

1.1 Modul 1: Grundlagen des digitalen Gebäudezwillings

Modulname: Grundlagen des digitalen Gebäudezwillings
Modulübersicht
EDV-Bezeichnung: DGZZ 110
Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. Matthias Urmersbach (HKA); Michael Holder (freier Architekt), Timo Bilhöfer (freier Architekt)
Modulumfang (ECTS): 4 CP Arbeitsaufwand: 120 h (18 h Stoffvermittlung, 102 h Selbststudium, inkl. Seminar- und Prüfungsvorbereitung und Prüfung)
Einordnung (Semester): 1
Inhaltliche Voraussetzungen: Kenntnisse in Bauprojektplanung und / oder Bauprojektausführung
Voraussetzungen nach SPO: keine
Lernergebnisse und Kompetenzen der Teilnehmenden nach erfolgreichem Abschluss des Moduls: - Teilnehmende verstehen den Unterschied zwischen BIM und Digitalem Zwilling. Sie können IFC-Daten lesen und interpretieren, die Qualität der Daten einschätzen und eigene Anforderungen ermitteln und formulieren. - Teilnehmende können die Datenflüsse zwischen BIM, IoT und Künstlicher Intelligenz verstehen
Prüfungsleistungen: Die theoretischen Kenntnisse der Teilnehmenden werden in einer Projektarbeit (Dauer 3 Wochen), einer schriftlichen Klausur (Dauer 60 min, ggf. elektronisch in ILIAS) oder in einer mündlichen Prüfung (Dauer 20 min) bewertet. Die Prüfungsart wird rechtzeitig zu Semesterbeginn bekannt gegeben.
Verwendbarkeit: Dieses Modul bietet Teilnehmenden die Möglichkeit den digitalen Zwilling in der Planungs-, Bau- und Betriebsphase eines Gebäudes anzuwenden und Daten in kollaborativen Teams auszutauschen. Es bildet außerdem die Grundlage für eine Teilnahme in Modul 2 und 3.

Lehrveranstaltung: Einführung: Was ist ein digitaler Gebäudezwillings?
EDV-Bezeichnung: DGZZ 111
Dozent/in: Prof. Dr. Matthias Urmersbach (HKA), Michael Holder (freier Architekt)
Umfang: 6 h
Turnus: jährlich
Art und Modus: Vortrag und Diskussion
Lehrsprache: deutsch
Studieninhalte: Einführung: Was ist ein digitaler Gebäudezwillings? - Definition und Abgrenzung zu BIM - Unterschied zwischen BIM und digitalem Zwilling verstehen - Drei Ebenen des digitalen Zwillings: - Planungsphase (BIM-Modell) - Bauphase (Echtzeitdaten von Sensoren/Drohnen) - Betriebsphase (CAFM, IoT, Predictive Maintenance) - buildingSMART-Standards (IFC, BCF) für Interoperabilität - Industrie 4.0 Schnittstelle/-menge herausstellen
Empfohlene Literatur: Borrmann, A., König, M., Koch, C. and Beetz, J. (eds) (2021) Building Information Modeling: Technologische Grundlagen und industrielle Praxis. 2nd edn. Wiesbaden: Springer Vieweg.

Anmerkungen: -

Lehrveranstaltung: BIM/Datenmodell als Grundlage

EDV-Bezeichnung: DGZZ 112

Dozent/in: Michael Holder (freier Architekt)

Umfang: 6 h

Turnus: jährlich

Art und Modus: interaktives Seminar, Workshop

Lehrsprache: deutsch

Studieninhalte:

BIM/ Datenmodell als Grundlage

- IFC-Standard (Industry Foundation Classes)
- Workshop: IFC-Datei analysieren
- Common Data Environment (CDE)
- Attributierung in BIM
- Praktische Übung: Attributierung ergänzen
- Diskussion: Herausforderungen der Attributierung
- Erfahrungsaustausch zu Datenqualität, Konsistenz und Automatisierung
- Lösungsansätze: KI-gestützte Attributvorlagen und Workflows

Empfohlene Literatur:

DIN EN ISO 19650-1 (2019) Organisation und Digitalisierung von Informationen über Bauwerke und Ingenieurbauten, einschließlich Bauwerksinformationsmodellierung (BIM) – Informationsmanagement mit BIM – Teil 1: Begriffe und Grundsätze. Berlin: Beuth Verlag.

