnik

Vorteile:

verständliche und anschauliche Darstellung des Projektablaufs

Nachteile:

Hoher zeitlicher Erstellungsaufwand

3

Unter dem Kapitel „Berechnung der Vorgangszeiten“ ist in einer Tabelle angegeben, wie die Berechnung der Pufferzeiten erfolgt.

i

Pufferzeiten

Die Berechnung der Pufferzeiten kann erst erfolgen, wenn die Vorwärtsrechnung abgeschlossen ist. Erst danach liegen alle nötigen Werte vor, um die Pufferzeiten zu berechnen. Für die Berechnung der Gesamtpufferzeit (GP) ist die Kenntnis über den spätesten und frühesten Anfang bzw. das späteste und früheste Ende eines Vorgangs nötig.

Für die Berechnung des freien Puffers (FP) eines Vorgangs muss der früheste Anfang des betrachteten Vorgangs sowie des nachfolgenden Vorgangs bekannt sein, um diese Kennzahl ermitteln zu können.



KOSTEN

Aufgabe 14: Leistungsverzeichnis

Aufgabenstellung

- › Informieren Sie sich anhand des Bauteils Streifenfundament über den allgemeinen Aufbau eines Leistungsverzeichnisses (LV).
- › Welche einzelnen Vorgänge werden beim Bau von Streifenfundamenten in der Regel unterschieden?
- › Wofür steht die Abkürzung „StLB“?

LÖSUNGSWEG

LÖSUNGSMATERIAL

1

Anklicken des Bauteils Streifenfundament in der 3D-Anwendung (sichtbar in der 4. Stufe des Schiebereglers) und Auswahl der Wiki-Seite „Kosten“.

2

Beispielsweise wird unter dem Kapitel „Leistungsbeschreibung – Bauteil Fundament“ unter der Überschrift „Leistungsbeschreibung im Leistungsverzeichnis“ der Aufbau eines Leistungsverzeichnisses dargestellt.

i

Aufbau Leistungsverzeichnis

Am Beispiel des Fundaments wird der Aufbau eines Leistungsverzeichnisses deutlich:
Die Vorgänge sind möglichst in getrennten Positionen im LV zu erfassen. Die Ordnungszahl (OZ) wird aufsteigend für die einzelnen Positionen vergeben. Durch die OZ wird ein eindeutiger Bezug zu den Teilleistungen und deren Abrechnung hergestellt.
Im Text erfolgt eine eindeutige Beschreibung der Teilleistung. Nach erfolgter Mengenermittlung pro Teilleistung werden diese Mengen mit der zugehörigen Einheit ins LV übertragen. Weiterhin sind für den Fortgang des Bauprojekts Spalten für den Einheitspreis (EP) und Gesamtpreis (GP) vorgesehen.

3

Bei dem Bau von Streifenfundamenten wird i.d.R. zwischen drei grundlegenden Vorgängen unterschieden.

i

Vorgänge Streifenfundament

Insbesondere die Vorgänge „Schalen“, „Ortbeton“ und „Bewehren“ der Streifenfundamente werden für den Bau von Streifenfundamenten als getrennte Positionen im LV erfasst.

3

Unter der Überschrift „Leistungsbeschreibung im Leistungsverzeichnis“ wird die Abkürzung „StLB“ genannt.

i

Standardleistungsbuch

„StLB“ steht für Standardleistungsbuch Bau. Anhand dessen wird der Text der Teilleistung im LV VOB-gerecht beschrieben. Ebenso wird die zugehörige Einheit der beschriebenen Teilleistung von dort übernommen.



KOSTEN

Aufgabe 15: Kalkulation über die Angebotssumme

Aufgabenstellung

- › In welche vier Kostenarten wird bei den Einzelkosten der Teilleistungen einer Angebotskalkulation von Bauleistungen üblicherweise gegliedert?
- › Woraus setzen sich in der Angebotskalkulation die Herstellkosten eines Bauwerks zusammen?
- › Wie und mithilfe welchen Formblatts werden Wagnis und Gewinn bei Bildung der Angebotssumme berücksichtigt?

LÖSUNGSWEG

LÖSUNGSINHALT

1

Der Bürocontainer wird betreten und im Bücherregal das Buch „Kosten“ angeklickt. In dem Auswahlmenü des Buches wird das Thema „Kalkulation über die Angebotssumme“ aufgeschlagen.

2

Unter dem Kapitel „Einzelkosten der Teilleistungen“ werden die übliche Untergliederung der Einzelkosten genannt und die dort vorgestellten Kostenarten kurz erläutert.

i

Kostenarten Einzelkosten der Teilleistungen (EKT)

Üblicherweise wird bei den Kostenarten der EKT unterschieden zwischen:

1. Lohnkosten
2. Sonstige Kosten
3. Gerätekosten
4. Fremdleistungskosten (falls vorhanden)

3

Weiterführend wird in dem Kapitel „Gemeinkosten der Baustelle“ (GkdB) erläutert, wie sich diese Kosten zusammensetzen und wie sich die Herstellkosten ergeben.

i

Herstellkosten (HK)

Die Herstellkosten (HK) bilden die Summe aus GkdB und EKT. Die GkdB setzen sich aus einmaligen Kosten und zeitabhängigen Kosten zusammen.

4

Im Kapitel „Zuschlagsermittlung“ wird erläutert, was Wagnis und Gewinn bei einem Bauvorhaben sind und wie sie bei der Angebotskalkulation von Bauleistungen berücksichtigt werden.

i

Wagnis (W) und Gewinn (G)

Die Ermittlung der UGK erfolgt im Kalkulationsformblatt „Ermittlung der Zuschläge über die Angebotssumme“.

Wagnis (W) und Gewinn (G) als Teil der umsatzbezogenen Gemeinkosten (UGK) sind die Chancen und Risiken, die ein Bauvorhaben mit sich bringen.

W und G fließen neben den allgemeinen Geschäftskosten (AGK) und Bauzinsen (Z) als Prozentsätze in einen gemeinsamen Prozentsatz ein. Dieser Prozentsatz ist getrennt für die eigene Leistung und Fremdleistung zu berechnen.

Die zuvor berechneten Prozentsätze werden jeweils auf die HK der eigenen Leistung und die Kosten der Fremdleistungen bezogen. Mit den Prozentsätzen werden die UGK jeweils für die eigene Leistung und Fremdleistung berechnet.

Die EKT, die GkdB und die UGK bilden zusammen die Netto-Angebotssumme.



KOSTEN

Aufgabe 16: Abrechnung nach VOB/C

Aufgabenstellung

- › Informieren Sie sich zu den Übermessungsregeln nach VOB/C für die Abrechnung nach Flächenmaß für Öffnungen, Nischen und Durchdringungen.
- › Betrachten Sie den Grundriss des Erdgeschosses (EG). Welche der vier Öffnungen des Wohn-/ Essbereichs werden nach VOB/C übermessen und welche nicht?

LÖSUNGSWEG

LÖSUNGSINHALT

1

Nachzulesen sind die Übermessungsregeln nach VOB/C beispielsweise im Wiki-Artikel der Außenwand, unter der Rubrik Kosten und dort unter Mengenermittlung im Kapitel „Übermessung nach VOB“.

i

Übermessung nach VOB/C

Nach VOB/C für Mauerwerksarbeiten bspw. (DIN 18330:2019-09 Abs. 5.3.1) werden Aussparungen mit einer Einzelgröße $\leq 2,50 \text{ m}^2$ übermessen, d. h. nicht bei der Mengenermittlung abgezogen. Klassisch zu den Aussparungen zählen Fenster- bzw. Türöffnungen, Durchdringungen von Deckenplatten und Nischen.

