



Abschlussprüfung Winter 2024/2025

Fachinformatiker für Daten- und Prozessanalyse

Dokumentation zur betrieblichen Projektarbeit

MYP – Manage Your Printer

Digitalisierung des 3D-Drucker-Reservierungsprozesses und Entwicklung eines Dashboards

Abgabedatum: Berlin, den 02.12.2024

Prüfungsbewerber:

Torben Haack

Möllendorffstraße 82a

10367 Berlin

Ausbildungsbetrieb:

Mercedes-Benz AG

Daimlerstraße 143

12277 Berlin



Mercedes-Benz



Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
Abbildungsverzeichnis.....	III
Tabellenverzeichnis	IV
Begriffsverzeichnis.....	V
1 Einleitung	6
1.1 Projektumfeld.....	6
1.2 Projektziel.....	6
1.3 Projektschnittstellen	6
1.4 Projektabgrenzung.....	7
2 Projektplanung	7
2.1 Projektphasen	7
2.2 Abweichungen vom Projektantrag.....	7
2.3 Ressourcenplanung	8
2.4 Wirtschaftlichkeitsanalyse	8
2.4.1 Make-or-Buy Entscheidung.....	8
2.4.2 Projektkosten.....	9
2.4.3 Nicht-ökonomische Vorteile	9
2.4.4 Amortisationsdauer.....	10
3 Analysephase.....	10
3.1 Ist-Analyse.....	10
3.2 Schwachstellenanalyse	11
3.3 Lastenheft.....	11
4 Konzeptphase	12
4.1 Soll-Prozess.....	12
4.2 Datenmodellierung.....	13
4.3 Dashboard-Mockup	13
4.4 Technische Umsetzung	13
5 Implementierungsphase.....	14
5.1 Rohdatenextraktion und Vorbereitung der Druckauftragsdaten	14
5.2 Berechnung der Schlüsselkennzahlen	15
5.2.1 Berechnung der aktuellen Druckerauslastung.....	15



5.2.2	Auslastung je Drucker im Betrachtungszeitraum	15
5.2.3	Berechnung des Druckvolumens, der Abbruchgründe und Fehlerrate.....	16
5.2.4	Entwicklung der Prognosefunktion bezüglich der Auslastung je Wochentag.....	16
5.2.5	Erkenntnisse aus Tests und Umstellung auf das arithmetische Mittel.....	17
5.3	Entwicklung des Dashboards	18
5.4	Qualitätskontrolle.....	19
6	Abnahmephase	19
6.1	Abnahmetests	19
6.2	Einführung	19
7	Fazit.....	20
7.1	Soll-/Ist-Vergleich	20
7.2	Lessons Learned	20
7.3	Ausblick.....	21
Anhang	i
A1	Detaillierte Zeitplanung.....	i
A2	Ressourcenliste	ii
A3	Lastenheft (Auszug)	ii
A4	BPMN-Modellierung des Ist-Prozesses.....	iv
A5	BPMN-Modellierung des optimierten Soll-Prozesses	iv
A6	Auszug ER-Diagramm.....	iv
A7	Mockup des Dashboards	v
A8	SQL-Abfrage zur Tabellenstruktur	v
A9	Screenshot und Quelltext zu den KPI-Karten.....	vi
A10	Screenshot und Quelltext zum Flächendiagramm	vi
A11	Screenshot Dashboard Layout.....	vii
A12	Testprotokoll (Auszug)	viii
A13	Protokoll zur Projektarbeit	ix



Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: SQL-Abfrage zu printJob Daten	14
Abbildung 2: Abfrage von Druckern und Druckaufträgen	15
Abbildung 3: Lineare Regression zur Anpassung von Nutzungsdaten.....	17
Abbildung 4: Beispielhafte Darstellung der 3D-Druckernutzung.....	17
Abbildung 5: BPMN-Modellierung des Ist-Prozesses.....	iv
Abbildung 6: BPMN-Modellierung des optimierten Soll-Prozesses.....	iv
Abbildung 7: Auszug ER-Diagramm.....	v
Abbildung 8: Mockup des Dashboards	v
Abbildung 9: SQL-Abfrage zur Tabellenstruktur	v
Abbildung 10: Screenshot der KPI-Karten	vi
Abbildung 11: Quelltext zur Anzeige der aktuellen Druckerauslastung.....	vi
Abbildung 12: Screenshot des Flächendiagramms	vi
Abbildung 13: Bereichsdiagramm zur Visualisierung der Nutzung über Tage	vii
Abbildung 14: Screenshot des Dashboards	vii



Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Grobe Zeitplanung.....	7
Tabelle 2: Kostenaufstellung	9
Tabelle 3: Soll-/Ist-Vergleich.....	20
Tabelle 4: Detaillierte Zeitplanung.....	ii
Tabelle 5: Ressourcenliste	ii
Tabelle 6: Testprotokoll	viii



Begriffsverzeichnis

(F)OSS.....	<i>(Freie und) Quelloffene Software</i>
Drizzle ORM.....	Bibliothek für typsichere SQL-Abfragen
In-Memory Key-Value-Store.....	Speicher, der Daten als Schlüssel-Wert-Paare im RAM ablegt
KPI.....	<i>Key Performance Indicator</i>
Next.js.....	<i>Framework für Fullstack Webentwicklung</i>
Node.js.....	<i>JavaScript Laufzeit auf Endgeräten</i>
ORM	<i>Objektrelationale Abbildung</i>
shadcn/ui.....	<i>Bibliothek an UI-Komponenten für u. a. Next.js</i>
SQLite	<i>Serverloses DBMS</i>
Tailwind	<i>Bibliothek zur Gestaltung von Webseiten</i>
VS-Code.....	<i>Entwicklungsumgebung entwickelt von Microsoft</i>



1 Einleitung

1.1 Projektumfeld

Die Mercedes-Benz AG ist einer der führenden Automobilhersteller der Welt. Mit rund 166.000 Mitarbeitern ist das Unternehmen in verschiedenen Geschäftsbereichen rund um PKWs und Nutzfahrzeuge weltweit aufgestellt. Das Werk-Berlin ist das älteste Werk im Produktionsverband der Mercedes-Benz AG und ist für die Herstellung von Komponenten und Elektromotoren zuständig.

Der Auftraggeber des Projektes ist die Technische Berufsausbildung. Die Ausbildungsabteilung bildet jährlich rund 60 Auszubildende in den Fachrichtungen Mechatronik und Fachinformatik aus. Seit mehreren Jahren ist die additive Fertigung ein fester Bestandteil der Ausbildung beider Fachrichtungen. Dazu wurde ein Raum mit mehreren 3D-Druckern ausgestattet.

1.2 Projektziel

Das Ziel des Projektes ist es, die 3D-Drucker-Nutzung der Auszubildenden transparenter und effizienter zu gestalten. Außerdem soll den Ausbildern Einblicke in die Nutzung ermöglicht werden. Dazu gehört die Analyse des aktuellen analogen Reservierungsprozesses, einschließlich der Identifizierung von Schwachstellen und Verbesserungspotenzialen. Aus den daraus gewonnen Erkenntnissen wird dann ein optimierter digitaler Reservierungsprozess entwickelt. Dieser soll eine effizientere und transparentere Nutzung der 3D-Drucker ermöglichen.

Aus dem optimierten digitalen Prozess entstehen Daten, die erfasst und aufbereitet werden. Zur Vorhersage und statistischen Auswertung von den Nutzungsdaten wird ein Dashboard entwickelt, welches in die Reservierungsplattform (die den neuen digitalen Prozess unterstützt) eingebunden wird.

1.3 Projektschnittstellen

Der vor Ort zuständige Ausbildungsverantwortliche, Martin Noack, genehmigt das Projekt und übernimmt die Verantwortung für die Abnahme nach Projektabschluss. Während des Projektes entstehen ausschließlich Personalkosten, wodurch keine weiteren Mittel erforderlich sind.

Das Dashboard wird direkt in die Reservierungsplattform integriert, wodurch keine separaten technische Schnittstellen erforderlich sind. Die direkte Integration ermöglicht ein einfacheres und sichereres Abrufen von den 3D-Drucker-Nutzungsdaten.

Hauptsächlich wird das Dashboard von den Ausbildungsmeistern genutzt. Sie erhalten dadurch detaillierte Einblicke in die Nutzung der 3D-Drucker und können die Ausbildung effizienter gestalten.



