

beauftragt durch das:

ARGE BIM4RAIL

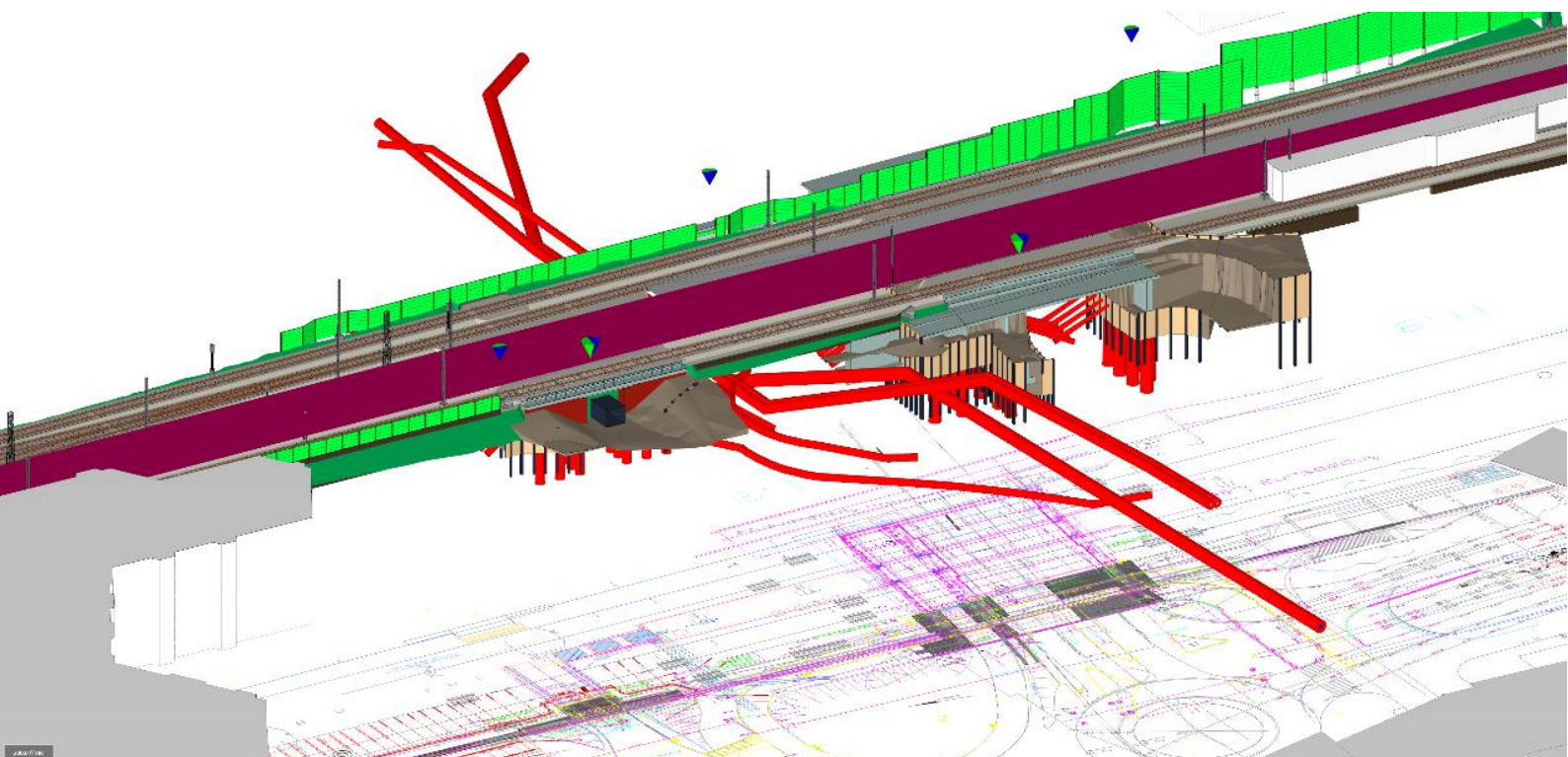


Bundesministerium
für Verkehr und
digitale Infrastruktur

Endbericht

zur wissenschaftlichen Begleitung von 13 Pilotprojekten zur Anwendung von BIM im Schienenwegebau

Stand: 15.11.2019



RUHR
UNIVERSITÄT
BOCHUM

RUB

Ruhr-Universität Bochum

planen bauen
4.0

planen-bauen 4.0 Gesellschaft zur
Digitalisierung des Planens, Bauens und Betriebens mbH

AEC3

AEC3 Deutschland GmbH

Jaeger Bernburg 

Bernburg Beteiligung GmbH + Co KG

 **HOCHTIEF**
ViCon

HOCHTIEF ViCon GmbH


Kapellmann
Rechtsanwälte

Kapellmann und Partner Rechtsanwälte mbB

 **OBERMEYER**
PLANEN + BERATEN GmbH

Obermeyer Planen + Beraten GmbH

 Schübler-Plan

Schübler-Plan Ingenieurgesellschaft mbH

STRABAG

STRABAG Rail GmbH

Technische
Universität
München 

Technische Universität München

 **ZPP**
GERMAN ENGINEERING

ZPP Ingenieure AG

bearbeitet von

Markus König, *Ruhr-Universität Bochum*

Christian Forster, *HOCHTIEF ViCon GmbH*

Markus Scheffer, *Ruhr-Universität Bochum*

André Borrmann, *Technische Universität München*

Simon Vilgertshofer, *Technische Universität München*

Thomas Riedel, *planen-bauen 4.0 GmbH*

Thomas Liebich, *AEC3 Deutschland GmbH*

Karen Reimann, *Bernburg Beteiligung GmbH + Co KG*

Jörg Bodden, *Kapellmann und Partner Rechtsanwälte mbB*

Markus Hochmuth, *Obermeyer Planen + Beraten GmbH*

Andreas Bach, *Schübler-Plan Ingenieurgesellschaft mbH*

Ingo Kutschker, *STRABAG Rail GmbH*

Romuald Bortlik, *STRABAG Rail GmbH*

Felix Nagel, *ZPP Ingenieure AG*

Tobias Rahm, *ZPP Ingenieure AG*

Joachim Meyer, *ZPP Ingenieure AG*

Inhaltsverzeichnis

1	ZUSAMMENFASSUNG UND EMPFEHLUNG	5
2	EINLEITUNG	9
3	ERWEITERTE REIFEGRADEMETRIK	11
4	REIFEGRADE DER PILOTPROJEKTE	13
4.1	AUFTRAGGEBER–INFORMATIONSANFORDERUNGEN	14
4.2	BIM–ABWICKLUNGSPLAN	16
4.3	TECHNOLOGIE.....	17
4.4	VERTRÄGE.....	18
4.5	BIM–TEAM	20
4.6	GRUNDLAGENERMITTLUNG UND VORPLANUNG	21
4.7	ENTWURF UND GENEHMIGUNG.....	22
4.8	AUSFÜHRUNGSPLANUNG	24
4.9	AUSSCHREIBUNG UND VERGABE.....	25
4.10	AUSFÜHRUNG	27
4.11	DOKUMENTATION UND BETRIEB	29
5	BIM–ANWENDUNGSFÄLLE DER DB NETZ AG	30
5.1	BESTANDSAUFNAHME UND BESTANDSMODELLIERUNG (AWF 1 UND 2)	30
5.2	VISUALISIERUNG (AWF 3)	31
5.3	TRASSEN– UND VARIANTENVERGLEICH (AWF 4)	32
5.4	MODELLERSTELLUNG (AWF 5)	33
5.5	KOLLISIONSPRÜFUNG UND PLANUNGSKOORDINATION (AWF 6 UND 7)	34
5.6	ERSTELLUNG VON 2D–PLÄNEN (AWF 8).....	35
5.7	4D–MODELLERSTELLUNG (AWF 9).....	36
5.8	5D–MODELLERSTELLUNG (AWF 10).....	37
5.9	MENGENERMITTLUNG (AWF 12)	39
5.10	LEISTUNGSVERZEICHNIS UND AUSSCHREIBUNG (AWF 13 UND 14)	39
5.11	BAUFORTSCHRITTSKONTROLLE (AWF 16)	40
5.12	EARNED–VALUE BETRACHTUNG UND BAUABRECHNUNG (AWF 17 UND 18)	41
5.13	BESTANDSMODELL UND DOKUMENTATION (AWF 20, 21 UND 22)	43
5.14	ERSTELLUNG EINES BIM–ABWICKLUNGSPLANS (AWF 25)	44
5.15	FREIGABE FÜR EINGANGSDATEN UND LIEFEROBJEKTE (AWF 26)	44
5.16	ARBEITS– UND INFORMATIONSPLATTFORM (AWF 27)	45
5.17	STANDARDISIERTE BERICHTSWESSEN (AWF 28)	46
6	AUSBLICK	47

1 Zusammenfassung und Empfehlung

Der vorliegende Bericht ist Teil der „Erweiterten Pilotphase“ des Stufenplans „Digitales Planen und Bauen“ des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) und liefert eine Empfehlung zur Einführung von Building Information Modeling (BIM) im Schienenwegebau bei der DB Netz AG.

Die Basis der vorliegenden Untersuchungen und Bewertungen bilden die Ergebnisse der Reformkommission „Bau von Großprojekten“¹, des Stufenplans „Digitales Planen und Bauen“² und der Projekte InfraBIM³ sowie BIM4INFRA2020⁴ zur Umsetzung des Stufenplans. Expertinnen und Experten aus Wirtschaft, Wissenschaft, öffentlicher Hand und Verbänden kamen im Jahr 2015 zum Ergebnis, dass die Anwendung der BIM-Methodik die Planung und Realisierung von Großprojekten, z.B. durch die Visualisierung von Projektvarianten, die Erstellung einer konsistenten Planung durch Kollisionsprüfungen und einen frictionslosen Bauablauf durch Simulationen, erheblich unterstützen kann (vgl. Endbericht der Reformkommission „Bau von Großprojekten“⁵). Infolge dieser Ergebnisse wurde noch im Jahr 2015 der Stufenplan „Digitales Planen und Bauen“⁶ des BMVI erarbeitet und eine Umsetzung bis 2020 vorgesehen.

Zur Konkretisierung des Stufenplans erarbeitete BIM4INFRA2020 eine Empfehlung für das Zielniveau der BIM-Methodik ab Ende 2020⁷. Das Zielniveau 2020 definiert, welche BIM-Anwendungsfälle abhängig von der Projektsituation zum Einsatz kommen sollen. Insgesamt wurden 20 verschiedene Anwendungsfälle über alle Projektphasen identifiziert und im Detail beschrieben. Die Auswahl der umzusetzenden BIM-Anwendungsfälle erfolgte auf Basis einer detaillierten Aufwand-Nutzen-Analyse. Für die Ermittlung von Aufwand und Nutzen der einzelnen Anwendungsfälle wurde eine Expertenbefragung durchgeführt. Bei der Betrachtung des Aufwandes wurde sowohl der anfängliche Änderungsaufwand von der jetzigen konventionellen Arbeitsweise hin zur BIM-gestützten Arbeitsweise als auch der potentielle Mehraufwand in der Projektbearbeitung durch veränderte Arbeitsweisen berücksichtigt. Für die Betrachtung des Nutzens wurde der Mehrwert, den der Anwendungsfall gegenüber der jetzigen Arbeitsweise liefert, ermittelt und bewertet. Der Nutzen wurde im Hinblick auf verbesserte Qualität bzw. Transparenz, verringertes Risiko durch erhöhte Planungssicherheit bezüglich Kosten und Terminen sowie eine potentielle Reduktion von Ge-

¹ <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/G/reformkommission-bau-von-grossprojekten.html>

² <https://www.bmvi.de/bim>

³ <https://www.infrabim.de>

⁴ <https://www.bim4infra.de>

⁵ <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/G/reformkommission-bau-von-grossprojekten.html>

⁶ <https://www.bmvi.de/bim>

⁷ https://bim4infra.de/wp-content/uploads/2018/09/AP1.2-AP1.3_BIM4INFRA_Bericht-Stufenplan.pdf

samtprojektkosten erfasst. Eine detaillierte Darstellung des mit dem jeweiligen Anwendungsfall verbundenen Nutzens kann dem Bericht zur Szenariendefinition und Empfehlung⁸ entnommen werden.

Die Auswertung der BIM-Pilotprojekte der DB Netz AG hinsichtlich des Zielniveaus 2020 erfolgte durch die Erweiterung und Anwendung der im Projekt InfraBIM entwickelten BIM-Reifegradmetrik⁹ in insgesamt 11 Kategorien. Die erweiterte Reifegradmetrik der wissenschaftlichen Begleitung BIM4RAIL kann den Webseiten des BMVI entnommen werden¹⁰. Die Kategorien bilden dabei die Kernaspekte der BIM-Anwendung in einem Bauvorhaben ab. Durch die wissenschaftliche Begleitung BIM4RAIL wurde zwischen Januar 2018 und März 2019 geprüft, ob die von der DB Netz AG und dem BMVI vereinbarten Ziele der BIM-Pilotprojekte erreicht wurden. Die BIM-Pilotprojekte sollten zeigen, ob die Anwendung der BIM-Methodik schon heute möglich ist und sich positiv auf die Realisierung der Projekte auswirkt. Folgende Ergebnisse liefert die Evaluierung der Pilotprojekte der DB Netz AG:

Verbesserte Projektorganisation und -kommunikation

Die Spezifikation von Auftraggeber-Informationsanforderungen (AIA), die Erarbeitung eines BIM-Abwicklungsplans (BAP), die Leistungserbringung unter Verwendung von digitalen Fachmodellen und die Nutzung einer gemeinsamen Datenumgebung (CDE¹¹) sind Kernaspekte des Zielniveaus 2020 und müssen für die breite Einführung verfügbar sein. Die Auswertung zeigt, dass diese Kernaspekte schon heute erreicht werden. Auf Basis der vorhandenen AIA- und BAP-Dokumente, den zugehörigen Verträgen und der verfügbaren Technologien werden schon heute anforderungskonforme digitale Modelle erstellt und verwendet. Des Weiteren wurde der Austausch der einzelnen digitalen Liefergegenstände unter Verwendung einer gemeinsamen Datenumgebung erfolgreich umgesetzt. **Die Voraussetzungen zur Umsetzung des Zielniveaus 2020 des Stufenplans „Digitales Planen und Bauen“ des BMVI sind somit vorhanden.**

Durch die Verfügbarkeit von digitalen Fachmodellen in Konformität zu AIA und BAP sowie deren Bereitstellung über definierte Prozesse innerhalb einer CDE konnte eine verbesserte Leistungsmeldung und Projektsteuerung in den Pilotprojekten erkannt werden. Des Weiteren sind Planungs- und Ausführungsdaten digital verfügbar, um diese strukturiert zum Betrieb des Bauwerks und der Anlagen nutzen zu können. **Durch klare und prüfbare Vorgaben hat sich die Wiederverwendbarkeit der Informationen deutlich erhöht.** Die Projektdaten werden nur einmal erfasst und können durch andere Beteiligte einfacher und schneller genutzt werden. Durch die Verwendung von digitalen Fachmodellen unter Nutzung von AIA, BAP und CDE wurde die Kommunikation effizienter und die Komplexität der Projekte wurde

⁸ https://bim4infra.de/wp-content/uploads/2018/09/AP1.2-AP1.3_BIM4INFRA_Bericht-Stufenplan.pdf

⁹ <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/DG/wissenschaftliche-begleitung-anwendung-bim-infrastrukturbau-2018.pdf>

¹⁰ <https://www.bmvi.de/bim>

¹¹ Common Data Environment (engl. für gemeinsame Datenumgebung)

besser beherrscht. **Projektrisiken, die aus Kommunikationsfehlern resultieren, werden spürbar minimiert.**

Erhöhte Planungssicherheit und reduziertes Nachtragspotenzial

Die Auswertung der BIM-Pilotprojekte zeigt, dass die Umsetzung der Leistungsphasen 1 bis 5 nach der Honorarordnung für Architekten- und Ingenieurleistungen (HOAI) schon heute mit Hilfe der BIM-Methodik erfolgen kann. Die digitalen Modelle wurden beispielsweise für die Koordination, die Kostenermittlung, die Visualisierung des Bauablaufs und den Variantenvergleich verwendet. Spezielle Aufgaben, wie die Bemessung und Nachweisführung, der Arbeits- und Gesundheitsschutz, die Genehmigungen und Logistikplanung können von der modellbasierten Arbeitsweise profitieren, wurden jedoch nicht erprobt und sind auch nicht Bestandteil des Zielniveaus 2020. **Der Einsatz der BIM-Methodik zur Umsetzung der Leistungsphasen 1 bis 5 ist möglich und sollte die konventionelle Arbeitsweise ersetzen.**

Durch die modellbasierte Koordination konnten die einzelnen Fachplanungen transparenter abgestimmt und mögliche Konflikte automatisiert erkannt werden. Durch die frühe Erkennung von Konflikten und Fehlern kann die Qualität der Planung deutlich erhöht und das Risiko von Nachträgen während der Bauausführung verringert werden. **Die Auswertung der Projektergebnisse und die Befragung der Projektbeteiligten hat ergeben, dass die BIM-Methodik qualitativ bessere Planungsergebnisse als die konventionelle Planung unter Verwendung von 2D-Plänen liefert.** Diese Aussage wird auch dadurch belegt, dass in einzelnen Pilotprojekten durch die Anwendung der BIM-Methodik Konflikte in der konventionellen Planung erkannt und behoben wurden. Des Weiteren konnten durch die modellbasierte Betrachtung von Planungsvarianten und Bauzuständen die Termin- und Kostenauswirkungen anschaulicher dargestellt und bewertet werden. **Es sind alle Voraussetzungen vorhanden, um Effizienzsteigerungen in den Planungs- und Bauprozessen realisieren zu können.**

Genauere Leistungsmeldung und effiziente Projektsteuerung

Die Umsetzung der Leistungsphasen 6 bis 7 nach der Honorarordnung für Architekten- und Ingenieurleistungen (HOAI) in der Bauausführung wurde im Rahmen der Pilotprojekte erprobt. Die digitalen Modelle konnten für die automatisierte Erstellung von Leistungsverzeichnissen ohne Einschränkungen genutzt werden. Eine modellbasierte Ausschreibung und Vergabe wurde nicht pilotiert. Die modellbasierten Leistungsverzeichnisse können sowohl für die modellbasierte als auch die konventionelle Ausschreibung und Vergabe ohne Einschränkungen verwendet werden. Der Einsatz der BIM-Methodik im Rahmen der Bauausführung wurde in ausgesuchten Pilotprojekten auszugsweise erprobt. **Der Einsatz der BIM-Methodik zur Umsetzung der Leistungsphasen 6 bis 7 und der Bauausführung ist möglich und sollte die konventionelle Arbeitsweise ersetzen.**

Die Anwendung der BIM-Methodik zur Leistungsmeldung, zur Termin- und Kostensteuerung sowie zum Mängelmanagement bietet hohe Automatisierungspotenziale. **Die automatisierte Mengenermittlung, anhand der digitalen Modelle, ermöglicht Effizienzsteigerungen**

und liefert genauere und nachvollziehbare Mengen. Durch die gemeinsame Datenumgebung und Dokumentation des Baufortschritts auf Basis der digitalen Modelle konnte die Transparenz und Akzeptanz bei allen Projektbeteiligten erhöht werden. Durch Anwendung dieser BIM-Aspekte sind wesentliche Voraussetzungen vorhanden, um eine verbesserte Beauftragung und Abrechnung von Bauleistungen zu ermöglichen.

Zuverlässige Baudokumentation und effiziente Inbetriebnahme

Die Umsetzung der Leistungsphase 8 und 9 nach der Honorarordnung für Architekten- und Ingenieurleistungen (HOAI) sowie die generelle Nutzung von BIM für den Betrieb wurden nur in wenigen Pilotprojekten auszugsweise erprobt. Einige Aufgaben im Rahmen der Baudokumentation wurden erfolgreich umgesetzt. **Der Einsatz der BIM-Methodik zur Baudokumentation ist möglich und kann die konventionelle Arbeitsweise ersetzen.**

Durch die modellbasierte Arbeitsweise werden während der Planungs- und Ausführungsphase wichtige Informationen für die Baudokumentation erfasst und können in ein Bestandsmodell überführt werden. **Durch die Verfügbarkeit eines Bestandsmodells sind die Voraussetzungen gegeben, dass bessere und qualitätsgesicherte Informationen für die Betriebsphase zur Verfügung stehen.** Die Betriebsphase selbst wurde nicht pilotiert.

Empfehlung

Die Auswertung der Pilotprojekte der DB Netz AG zeigt deutlich, dass das konventionelle Arbeiten auf Basis von 2D-Plänen durch die BIM-Methodik ersetzt werden kann, BIM sich positiv auf die Realisierung von Projekten auswirkt und die BIM-Methodik damit qualitativ bessere, mindestens aber gleichwertige Ergebnisse hervorbringt. Die größten Effizienzpotenziale ergeben sich, wenn die BIM-Methodik durchgängig für die Planung und Ausführung im Schienenwegebau zur Anwendung kommt.