2

Anhand des Plans des EG (Baupläne sind im Bürocontainer als .pdf-Datei im Buch „Unterlagen Gebäude“ im Artikel „Unterlagen Massivbau“ unter der Überschrift „Grundrisse, Ansichten, Schnitt - DiviBau“ hinterlegt) werden diese Übermessungsregeln nach VOB/C exemplarisch vorgeführt.

i

Anwendungsbeispiel

Das nach Osten ausgerichtete Fenster mit den Maßen $1,19 \text{ m} \times 1,30 \text{ m} = 1,55 \text{ m}^2$ und das nach Westen ausgerichtete Fenster der Größe $1,815 \text{ m} \times 1,30 \text{ m} = 2,36 \text{ m}^2$ haben beide eine Einzelfläche kleiner $2,50 \text{ m}^2$. Diese Öffnungsflächen werden gemäß VOB/C demnach übermessen. Die beiden nach Norden ausgerichteten Fenstertüren mit dem jeweiligen Maß $1,815 \text{ m} \times 2,20 \text{ m}$ und einer daraus hervorgehenden Fläche von $3,99 \text{ m}^2$ überschreiten jeweils die Grenzfläche von $2,50 \text{ m}^2$. Diese beiden Fenstertüren müssen gemäß VOB/C bei der Mengenermittlung im Zuge der Abrechnung abgezogen werden, also werden nicht übermessen.



KOSTEN

Aufgabe 17: Kostengruppen nach DIN 276

Aufgabenstellung

- › Informieren Sie sich anhand des Bauteils „Decke“ über den Aufbau der Kostengruppen (KG) nach DIN 276.
- › Welche beiden Kostengruppen beschreiben die Kosten des Bauwerks?
- › Welche Kostengruppen der dritten Ebene kommen für das Bauteil „Deckenplatte“ infrage?
- › Welcher Kostengruppe der dritten Ebene wird beispielsweise ein Balkon zugeordnet?

LÖSUNGSWEG

LÖSUNGSINHALT

1

Anklicken der Deckenplatte des Erdgeschosses in der 3D-Anwendung und Wahl des Themas „Kosten“.

2

Unter dem Wiki-Artikel „Kostenermittlung von Betonarbeiten – Deckenplatte“ werden im Kapitel „Kostengruppen nach DIN 276“ die Gliederung der Kostengruppen in allgemeiner Form bis zur ersten Ebene und konkret am Beispiel der Deckenplatte bis zur dritten Ebene aufgezeigt.

i

Kostengruppen nach DIN 276

Die Baukosten werden im Hochbau mit Hilfe der DIN 276 ermittelt. Darunter fallen die Herstellkosten für Neubauten, Umbau- und Modernisierungsarbeiten. Daneben werden in der Norm Definitionen der gängigen Begriffe der Kostensteuerung beschrieben und eine Vorgabe der Kostenstruktur angegeben.

Die Gliederung der Kostengruppen nach DIN 276 der ersten Ebene wird anhand der im Artikel enthaltenen Abbildung entnommen.

3

In der Abbildung der Kostengruppen nach DIN 276 lässt sich ablesen, welche Kostengruppen die Bauwerkskosten umfassen.

i

Bauwerkskosten

Zu den Bauwerkskosten nach DIN 276 gehören die Kosten-
gruppe 300 (Baukonstruktion) und 400 (Technische Anlagen).

4

Wird in dem Wiki-Artikel „Kosten“ weitergelesen, wird die Gliederung der Kostengruppen am Beispiel der Deckenplatte bis zur dritten Ebene gezeigt.

i

Beispiel Kostengruppen Decke

Eine Deckenplatte ist auf der ersten Ebene der KG 300 (Bauwerk – Baukonstruktionen) und auf der zweiten Ebene der KG 350 (Decken/ Horizontale Baukonstruktionen) zugeteilt. Auf der dritten Ebene wird je nach Ausführungsart eine Deckenplatte der KG 351 (Deckenkonstruktionen) oder KG 351 (Elementierte Deckenkonstruktionen) zugeordnet.

5

Die Zuordnung der Kostengruppe eines Balkons wird durch Lesen der enthaltenen Bauteile der erhaltenen Kostengruppe ersichtlich.