Liebig, T. (2010) 'IFC4 — The New Building Information Modeling Standard', buildingSMART International Whitepaper. Available at: <https://www.buildingsmart.org>

Anmerkungen: -

Lehrveranstaltung: Datenarchitektur – Von BIM zum digitalen Zwilling

EDV-Bezeichnung: DGZZ 113

Dozent/in: Timo Bilhöfer (freier Architekt)

Umfang: 6 h

Turnus: jährlich

Art und Modus: interaktives Seminar, Fallstudie

Lehrsprache: deutsch

Studieninhalte:

Datenarchitektur:

- Vom BIM zum digitalen Zwilling
- Data Lakehouse als moderne Datenplattform
- Integration von Echtzeitdaten (Sensoren, Wetterdaten, Nutzungsdaten)
- KI-gestützte Datenanalyse (an Anwendungsfällen z. B. Energieeffizienz, Wartungsbedarf)

Empfohlene Literatur:

May, M., Krämer, M. and Schlundt, M. (2022) BIM im Immobilienbetrieb: Anwendung, Implementierung, Digitalisierungstrends und Fallstudien. Wiesbaden: Springer Vieweg. ISBN 978-3-658-36265-2.

Armbrust, M., Ghodsi, A., Xin, R. and Zaharia, M. (2021) 'Lakehouse: A New Generation of Open Platforms that Unify Data Warehousing and Advanced Analytics', 11th Conference on Innovative Data Systems Research (CIDR '21). Open Access: https://www.cidrdb.org/cidr2021/papers/cidr2021_paper17.pdf

Schimanski, C.P., Sandau, M., Zinke, T. and Schumann, R. (2024) 'Digitale Zwillinge und Datenvernetzung als Grundlage für KI-Anwendungen im Bauwesen', in Haghsheno, S. et al. Künstliche

Intelligenz im Bauwesen. Wiesbaden: Springer Vieweg, pp. 41-61. DOI: 10.1007/978-3-658-42796-2_3.
Anmerkungen: -

1.2 Modul 2: KI-Tools für den digitalen Zwilling und Vernetzung mit I4.0

Modulname: KI-Tools für den digitalen Zwilling und Vernetzung mit Industrie 4.0
Modulübersicht
EDV-Bezeichnung: DGZZ 120
Modulverantwortliche(r): Michael Holder (freier Architekt), Christian Ziegler (BAT), Timo Bilhöfer (freier Architekt)
Modulumfang (ECTS): 3 CP Arbeitsaufwand: 90 h (18 h Stoffvermittlung, 72 h Selbststudium, inkl. Seminar- und Prüfungsvorbereitung und Prüfung)
Einordnung (Semester): 1
Inhaltliche Voraussetzungen: Modul 1 oder äquivalente Kenntnisse
Voraussetzungen nach SPO: keine
Lernergebnisse und Kompetenzen der Teilnehmenden nach erfolgreichem Abschluss des Moduls: • Teilnehmende können CAFM-Systeme für den Gebäudebetrieb nutzen • Teilnehmende können Sensoren für den digitalen Zwilling auswählen und anbinden • Teilnehmende kennen KI-Modelle für Wartungsprognosen
Prüfungsleistungen: Die theoretischen Kenntnisse der Teilnehmenden werden in einer Projektarbeit (Dauer 3 Wochen), einer schriftlichen Klausur (Dauer 60 min, ggf. elektronisch in ILIAS) oder in einer mündlichen Prüfung (Dauer 20 min) bewertet. Die Prüfungsart wird rechtzeitig zu Semesterbeginn bekannt gegeben.
Verwendbarkeit: Dieses Modul bietet Teilnehmenden die Möglichkeit Gewerke- und Gebäudedaten in ein Betriebsmanagementsystem zu integrieren und über Middlewareplattformen und KI-Tools mit einer modernen Produktionsumgebung zu vernetzen. Es bildet außerdem die Grundlage für eine Teilnahme in Modul 3.

Lehrveranstaltung: CAFM und Betriebsmanagement
EDV-Bezeichnung: DGZZ 121
Dozent/in: Michael Holder (freier Architekt)
Umfang: 6 h
Turnus: jährlich
Art und Modus: interaktives Seminar, praktische Übung
Lehrsprache: deutsch
Studieninhalte: CAFM und Betriebsmanagement • Computer Aided Facility Management (CAFM) • Integration von BIM-Daten in CAFM • Rechtssichere Dokumentation von Betreiberpflichten • Schnittstelle Industrie 4.0: Vernetzung von Gebäude und Produktionsprozessen
Empfohlene Literatur:

GEFMA 190 (2023) Betreiberverantwortung im Facility Management. Bonn: Deutscher Verband für Facility Management
GEFMA 444 (2022) Computer-Aided Facility Management (CAFM) – BIM und CAFM. Bonn: Deutscher Verband für Facility Management
May, M. (2025) CAFM-Handbuch, Digitalisierung im Facility Management erfolgreich einsetzen. Berlin: Springer Vieweg.
Anmerkungen: -