Dabei erfordert die Etablierung der BIM-Methodik einen Investitions- und Standardisierungsaufwand, der mit zusätzlichen Kosten in der Anlaufphase einhergeht, aber nach erfolgter Einführung eine Reduktion der Gesamtprojektkosten von Bauvorhaben erwarten lässt. Damit ist die Arbeit mit BIM wirtschaftlich vorteilhaft.

Die nationale und internationale Standardisierung (VDI-Richtlinien und ISO/CEN/DIN-Normen) sind bereits sehr weit vorangeschritten, sodass die BIM-Methodik schon heute als „Stand der Technik“ bezeichnet werden kann. Spezielle Richtlinien und Vorgehensweisen zur Verwendung der BIM-Methodik im Schienenwegebau sind jedoch weiterzuentwickeln.

Die vorliegenden Ergebnisse bestätigen die Erkenntnisse und Empfehlungen der Reformkommission „Bau von Großprojekten“ und der Projekte InfraBIM und BIM4INFRA2020 des BMVI zur Einführung der BIM-Methodik im Verkehrswegebau. **Die wissenschaftliche Begleitung BIM4RAIL der 13 Pilotprojekte der DB Netz AG empfiehlt den Einsatz der BIM-Methodik für zukünftige Projekte im Schienenwegebau im Rahmen des Zielniveaus 2020.**

2 Einleitung

Der Bundesminister für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) hat am 15. Dezember 2015 den Stufenplan „Digitales Planen und Bauen“ zur schrittweisen Einführung von Building Information Modeling (BIM) im Zuständigkeitsbereich des BMVI vorgestellt. Danach soll BIM nach einer „Vorbereitungsphase“ (2015 – 2017) und einer „Erweiterten Pilotphase“ (2017 – 2020) ab Ende 2020 bei allen neu zu planenden Projekten im Infrastrukturbau des Bundes Anwendung finden.

Der vorliegende Bericht ist Teil der „Erweiterten Pilotphase“ des Stufenplans und dient der Evaluation von 13 BIM-Pilotprojekten der DB Netz AG. Die Pilotprojekte hatten das Ziel, die Anwendbarkeit und den Nutzen von BIM bei Bedarfsplanvorhaben der Schienenwege des Bundes anhand von Pilotprojekten zu erproben. Hierzu wurde die Abwicklung der BIM-Pilotprojekte begleitet und die daraus gewonnenen Erkenntnisse ausgewertet, um den Wissenstransfer sicherzustellen und Handlungsempfehlungen für zukünftige BIM-Projekte bei der DB Netz AG abzuleiten. Die folgenden BIM-Pilotprojekte wurden beforscht:

- PP1 Pilotprojekt Emmerich–Oberhausen
- PP2 Pilotprojekt Rhein–Ruhr–Express
- PP3 Pilotprojekt Karlsruhe–Basel – Tunnel Rastatt
- PP4 Pilotprojekt Karlsruhe–Basel – Streckenabschnitt 1
- PP5 Pilotprojekt Karlsruhe–Basel – Streckenabschnitt 7
- PP6 Pilotprojekt Karlsruhe–Basel – Streckenabschnitt 8
- PP7 Pilotprojekt Stendal – Uelzen
- PP8 Pilotprojekt Feste Fehmarnbeltquerung
- PP9 Pilotprojekt Homburger Damm
- PP10 Pilotprojekt Berlin – Dresden
- PP11 Pilotprojekt Wendlingen – Ulm / Filstalbrücke
- PP12 Pilotprojekt Hamburg – Hannover
- PP13 Pilotprojekt Knoten Bamberg

Die betrachteten BIM-Anwendungsfälle wurden zwischen der DB Netz AG und dem Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) im Rahmen einer Finanzierungsvereinbarung festgelegt. Die Vereinbarung sieht einen parallelen Einsatz von BIM in einzelnen konkret festgelegten Anwendungsfällen vor, d.h. in den überwiegenden Projekten liegt eine konventionelle Planung zugrunde bzw. wurde die Planung vollständig konventionell erbracht. Dadurch soll eine Aussage ermöglicht werden, welche Vorteile digitale Arbeitsmethoden im Vergleich zur konventionellen Planung bieten können.

In der Tabelle 1 werden für alle 13 Pilotprojekte die von der DB Netz AG vorgesehenen Anwendungsfälle (AWF) aufgelistet. Eine genaue Beschreibung der Anwendungsfälle kann der Finanzierungsvereinbarung entnommen werden. Es sind folgende Anwendungsfälle vorgesehen:

ARGE BIM4RAIL – Endbericht zur wissenschaftlichen Begleitung von 13 Pilotprojekten zur Anwendung von BIM im Schienenwegebau

- AWF 1 3D-Bestandsaufnahme
- AWF 2 3D-Bestandsmodellierung
- AWF 3 Visualisierung
- AWF 4 3D-Trassen- und Variantenvergleich
- AWF 5 3D-Modellerstellung, geometrisches Modell
- AWF 6 3D-Kollisionsprüfung
- AWF 7 Planungskoordination
- AWF 8 Erstellung von 2D-Plänen aus 3D-Modellen
- AWF 9 4D-Modellerstellung, Darstellung des Bauablaufs
- AWF 10 5D-Modellerstellung, Darstellung des Kostenverlaufs
- AWF 11 BIM-basiertes Planfeststellungsverfahren (nicht pilotiert)
- AWF 12 Objektbasierte Mengenermittlung
- AWF 13 Teilautomatisierte LV-Erstellung
- AWF 14 Modellbasierte Ausschreibung und Vergabe
- AWF 15 Einsatz moderner Baustellenlogistik (nicht pilotiert)
- AWF 16 Baufortschrittskontrolle (Soll-Ist) anhand des 4D-Modells
- AWF 17 Stichtagsgenaue Earned-Value Betrachtung anhand des 5D-Modells
- AWF 18 Modellbasierte Bauabrechnung
- AWF 19 BIM-basierter Bauaufsichtsprozess nach VV Bau (nicht pilotiert)
- AWF 20 Erstellung eines 3D-Bestandsmodells
- AWF 21 Verknüpfung der Plandokumente mit dem 3D-Bestandsmodell
- AWF 22 Verknüpfung der Baustellendokumentation mit dem 3D-Bestandsmodell
- AWF 23 Modellbasierte Wartungs- und Instandhaltungsplanung (nicht pilotiert)
- AWF 24 BIM-basierte Instandhaltung und Instandsetzung (nicht pilotiert)
- AWF 25 Erstellung eines BIM-Projektentwicklungsplans
- AWF 26 Freigabeprozedere für Eingangsdaten und Lieferobjekte
- AWF 27 Einheitliche Arbeits- und Informationsplattform
- AWF 28 Standardisiertes Berichtswesen aus BIM

Tabelle 1: Zuordnung von Anwendungsfällen (AWF) und Pilotprojekten (PP)

	PP1	PP2	PP3	PP4	PP5	PP6	PP7	PP8	PP9	PP10	PP11	PP12	PP13
AWF 1					X	X	X	X	X	X		X	X
AWF 2	X	X			X	X	X	X	X	X		X	X
AWF 3	X	X			X	X	X	X	X	X		X	X
AWF 4					X		X	X		X			
AWF 5	X	X		X		X		X	X			X	
AWF 6	X	X		X		X	X	X	X				
AWF 7	X	X		X		X	X	X					
AWF 8							X	X					
AWF 9	X	X		X		X		X	X				
AWF 10	X	X		X		X		X	X				

AWF 11													
AWF 12	X	X		X		X		X	X				
AWF 13		X							X				
AWF 14		X											
AWF 15													
AWF 16			X	X					X		X		
AWF 17			X	X					X				
AWF 18			X	X					X		X		
AWF 19													
AWF 20			X						X		X		
AWF 21			X						X		X		
AWF 22			X						X		X		
AWF 23													
AWF 24													
AWF 25	X			X	X	X	X	X	X	X		X	X
AWF 26				X	X	X				X			X
AWF 27				X	X	X	X	X	X				X
AWF 28	X			X	X	X							X

3 Erweiterte Reifegradmetrik

Um die Reife der Umsetzung der BIM-Methodik in einem Projekt formal und einheitlich mess- und bewertbar zu machen, wurde die BIM-Reifegradmetrik¹² des Projektes InfraBIM verwendet und weiterentwickelt. Die BIM-Reifegradmetrik von InfraBIM bestand aus insgesamt 62 Fragen, die einen weiten Bereich der verschiedenen Aspekte der möglichen BIM-Anwendung in einem Bauvorhaben abdecken. Für jede Frage wird die BIM-Nutzung mit Punkten von 0 bis 5 bewertet. Dabei steht 0 für „nicht vorhanden/nicht genutzt“ und 5 für „optimal umgesetzt“. Um die Punktevergabe so transparent wie möglich zu halten, werden detaillierte Angaben für die einzelnen Stufen gemacht. Im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitung der erweiterten Pilotphase für den Schienenbau wurde die BIM-Reifegradmetrik von InfraBIM ergänzt und umfasst nun 115 Fragen, die in weiterhin 11 Kategorien gruppiert sind. Folgende Kategorien stehen zur Verfügung:

1. Auftraggeber-Informationsanforderungen (AIA)
2. BIM-Abwicklungsplan (BAP)
3. Technologie
4. Verträge
5. BIM-Team

¹² <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/Digitales/bim-zwischenbericht-forschungsbegleitung.pdf>

6. Grundlagenermittlung und Vorplanung
7. Entwurf und Genehmigung
8. Ausführungsplanung
9. Ausschreibung und Vergabe
10. Ausführung
11. Dokumentation und Nutzung

Die Wahl der Kategorien bildet dabei die Kernaspekte der BIM-Anwendung in einem Bauvorhaben ab. Die explizite Berücksichtigung der einzelnen Leistungsphasen nach HOAI erwies sich als sinnvoll, um den unterschiedlichen Grad der Umsetzung von Anwendungsfällen phasenweise besser vergleichbar zu machen. Eine detaillierte Auflistung der einzelnen Fragen kann dem Anhang entnommen werden.

Die Auswertung der einzelnen Fragen erfolgt hinsichtlich zwei verschiedener Zielniveaus. Das Zielniveau 2020 beschreibt welche BIM-Anwendungsfälle ab 2020 in den Projekten des Bundes eingesetzt werden sollen¹³. Mit der Definition des Zielniveaus 2020 und der genauen Beschreibung der BIM-Anwendungsfälle ist ein wichtiger Meilenstein auf dem Weg zur verpflichtenden Nutzung von BIM in allen Infrastrukturvorhaben des Bundes ab Ende 2020 erreicht. Die Beteiligten auf Auftraggeber- und Auftragnehmerseite wissen nun, worauf sie sich vorbereiten müssen, und können Maßnahmen ergreifen, um noch bestehende Hemmnisse zu überwinden. Das zweite Zielniveau wurde projektbezogen zu Beginn der wissenschaftlichen Begleitung durch die Projektteams definiert und beschreibt den in den jeweiligen Projekten angestrebten Reifegrad (Zielniveau PP).

Für die Fragen der erweiterten InfraBIM Reifegradmetrik wurden die maximal erreichbaren Bewertungen unter Beachtung des Zielniveaus 2020 definiert. Nicht bei allen Reifegradfragen wird die höchste Bewertung „optimal genutzt“ (5 Punkte) für das Zielniveau 2020 vorausgesetzt. Die Werte des Zielniveaus 2020 für alle Reifegradfragen können dem Anhang entnommen werden.

Zur Auswertung einer Frage werden verschiedene Kenngrößen ermittelt und mit den definierten Zielniveaus (Zielniveau 2020 und Zielniveau PP) verglichen. Hierfür wird der maximal erreichte Reifegrad (Reifegrad PP (max)), der durchschnittlich erreichte Reifegrad (Reifegrad PP (avg)), das maximal angestrebte Zielniveau (Zielniveau PP (max)) und das durchschnittlich angestrebte Zielniveau (Zielniveau PP (avg)) über alle Pilotprojekte bestimmt. Im folgenden Beispiel wird die Auswertung im Detail erläutert (siehe Abbildung 1).

¹³ https://bim4infra.de/wp-content/uploads/2018/09/AP1.2-AP1.3_BIM4INFRA_Bericht-Stufenplan.pdf

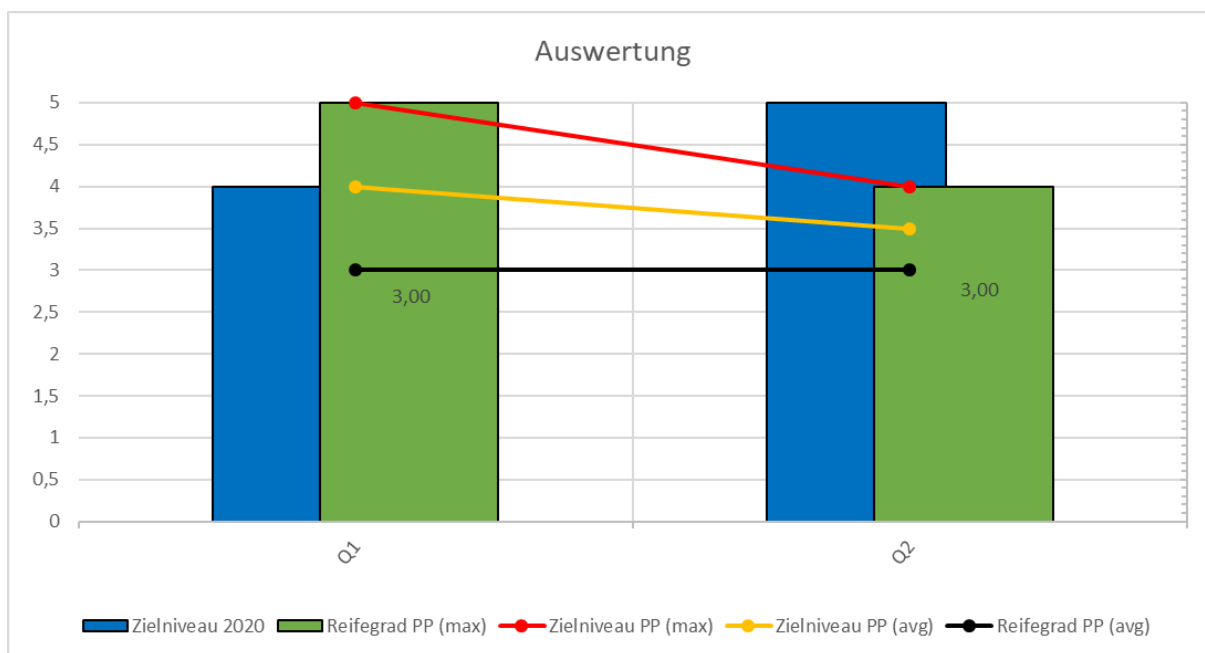


Abbildung 1: Beispielhafte Auswertung der Reifegrade für zwei Fragen der Reifegradmetrik

Für die Frage Q1 wurde das Zielniveau 2020 mit dem Wert 4 festgelegt (blauer Balken). In einem der Pilotprojekte wurde für die Frage Q1 das maximal angestrebte Zielniveau im Pilotprojekt mit dem Wert 5 festgelegt (rote Linie), d.h. in mindestens einem Projekt wurde ein höheres Zielniveau als das Zielniveau 2020 angestrebt. Im Durchschnitt wurde in allen Projekten ein Zielniveau mit dem Wert 4 angestrebt (gelbe Linie), welches auch dem Zielniveau 2020 entspricht. In mindestens einem der Projekte wurde ein maximaler Reifegrad mit dem Wert 5 erreicht (grüner Balken), d.h. das maximal angestrebte Zielniveau wurde auch erreicht und liegt über dem Zielniveau 2020. Im Durchschnitt wurde ein Reifegrad mit dem Wert 3 für die Frage Q1 erzielt (schwarze Linie). Der durchschnittliche Reifegrad ist jedoch geringer als das durchschnittlich angestrebte Zielniveau in den Pilotprojekten (gelbe Linie). Für die Frage Q1 liefert die Auswertung folgende Erkenntnis:

- Das Zielniveau 2020 kann schon heute erreicht werden (mindestens in einem Projekt wurde dieser Wert erreicht oder überschritten).
- Im Durchschnitt wurde von allen Projekten eingeschätzt, dass das Zielniveau 2020 schon jetzt zu erreichen ist (gelbe Linie liegt auf oder oberhalb des blauen Balkens).
- Im Durchschnitt wurden die in den Projekten angestrebten Zielniveaus für die Frage nicht erreicht (Abweichung zwischen gelber und schwarzer Linie).
- Der durchschnittlich erreichte Reifegrad liegt insgesamt einen Bewertungspunkt unterhalb des Zielniveaus 2020.

4 Reifegrade der Pilotprojekte

Die Erfassung des angestrebten Zielniveaus zu den Pilotprojekten der DB Netz AG zur Anwendung von BIM im Schienenwegebau erfolgte durch die verantwortlichen Projektleiter der DB Netz AG. Die Bewertung des erreichten Reifegrades jedes Projektes zu den einzelnen Fragen wurde von den Mitarbeitern der wissenschaftlichen Begleitung vorgenommen und mit der DB Netz AG diskutiert. Die Basis dazu waren die von der DB Netz AG zur Verfügung gestellten Unterlagen (z.B. AIA, BAP, etc.) sowie Erkenntnisse aus verschiedenen Projekt-treffen zu unterschiedlichen Themen. Im Folgenden werden die Ergebnisse anhand der 11 Kategorien der Reifegradmetrik und der von der DB Netz AG definierten BIM-Anwendungsfälle vorgestellt.

4.1 Auftraggeber-Informationsanforderungen

Die Auftraggeber-Informationsanforderungen (AIA) beschreiben aus der Sicht des Auftraggebers die Anforderungen, die ein Auftragnehmer im Rahmen der Leistungserbringung unter Verwendung von Building Information Modeling zu berücksichtigen hat. Die AIA sind ein zentrales Element des Stufenplans „Digitales Planen und Bauen“ des BMVI. Die einzelnen Fragen zur Kategorie AIA können dem Anhang entnommen werden.

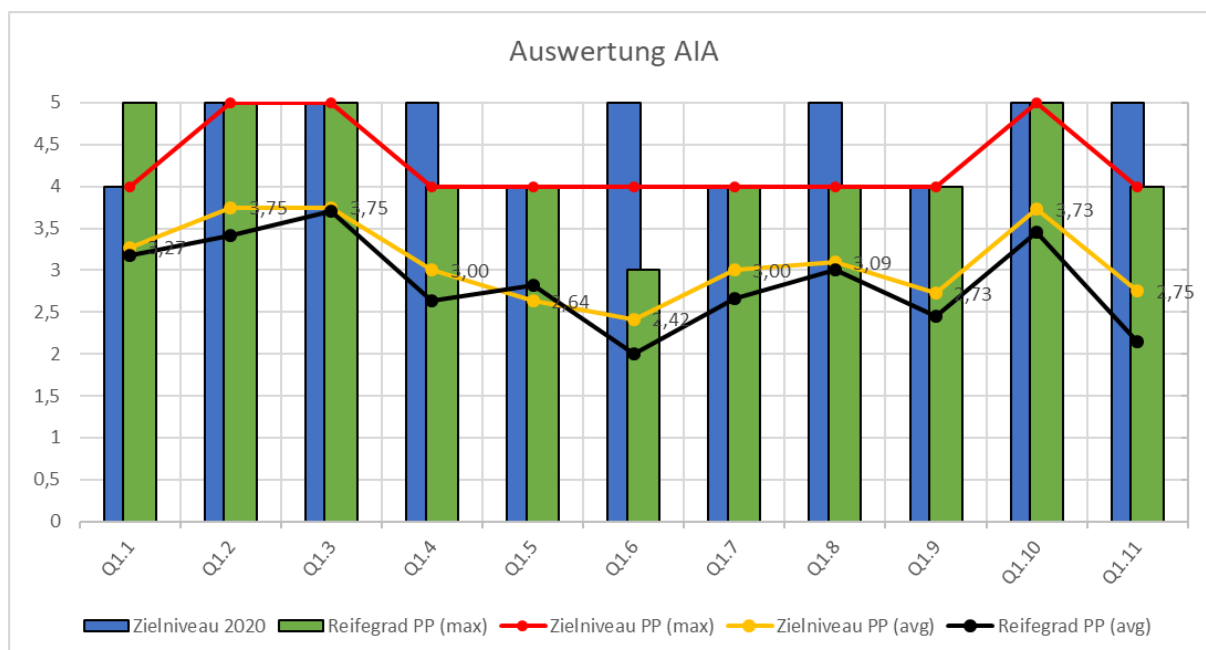


Abbildung 2: Auswertung der Kategorie AIA

Die Auswertung der Reifegrade führt zu folgenden Ergebnissen (siehe Abbildung 2):

- Für die Mehrzahl der Fragen wurde mindestens in einem Pilotprojekt das Zielniveau 2020 schon heute erreicht oder überschritten.
- Die Planungsgrundlagen wurden modellbasiert ohne weitere Erläuterung zur Verfügung gestellt (Q1.4). Damit das Zielniveau 2020 erreicht werden kann, müssen die einzelnen Planungsgrundlagen jedoch im Detail erläutert werden.