1.4 Projektabgrenzung

Der optimierte digitale Prozess der 3D-Drucker-Nutzung beinhaltet die Entwicklung und Einführung einer Reservierungsplattform. Allerdings ist die Entwicklung und das Rollout der Reservierungsplattform selbst explizit nicht Teil dieses Projektes.

Das Projekt fokussiert sich ausschließlich auf die Analyse des aktuellen Reservierungsprozesses, die Konzeption des Soll-Prozesses, die Erfassung und Aufbereitung der Nutzungsdaten sowie die Entwicklung eines Dashboards zur Visualisierung und Vorhersage der 3D-Druckernutzung.

2 Projektplanung

2.1 Projektphasen

Das Projekt wurde im Zeitraum vom 04.11.2024 bis zum 11.11.2024 durchgeführt und umfasste 40 Stunden. Der Ablauf orientierte sich am Wasserfallmodell. Die grobe Zeitplanung ist der Tabelle 1 zu entnehmen. Eine detailliertere Zeitplanung ist in Tabelle 4 in Anhang A1 zu sehen.

Projektphase	Geplante Zeit
Projektvorbereitung	4 h
Prozessentwicklung	11 h
Dashboard Entwicklung und Integration	13 h
Tests und Qualitätskontrollen	2 h
Dokumentation	4 h
Zeitpuffer	6 h
Gesamt	40 h

Tabelle 1: Grobe Zeitplanung

2.2 Abweichungen vom Projektantrag

Im Vergleich zur ursprünglichen Zeitplanung, ergaben sich während der Projektplanung einige Änderungen. Die Zeitplanung wurde insgesamt komprimiert und die einzelnen Punkte wurden zu übergeordneten Kategorien zusammengefasst.

Während der Projektvorbereitungsphase wurde zudem ein Flüchtigkeitsfehler der Zeitkalkulation für die Phase der Dokumentation und Schulung (vorher nur Dokumentation) entdeckt. Fälschlicherweise wurden den Unterpunkten fünf und zwei Stunden zugeordnet, während der Oberpunkt „Dokumentation“ weiterhin nur vier Stunden zugeordnet war. Diese Zeitrechnung wurde nun angepasst.

Da eine Abänderung des Hauptpunktes der vier Stunden für die Dokumentation vermieden werden soll, wurden der Erstellung der Dokumentation drei Stunden und der Zusammenstellung



der Ergebnisse und Empfehlungen 30 Minuten zugeordnet. Dies ist eine sehr straffe Zeitplanung, jedoch wird mit einer Einhaltung der anderen Projektphasen gerechnet, wodurch der sechs-stündige Zeitpuffer als Rückversicherung dient, falls diese drei Stunden nicht ausreichen.

Der Zeitpunkt der Schulung der Nutzer wurde ebenfalls aus der Phase der Dashboard Entwicklung und Integration in die Phase der Dokumentation (und Schulung) gelegt. Damit liegen die Schulungen jetzt hinter der Durchführung von Qualitätskontrollen und Tests. Dies stellt sicher, dass das Dashboard bereits umfassend geprüft und optimiert ist, bevor die Nutzer damit arbeiten.

2.3 Ressourcenplanung

Im Anhang befindet sich eine detaillierte Übersicht der im Projekt verwendete Ressourcen, unterteilt in Software, Hardware und Personal. Im Rahmen der Ausbildung werden bereits ein Laptop und Arbeitsplätze bereitgestellt. Die Reservierungsplattform wird zudem außerhalb des Projektes entwickelt und deployed. Dadurch entstand kein weiterer Bedarf an zusätzlicher Hardware. Die Auswahl der Software basiert auf bereits vorhandenen Unternehmenslizenzen, wie Microsoft 365 oder ARIS Plattform. Zusätzlich kamen (teils) (F)OSS-Softwarelösungen mit kostenfreien kommerziellen Lizenzen zum Einsatz, darunter *VS-Code*, *Next.js* und *shadcn/ui*. Durch die Nutzung bestehender Lizenzen und freien Lizenzen entstanden für das Projekt keine Softwarekosten. Kombiniert mit der bereits vorhandenen Erfahrung mit den Technologien, entfiel eine Abwägung alternativer Softwareoptionen. Die einzige Kostenposition im Projekt waren somit die Personalkosten.