Lehrveranstaltung: IoT und Sensorik
EDV-Bezeichnung: DGZZ 122
Dozent/in: Christian Ziegler (BAT)
Umfang: 6 h (Präsenz)
Turnus: jährlich
Art und Modus: interaktives Seminar, Demo (IoT Sensoren einrichten)
Lehrsprache: deutsch
Studieninhalte: IoT und Sensorik • Echtzeitdatenquellen: Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Belegung, Energieverbrauch • Datenübertragung: MQTT, LoRaWAN, 5G • Datenvisualisierung (Dashboards mit Grafana/Tableau)
Empfohlene Literatur: Hüwe, P. & S. (2019): IoT at Home. 1. Aufl., 259 S., München (Hanser Verlag) Greengard, S. (2021): The Internet of Things. 296 S., Cambridge (MIT Press) Schwab, K. (2016): Die vierte industrielle Revolution. 7. Aufl., 240 S., München (Panttheon) Trojan, W. (2017): Das MQTT-Praxisbuch – Mit ESP8266 und Node-RED. 1. Aufl., 276 S., Elektor
Anmerkungen: -

Lehrveranstaltung: KI für den digitalen Zwilling
EDV-Bezeichnung: DGZZ 123
Dozent/in: Timo Bilhöfer (freier Architekt)
Umfang: 6 h
Turnus: jährlich
Art und Modus: interaktives Seminar, Workshop
Lehrsprache: deutsch
Studieninhalte: KI für den digitalen Zwilling • Predictive Maintenance: KI-gestützte Wartungsvorhersagen • Energieoptimierung: KI analysiert Verbrauchsdaten • KI-Werkzeuge im Planungs-, Bau- und Nutzungsprozess • Anwendungsfälle
Empfohlene Literatur: Haghsheno, S., Satzger, G., Lauble, S. and Vössing, M. (2024) Künstliche Intelligenz im Bauwesen: Grundlagen und Anwendungsfälle. Wiesbaden: Springer Vieweg. ISBN 978-3-658-42795-5. Wang, Y., Schnabel, M.A., Zhang, Y., Wang, K. and Guo, F. (2026) 'AI-Enabled Digital Twins in the Built Environment: A Bibliometric Review of Applications, Trends, and Future Directions', Build-ings, 16(4), Art. 809. DOI: 10.3390/buildings16040809 (Open Access).

Zhang, J., Zhang, C., Lu, J. and Zhao, Y. (2025) 'Domain-specific large language models for fault diagnosis of heating, ventilation, and air conditioning systems by labeled-data-supervised fine-tuning', Applied Energy, 377, Art. 124378. DOI: 10.1016/j.apenergy.2024.124378 (Open Access).

Anmerkungen: -

1.3 Modul 3: Nachhaltige Umsetzung und Zukunftsperspektiven

Modulname: Nachhaltige Umsetzung und Zukunftsperspektiven

Modulübersicht

EDV-Bezeichnung: DGZZ 130

Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. Matthias Urnersbach (HKA); Michael Holder (freier Architekt), Timo Bilhöfer (freier Architekt), Christian Ziegler (BAT)

Modulumfang (ECTS): 3 CP

Arbeitsaufwand: 90 h

(18 h Stoffvermittlung, 72 h Selbststudium, inkl. Seminar- und Prüfungsvorbereitung und Abschlussprüfung)

Einordnung (Semester): 1

Inhaltliche Voraussetzungen: Modul 2 oder äquivalente Kenntnisse

Voraussetzungen nach SPO: keine

Lernergebnisse und Kompetenzen der Teilnehmenden nach erfolgreichem Abschluss des Moduls:

- Teilnehmende können einen Implementierungsplan für ein konkretes Projekt entwickeln
- Teilnehmende können den digitalen Zwilling für eine klimaneutrale Planung nutzen
- Teilnehmende können den Materialpass (DPP) und eine Lebenszyklusanalyse (LCA) bestimmen

Prüfungsleistungen:

Die theoretischen Kenntnisse der Teilnehmenden werden in einer Projektarbeit (Dauer 3 Wochen), einer schriftlichen Klausur (Dauer 60 min, ggf. elektronisch in ILIAS) oder in einer mündlichen Prüfung (Dauer 20 min) bewertet. Die Prüfungsart wird rechtzeitig zu Semesterbeginn bekannt gegeben.

Verwendbarkeit:

Das Ziel des Moduls ist es, das erworbene Transferwissen in die Praxis zu übertragen und nach rechtlichen, ökonomischen und ökologischen Anforderungen mit den EU-Nachhaltigkeitsstandards zu vereinen.