- Die genaue Beschreibung, welche Informationen für welche Modellobjekte für welchen Anwendungsfall bzw. welche Datenübergabepunkte notwendig sind, ist eine zentrale Forderung des Zielniveaus 2020. Aktuell wurden nur für einige Modellobjekte genaue Vorgaben hinsichtlich der zu liefernden Informationen (auch als Merkmale bezeichnet) definiert (Q1.6).
- Einige Vorgaben zur Strukturierung von Modellen, Klassifikation, Layern, Abschnitten, Volumen und Eigenschaften wurden bereits festgelegt (Q1.8). Vorgaben zu Modellstrukturen müssen für das Zielniveau 2020 noch weiter detailliert werden. Insgesamt liegt die Abweichung zwischen der maximal erreichten Bewertung und dem Zielniveau 2020 jedoch nur bei einem Bewertungspunkt.
- Es wurden Unternehmensstandards zur Anwendung der BIM-Methodik in den Pilotprojekten vorgegeben (Q1.11). Eine detaillierte Erläuterung und Beispiele zur Anwendung der Unternehmensstandards waren jedoch nicht verfügbar und müssen für das Zielniveau noch ergänzt werden.
- Die AIA unterscheiden sich bei den betrachteten Pilotprojekten teilweise recht deutlich. Pilotprojekte, die etwas später gestartet wurden, haben einen deutlich höheren Reifegrad erzielt. In diesen Projekten wurden bereits Erfahrungen bei der Aufstellung von AIA aus anderen Pilotprojekten eingebracht.

In einigen Pilotprojekten wird das Zielniveau 2020 hinsichtlich AIA schon erreicht. Genaue Vorgaben zu Planungsgrundlagen, Liefervorgaben und Modellstrukturen in Form von Unternehmensstandards lagen bei der Beauftragung der BIM-Pilotprojekte noch nicht in vollem Umfang vor. Insbesondere die Spezifikation von detaillierten Vorgaben zur Lieferung von Informationen zu einzelnen Modellobjekten wurde erst im Rahmen der Projektbearbeitung zusammen mit den Auftragnehmern erarbeitet. Im Rahmen der Pilotprojekte wurden sehr wertvolle Erfahrungen hinsichtlich der Umsetzung von AIA gesammelt. Nach Abschluss der Pilotierung liegen nun umfangreiche Erkenntnisse vor, die für die Weiterentwicklung und Standardisierung der AIA bei der DB Netz AG genutzt werden können. Die Erfahrungen wurden schon während der wissenschaftlichen Begleitung systematisch erfasst und ausgetauscht. Durch eine bereits begonnene Standardisierung der AIA und einem gezielten Wissenstransfer können zukünftige Projekte der DB Netz AG schon heute auf Basis des Zielniveaus 2020 durchgeführt werden.

Vergleich zur konventionellen Arbeitsweise

Durch die Verwendung von AIA im Rahmen der Ausschreibung kann die Wiederverwendung von einmal erzeugten bzw. erfassten Daten schon im Vertrag geregelt und somit deutlich verbessert werden. Durch die einheitliche Informationserfassung kann der Abgleich zwischen verschiedenen Planungsständen und Planungsvarianten effizienter erfolgen. Die Datenqualität und -wiederverwendung steigt im Vergleich zur konventionellen Arbeitsweise deutlich.

4.2 BIM–Abwicklungsplan

Im Schwerpunkt behandelt der BIM–Abwicklungsplan (BAP) die prozedurale, kooperative Zusammenarbeit zwischen den Projektbeteiligten bei der Arbeitsmethode BIM auf Basis der ausgeschriebenen AIA und liefert Aussagen und Festlegungen zu einzelnen Abläufen. Der BAP ist ein zentrales Element des Stufenplans Digitales Planen und Bauen des BMVI. Die einzelnen Fragen zur Kategorie BAP können dem Anhang entnommen werden.

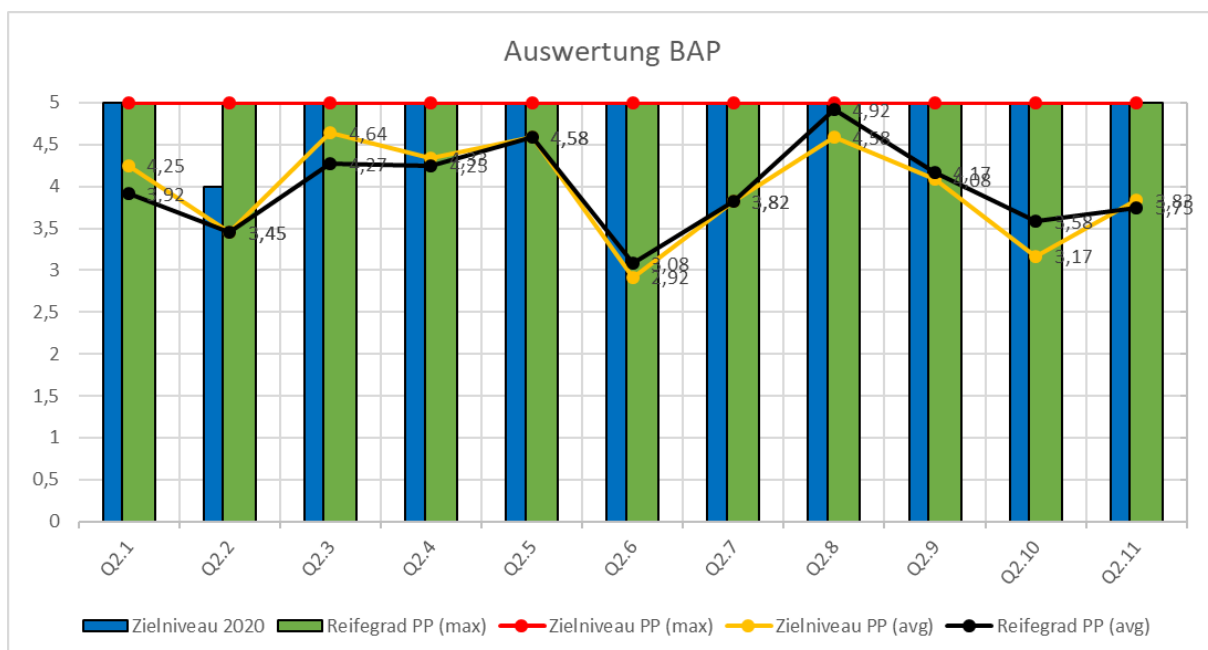


Abbildung 3: Auswertung der Kategorie BAP

Die Auswertung der Reifegrade führt zu folgenden Ergebnissen (siehe Abbildung 3):

- Für alle Fragen wurde mindestens in einem Pilotprojekt das Zielniveau 2020 schon heute erreicht oder überschritten.
- Pilotprojekte, die etwas später gestartet wurden, haben einen deutlich höheren Reifegrad erzielt. In diesen Projekten wurden bereits Erfahrungen bei der Entwicklung von BAPs aus anderen Pilotprojekten eingebracht.

In einigen Pilotprojekten wird das Zielniveau 2020 hinsichtlich BAP schon vollständig erreicht. Im Rahmen der Pilotprojekte wurden sehr wertvolle Erfahrungen hinsichtlich der Umsetzung von BAP gesammelt. Nach Abschluss der Pilotierung liegen nun umfangreiche Erkenntnisse vor, die für die Weiterentwicklung und Standardisierung des BAP bei der DB Netz AG genutzt werden können. Die Erfahrungen wurden schon während der wissenschaftlichen Begleitung systematisch erfasst und ausgetauscht. Durch eine bereits begonnene Standardisierung des BAP und einem gezielten Wissenstransfer können zukünftige Projekte der DB Netz AG schon heute auf Basis des Zielniveaus 2020 durchgeführt werden.

Vergleich zur konventionellen Arbeitsweise

Der BAP regelt die Zusammenarbeit nach der BIM-Methodik und ermöglicht eine bessere Steuerung der Informationslieferungen. Durch die Festlegung von klaren Zuständigkeiten und Rechten können Informationen schneller und gezielter zur Verfügung gestellt werden. Der Kommunikationsaufwand wird im Vergleich zur konventionellen Arbeitsweise reduziert.

4.3 Technologie

Die Einführung von BIM ist in vielen Bereichen auch mit der Verwendung von neuen Technologien verbunden. Hierbei sollte die Technologie immer adäquat zur entsprechenden Aufgabe gewählt werden. Die einzelnen Fragen zur Bewertung der Kategorie Technologie können dem Anhang entnommen werden.

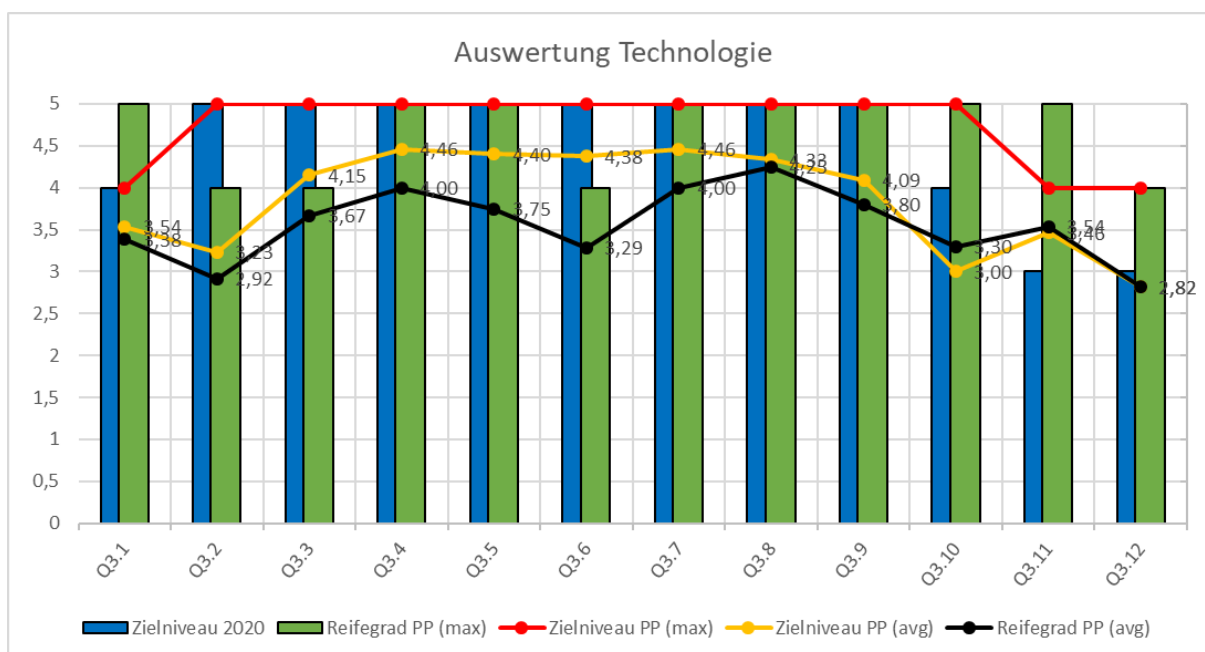


Abbildung 4: Auswertung der Kategorie Technologie

Die Auswertung der Reifegrade führt zu folgenden Ergebnissen (siehe Abbildung 4):

- Für die Mehrzahl der Fragen wurde mindestens in einem Pilotprojekt das Zielniveau 2020 schon heute erreicht oder überschritten.
- Für Q3.2 konnte das Zielniveau 2020 noch nicht erreicht werden, da noch keine gemeinsamen Datenumgebungen mit automatischer Nachverfolgung von identifizierten Planungskonflikten oder Änderungsanfragen eingesetzt wurde. Eine solche automatische Nachverfolgung würde den Pflegeaufwand einer Liste der zu erledigenden Aufgaben reduzieren.
- Für Q3.3 konnte das Zielniveau 2020 noch nicht erreicht werden, da die eingesetzte Software für die Modellerstellung teilweise noch nicht für den Schienenbau konfiguriert war. Die Software war jedoch grundsätzlich für die Modellerstellung einsetzbar und lieferte korrekte und verwendbare digitale Modelle.

- Für Q3.6 konnte das Zielniveau 2020 noch nicht erreicht werden, da es einige Schwierigkeiten mit der 5D-Software in den Projekten gegeben hat. Dies ist jedoch auf die Konfiguration der verwendeten Software zurückzuführen und nicht auf den generellen Einsatz von 5D-Modellen.

In vielen Pilotprojekten wird das Zielniveau 2020 hinsichtlich des Einsatzes der Technologie schon erreicht. Die Entwicklung der Technologie schreitet kontinuierlich voran und es wurden wichtige Erfahrungen hinsichtlich der Konfiguration der Software gemacht. Die Technologie steht zur Verfügung, um zukünftige Projekte der DB Netz AG schon heute auf Basis des Zielniveaus 2020 durchzuführen.

Vergleich zur konventionellen Arbeitsweise

Anbieter von aktueller Bausoftware stellen ihre Produkte auf die BIM-Methodik um. Langfristig ist abzusehen, dass konventionelle zweidimensionale CAD-Softwareprodukte durch entsprechende BIM-Softwareprodukte ersetzt werden. Die aktuell verfügbare BIM-Software bietet Vorteile hinsichtlich der parametrischen Modellerstellung und Automatisierung von Berechnungen. Auch die Verwendung von gemeinsamen Datenumgebungen für den Austausch von Planungsdaten und die Unterstützung der Projektkommunikation durch digitale Informationssysteme ist Stand der Technik. Hier ergeben sich eher Nachteile, wenn weiterhin konventionelle 2D-Pläne erstellt werden müssen. Die Auswertung der Befragung der Beteiligten hat ergeben, dass die Verwendung einer gemeinsamen Datenumgebung als zentrale Informationsquelle die Zusammenarbeit vereinfacht und Inkonsistenzen vermeidet.

4.4 Verträge

Die Abwicklung von Projekten unter Verwendung von BIM muss auch vertraglich vollständig und korrekt geregelt werden. Hierzu sind in den Verträgen BIM-spezifische Regelungen zu treffen. Besondere Vertragsbedingungen für BIM (BIM-BVB) kommen bei der DB Netz AG nicht zum Einsatz. Die einzelnen Fragen zur Kategorie Verträge können dem Anhang entnommen werden.

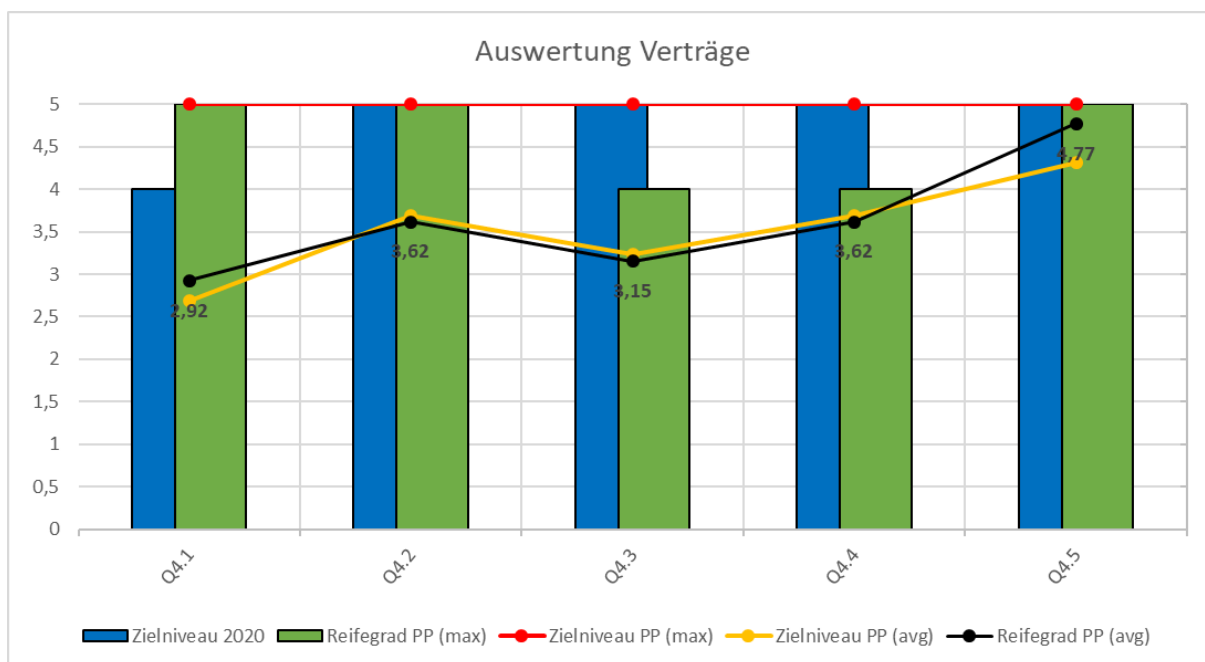


Abbildung 5: Auswertung der Kategorie Verträge

Die Auswertung der Reifegrade führt zu folgenden Ergebnissen (siehe Abbildung 5):

- Für drei von fünf Fragen wurde mindestens in einem Pilotprojekt das Zielniveau 2020 schon heute erreicht oder übertroffen.
- Hinsichtlich der BIM-spezifischen Vertragsgrundlagen (Q4.3) gaben noch nicht alle Projekte verbindliche Muster bzw. Konzepte für den BAP vor.
- Es liegen keine gesonderten vertraglichen Regelungen (Q4.4) zur Haftung sowie zum Umgang mit Behinderungen in Bezug auf BIM-Prozesse vor. Diese Themen gewinnen allerdings auch erst dann zusätzlich an Bedeutung, wenn mehrere Projektbeteiligte in die Umsetzung von BIM einbezogen sind und dadurch die Zahl der Schnittstellen erhöht wird.

In vielen Pilotprojekten wird das Zielniveau 2020 hinsichtlich der vertraglichen Regelungen zur Anwendung von BIM schon erreicht. Durch eine bereits begonnene Standardisierung der Verträge bei der DB Netz AG können zukünftige Projekte schon heute auf Basis des Zielniveaus 2020 durchgeführt werden.

Vergleich zur konventionellen Arbeitsweise

Es müssen nur wenige zusätzliche vertragliche Regelungen vorgenommen werden. Durch die Festlegung von eindeutigen Nutzungsrechten können spätere Unklarheiten bei der Verwendung von digitalen Informationen reduziert werden. Vor allem während der Planungsphase ergeben sich jedoch kaum vertragliche Änderungen im Vergleich zur konventionellen Arbeitsweise.

4.5 BIM-Team

Die erfolgreiche Anwendung von BIM ist auch im hohen Maße vom verantwortlichen BIM-Team und dessen Qualifikationen und Erfahrungen abhängig. Die einzelnen Fragen zur Kategorie BIM-Team können dem Anhang entnommen werden.

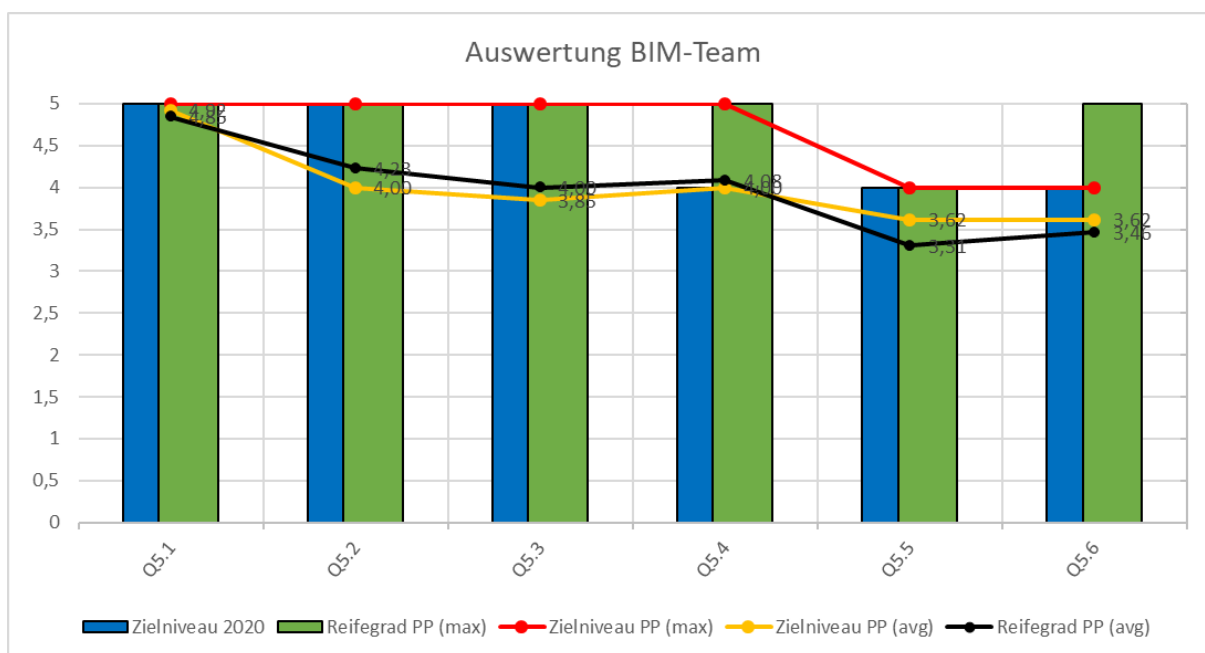


Abbildung 6: Auswertung der Kategorie BIM-Team

Die Auswertung der Reifegrade führt zu folgenden Ergebnissen (siehe Abbildung 6):

- Für alle Fragen wurde mindestens in einem Pilotprojekt das Zielniveau 2020 schon heute erreicht oder überschritten.
- Die Abweichungen zwischen dem durchschnittlich erreichten Reifegrad und dem Zielniveau 2020 liegen maximal bei einem Bewertungspunkt und können als gering angesehen werden.