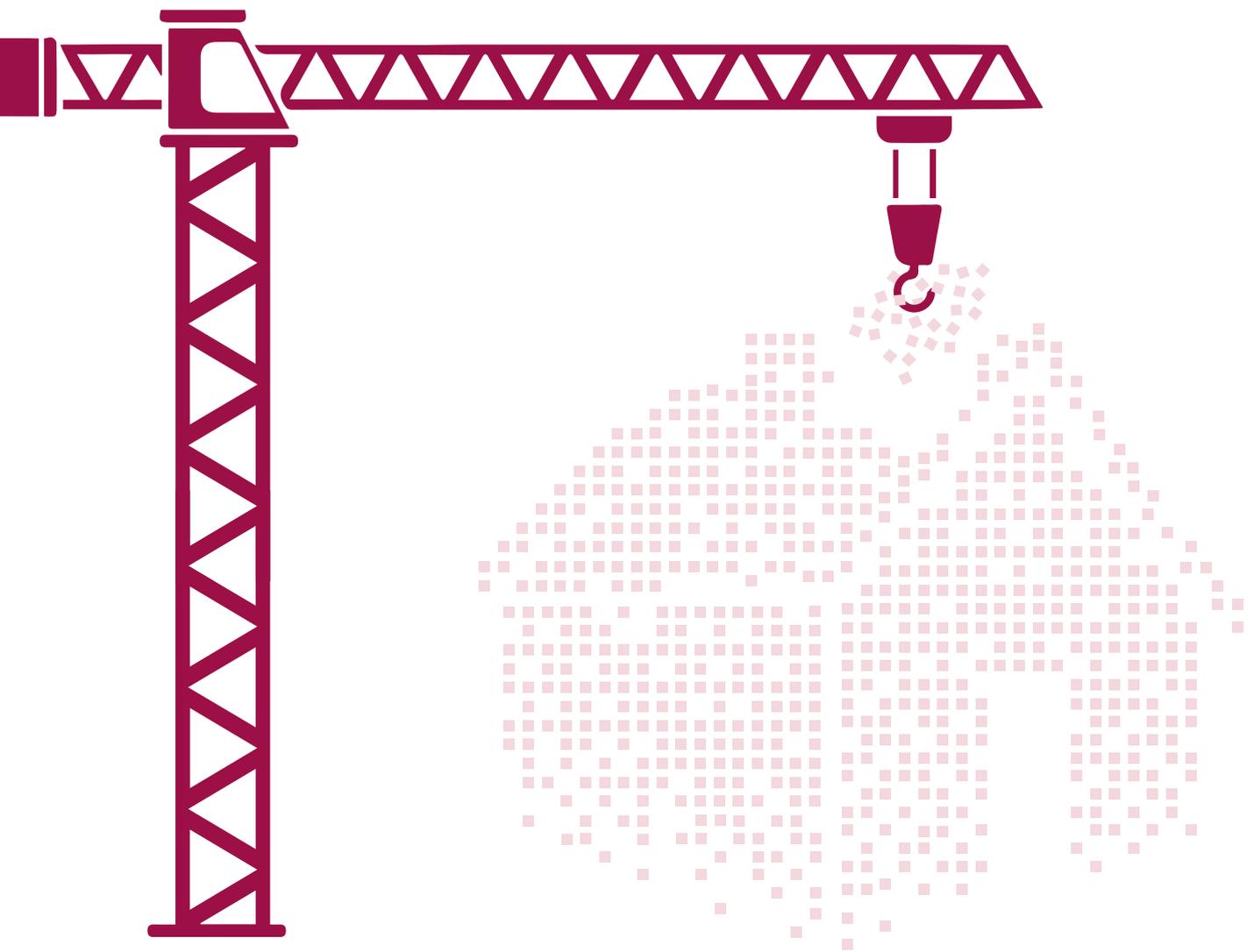
i

Beispiel Kostengruppe Balkon

Ein Balkon als auskragende Decke ist der KG 351 zuzuordnen.

WEITERFÜHRENDE LITERATUR

- › BMBF Bundesministerium für Bildung und Forschung (2016) (Hrsg.): Digitale Medien in der beruflichen Bildung. Förderprogramm des Bundesministeriums für Bildung und Forschung. Aktualisierte Auflage der Originalfassung von 2012, Berlin.
- › Bubiza – Bundesbildungszentrum des Zimmerer- und Ausbaugewerbes (2023) (Hrsg.): Grundwissen moderner Holzbau. Fünfte aktualisierte Auflage, Köln: Bruderverlag.
- › Bubiza – Bundesbildungszentrum des Zimmerer- und Ausbaugewerbes, BTZ Osnabrück, Universität Kassel, Technische Universität Berlin (2015) (Hrsg.): Das virtuelle Digitalgebäude. 3D-Lernmedium für Holzbaukonstruktion und Gebäudetechnik. Flyer zum Projekt. Online: https://www.komzet-netzwerk-bau.de/wp-content/uploads/2016/11/161028_dav_flyer_online.pdf (27.05.2024).
- › Informationsverein Holz (2015) (Hrsg.): Holzrahmenbau. holzbau handbuch, Reihe 1, Teil 1, Folge 7. Zweite überarbeitete Auflage, Düsseldorf.
- › Mahrin, B. (2017): Virtuelle Modelle und digitale Werkzeuge in der Ausbildung bautechnischer Berufe – Chance für mehr Vielfalt beim Lernen. Beitrag zur Fachtagung „Bau, Holz, Farbe und Raumgestaltung“ im Rahmen der 19. Hochschultage Berufliche Bildung an der Universität zu Köln. Online: https://www.berufsbildung.nrw.de/cms/upload/hochschultage-bk/2017beitraege/ft03_bhf-mahrin.pdf (27.05.2024).
- › Mahrin, B. / Pfetsch, J. / Stoll, C. (2018): Mobiles Lernen im Handwerk. In: de Witt, C. / Gloerfeld, C. (Hrsg.): Handbuch Mobile Learning, Wiesbaden: Springer, S. 943-970.
- › Mahrin, B. (Hrsg.), (2017): Das virtuelle Digitalgebäude-Kompodium für Lehrende und Lernende, Universitätsverlag der TU Berlin, Online: <https://depositonce.tu-berlin.de/items/150f16f9-3414-4475-92ef-afba759b61be>.
- › Mahrin, B. / Schopbach, H. (Hrsg.), (2021): Das virtuelle Digitalgebäude-Kompodium für Lehrende und Lernende, zweite überarbeitete und erweiterte Auflage, Universitätsverlag der TU Berlin, Online: <https://depositonce.tu-berlin.de/items/0ad85bec-a190-4002-92fc-8ff64058daea>.
- › Schopbach, H. / Meyer, R. / Mahrin, B. (2016): David – Das virtuelle Digitalgebäude. In: BAG-Report Bau Holz Farbe 18. Jg., Heft 2, S. 54–59. Online: <https://www.bag-bau-holz-farbe.de/archiv-bag-report/bag-report-01-2017> (27.05.2024).



ANHANG

TECHNISCHE DOKUMENTATION DES GEBÄUDES IM ROHBAU

Dieser Anhang enthält alle wesentlichen technischen Zeichnungen zur baulichen Situation zu dem Referenzgebäude des virtuellen 3D-Modells. Ergänzend wurden Pläne zur Bauzeitplanung als Terminplan (Balken- und Netzplan) sowie der Baustelleneinrichtungsplanung mit aufgenommen.

TECHNISCHE ZEICHNUNGEN

Ansichten

Ansicht Norden.....	55
Ansicht Süden.....	56
Ansicht Westen.....	57
Ansicht Osten.....	58

Grundrisse

Grundriss KG.....	59
Grundriss EG.....	60
Grundriss DG.....	61

Schnitt

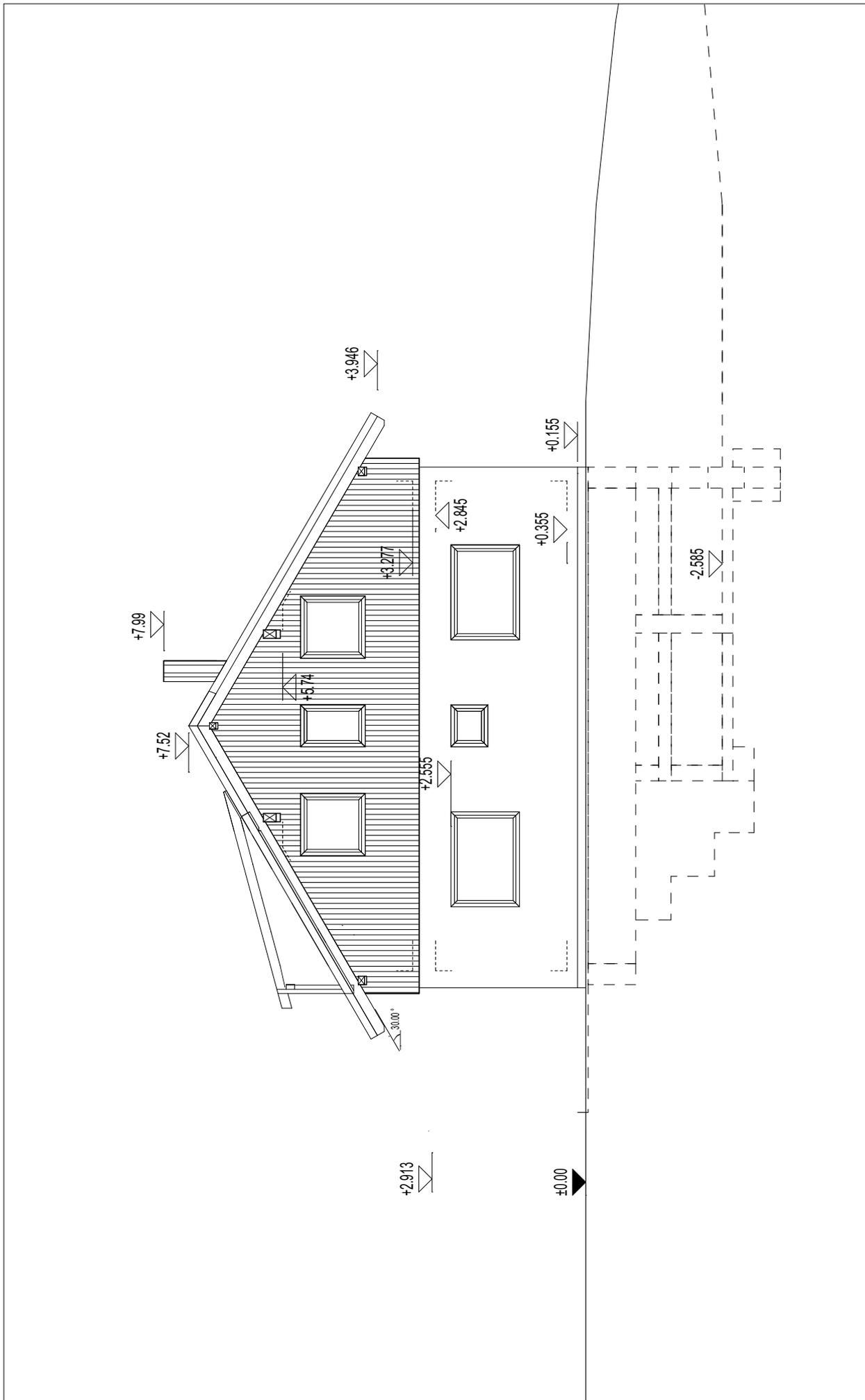
Schnitt A-A.....	62
------------------	----