Lehrveranstaltung: Implementierungsstrategien

EDV-Bezeichnung: DGZZ 131

Dozent/in: Timo Bilhöfer (freier Architekt)

Umfang: 6 h

Turnus: jährlich

Art und Modus: interaktives Seminar, Gruppenarbeit

Lehrsprache: deutsch

Studieninhalte:

Implementierungsstrategie

- Schrittweise Einführung: Von Pilotprojekten zur flächendeckenden Nutzung
- Gruppenarbeit (Roadmap erstellen)
- Change-Management: Schulungen, Quick Wins, Feedbackkultur
- Kosten-Nutzen-Analyse: ROI-Berechnung für digitale Zwillinge

Empfohlene Literatur:
Baldwin, M. (2025) Der BIM-Manager: Praktische Anleitung für das BIM-Projektmanagement. 3rd edn. Berlin: DIN Media. ISBN 978-3-410-38010-8.
Kotter, J.P. (2015) Accelerate: Strategischen Herausforderungen schnell, agil und kreativ begegnen. München: Vahlen. ISBN 978-3-8006-5021-7.
May, M., Krämer, M. and Schlundt, M. (eds) (2022) BIM im Immobilienbetrieb, Kap. 6 (Wirtschaftlichkeit). Wiesbaden: Springer Vieweg (für Kosten-Nutzen-Analyse / ROI).
Anmerkungen: -

Lehrveranstaltung: Nachhaltigkeit und KI
EDV-Bezeichnung: DGZZ 132
Dozent/in: Christian Ziegler (BAT), Michael Holder (freier Architekt)
Umfang: 6 h
Turnus: jährlich
Art und Modus: interaktives Seminar, Projektarbeit
Lehrsprache: deutsch
Studieninhalte: Nachhaltigkeit und KI • CO₂-Bilanzierung: KI-gestützte Berechnung des ökologischen Fußabdrucks • Digitale Zwillinge für klimaneutrale Planung nutzen • Materialoptimierung: KI analysiert Lebenszykluskosten • Madaster, Materialzirkularität, Materialpass (PCF) • Generative KI: Automatisierte Entwurfsvarianten für nachhaltige Gebäude • Anwendungsfälle (mit KI)
Empfohlene Literatur:
Frischknecht, R. (Hrsg.) (2020): Lehrbuch der Ökobilanzierung. 1. Aufl. Berlin (Springer Spektrum)
Frischknecht, R. et al. (Hrsg.) (2023): Assessing Life Cycle Related Environmental Impacts Caused by Buildings. Project Summary Report. International Energy Agency. CH Uster (treeze Ltd.)
Tao, Fei et al. (2020): Digital Twin Driven Smart Design. 1. Aufl. London (Academic Press)
Teizer, K. & Hensing, H. (Hrsg.) (2022): BIM und Nachhaltigkeit in Forschung, Technologie und Praxis (BIM Professional). Haus der Bundespressekonferenz (bSD Verlag)
DGNB e.V. (2024) Leitfaden Zirkuläres Bauen. Stuttgart: Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen.
De Wolf, C. and Menchetelli, A. (2023) 'Digital Twins for Circular Economy in the Built Environment', in Encyclopedia of Sustainable Technologies. 2nd edn. Oxford: Elsevier, pp. 415–428.
Anmerkungen: -

Lehrveranstaltung: Zukunftsperspektiven
EDV-Bezeichnung: DGZZ 133
Dozent/in: Prof. Dr. Matthias Urnersbach (HKA), Timo Bilhöfer (freier Architekt), Michael Holder (freier Architekt)
Umfang: 6 h
Turnus: jährlich
Art und Modus: Vortrag und Diskussion
Lehrsprache: deutsch
Studieninhalte: Zukunftsperspektiven

- Kollaborative KI: Echtzeit-Zusammenarbeit zwischen Planern und Betreibern
- Prädiktive Analysen: KI prognostiziert Kosten, Risiken und Termine
- Europäischer Digitaler Produktpass (DPP)
- Europa als KI-Standort: Chancen für die Bauindustrie

Empfohlene Literatur:

Sacks, R., Girolami, M. and Brilakis, I. (2020) Building information modelling, artificial intelligence and construction tech. Developments in the Built Environment

Europäisches Parlament und Rat (2024) Verordnung (EU) 2024/1689 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Juni 2024 zur Festlegung harmonisierter Vorschriften für künstliche Intelligenz (Gesetz über künstliche Intelligenz). Brüssel: Amtsblatt der Europäischen Union.

Europäische Kommission (2024) Verordnung (EU) 2024/3110 zur Festlegung harmonisierter Bedingungen für die Vermarktung von Bauprodukten. Brüssel: Amtsblatt der Europäischen Union.

Anmerkungen: -