In fast allen Projekten verfügen die Teams schon über die notwendigen Kompetenzen zur Erfüllung des Zielniveaus 2020. Für die flächendeckende Einführung von BIM ab 2020 müssen jedoch ausreichend qualifizierte BIM-Teams zur Verfügung stehen.

Vergleich zur konventionellen Arbeitsweise

Die notwendigen Kompetenzen müssen durch Weiterbildungsmaßnahmen erworben werden. Durch die fortschreitende Digitalisierung der gesamten Arbeitswelt sind diese Weiterbildungen unumgänglich. Durch die zusätzlichen Kompetenzen können die Beteiligten die Projektinformationen jedoch besser prüfen und wiederverwenden.

4.6 Grundlagenermittlung und Vorplanung

Im Rahmen dieser Kategorie wird die Umsetzung der Leistungsphase 1 und 2 nach der Honorarordnung für Architekten- und Ingenieurleistungen (HOAI) betrachtet. Die einzelnen Fragen zur Kategorie Grundlagenermittlung und Vorplanung können dem Anhang entnommen werden.

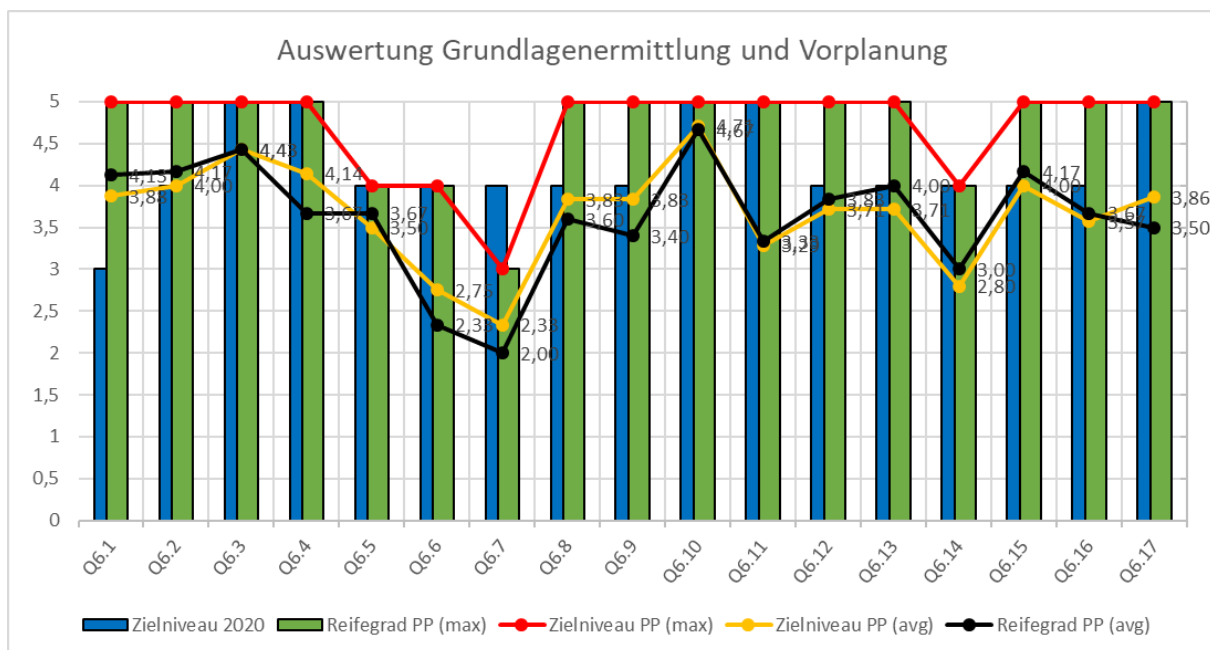


Abbildung 7: Auswertung der Kategorie Grundlagenermittlung und Vorplanung

Die Auswertung der Reifegrade führt zu folgenden Ergebnissen (siehe Abbildung 7):

- Für fast alle Fragen wurde mindestens in einem Pilotprojekt das Zielniveau 2020 schon heute erreicht oder überschritten.
- Die Frage Q6.7 (Planungsfreigabe und Genehmigung) wurde nur bedingt erprobt, da vielen Projekten schon eine konventionelle Planung zugrunde lag. Andere Projekte befinden sich noch in der Vorplanung. Daher konnten noch keine Planungsfreigabe und Genehmigung erprobt werden.

In vielen Pilotprojekten wird das Zielniveau 2020 schon erreicht. Teilweise lag der Reifegrad für einzelne Fragen schon über dem geforderten Reifegrad des Zielniveaus 2020.

Vergleich zur konventionellen Arbeitsweise

Durch die detaillierte Darstellung der Bestandsdaten in digitalen Fachmodellen wurde die Übersichtlichkeit und Verfügbarkeit von wichtigen Entscheidungsgrundlagen deutlich erhöht. Kritische Punkte und Schnittstellenprobleme konnten in den Pilotprojekten leichter identifiziert werden. Darüber hinaus hilft der Einsatz von BIM beim Trassen- und Varian-

tenvergleich mehr Informationen für die Entscheidungsfindung bereitzustellen. Zudem sorgen Visualisierungen für ein besseres Verständnis der Planung bei Entscheidungsträgern, Projektbeteiligten und Interessierten. Alle Beteiligten haben eine höhere Planungsqualität bei Anwendung der BIM-Methodik gegenüber der konventionellen Vorgehensweise festgestellt.

4.7 Entwurf und Genehmigung

Im Rahmen dieser Kategorie wird die Umsetzung der Leistungsphase 3 und 4 nach der Honorarordnung für Architekten- und Ingenieurleistungen (HOAI) betrachtet. Die einzelnen Fragen zur Kategorie zur Entwurf- und Genehmigungsplanung können dem Anhang entnommen werden.

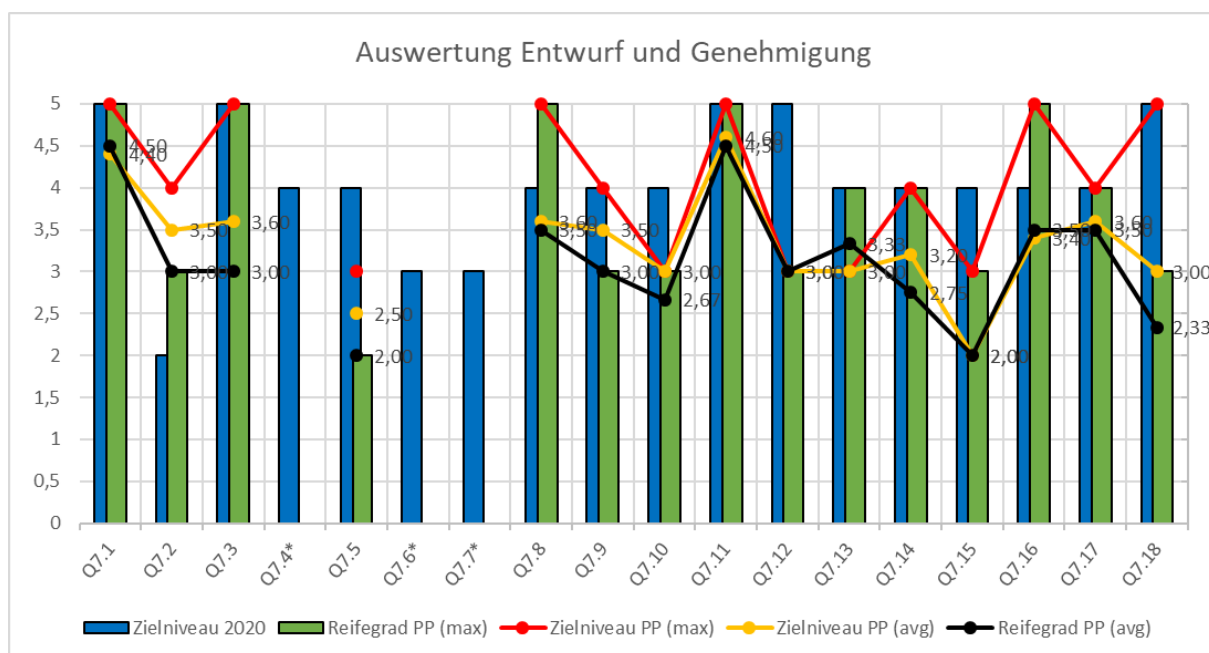


Abbildung 8: Auswertung der Kategorie Entwurf und Genehmigung

Die Auswertung der Reifegrade führt zu folgenden Ergebnissen (siehe Abbildung 8):

- Einige Fragen bzw. die zugehörigen Aufgaben waren nicht Gegenstand der Finanzierungsvereinbarung und wurden somit auch nicht innerhalb der Pilotprojekte behandelt. Die Fragen sind mit einem Stern gekennzeichnet und wurden nicht bewertet.
- Für einen wesentlichen Teil der betrachteten Fragen wurde mindestens in einem Pilotprojekt das Zielniveau 2020 schon heute erreicht oder überschritten.
- Die Frage Q7.5 (Erstellung von Entwurfs- und Genehmigungsplänen) wurde nur in einem Pilotprojekt exemplarisch betrachtet. Erstellung von Entwurfs- und Genehmigungsplänen wurde nur bedingt erprobt, da vielen Projekten schon eine konventionelle Planung zugrunde lag.

- Wesentliche Kosten wurden anhand der Fachmodelle automatisch ermittelt und manuell ergänzt (Q7.9). Das Zielniveau 2020 sieht vor, dass fast alle Kosten automatisch aus den Fachmodellen ermittelt werden und die manuellen Ergänzungen geringgehalten werden. Dieses Ziel wurde in zwei Pilotprojekten verfolgt und nicht vollständig erfüllt. Generell wurde jedoch gezeigt, dass eine automatische Ermittlung der Kosten möglich ist.
- Die Terminplanung im Rahmen der Vor- und Entwurfsplanung anhand von Fachmodellen, Bauabschnitten, Aufwandswerten und Mengen mit impliziter Verknüpfung von Vorgängen mit Objekten der Fachmodelle (Q7.10) wurde nicht vollständig umgesetzt. In den drei pilotierten Projekten lag schon eine konventionelle Terminplanung vor, daher wurde nur eine automatisierte Verknüpfung von Vorgängen und Objekten der Fachmodelle vorgenommen.
- Die Auswertung der Frage Q7.12 (Attribuierung) zeigt deutlich, dass die digitalen Modelle zwar schon detaillierte und projektspezifische Informationen besitzen, jedoch noch ein einheitlicher Standard für die Entwurfs- und Genehmigungsplanung fehlt.
- Die fachliche Prüfung hinsichtlich gesetzlicher Vorgaben (Frage Q7.15) war nicht Gegenstand der Finanzierungsvereinbarung. Es erfolgte teilweise eine erweiterte fachliche Prüfung durch manuelle Überprüfung einzelner Geometrien, Attribute und Klassifikationen inkl. der Dokumentation der Modellprüfung.
- Die Auswertung der Frage Q7.18 (Abgrenzung BIM-Planung/konventionelle Planung) zeigt wiederum, dass fast allen Projekten eine konventionelle Planung zugrunde lag. Jedoch gibt es in allen Projekten einen Austausch zwischen BIM-Planung und konventioneller Planung, d.h. die Ergebnisse werden in die konventionelle Planung überführt und in die weitere Planung eingebunden.

In vielen Pilotprojekten wird für einen wesentlichen Teil der Entwurfs- und Genehmigungsplanung das Zielniveau 2020 schon erreicht. Verbesserungspotenzial konnten bei der Attribuierung und Nutzung der Modelle für die fachliche Prüfung identifiziert werden. Beide Aspekte können nicht losgelöst betrachtet werden, d.h. erst wenn eine standardisierte Attribuierung vorhanden ist, kann auf dieser Basis eine automatisierte fachliche Prüfung effizient durchgeführt werden.

Vergleich zur konventionellen Arbeitsweise

Durch die transparente Kommunikation der Planung in Form von detaillierten digitalen Fachmodellen werden nach Ansicht der Projektbeteiligten die Klagerisiken in der Planfeststellungsphase reduziert, was ggf. eine erhebliche Projektbeschleunigung bewirkt. Durch die Nutzung von digitalen Fachmodellen für die automatisierte Mengen- und Kostenermittlung können die Ergebnisse besser geprüft und kommuniziert werden. Fehler bei der Mengen- und Kostenermittlung werden dadurch reduziert und die Ergebnisse werden durch die Projektbeteiligten als zuverlässiger angesehen.

4.8 Ausführungsplanung

Im Rahmen dieser Kategorie wird die Umsetzung der Leistungsphase 5 nach der Honorarordnung für Architekten- und Ingenieurleistungen (HOAI) betrachtet. Die einzelnen Fragen zur Kategorie Ausführungsplanung können dem Anhang entnommen werden.

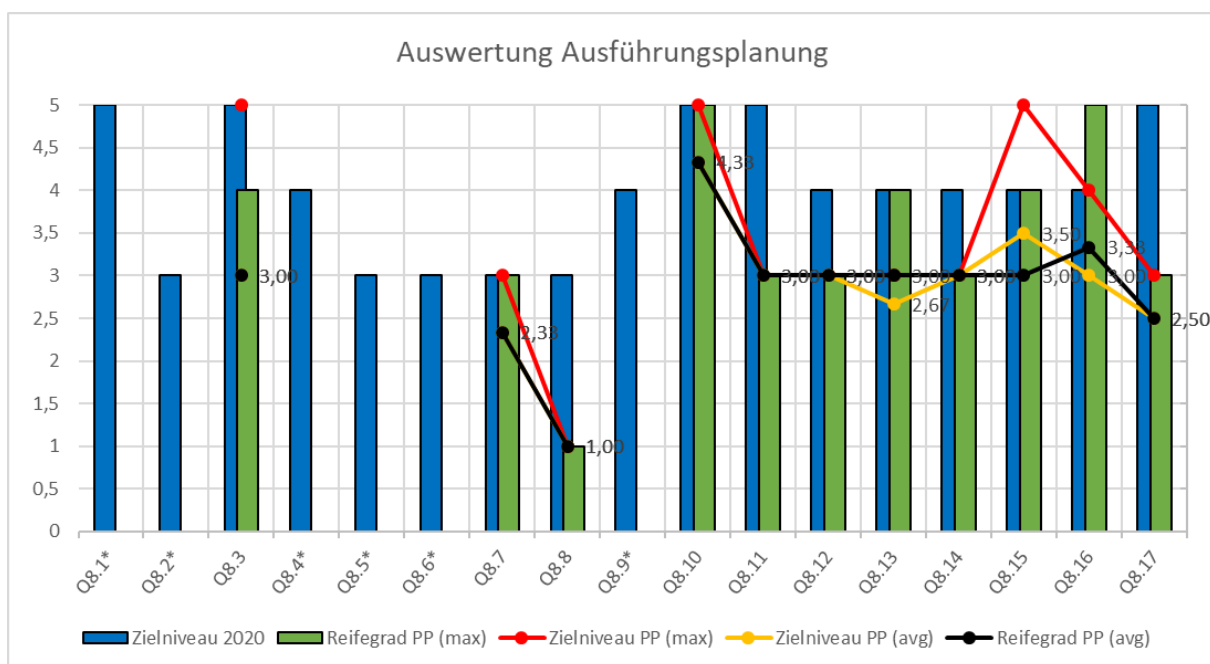


Abbildung 9: Auswertung der Kategorie Ausführungsplanung

Die Auswertung der Reifegrade führt zu folgenden Ergebnissen (siehe Abbildung 9):

- Insgesamt wurden in drei Pilotprojekten ausgesuchte Anwendungen von BIM in der Ausführungsplanung betrachtet. Einige Fragen bzw. die zugehörigen Aufgaben waren nicht Gegenstand der Finanzierungsvereinbarung und wurden somit auch nicht innerhalb der Pilotprojekte behandelt. Die Fragen sind mit einem Stern gekennzeichnet und wurden nicht bewertet.
- Die Koordination der Fachgewerke im Rahmen der Ausführungsplanung (Frage Q8.3) wurde nur in zwei Pilotprojekten betrachtet. In einem Projekt wurde mit der Ausführungsplanung gerade erst begonnen, daher spiegelt der Reifegrad nur eine unvollständige Bewertung wider. Im zweiten Projekt lag die Ausführungsplanung schon vor und wurde nur mit Hilfe von digitalen Modellen geprüft. Die Bewertung der Koordination der Fachgewerke im Rahmen Ausführungsplanung ist daher nur bedingt möglich.
- Die Logistikplanung (Frage Q8.8) war nicht Gegenstand der Finanzierungsvereinbarung. Die digitalen Modelle wurden jedoch zur visuellen Unterstützung der Logistikplanung in einem Pilotprojekt herangezogen.

- Die Auswertung der Fragen Q8.11 (Attribuierung) und Q8.12 (Klassifikationssystem) zeigen deutlich, dass die digitalen Modelle zwar schon detaillierte und projektspezifische Informationen besitzen, jedoch noch ein einheitlicher Standard für die Ausführungsplanung fehlt.
- Die fachliche Prüfung hinsichtlich gesetzlicher Vorgaben (Frage Q8.14) waren nicht Gegenstand der Finanzierungsvereinbarung. Die digitalen Modelle wurden jedoch zur visuellen fachlichen Prüfung herangezogen. Die fachliche Prüfung wurde im Rahmen der konventionellen Planung durchgeführt und somit nur bedingt erprobt.
- Die Auswertung der Frage Q8.17 (Abgrenzung BIM-Planung/konventionelle Planung) zeigt wiederum, dass fast allen Projekten eine konventionelle Planung zugrunde lag. Jedoch gibt es in allen Projekten einen Austausch zwischen BIM-Planung und konventioneller Planung, d.h. die Ergebnisse werden in die konventionelle Planung überführt und in die weitere Planung eingebunden.

Die Datengrundlage für die Kategorie der Ausführungsplanung ist sehr gering. Nur in insgesamt drei Pilotprojekten wurde eine Ausführungsplanung auszugsweise durchgeführt. Das Zielniveau 2020 konnte jedoch für die beauftragten Anwendungsfälle nahezu erreicht werden. Einige Aspekte der Ausführungsplanung waren nicht Gegenstand der zwischen BMVI und DB Netz AG vereinbarten Pilotierung, so z.B. Arbeits- und Gesundheitsschutz und Logistikplanung. Diese Aufgaben können unter Verwendung von digitalen Modellen und abgeleiteten Plänen ohne Mehraufwand auch weiterhin konventionell durchgeführt werden. Die Integration von BIM in diese Aufgaben ist jedoch prinzipiell möglich.

Vergleich zur konventionellen Arbeitsweise

Auch im Rahmen der Ausführungsplanung wurde eine verbesserte Planungskoordination anhand der digitalen Fachmodelle festgestellt. Insgesamt konnte eine Erhöhung der Akzeptanz bei allen Projektbeteiligten erkannt werden.

4.9 Ausschreibung und Vergabe

Im Rahmen dieser Kategorie wird die Umsetzung der Leistungsphase 6 und 7 nach der Honorarordnung für Architekten- und Ingenieurleistungen (HOAI) betrachtet. Die einzelnen Fragen zur Kategorie Ausschreibung und Vergabe können dem Anhang entnommen werden.