Baustelleneinrichtungsplanung

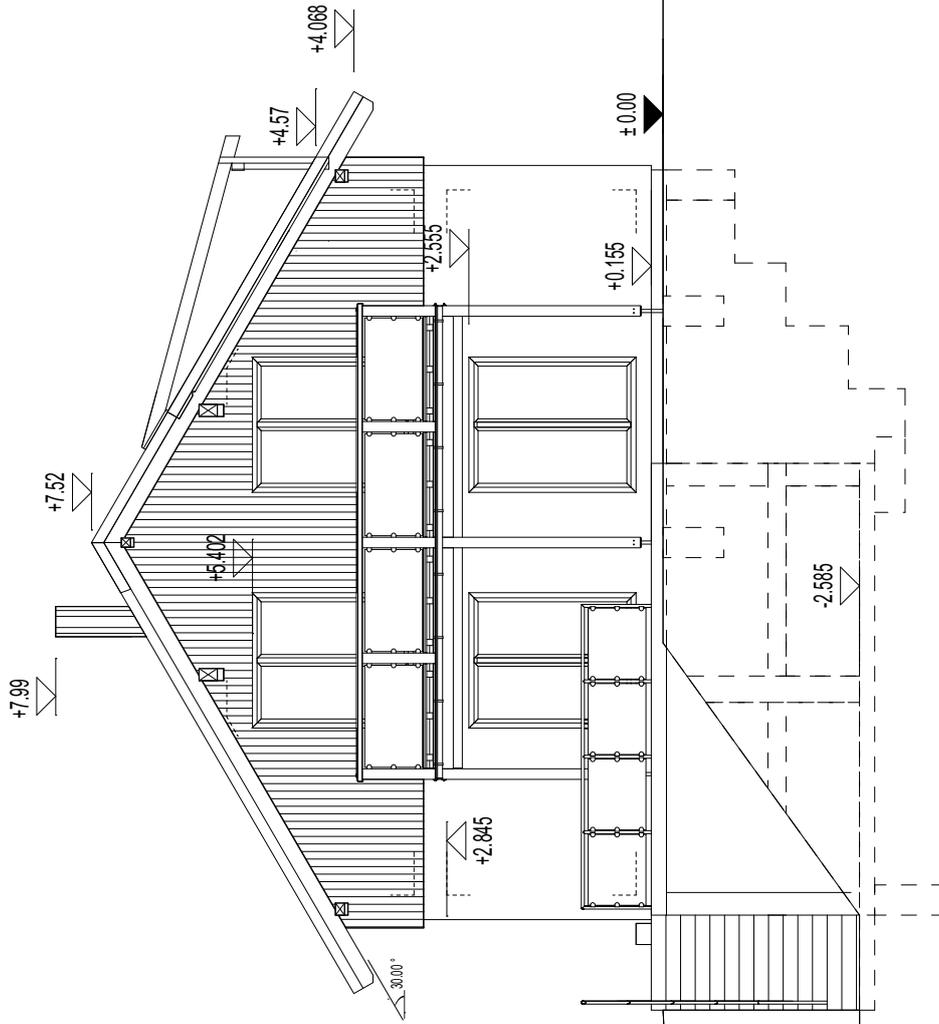
BE-Plan.....	63
--------------	----

Bauzeitplanung

Terminplan (Balkenplan).....	64
Terminplan (Netzplan).....	65



Projekt DiviBau		ANSICHT Norden
	DiviBAU	13.03.2024
		Maßstab 1:100
		Plan 1



Projekt DiviBau

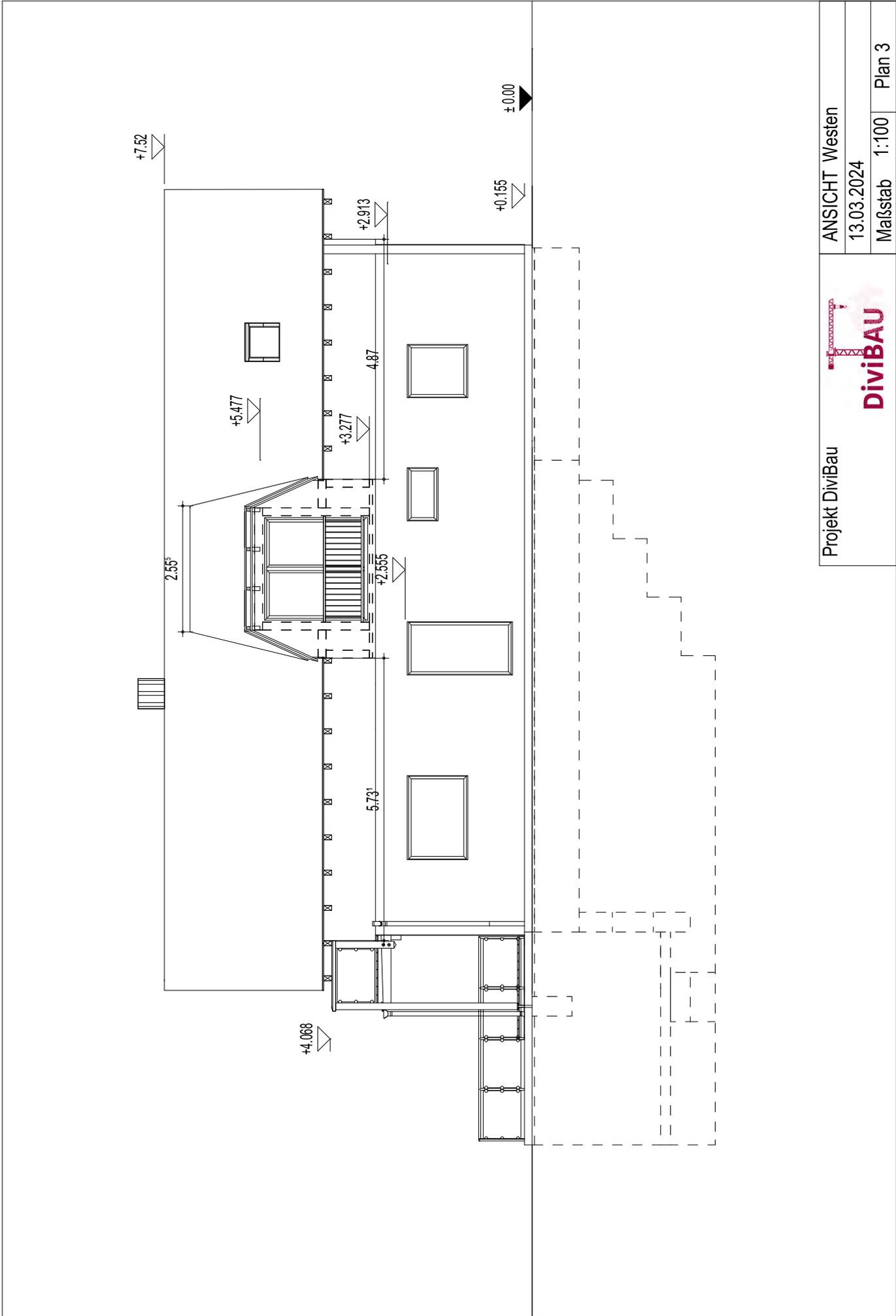
ANSICHT Süden

13.03.2024

Maßstab 1:100

Plan 2





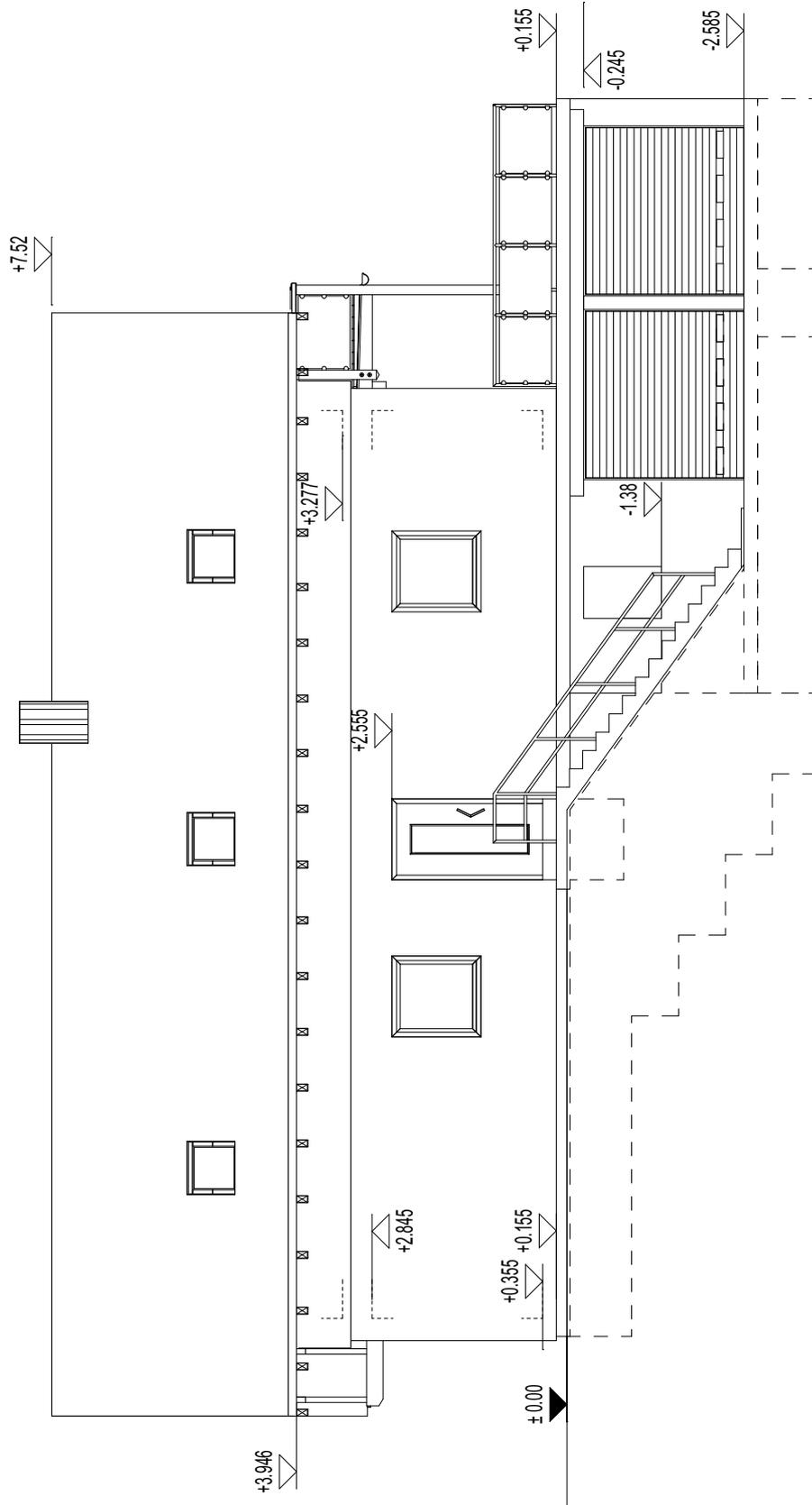
Projekt DiviBau



ANSICHT Westen

13.03.2024