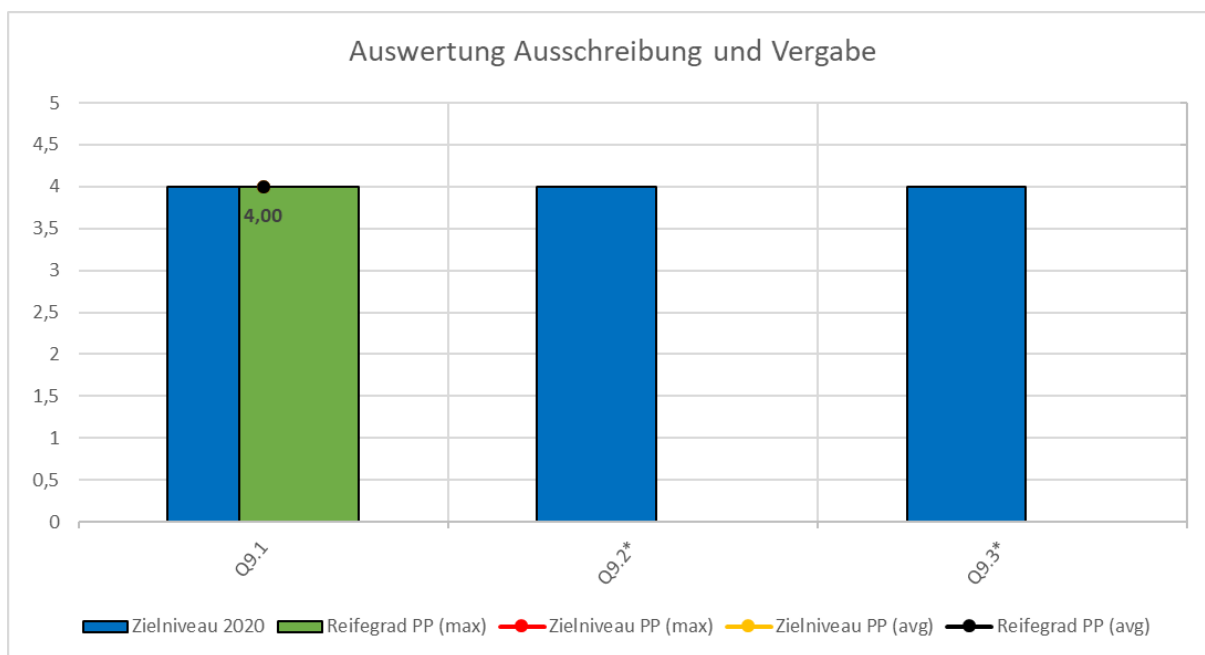


Abbildung 10: Auswertung der Kategorie Ausschreibung und Vergabe

Die Auswertung der Reifegrade führt zu folgenden Ergebnissen (siehe Abbildung 10):

- Insgesamt wurden in zwei Pilotprojekten ausgesuchte Anwendungen von BIM für die Ausschreibung und Vergabe betrachtet. Einige Fragen bzw. die zugehörigen Aufgaben waren nicht Gegenstand der Finanzierungsvereinbarung und wurden somit auch nicht innerhalb der Pilotprojekte behandelt. Die Fragen sind mit einem Stern gekennzeichnet und wurden nicht bewertet.
- Das Zielniveau 2020 zur teilautomatisierten Erstellung von Leistungsverzeichnissen (Q9.1) kann heute schon erreicht werden (mindestens in einem Projekt wurde der Wert des Zielniveaus erreicht).
- Für ein Pilotprojekt wurde die modellbasierte Ausschreibung und Vergabe (Q9.2) beauftragt. In dem Projekt konnte auf Grund des aktuellen Projektfortschritts der Anwendungsfall jedoch noch nicht erprobt werden.

Die Datengrundlage für die Kategorie Ausschreibung und Vergabe ist sehr gering. Es konnte nur die Frage Q9.1 (Leistungsverzeichnis) ausgewertet werden. Der Reifegrad zu dieser Frage entspricht dem Zielniveau 2020.

Vergleich zur konventionellen Arbeitsweise

Die Erstellung von Leistungsverzeichnissen auf Basis von digitalen Fachmodellen ist im Hochbau schon Stand der Technik und viele Softwaresysteme sind am Markt verfügbar. Es hat sich gezeigt, dass die Leistungsverzeichnisse einfacher erstellt, besser geprüft und insbesondere das Nachtragsrisiko verringert werden kann. Die BIM-Methodik wird seit Jahren schon zusammen mit dem Standardleistungsbuch für das Bauwesen (STLB-Bau) verwendet.

Somit können auch Leistungsverzeichnisse für VOB-konforme Ausschreibungen im Infrastrukturbau mit Hilfe der BIM-Methodik erstellt werden.

4.10 Ausführung

Im Rahmen dieser Kategorie wird teilweise die Umsetzung der Leistungsphase 8 zur Bauausführung nach der Honorarordnung für Architekten- und Ingenieurleistungen (HOAI) betrachtet. Die einzelnen Fragen zur Kategorie Ausführung können dem Anhang entnommen werden.

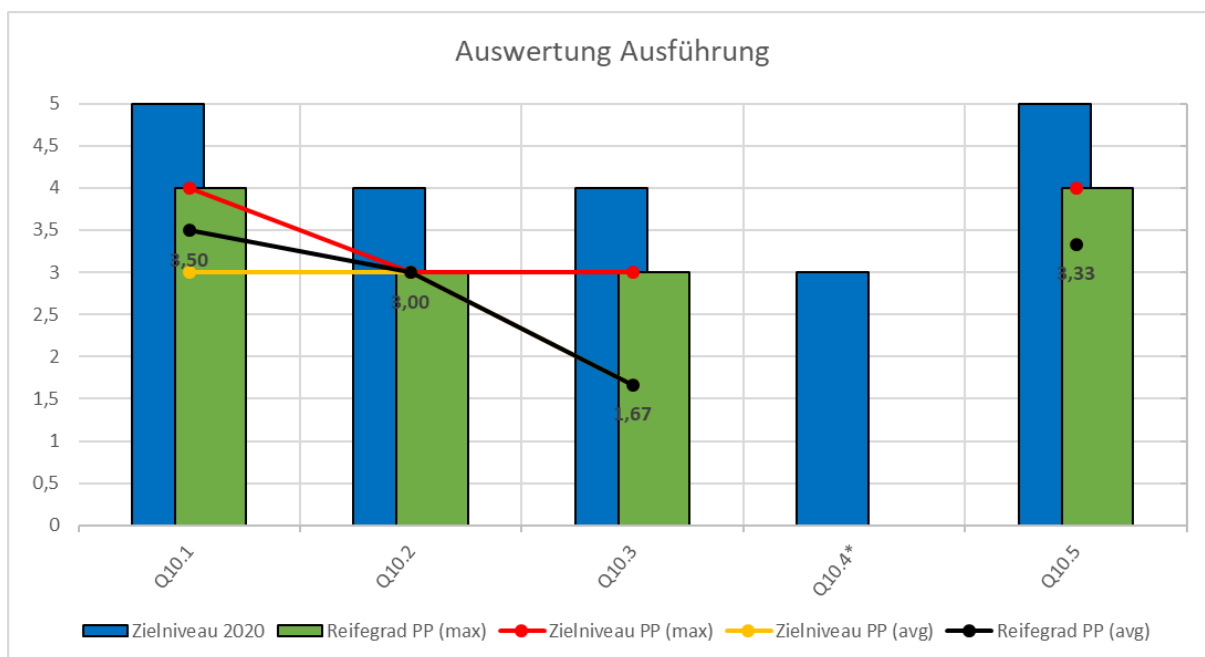


Abbildung 11: Auswertung der Kategorie Ausführung

Die Auswertung der Reifegrade führt zu folgenden Ergebnissen (siehe Abbildung 11):

- Insgesamt wurden in drei Pilotprojekten ausgesuchte Anwendungen von BIM in der Ausführung betrachtet. Einige Fragen bzw. die zugehörigen Aufgaben waren nicht Gegenstand der Finanzierungsvereinbarung und wurden somit auch nicht innerhalb der Pilotprojekte behandelt. Die Fragen sind mit einem Stern gekennzeichnet und wurden nicht bewertet.
- BIM-basierte Baubesprechungen (Q10.1) wurden nur im Rahmen von zwei Pilotprojekten durchgeführt. Die Abweichung zwischen maximal erreichtem Reifegrad und dem Zielniveau 2020 beträgt 1 Bewertungspunkt. Einzelne Baubesprechungen wurden anhand von Fachmodellen durchgeführt. Die Ergebnisse wurden modellbasiert dokumentiert und in der gemeinsamen Datenumgebung gespeichert. Die Forderung des Zielniveaus 2020 ist, dass alle Baubesprechungen anhand von Fachmodellen durchgeführt werden sollen. Im Rahmen der Pilotprojekte war dies nicht umfassend

möglich, jedoch wurde gezeigt, dass BIM-basierte Baubesprechungen schon heute möglich sind.

- Die Abweichung des maximal erreichten Reifegrades zur BIM-basierte Baufortschrittskontrolle (Q10.2) gegenüber dem Zielniveau 2020 beträgt 1 Bewertungspunkt. Es wurde ein modellbasierter Soll-Ist-Vergleich des Bauablaufs durchgeführt und Verzögerungen wurden visuell dargestellt. Die Forderung des Zielniveaus 2020 ist, dass zusätzlich eine Berücksichtigung von Ressourcenanpassungen zur Einhaltung des Soll-Ablaufes mit BIM umgesetzt werden sollte. Diese Vorgehensweise konnte nicht erprobt werden, da die Überwachung der Bauausführung grundsätzlich konventionell vorgenommen wurde. Die Anwendung von BIM zur Baufortschrittskontrolle ist jedoch prinzipiell möglich und auch eine automatisierte Berücksichtigung anzupassender Ressourcen ist technologisch umsetzbar.
- Einzelne Leistungen werden vom Auftragnehmer modellbasiert übermittelt und durch den Auftraggeber modellbasiert abgerechnet (Q10.3). Ab 2020 sollten alle relevanten Leistungen vom Auftragnehmer modellbasiert übermittelt und durch den Auftraggeber modellbasiert abgerechnet werden. Im Rahmen der Pilotprojekte konnte gezeigt werden, dass eine Abrechnung von Bauleistung schon heute prinzipiell möglich ist.
- Ab 2020 soll eine modellbasierte Projektsteuerung ermöglicht werden. Hierzu soll eine zentrale Verwaltung und Auswertung von Fachmodellen und entsprechend verknüpfte Informationen zu LV-Positionen, Mengen, Vorgängen, Kosten, Baufortschritt und Abrechnung vorgenommen werden können. Das Zielniveau 2020 wurden im Rahmen mindestens eines Pilotprojekts fast erreicht (Abweichung 1 Bewertungspunkt). Die Abweichung ergibt sich, da nicht alle LV-Positionen, Mengen, Vorgänge, Kosten, Baufortschritte und Abrechnungen zum Controlling genutzt wurden. Es wurde jedoch gezeigt, dass eine modellbasierte Projektsteuerung möglich ist, wenn die Informationen vorliegen.

Die Datengrundlage für die Kategorie Ausführung ist sehr gering. Nur in insgesamt drei Pilotprojekten wurden Aspekte der BIM-basierten Überwachung der Bauausführung auszugswise durchgeführt. Das Zielniveau 2020 konnte jedoch für die beauftragten Anwendungsfälle nahezu erreicht werden.

Vergleich zur konventionellen Arbeitsweise

Schon heute wird die Bauausführung durch digitale Werkzeuge unterstützt. Hierzu werden Informationen zum Baufortschritt und zur Abrechnung in entsprechende Informationssysteme zum Controlling eingepflegt. Dies kann schon heute als Stand der Technik angesehen werden. Durch die Verfügbarkeit von digitalen Fachmodellen, können diese Informationen nun anschaulicher und detaillierter hinsichtlich der einzelnen Leistungspositionen und Bauelemente ausgewertet werden. Hierbei handelt es sich um eine Weiternutzung der digitalen Modelle. Durch die Projektleiter wurde bestätigt, dass durch die Verwendung von

digitalen Fachmodellen eine verbesserte Leistungsmeldung und somit eine effizientere Projektsteuerung möglich ist.

4.11 Dokumentation und Betrieb

Im Rahmen dieser Kategorie wird teilweise die Umsetzung der Leistungsphase 8 und 9 nach der Honorarordnung für Architekten- und Ingenieurleistungen (HOAI) sowie die generelle Nutzung von digitalen Modellen für den Betrieb betrachtet. Die einzelnen Fragen zur Kategorie der Dokumentation und des Betriebs können dem Anhang entnommen werden.

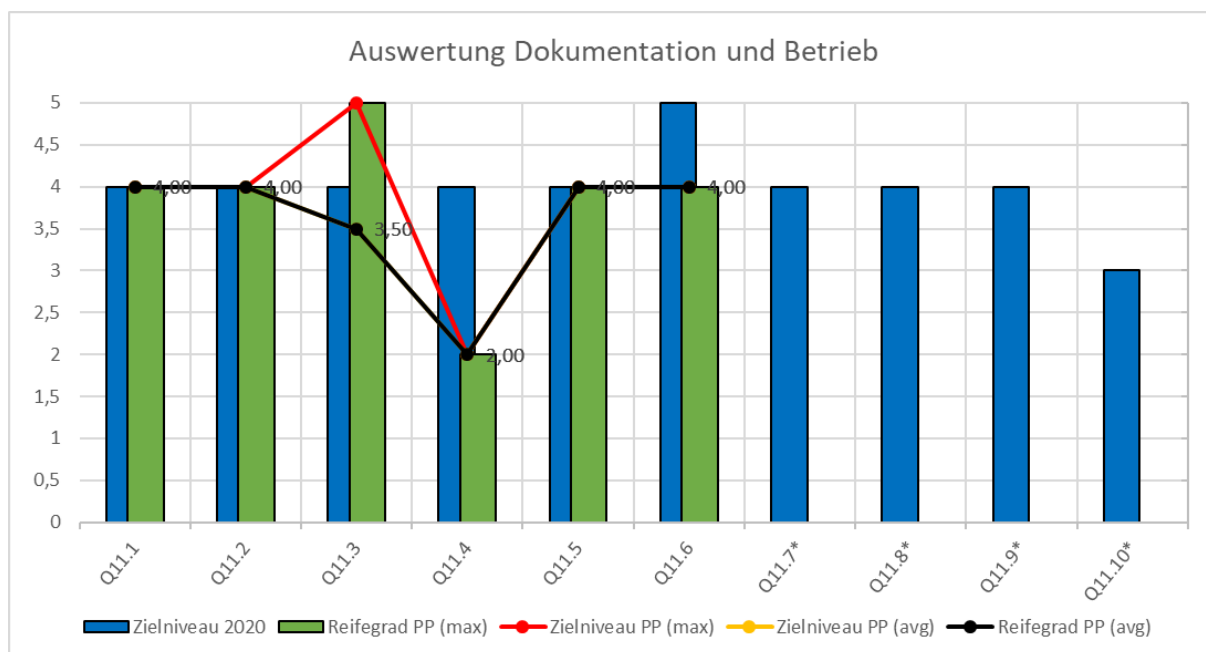


Abbildung 12: Auswertung der Kategorie Dokumentation und Betrieb

Die Auswertung der Reifegrade führt zu folgenden Ergebnissen (siehe Abbildung 12):

- Insgesamt wurden in zwei Pilotprojekten ausgesuchte Anwendungen von BIM für die Dokumentation betrachtet. Einige Fragen bzw. die zugehörigen Aufgaben sowie das Thema BIM im Betrieb wurden im Rahmen der Finanzierungsvereinbarung nicht beauftragt und somit auch nicht innerhalb der Pilotprojekte behandelt. Die Fragen sind mit einem Stern gekennzeichnet und wurden nicht bewertet.
- Es wurde eine konventionelle Erfassung und manuelle Verortung einzelner Mängel auf Basis der digitalen Fachmodelle (Q11.4) umgesetzt. Es wurde damit gezeigt, dass ein BIM-basiertes Mängelmanagement möglich ist. Die Speicherung der erfassten Mängel im Rahmen einer gemeinsamen Datenumgebung (Zielniveau 2020) ist nach Rückmeldung der Verantwortlichen möglich. Das Mängelmanagement musste aufgrund der vertraglichen Regelungen im Projekt (konventionelle Ausschreibung) jedoch weiterhin konventionell erfolgen.

- Einige Fachmodelle wurden im Rahmen der vorgegebenen Bautoleranzen und Informationsanforderungen sowohl geometrisch als auch semantisch angepasst und mit den wesentlichen Dokumenten verknüpft übergeben (Q11.6). Damit wurde gezeigt, dass das Zielniveau 2020 grundsätzlich erreicht werden kann. Die Erweiterung der Baudokumentation auf alle Fachmodelle ist prinzipiell möglich.

Die Datengrundlage für die Kategorie Dokumentation ist sehr gering. Nur in insgesamt zwei Pilotprojekten wurden Aspekte der BIM-basierten Dokumentation auszugsweise durchgeführt. Das Zielniveau 2020 konnte jedoch für die beauftragten Anwendungsfälle nahezu erreicht werden. Anwendungsfälle zur Verwendung von BIM für den Betrieb wurden nicht pilotiert. Daher können hierzu auch keine Aussagen getroffen werden.

Vergleich zur konventionellen Arbeitsweise

Die Dokumentation von Baumängeln wird seit Jahren schon durch digitale Werkzeuge unterstützt. Auch die Verwendung von digitalen Fachmodellen für die Dokumentationsaufgabe ist heute mit vielen Systemen schon möglich. Dadurch wird die Verortung und Nachverfolgung von Baumängeln deutlich vereinfacht. Daher verwenden schon heute sehr viele Bauunternehmen diese Möglichkeiten für interne Prozesse. Mit der konsequenten Weiterentwicklung der BIM-Methodik für den Betrieb der Schienenanlagen können auch weitere Entwicklungen, wie beispielsweise der Einsatz von Sensorik zum Monitoring von Verfügbarkeiten und Störungen oder das Internet-of-things, besser realisiert werden.

5 BIM-Anwendungsfälle der DB Netz AG

Die weiterentwickelte Reifegradmetrik hat das Ziel, die Umsetzung der BIM-Methodik in einem Projekt formal und einheitlich mess- und bewertbar zu machen. Die Reifegradmetrik basiert dabei auf dem Zielniveau 2020 des Stufenplans Digitales Planen und Bauen des BMVI. Die DB Netz AG hat für die Pilotierung von BIM eigene Anwendungsfälle definiert, die auch im Rahmen der Finanzierungsvereinbarung mit dem BMVI vertraglich vereinbart wurden. Im Folgenden werden relevante Fragen der Reifegradmetrik den einzelnen Anwendungsfällen der DB Netz AG zugeordnet. Dadurch wird ermöglicht, auch den Reifegrad hinsichtlich dieser Anwendungsfälle bestimmen und bewerten zu können. Einige Fragen werden mehrfach ausgewählt, da diese mehreren Anwendungsfällen der DB Netz AG zugeordnet werden können. Es werden nur die DB-Anwendungsfälle ausgewertet, die auch Gegenstand der Finanzierungsvereinbarung waren.

5.1 Bestandsaufnahme und Bestandsmodellierung (AWF 1 und 2)

Die DB-Anwendungsfälle zur Bestandsaufnahme und Bestandsmodellierung werden im Rahmen der Reifegradmetrik mit Hilfe von drei Fragen erfasst.

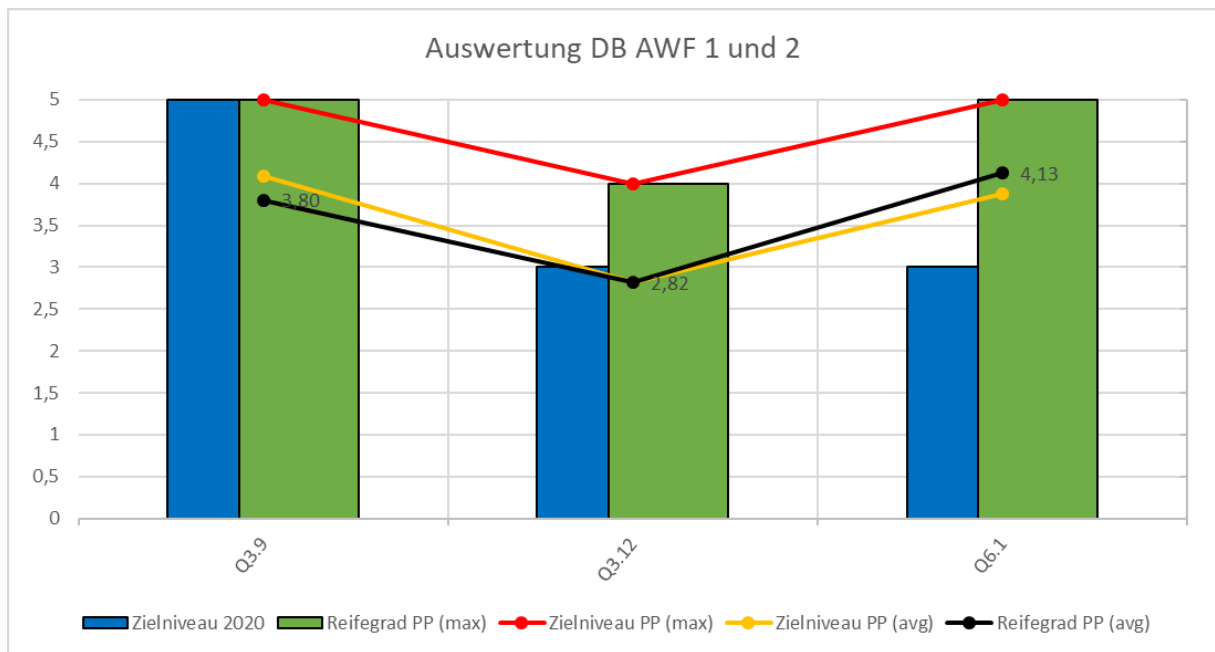


Abbildung 13: Auswertung der DB-Anwendungsfälle 1 und 2

Die Auswertung der Reifegrade führt zu folgenden Ergebnissen (siehe Abbildung 13):

- Das Zielniveau 2020 zur Bestandsaufnahme und Bestandsmodellierung kann schon heute erreicht werden (mindestens in einem Projekt wurde dieser Wert erreicht oder überschritten).
- Die Abweichungen zwischen dem durchschnittlich (avg) erreichten Reifegrad in den Pilotprojekten und dem Zielniveau 2020 liegen im Durchschnitt bei einem Bewertungspunkt und können als gering angesehen werden.