Maßstab 1:100 Plan 3



Projekt DiviBau

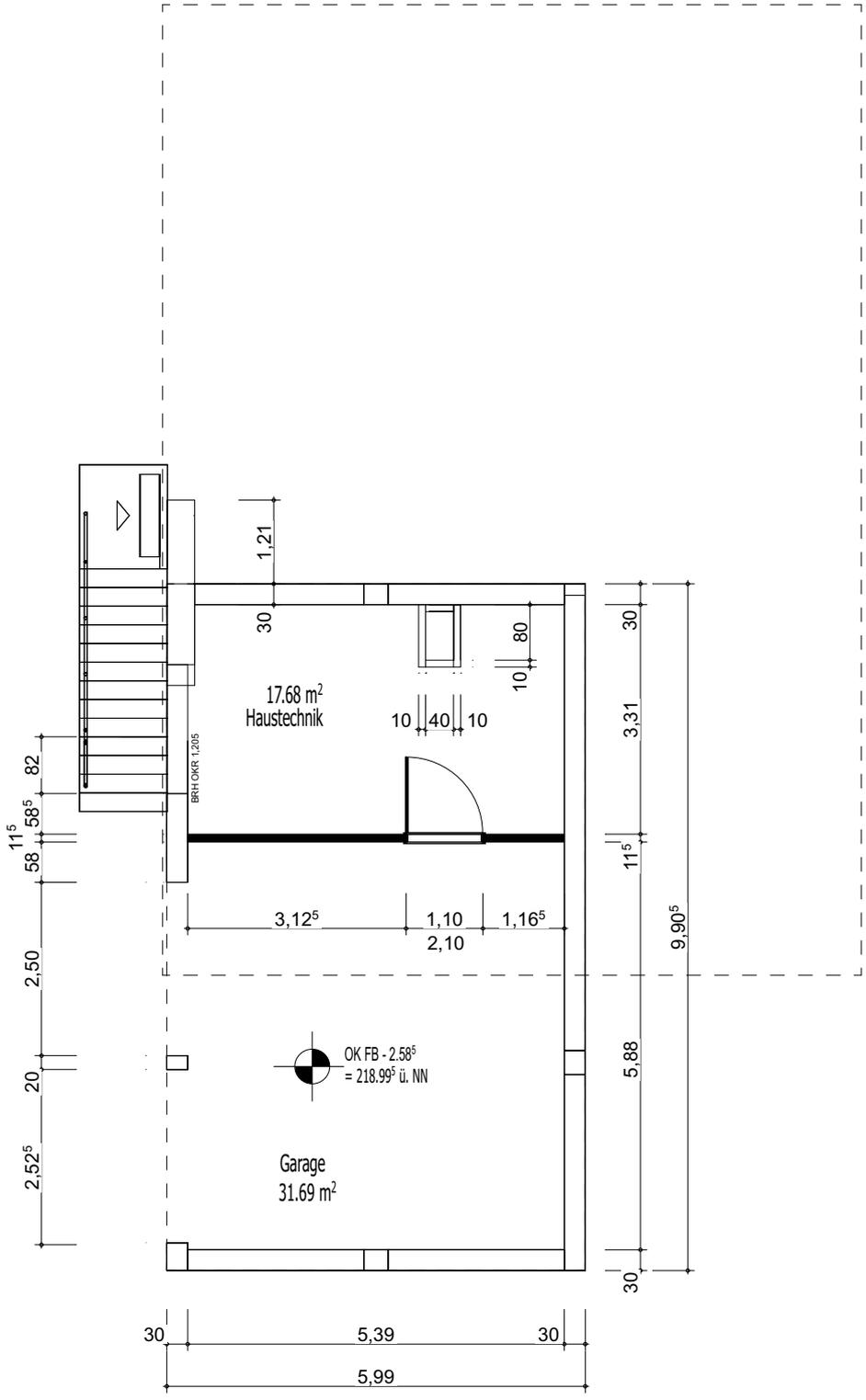
**DiviBAU**

ANSICHT Osten

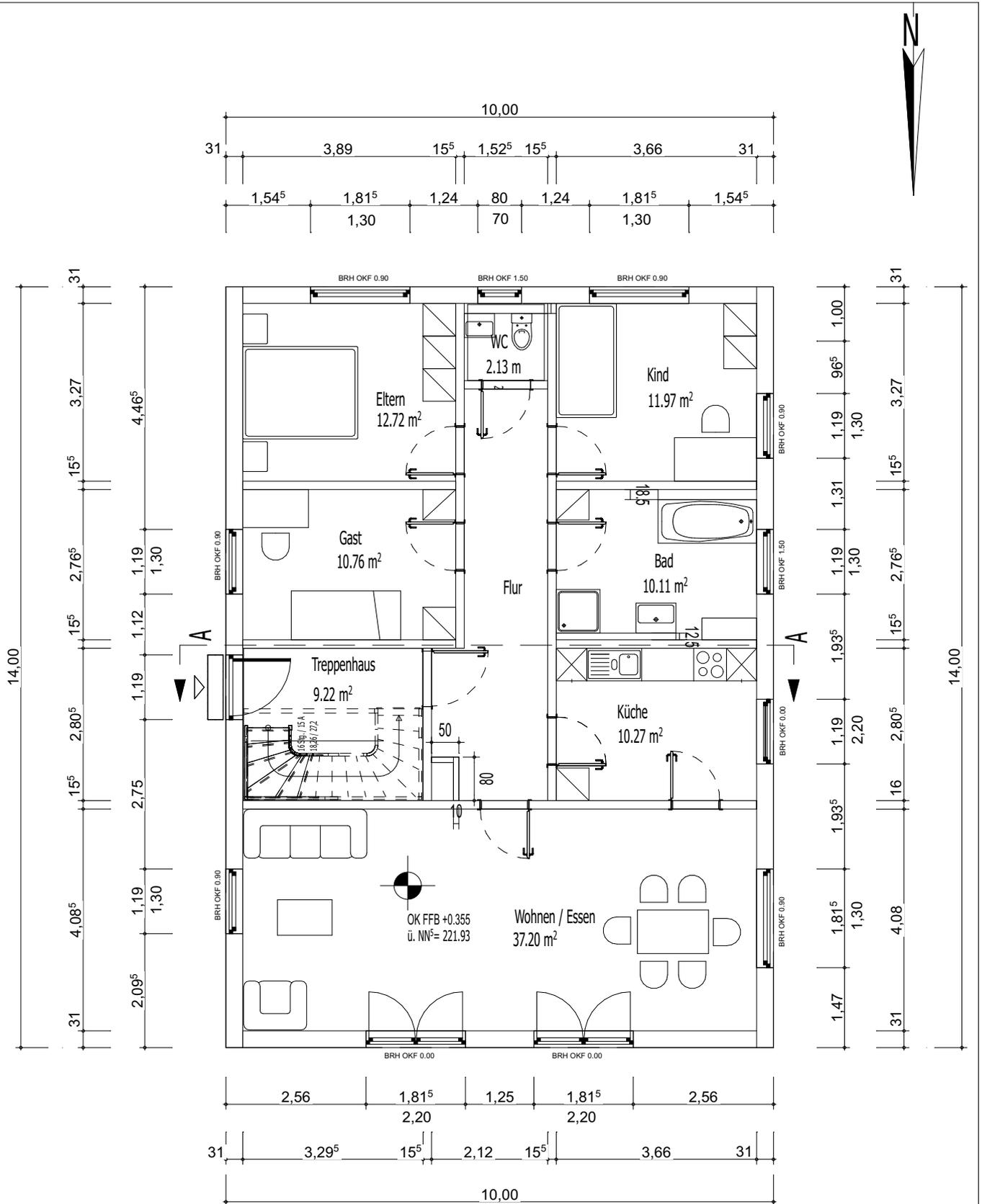
13.03.2024

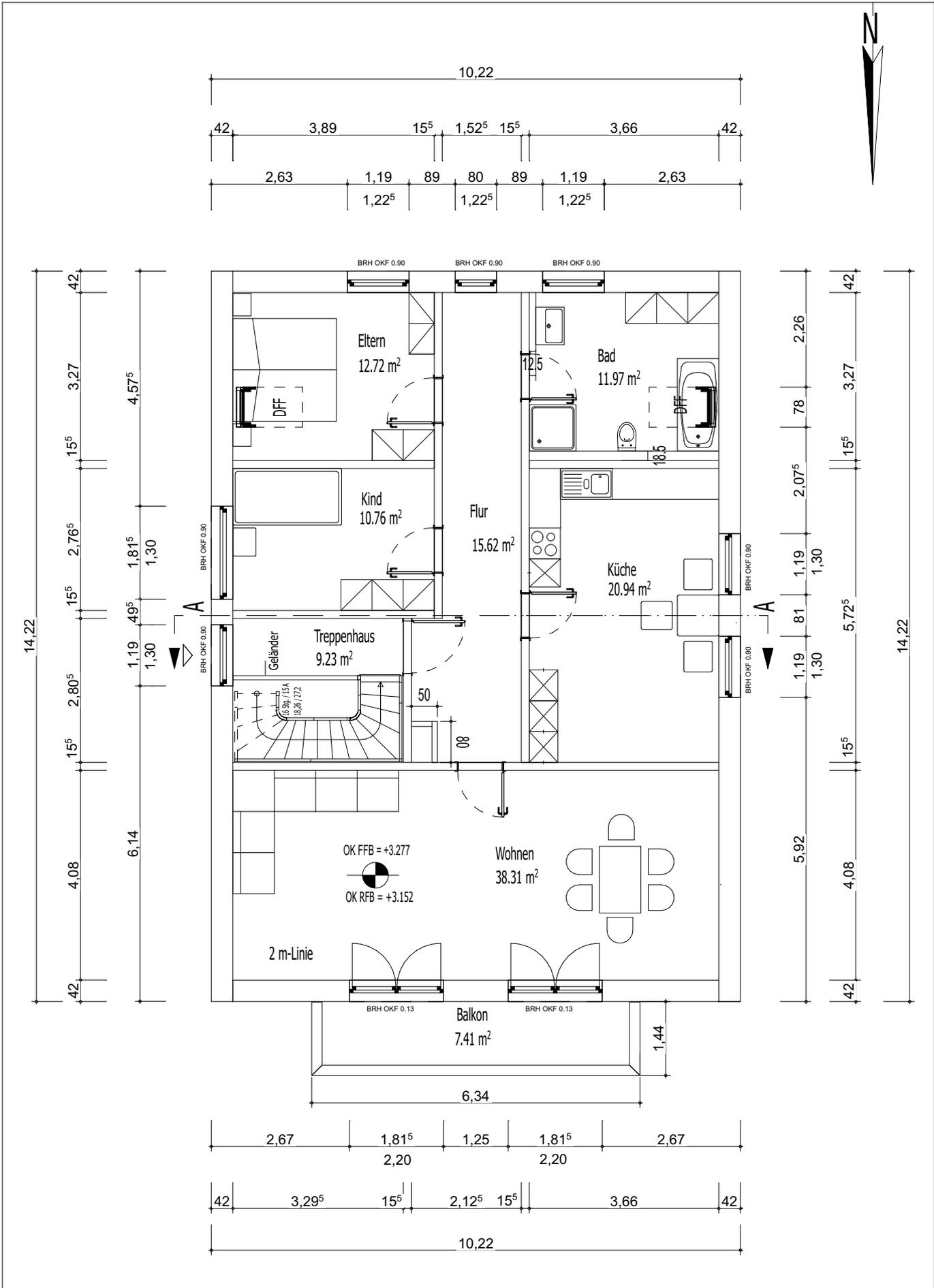
Maßstab 1:100

Plan 4

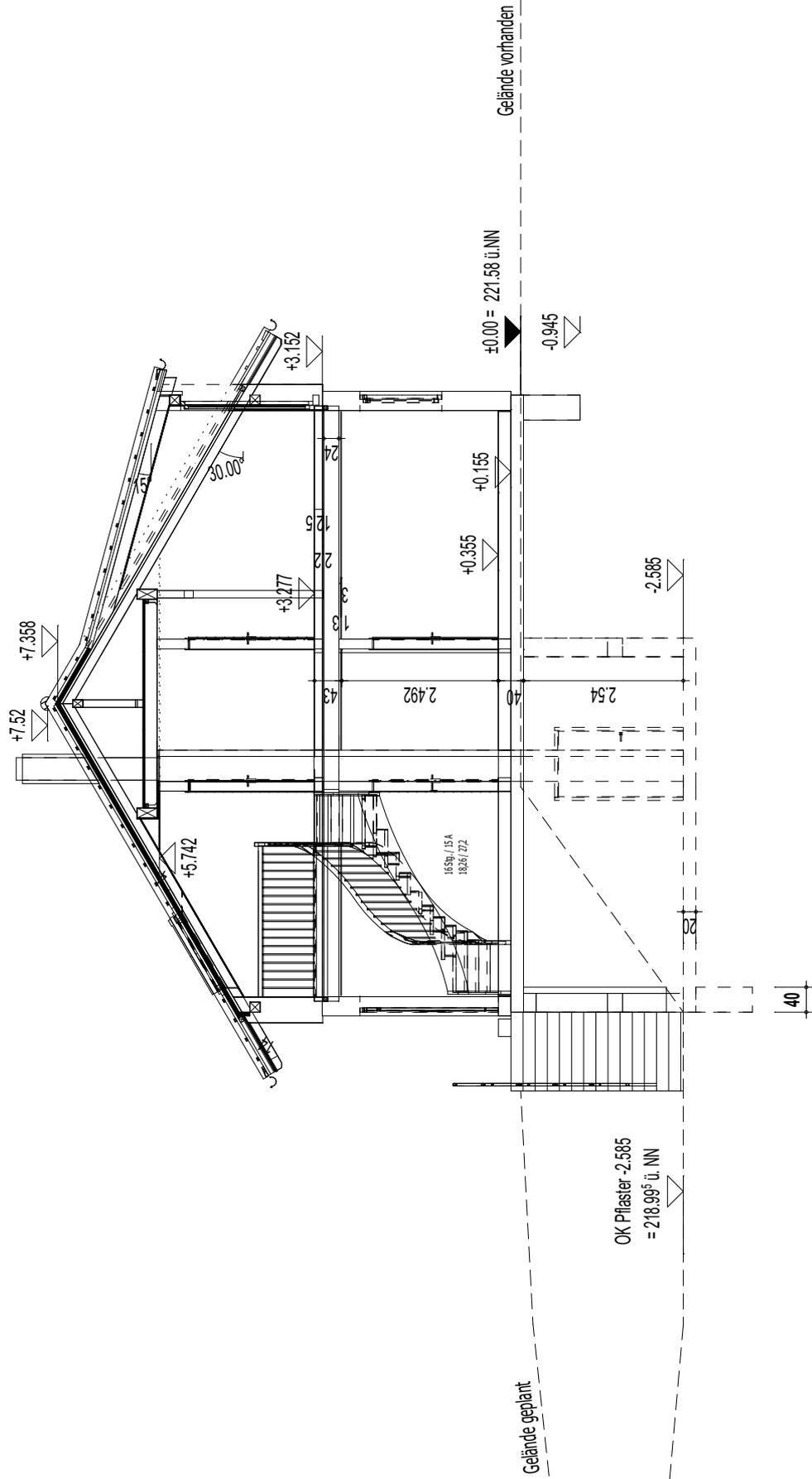


Projekt DiviBau		KG - Grundriss	
		13.03.2024	
		Maßstab 1:100	Plan 5





Projekt DiviBau 	DG - Grundriss	
	13.03.2024	
	Maßstab 1:100	Plan 7



Projekt DiviBau

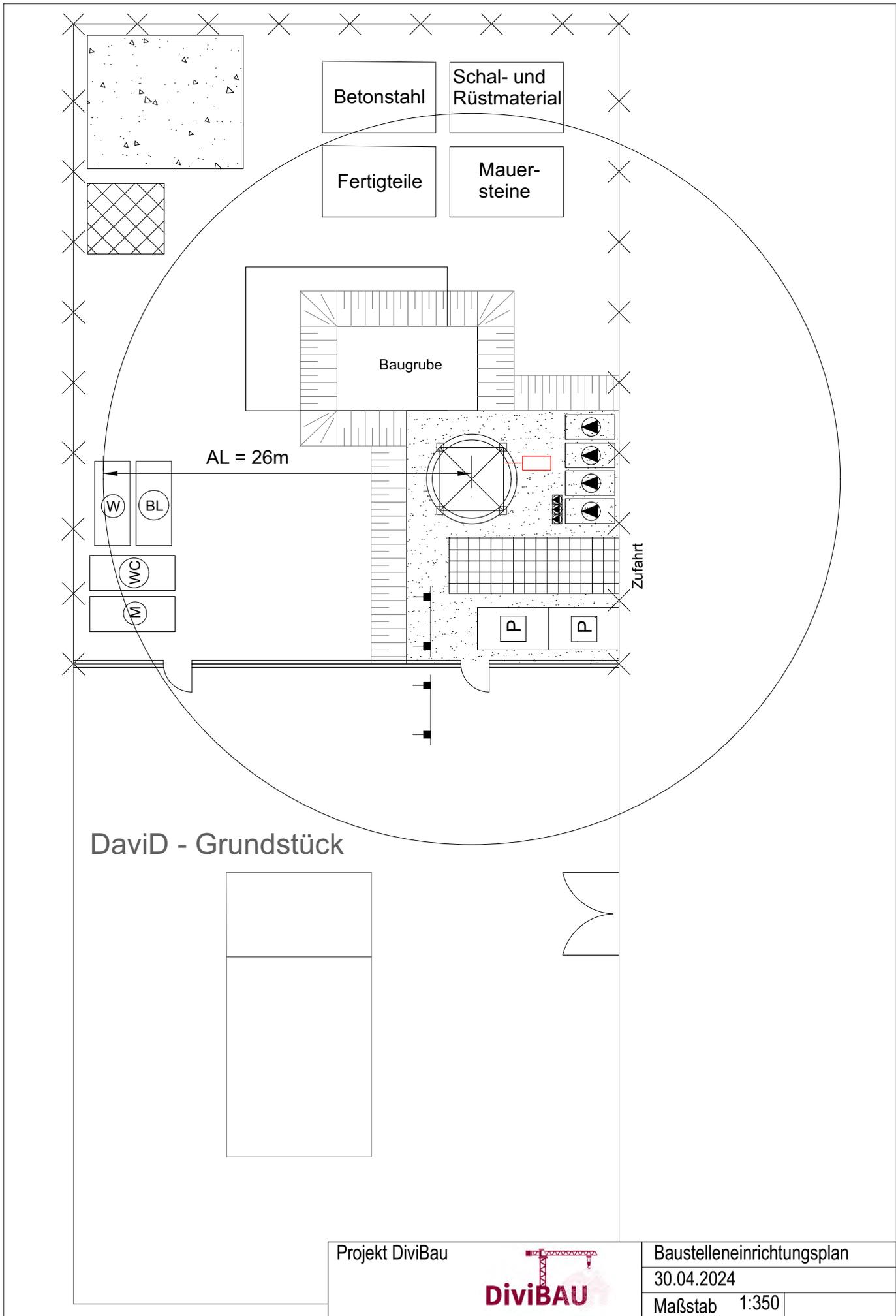