Das Zielniveau 2020 konnte für die DB-Anwendungsfälle erreicht werden. Die in den Pilotprojekten vereinbarten Ziele wurden erreicht. Die DB-Anwendungsfälle können daher als erfolgreich pilotiert bewertet werden.

5.2 Visualisierung (AWF 3)

Der DB-Anwendungsfall zur Visualisierung der Fachmodelle wird im Rahmen der Reifegradmetrik mit Hilfe von vier Fragen erfasst.

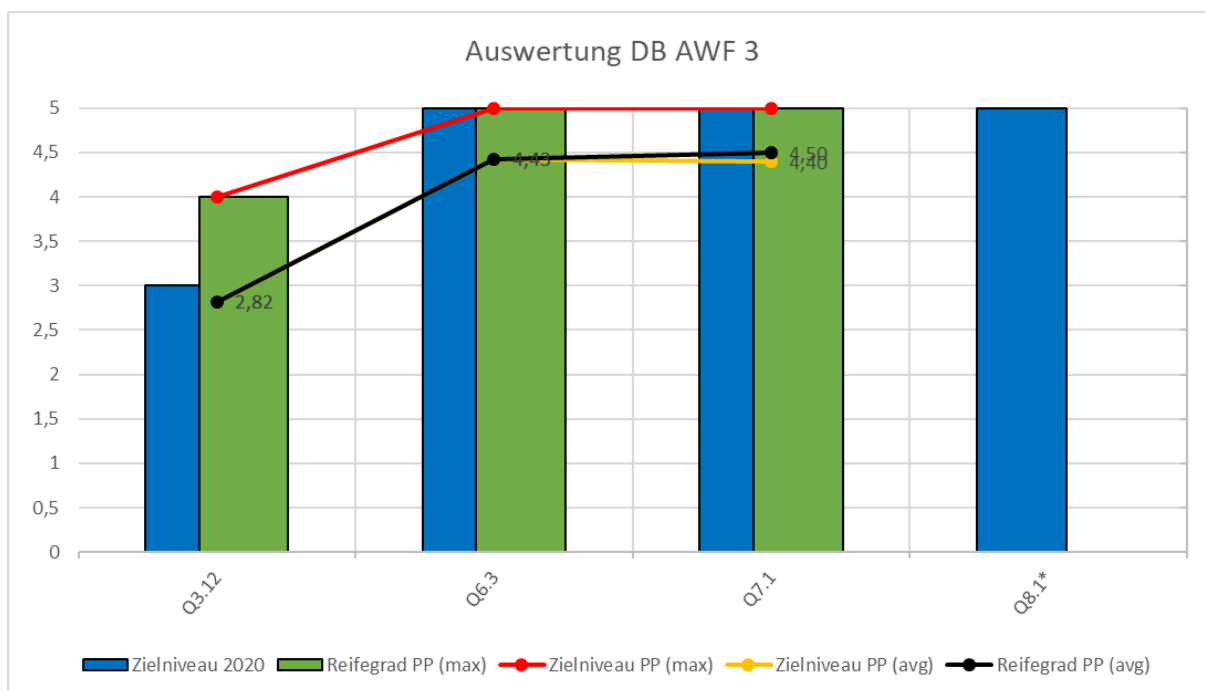


Abbildung 14: Auswertung des DB-Anwendungsfalls 3

Die Auswertung der Reifegrade führt zu folgenden Ergebnissen (siehe Abbildung 14):

- Das Zielniveau 2020 zur Visualisierung kann schon heute erreicht werden (mindestens in einem Projekt wurde dieser Wert erreicht oder überschritten).
- Die Ableitung einer hochwertigen Visualisierung (Rendering) aus den Ausführungsmodellen (Q8.1) wurde im Rahmen der Finanzierungsvereinbarung nicht definiert. Hochwertige Visualisierungen wurden für die Entwurfsmodelle erstellt (Q7.1). Eine Übertragung auf Ausführungsmodelle ist möglich.
- Die Abweichungen zwischen dem durchschnittlich (avg) erreichten Reifegrad in den Pilotprojekten und dem Zielniveau 2020 liegen im Durchschnitt bei einem Bewertungspunkt und können als gering angesehen werden.

Das Zielniveau 2020 konnte für den DB-Anwendungsfall umgesetzt werden. Die in den Pilotprojekten vereinbarten Ziele wurden erreicht. Der DB-Anwendungsfall wird als erfolgreich pilotiert bewertet.

5.3 Trassen- und Variantenvergleich (AWF 4)

Der DB-Anwendungsfall zum Trassen- und Variantenvergleich wird im Rahmen der Reifegradmetrik mit Hilfe von vier Fragen erfasst.

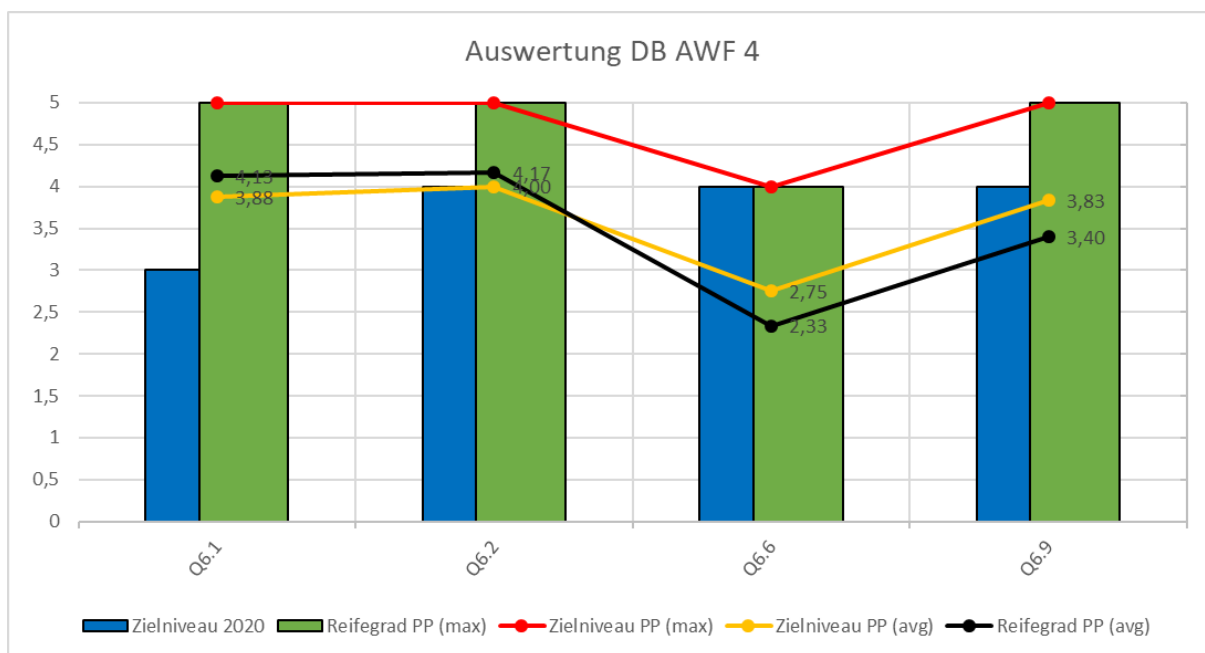


Abbildung 15: Auswertung des DB-Anwendungsfalls 4

Die Auswertung der Reifegrade führt zu folgenden Ergebnissen (siehe Abbildung 15):

- Das Zielniveau 2020 zum Trassen- und Variantenvergleich kann schon heute erreicht werden (mindestens in einem Projekt wurde dieser Wert erreicht oder überschritten).
- Die Abweichungen zwischen dem durchschnittlich (avg) erreichten Reifegrad in den Pilotprojekten und dem Zielniveau 2020 liegen im Durchschnitt bei einem Bewertungspunkt und können als gering angesehen werden.

Das Zielniveau 2020 konnte für den DB-Anwendungsfall umgesetzt werden. Die in den Pilotprojekten vereinbarten Ziele wurden erreicht. Der DB-Anwendungsfall wird als erfolgreich pilotiert bewertet.

5.4 Modellerstellung (AWF 5)

Der DB-Anwendungsfall zur Modellerstellung wird im Rahmen der Reifegradmetrik mit Hilfe von drei Fragen erfasst.

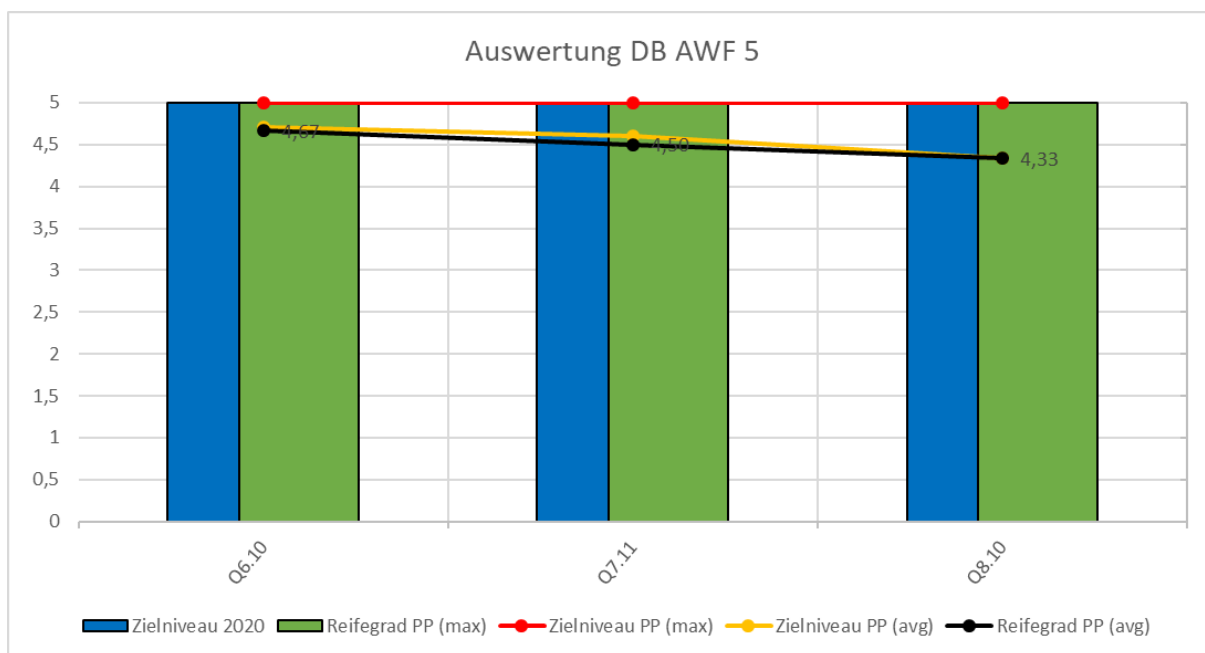


Abbildung 16: Auswertung des DB-Anwendungsfalls 5

Die Auswertung der Reifegrade führt zu folgenden Ergebnissen (siehe Abbildung 16):

- Das Zielniveau 2020 zur Modellerstellung kann schon heute erreicht werden (mindestens in einem Projekt wurde dieser Wert erreicht).
- Die Abweichungen zwischen dem durchschnittlich (avg) erreichten Reifegrad in den Pilotprojekten und dem Zielniveau 2020 liegen im Durchschnitt bei einem Bewertungspunkt und können als gering angesehen werden.

Das Zielniveau 2020 konnte für den DB-Anwendungsfall umgesetzt werden. Die in den Pilotprojekten vereinbarten Ziele wurden erreicht. Der DB-Anwendungsfall wird als erfolgreich pilotiert bewertet.

5.5 Kollisionsprüfung und Planungskoordination (AWF 6 und 7)

Die DB-Anwendungsfälle zur Kollisionsprüfung und Planungskoordination werden im Rahmen der Reifegradmetrik mit Hilfe von drei Fragen erfasst.

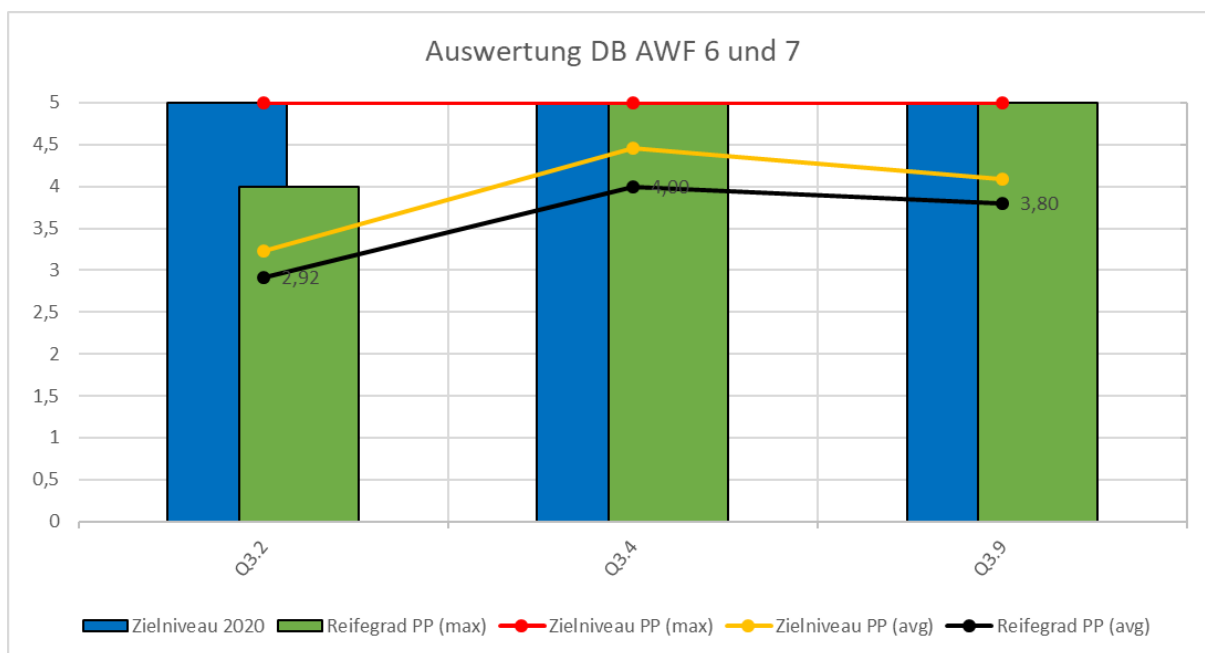


Abbildung 17: Auswertung der DB-Anwendungsfälle 6 und 7

Die Auswertung der Reifegrade führt zu folgenden Ergebnissen (siehe Abbildung 17):

- Das Zielniveau 2020 zur Kollisionsprüfung und Planungscoordination kann schon heute in vielen Bereichen erreicht werden (mindestens in einem Projekt wurde der Wert des Zielniveaus erreicht oder überschritten).
- In mehreren Projekten erfolgte die Dokumentation von Planungsbesprechungen (Q3.2) unter Verwendung eines eigenständigen Systems zur automatischen Nachverfolgung. Das Zielniveau 2020 definiert, dass die Dokumentation von Planungsbesprechungen inkl. automatischer Nachverfolgung in die gemeinsame Datenumgebung integriert sein sollte. Entsprechende Systeme sind am Markt verfügbar und werden gerade durch die DB Netz AG beschafft.
- Die Abweichungen zwischen dem durchschnittlich (avg) erreichten Reifegrad in den Pilotprojekten und dem Zielniveau 2020 liegen im Durchschnitt bei einem Bewertungspunkt und können als gering angesehen werden.

Das Zielniveau 2020 konnte für die DB-Anwendungsfälle mit kleinen Abstrichen umgesetzt werden. Die in den Pilotprojekten vereinbarten Ziele wurden erreicht. Die DB-Anwendungsfälle werden als erfolgreich pilotiert bewertet.

5.6 Erstellung von 2D-Plänen (AWF 8)

Der DB-Anwendungsfall zur Erstellung von 2D-Plänen aus den Fachmodellen wird im Rahmen der Reifegradmetrik mit Hilfe von drei Fragen erfasst.

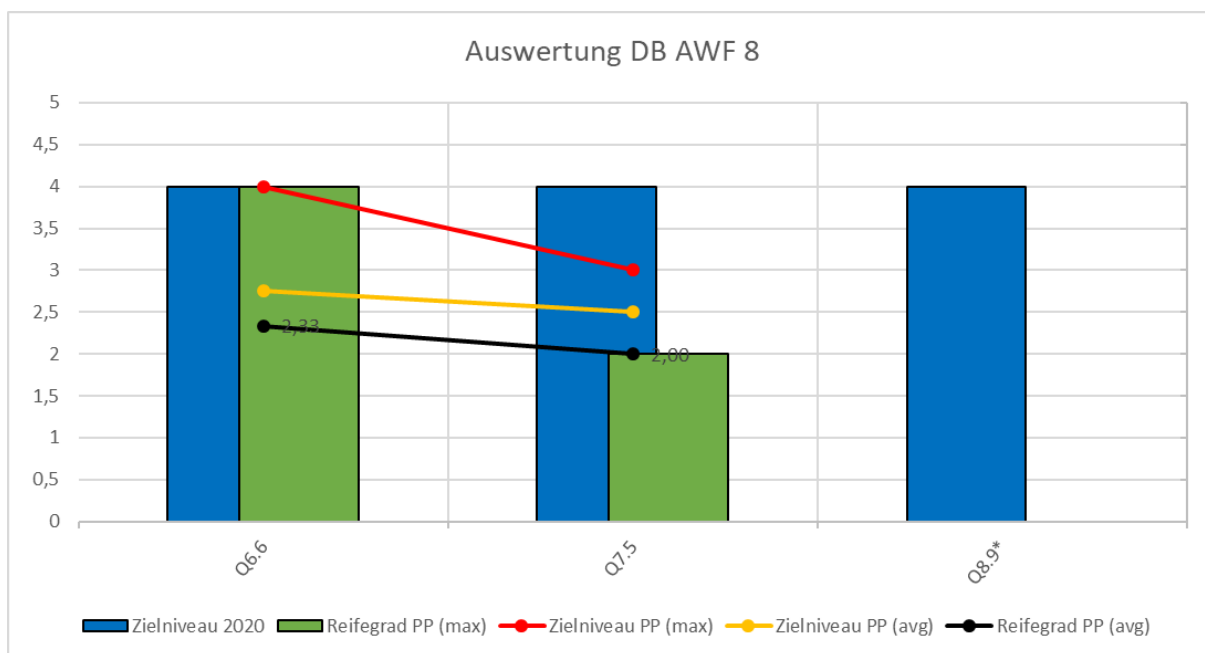


Abbildung 18: Auswertung des DB-Anwendungsfalls 8

Die Auswertung der Reifegrade führt zu folgenden Ergebnissen (siehe Abbildung 18):

- Das Zielniveau 2020 zur Erstellung von 2D-Plänen auf Basis von Fachmodellen wurde nur bedingt erprobt. Es wurde gezeigt, dass die Erstellung von 2D-Plänen für Fachmodelle im Rahmen der Vor- und Entwurfsplanung möglich ist. In fast allen Pilotprojekten erfolgte die Entwurfs-, Genehmigungs- und Ausführungsplanung konventionell.
- In einem Pilotprojekt wurden einige 2D-Pläne aus den Fachmodellen für die Entwurfs- und Genehmigungsplanung abgeleitet und manuell weiterbearbeitet (Q7.5). Die Konsistenz zwischen den Fachmodellen und den 2D-Plänen wurde dabei gewährleistet.
- In keinem Pilotprojekt wurde die Erstellung von 2D-Plänen auf Basis von Fachmodellen der Ausführungsplanung erprobt (Q8.9). Erfahrungen zeigen jedoch, dass die Ableitung von 2D-Plänen aus Fachmodellen möglich ist.

Die Erprobung konnte aufgrund der Auswahl der Pilotprojekte nur bedingt durchgeführt werden. Das Zielniveau 2020 konnte für den DB-Anwendungsfall teilweise umgesetzt werden. Die in den Pilotprojekten vereinbarten Ziele wurden erreicht. Der DB-Anwendungsfall wird als erfolgreich pilotiert bewertet.

5.7 4D-Modellerstellung (AWF 9)

Der DB-Anwendungsfall zur 4D-Modellerstellung und Darstellung des Bauablaufs wurde im Rahmen der Reifegradmetrik mit Hilfe von drei Fragen erfasst.