Schnitt A-A

13.03.2024

Maßstab 1:100

Plan 8





David - Grundstück

Projekt DiviBau

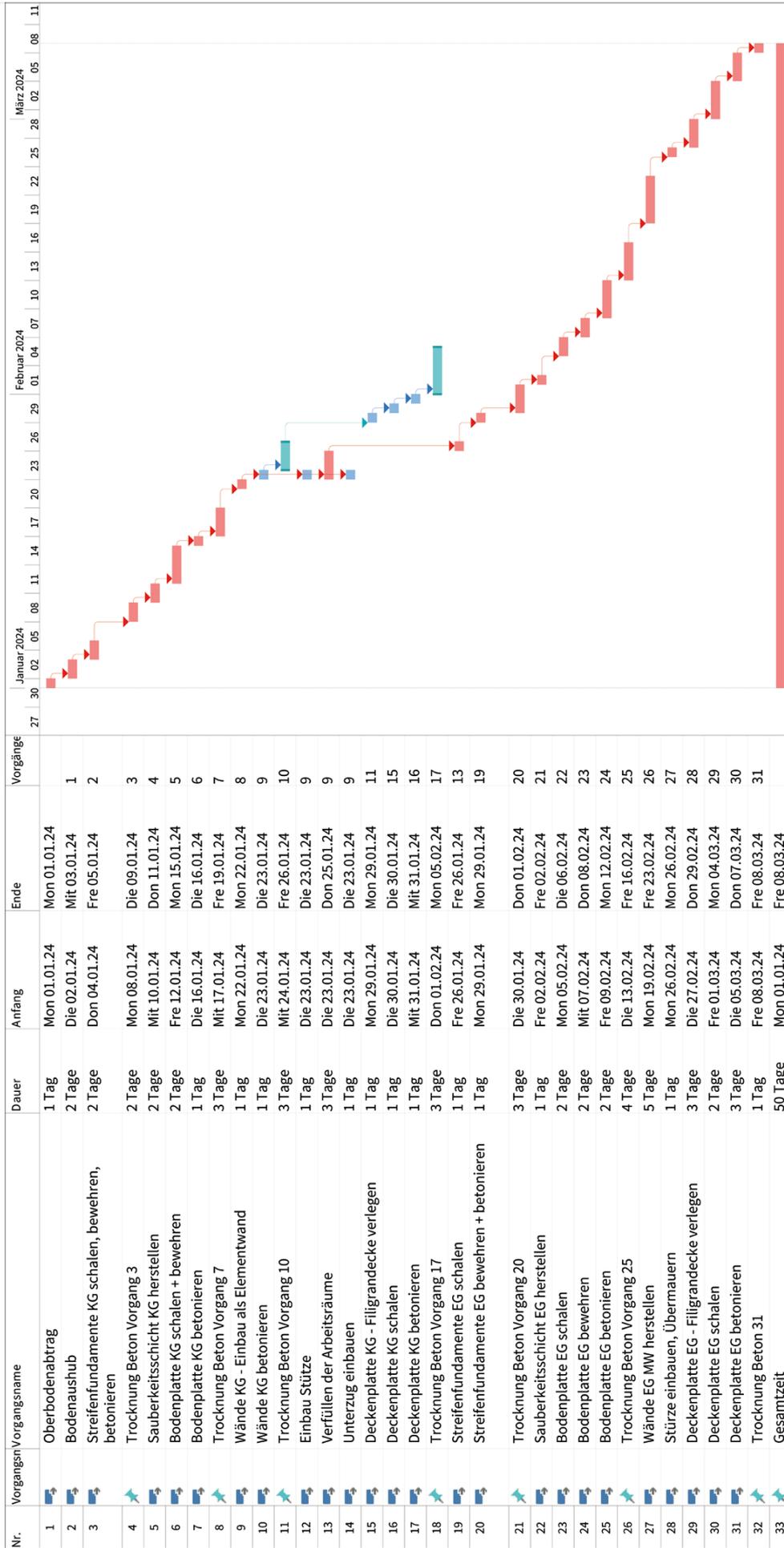


Baustelleneinrichtungsplan

30.04.2024

Maßstab 1:350

Terminplan DiviBau



Netzplan DiviBAU