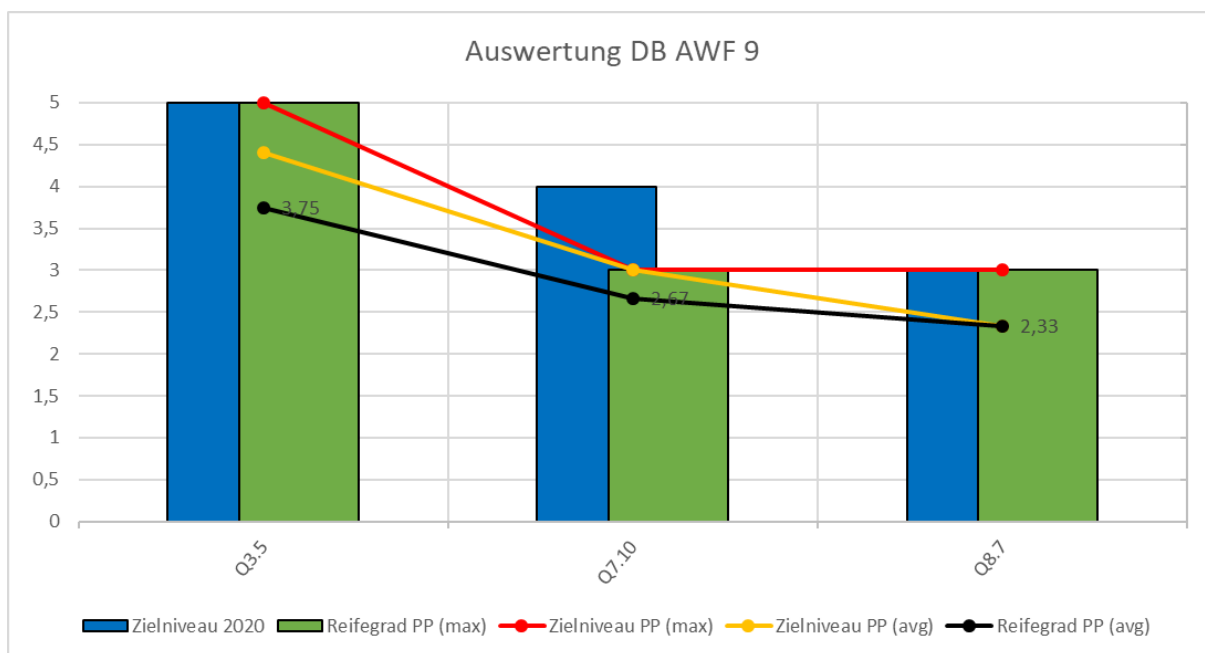


Abbildung 19: Auswertung des DB-Anwendungsfalls 9

Die Auswertung der Reifegrade führt zu folgenden Ergebnissen (siehe Abbildung 19):

- Das Zielniveau 2020 zur 4D-Modellerstellung und Darstellung des Bauablaufs kann schon heute in vielen Bereichen erreicht werden (mindestens in einem Projekt wurde der Wert des Zielniveaus erreicht).
- Die Terminplanung im Rahmen der Vor- und Entwurfsplanung anhand von Fachmodellen, Bauabschnitten, Aufwandswerten und Mengen mit impliziter Verknüpfung von Vorgängen mit Objekten der Fachmodelle (Q7.10) wurde nicht vollständig umgesetzt. In den drei pilotierten Projekten lag schon eine konventionelle Terminplanung vor, daher wurde nur eine automatisierte Verknüpfung von Vorgängen und Objekten der Fachmodelle vorgenommen.
- Die Abweichungen zwischen dem durchschnittlich (avg) erreichten Reifegrad in den Pilotprojekten und dem Zielniveau 2020 liegen im Durchschnitt bei einem Bewertungspunkt und können als gering angesehen werden.

Das Zielniveau 2020 konnte für den DB-Anwendungsfall mit kleinen Abstrichen umgesetzt werden. Die in den Pilotprojekten vereinbarten Ziele wurden erreicht. Der DB-Anwendungsfall wird als erfolgreich pilotiert bewertet.

5.8 5D-Modellerstellung (AWF 10)

Der DB-Anwendungsfall zur 5D-Modellerstellung und Darstellung des Kostenverlaufs wird im Rahmen der Reifegradmetrik mit Hilfe von drei Fragen erfasst.

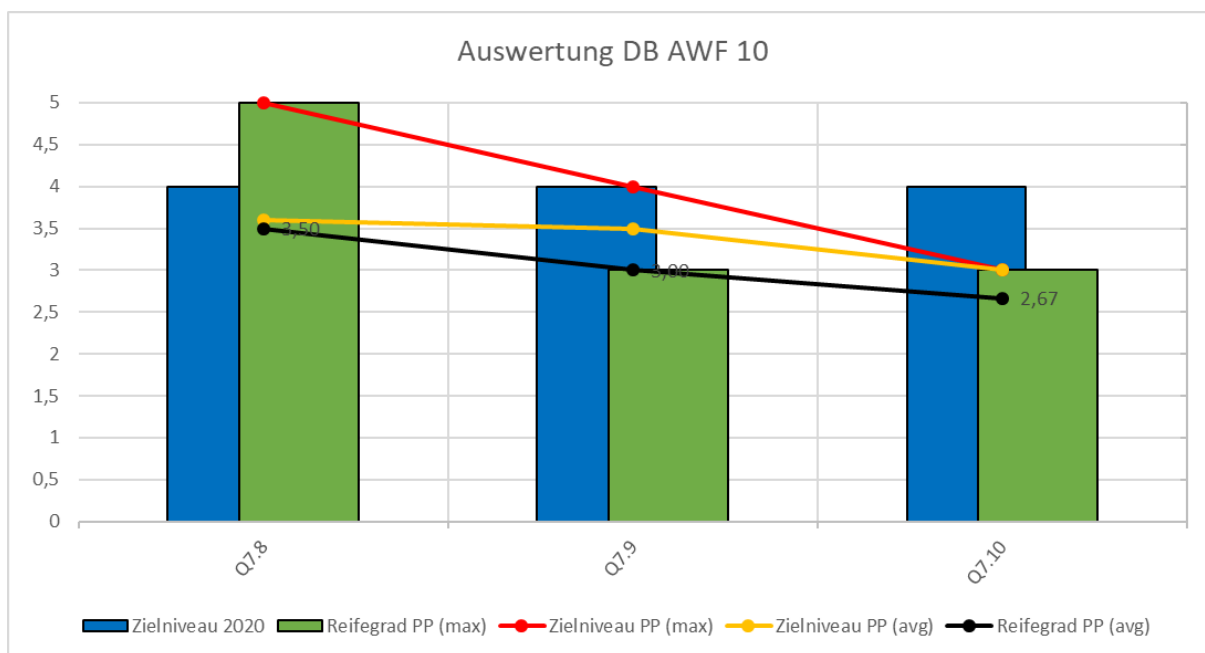


Abbildung 20: Auswertung des DB-Anwendungsfalls 10

Die Auswertung der Reifegrade führt zu folgenden Ergebnissen (siehe Abbildung 20):

- Das Zielniveau 2020 zur modellbasierten Mengenermittlung als Bestandteil der 5D-Modellerstellung und die Darstellung des Kostenverlaufs kann schon heute erreicht werden (mindestens in einem Projekt wurde der Wert des Zielniveaus erreicht oder überschritten).
- Wesentliche Kosten wurden anhand der Fachmodelle automatisiert ermittelt und manuell ergänzt (Q7.9). Das Zielniveau 2020 sieht vor, dass fast alle Kosten automatisiert aus den Fachmodellen ermittelt werden und die manuellen Ergänzungen gering sind. Dieses Ziel wurde in zwei Pilotprojekten verfolgt und nicht vollständig erfüllt. Generell wurde jedoch gezeigt, dass eine automatisierte Ermittlung der Kosten möglich ist.
- Die Terminplanung im Rahmen der Vor- und Entwurfsplanung anhand von Fachmodellen, Bauabschnitten, Aufwandswerten und Mengen mit impliziter Verknüpfung von Vorgängen mit Objekten der Fachmodelle (Q7.10) wurde nicht vollständig umgesetzt. In den drei pilotierten Projekten lag schon eine konventionelle Terminplanung vor, daher wurde nur eine automatisierte Verknüpfung von Vorgängen und Objekten der Fachmodelle vorgenommen.
- Die Abweichungen zwischen dem durchschnittlich (avg) erreichten Reifegrad in den Pilotprojekten und dem Zielniveau 2020 liegen im Durchschnitt bei einem Bewertungspunkt und können als gering angesehen werden.

Das Zielniveau 2020 konnte für den DB-Anwendungsfall mit kleinen Abstrichen umgesetzt werden. Die in den Pilotprojekten vereinbarten Ziele wurden erreicht. Der DB-Anwendungsfall wird als erfolgreich pilotiert bewertet.

5.9 Mengenermittlung (AWF 12)

Der DB-Anwendungsfall zur objektbasierten Mengenermittlung wird im Rahmen der Reifegradmetrik mit Hilfe von zwei Fragen erfasst.

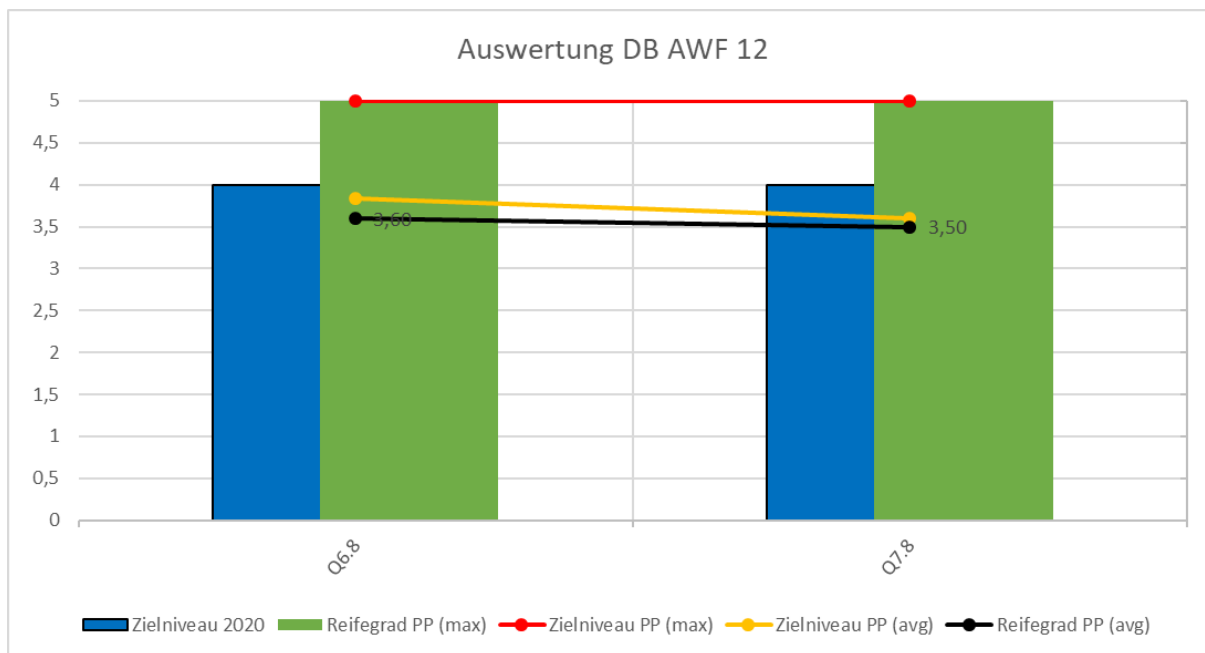


Abbildung 21: Auswertung des DB-Anwendungsfalls 12

Die Auswertung der Reifegrade führt zu folgenden Ergebnissen (siehe Abbildung 21):

- Das Zielniveau 2020 zur objektbasierten Mengenermittlung kann heute schon erreicht werden (mindestens in einem Projekt wurde der Wert des Zielniveaus erreicht oder überschritten).
- Die Abweichungen zwischen dem durchschnittlich (avg) erreichten Reifegrad in den Pilotprojekten und dem Zielniveau 2020 liegen im Durchschnitt bei einem Bewertungspunkt und können als gering angesehen werden.

Das Zielniveau 2020 konnte für den DB-Anwendungsfall mit kleinen Abstrichen umgesetzt werden. Die in den Pilotprojekten vereinbarten Ziele wurden erreicht. Der DB-Anwendungsfall wird als erfolgreich pilotiert bewertet.

5.10 Leistungsverzeichnis und Ausschreibung (AWF 13 und 14)

Die DB-Anwendungsfälle zur teilautomatisierten LV-Erstellung und modellbasierten Ausschreibung und Vergabe werden im Rahmen der Reifegradmetrik mit Hilfe von zwei Fragen erfasst.

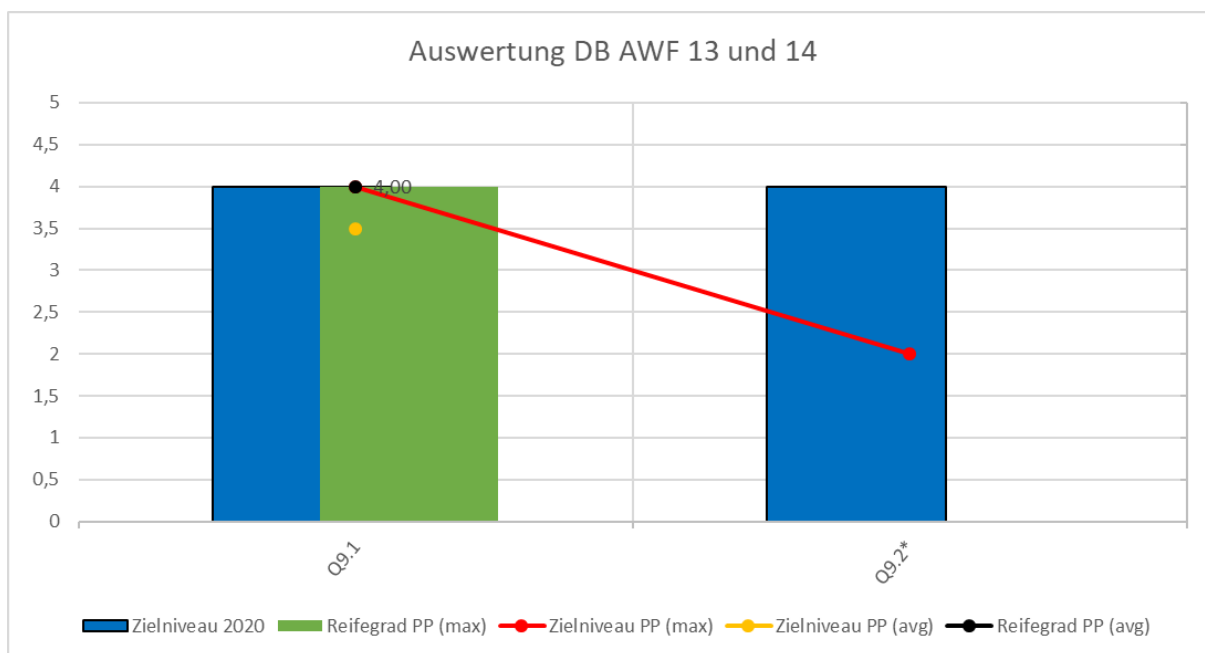


Abbildung 22: Auswertung der DB-Anwendungsfälle 13 und 14

Die Auswertung der Reifegrade führt zu folgenden Ergebnissen (siehe Abbildung 22):

- Das Zielniveau 2020 zur teilautomatisierten Erstellung von Leistungsverzeichnissen (Q9.1) kann heute schon erreicht werden (mindestens in einem Projekt wurde der Wert des Zielniveaus erreicht).
- Gegenstand der Finanzierungsvereinbarung wurde die modellbasierte Ausschreibung und Vergabe (Q9.2) nur für ein Pilotprojekt. In dem Projekt konnte aufgrund des aktuellen Projektfortschritts dieser Anwendungsfall nicht erprobt werden.

Die Datengrundlage zur Bewertung der zwei DB-Anwendungsfälle ist sehr gering. Das Zielniveau 2020 konnte nur für den DB-Anwendungsfall 13 umgesetzt werden.

5.11 Baufortschrittskontrolle (AWF 16)

Der DB-Anwendungsfall zur Baufortschrittskontrolle anhand des 4D-Modells wird im Rahmen der Reifegradmetrik mit Hilfe von zwei Fragen erfasst.

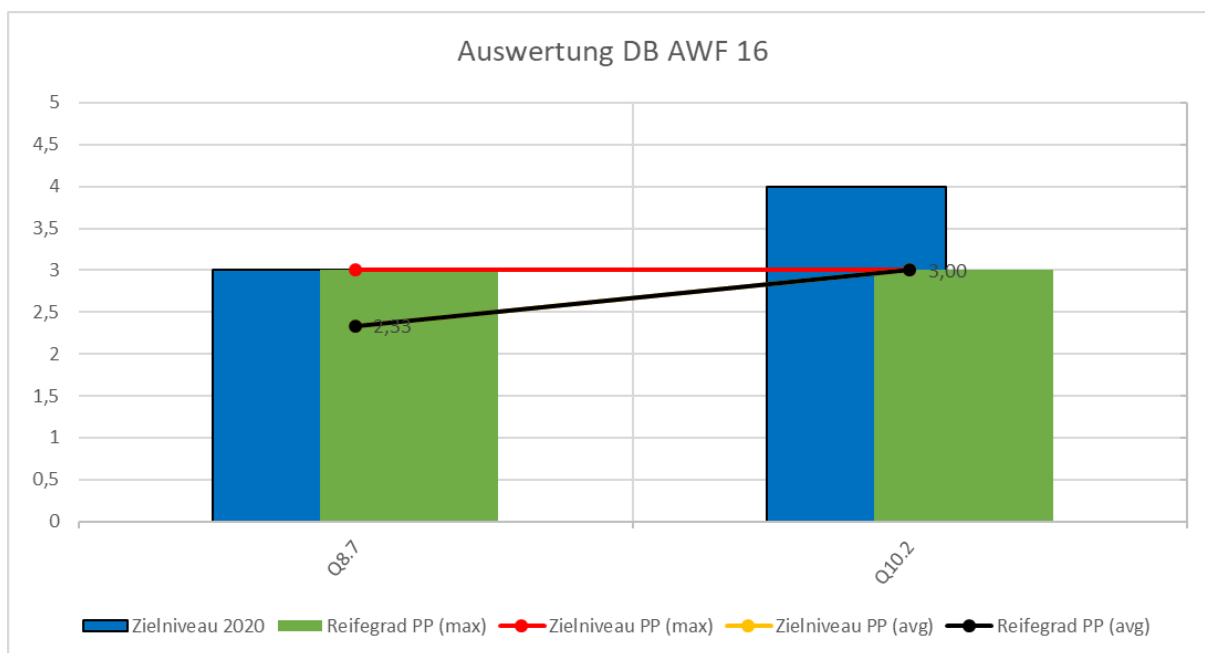


Abbildung 23: Auswertung des DB-Anwendungsfalls 16

Die Auswertung der Reifegrade führt zu folgenden Ergebnissen (siehe Abbildung 23):

- Die Baufortschrittskontrolle anhand des 4D-Modells wird nur in einem Pilotprojekt auszugsweise erprobt.
- Das Zielniveau 2020 zur Terminplanung des Bauablaufs (Q8.7) kann heute schon erreicht werden (mindestens in einem Projekt wurde der Wert des Zielniveaus erreicht).
- Die Abweichung des maximal erreichten Reifegrades zur BIM-basierten Baufortschrittskontrolle (Q10.2) gegenüber dem Zielniveau 2020 beträgt 1 Bewertungspunkt. Es wurde ein modellbasierter Soll-Ist-Vergleich des Bauablaufs durchgeführt und Abweichungen wurden visuell dargestellt. Die Forderung des Zielniveaus 2020 ist, dass zusätzlich eine Berücksichtigung von Ressourcenanpassungen zur Einhaltung des Soll-Ablaufes mit BIM umgesetzt werden sollte. Die Anwendung von BIM zur Baufortschrittskontrolle ist jedoch prinzipiell möglich und auch eine automatisierte Berücksichtigung anzupassender Ressourcen ist technologisch umsetzbar.

Die Datengrundlage zur Bewertung des DB-Anwendungsfalls ist sehr gering. Das Zielniveau 2020 konnte für den beauftragten Anwendungsfall mit kleinen Abstrichen umgesetzt werden.

5.12 Earned-Value Betrachtung und Bauabrechnung (AWF 17 und 18)

Die DB-Anwendungsfälle zur stichtagsgenauen Earned-Value Betrachtung anhand des 5D-Modells und modellbasierten Bauabrechnung werden zusammen betrachtet. Ohne eine Zuordnung der Rechnungen zu den digitalen Modellen ist eine Earned-Value Betrachtung

nicht möglich. Die beiden DB-Anwendungsfälle wurden im Rahmen der Reifegradmetrik mit Hilfe von zwei Fragen erfasst.

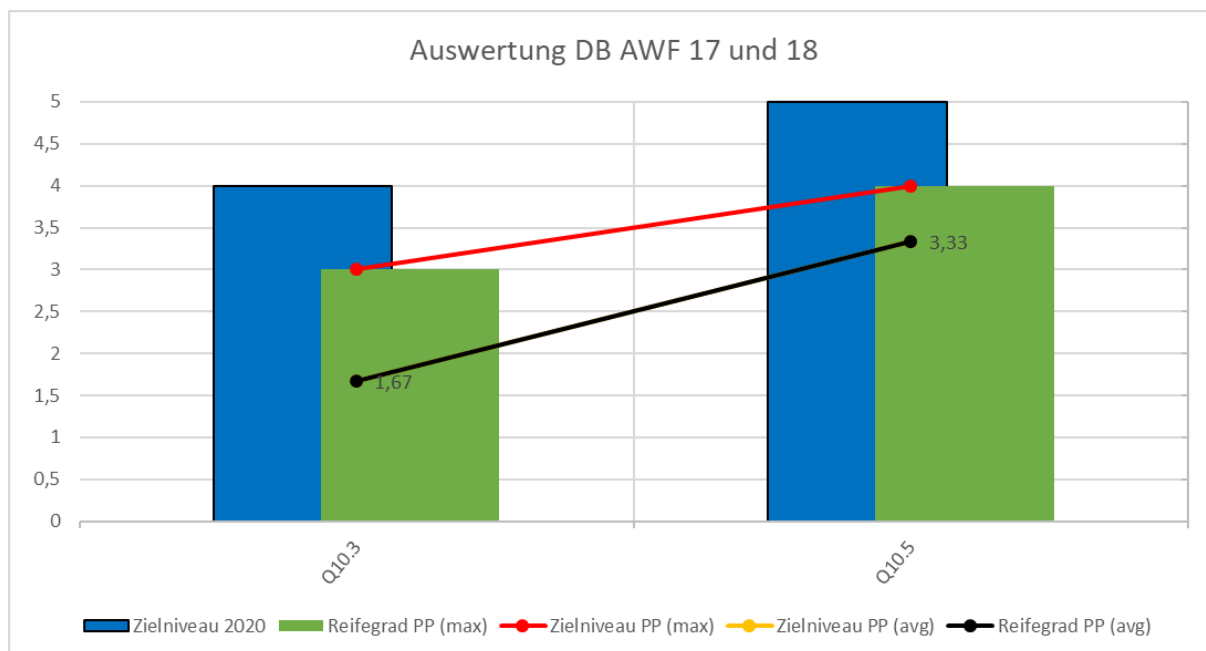


Abbildung 24: Auswertung der DB-Anwendungsfälle 17 und 18

Die Auswertung der Reifegrade führt zu folgenden Ergebnissen (siehe Abbildung 24):

- Die stichtagsgenaue Earned-Value Betrachtung anhand des 5D-Modells und modellbasierter Bauabrechnung wird nur in drei Pilotprojekten auszugsweise erprobt.
- Einzelne Leistungen werden vom Auftragnehmer modellbasiert zur Plausibilisierung übermittelt und durch den Auftraggeber zur Unterstützung der Rechnungsprüfung herangezogen (Q10.3). Ab 2020 sollten alle relevanten Leistungen vom Auftragnehmer modellbasiert übermittelt und durch den Auftraggeber modellbasiert abgerechnet werden. Im Rahmen der Pilotprojekte konnte gezeigt werden, dass eine Abrechnung von Bauleistung schon heute modellbasiert ablaufen kann.
- Ab 2020 soll eine modellbasierte Projektsteuerung ermöglicht werden. Hierzu soll eine zentrale Verwaltung und Auswertung von Fachmodellen und entsprechend verknüpfte Informationen zu LV-Positionen, Mengen, Vorgängen, Kosten, Baufortschritt und Abrechnung vorgenommen werden können. Das Zielniveau 2020 wurde im Rahmen mindestens eines Pilotprojekts fast erreicht (Abweichung 1 Bewertungspunkt). Die Abweichung ergibt sich, da nicht alle LV-Positionen, Mengen, Vorgänge, Kosten, Baufortschritte und Abrechnungen zum Controlling genutzt wurden. Es wurde jedoch gezeigt, dass eine modellbasierte Projektsteuerung möglich ist, wenn die Informationen vorliegen.

Die Datengrundlage zur Bewertung der DB-Anwendungsfälle ist sehr gering. Das Zielniveau 2020 konnte für die beauftragten Anwendungsfälle mit kleinen Abstrichen umgesetzt werden.

5.13 Bestandsmodell und Dokumentation (AWF 20, 21 und 22)

Die DB-Anwendungsfälle zur Erstellung eines 3D-Bestandsmodells, die Verknüpfung der Planungsdokumente mit dem 3D-Bestandsmodell und die Baustellendokumentation mit dem 3D-Bestandsmodell werden zusammen betrachtet, da Bestandsmodelle, -pläne sowie weitere Daten für die Übergabe der Baudokumentation relevant sind. Die drei DB-Anwendungsfälle wurden im Rahmen der Reifegradmetrik mit Hilfe von fünf Fragen erfasst.

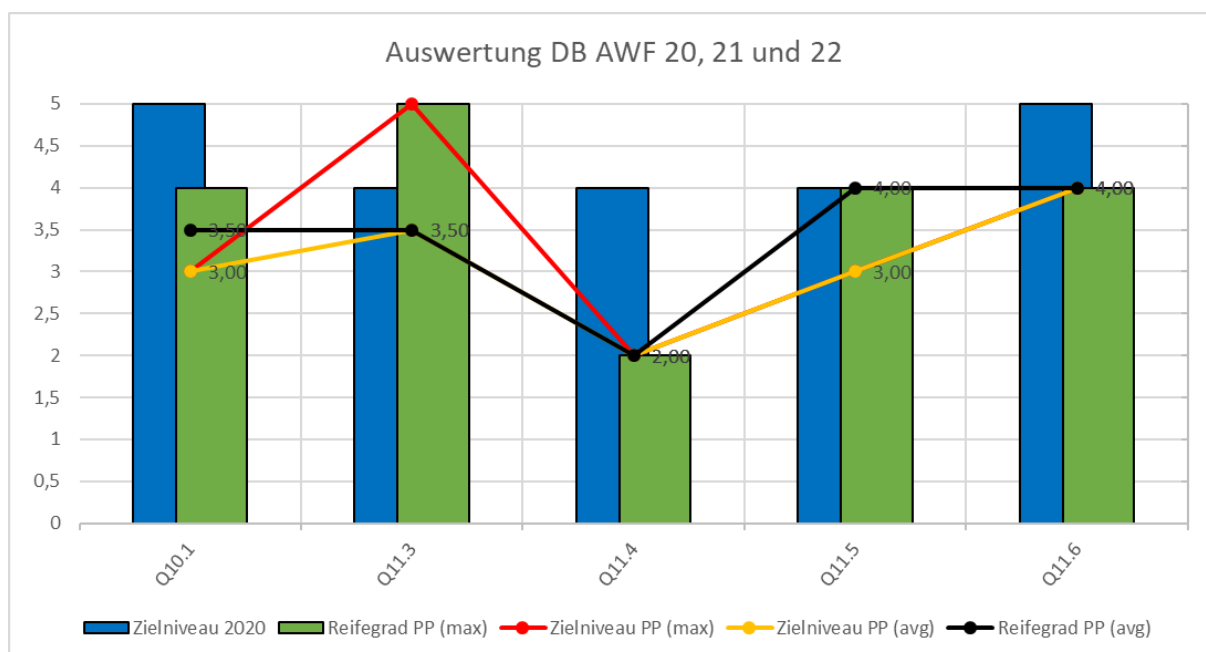


Abbildung 25: Auswertung der DB-Anwendungsfälle 20, 21 und 22

Die Auswertung der Reifegrade führt zu folgenden Ergebnissen (siehe Abbildung 25):

- Alle fünf Fragen zu den DB-Anwendungsfällen zum Bestandsmodell und Dokumentation wurden nur in einem Pilotprojekt auszugsweise erprobt. Baubesprechungen (Q10.1) und die Baudokumentation (Q11.3) wurden insgesamt in zwei Pilotprojekten umgesetzt.
- Einzelne Baubesprechungen wurden anhand von Fachmodellen durchgeführt (Q10.1). Die Ergebnisse wurden modellbasiert dokumentiert und in der gemeinsamen Datenumgebung gespeichert. Das Zielniveau 2020 definiert, dass alle Baubesprechungen anhand von Fachmodellen durchgeführt werden sollen. Im Rahmen der Pilotprojekte war dies nicht möglich, jedoch wurde gezeigt, dass BIM-basierte Baubesprechungen schon heute möglich sind.

- Es wurde eine konventionelle Erfassung und manuelle Verortung einzelner Mängel auf Basis der digitalen Fachmodelle (Q11.4) vorgenommen. Es wurde gezeigt, dass ein BIM-basiertes Mängelmanagement möglich ist. Die Speicherung der erfassten Mängel im Rahmen einer gemeinsamen Datenumgebung (Zielniveau 2020) ist nach Rückmeldung der Verantwortlichen möglich. Das Mängelmanagement musste aufgrund der vertraglichen Regelungen im Projekt (konventionelle Ausschreibung) jedoch weiterhin konventionell erfolgen.
- Einige Fachmodelle wurden im Rahmen der vorgegebenen Bautoleranzen und Informationsanforderungen sowohl geometrisch als auch semantisch angepasst und mit den wesentlichen Dokumenten verknüpft übergeben (Q11.6). Damit wurde gezeigt, dass das Zielniveau 2020 grundsätzlich erreicht werden kann. Die Erweiterung der Baudokumentation auf alle Fachmodelle ist prinzipiell möglich.

Die Datengrundlage zur Bewertung der DB-Anwendungsfälle ist sehr gering. Das Zielniveau 2020 konnte für die beauftragten Anwendungsfälle mit kleinen Abstrichen umgesetzt werden. Die in den Pilotprojekten vereinbarten Ziele wurden erreicht. Die DB-Anwendungsfälle werden als erfolgreich pilotiert bewertet.

5.14 Erstellung eines BIM-Abwicklungsplans (AWF 25)

Der DB-Anwendungsfall Erstellung eines BIM-Abwicklungsplans entspricht der gleichnamigen Kategorie der Reifegradmetrik (vgl. Abschnitt 3.2). Im Folgenden erfolgt eine abschließende Bewertung des Anwendungsfalls. Die detaillierten Erläuterungen zum BIM-Abwicklungsplan können der Abbildung 3 und dem Abschnitt 3.2 entnommen werden.

Das Zielniveau 2020 konnte für den DB-Anwendungsfall fast vollständig umgesetzt werden. Die in den Pilotprojekten vereinbarten Ziele wurden erreicht. Der DB-Anwendungsfall wird als erfolgreich pilotiert bewertet.

5.15 Freigabe für Eingangsdaten und Lieferobjekte (AWF 26)

Der DB-Anwendungsfall zum Freigabeprozedere für Eingangsdaten und Lieferobjekte wird im Rahmen der Reifegradmetrik mit Hilfe von acht Fragen erfasst.

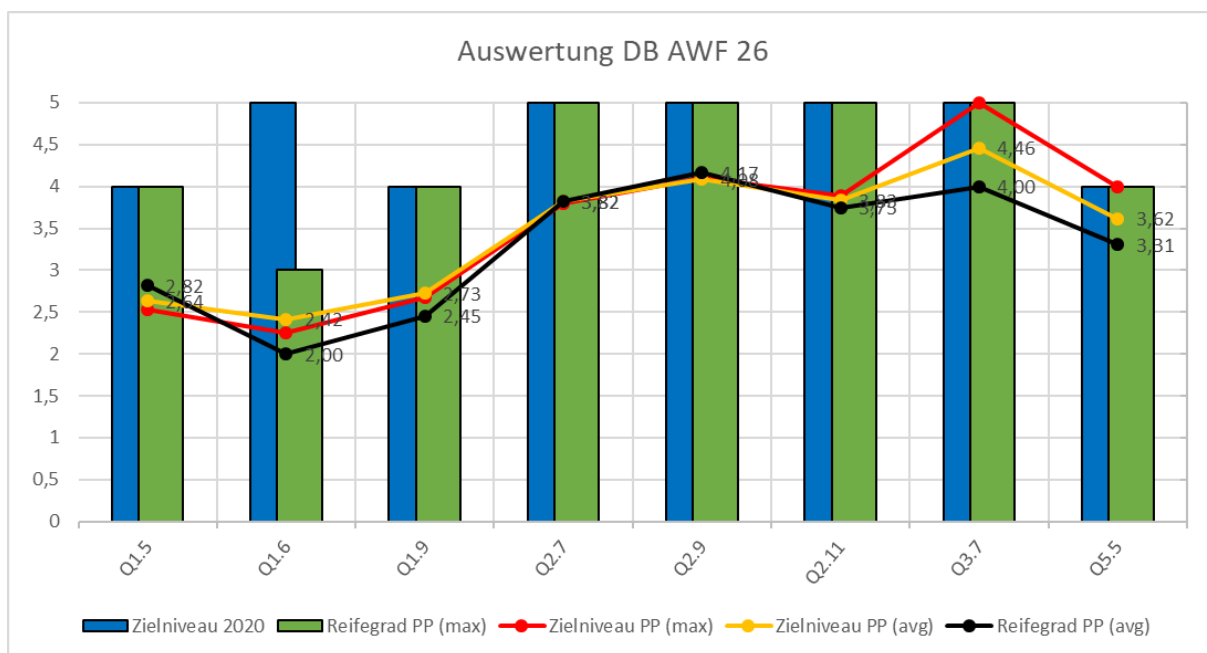


Abbildung 26: Auswertung des DB-Anwendungsfalls 26

Die Auswertung der Reifegrade führt zu folgenden Ergebnissen (siehe Abbildung 26):

- Das Zielniveau 2020 zum Freigabeprozedere für Eingangsdaten und Lieferobjekte kann schon heute in fast allen Bereichen erreicht werden (mindestens in einem Projekt wurde der Wert des Zielniveaus erreicht oder überschritten).
- Die genaue Beschreibung, welche Informationen für welche Modellobjekte und welchen Anwendungsfall bzw. welche Datenübergabepunkte notwendig sind, ist eine zentrale Forderung des Zielniveaus 2020. Aktuell wurden nur für einige Modellobjekte genaue Vorgaben hinsichtlich der zu liefernden Informationen (auch als Merkmale bezeichnet) definiert (Q1.6).

Das Zielniveau 2020 konnte für den DB-Anwendungsfall mit kleinen Abstrichen umgesetzt werden. Die in den Pilotprojekten vereinbarten Ziele wurden erreicht. Der DB-Anwendungsfall wird als erfolgreich pilotiert bewertet.

5.16 Arbeits- und Informationsplattform (AWF 27)

Der DB-Anwendungsfall zur einheitlichen Arbeits- und Informationsplattform (gemeinsame Datenumgebung) wird im Rahmen der Reifegradmetrik mit Hilfe von acht Fragen erfasst.

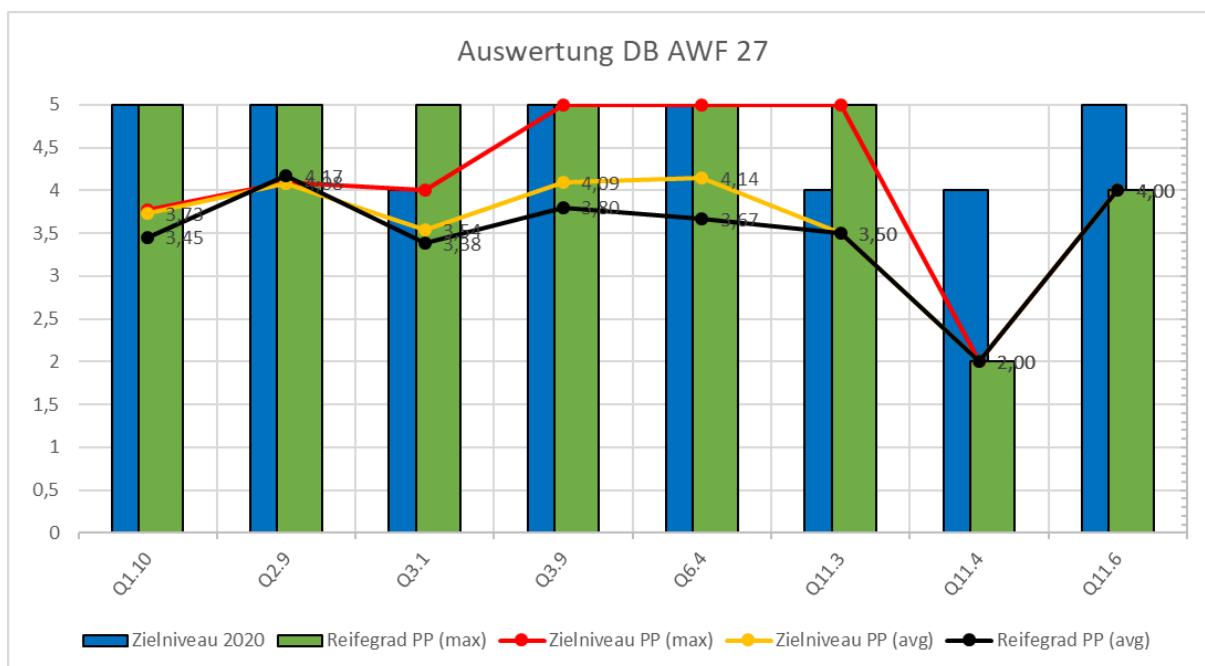


Abbildung 27: Auswertung des DB-Anwendungsfalls 27

Die Auswertung der Reifegrade führt zu folgenden Ergebnissen (siehe Abbildung 27):

- Das Zielniveau 2020 zum Einsatz einer einheitlichen Arbeits- und Informationsplattform kann schon heute in vielen Bereichen erreicht werden (mindestens in einem Projekt wurde der Wert des Zielniveaus erreicht oder überschritten).
- Nur bei der einheitlichen Verwaltung von Informationen im Rahmen der Mängelerfassung (Q11.4) und Baudokumentation (Q11.6) gibt es noch eine Abweichung vom Zielniveau 2020. Ein wesentlicher Grund ist, dass sich zum einen nur wenige Pilotprojekte in der Ausführungsphase befanden und zum anderen eine konventionelle Ausschreibung der Bauausführung und Baudokumentation vorlag. Daher konnten diese Anwendungsfälle nur bedingt erprobt werden.

Das Zielniveau 2020 konnte für den DB-Anwendungsfall für die Grundlagenermittlung, Vorplanung, Entwurfs- und Genehmigungsplanung, Ausführungsplanung sowie die Ausschreibung und Vergabe umgesetzt werden. Die Anwendung einer einheitlichen Informationsplattform für die Ausführung und Dokumentation zeigt noch einige Abweichungen zum Zielniveau 2020. Die in den Pilotprojekten vereinbarten Ziele wurden erreicht. Der DB-Anwendungsfall wird insgesamt als erfolgreich pilotiert bewertet.

5.17 Standardisierte Berichtswesen (AWF 28)

Der DB-Anwendungsfall zum standardisierten Berichtswesen unter Verwendung der digitalen Fachmodelle wird im Rahmen der Reifegradmetrik nicht behandelt. Hierbei handelt es sich um interne Prozesse bei der DB Netz AG. Alle vorhandenen digitalen Modelle und sonstige digitale Informationen können in unterschiedlicher Art und Weise ausgewertet und zur

Verbesserung der eigenen Abläufe verwendet werden. Im Vordergrund der wissenschaftlichen Begleitung und Auswertung der Pilotprojekte stand die Frage, ob eine modellbasierte Abwicklung von Bauprojekten hinsichtlich des Zielniveaus 2020 möglich ist. Das standardisierte Berichtswesen ist davon unabhängig zu sehen und kann natürlich von der jetzt digital vorliegenden Datengrundlage profitieren. An dieser Stelle wird auf den Bericht zur Evaluation der Ergebnisse zur BIM-Pilotierung im Rahmen SV 49 der DB Netz AG verwiesen.

6 Ausblick

In den letzten Jahren hat sich gezeigt, dass die BIM-Methodik als Ansatz zur Digitalisierung der Arbeitswelt verstanden wird. Neue technologische Möglichkeiten ersetzen kontinuierlich die konventionellen Arbeitsweisen. Somit ist der Einsatz der BIM-Methodik nicht als zusätzlich zu sehen, sondern als sinnvolle Fortentwicklung bisheriger Arbeitsweisen. Durch die bereits vorgenommene nationale und internationale Standardisierung wird die BIM-Methodik heute schon als Stand der Technik angesehen. Insbesondere im internationalen Umfeld werden teilweise schon mehr Projekte im Hoch- und Infrastrukturbau mit der BIM-Methodik als mit konventionellen Arbeitsweisen umgesetzt. Daher ist es ganz wichtig, dass sich auch der deutsche Infrastrukturbau in Richtung der digitalen Arbeitsweise wandelt. Hierzu ist nicht nur die Standardisierung voranzutreiben, sondern auch die Ausbildung der Mitarbeiter und der praktische Einsatz.

Die Erfahrungen und Kompetenzen der BIM-Teams hatten einen wesentlichen Einfluss auf die Verwendung der BIM-Methodik in den einzelnen Projekten und somit auch auf den aktuellen Reifegrad. Für eine breite Einführung der BIM-Methodik im Schienenwegebau ist die Qualifizierung der Mitarbeiter daher zwingend erforderlich. Des Weiteren hat es sich gezeigt, dass die Entwicklung von bahnspezifischen Standards für AIA- und BAP-Dokumente sowie weitere Spezifikationen zur Qualitätssicherung und Zusammenarbeit sehr wichtig sind und teilweise noch weiterentwickelt werden müssen.

Die Entwicklung der BIM-Methodik ist nicht abgeschlossen und muss als kontinuierlicher Digitalisierungsprozess verstanden werden. Neue Technologien, beispielsweise im Bereich von Virtual und Augmented Reality, Sensorik oder Drohneneinsatz, können integriert werden. Je mehr diese Technologien reifen und auch im Projekt eingesetzt werden, umso mehr Nutzen kann durch die BIM-Methodik insgesamt erzielt werden.