2.4 Wirtschaftlichkeitsanalyse

Die Wirtschaftlichkeit des Projektes lässt sich primär anhand der eingesparten Arbeitszeit der Ausbildungsmeister beurteilen. Durch die Digitalisierung des Reservierungsprozesses entfällt der regelmäßige manuelle Aufwand zur Überprüfung und Verwaltung der Reservierungen. Sekundäre Auswirkungen wie eine verbesserte Auslastung der 3D-Drucker sowie die Potenziale durch Datenanalyse lassen sich nur schwer beziffern. Um diese dennoch in die Betrachtung einzubeziehen, wird vorausgesetzt, dass ein Ausbildungsmeister die erforderlichen Datenerhebungen, Analysen, Prognosen und Visualisierungen händisch durchführen müsste. Da die Ausbildungsmeister jedoch nicht in statistischen Methoden und mathematischen Vorhersagemodellen geschult sind, würde dies einen geschätzten Aufwand von etwa 25 Stunden pro Woche an zusätzlicher Arbeitszeit erfordern.

2.4.1 Make-or-Buy Entscheidung

Bei der Betrachtung der konkreten Anforderungen wurde schnell klar, dass keine geeignete Buy-Option existiert, die den Anwendungsfall abdeckt. Das Dashboard benötigt Funktionen, abgestimmt auf interne Prozesse und externe Lösungen bieten nicht die notwendige Flexibilität, die für spezielle Analysen und Prognosen notwendig sind. Eine Eigenentwicklung bietet zudem die Möglichkeit, schnell auf wechselnde Anforderungen reagieren zu können.



2.4.2 Projektkosten

Die Projektkosten setzen sich hauptsächlich aus den entstehenden Personalkosten zusammen, da keine extra Ressourcen erforderlich sind, um den Projektumfang zu erfüllen.

Die benutzte Soft- sowie Hardware (Microsoft Office, Laptop, Arbeitsplatz, etc.) sind Projektunabhängig und gehören zur Standardausrüstung eines jeden Mitarbeiters. Sie werden für diverse Projekte benutzt und sollten in der Betrachtung der Projektkosten nur eine geringe Gewichtung besitzen. Daher werden sie hier mit einem Stundensatz von € 5,-- aufgelistet.

Das Projekt wird von einem Auszubildenden innerhalb von voraussichtlich 40 Stunden umgesetzt. Der Stundensatz eines Auszubildenden im dritten Lehrjahr beträgt € 9,--. Für drei Projektphasen (Projektvorbereitung, Dashboard Integration und Projektabschluss) wird ebenfalls der Ausbildungsverantwortliche des Standorts mit eingebunden. Dessen Stundensatz beträgt € 56,--¹. Der in der Zeitplanung aufgeführte Zeitpuffer wird hier ebenfalls mit eingerechnet, um potenzielle Verzögerungen im Projekt mit einzukalkulieren.

Insgesamt belaufen sich die Projektkosten auf *728 EUR*. Eine Kostenaufstellung lässt sich der Tabelle 2 entnehmen.

Vorgang	Zeit	Kostenzusammensetzung	Kosten
Projektvorbereitung	4 h	$(4 \cdot 9\text{€}) + (1 \cdot 56\text{€})$	€ 92,--
Prozessentwicklung	11 h	$11 \cdot 9\text{€}$	€ 99,--
Dashboard Entwicklung und Integration	13 h	$(13 \cdot 9\text{€}) + (1 \cdot 56\text{€})$	€ 173,--
Tests und Qualitätskontrollen	2 h	$2 \cdot 9\text{€}$	€ 18,--
Dokumentation	4 h	$(4 \cdot 9\text{€}) + (1 \cdot 56\text{€})$	€ 92,--
Zeitpuffer	6 h	$6 \cdot 9\text{€}$	€ 54,--
Pauschale Materialkosten	-	$40\text{h} \cdot 5\text{€}$	€ 200,--
Gesamt			€ 728,--

Tabelle 2: Kostenaufstellung

2.4.3 Nicht-ökonomische Vorteile

Die nachgehende Amortisationsdauer kalkulation setzt voraus, dass die Schritte der Datenerhebung, Auswertung und Visualisierung notwendige Bestandteile sind. Diese Annahme dient der Vereinfachung der Kalkulation. Die eigentliche Prozessoptimierung, die ebenfalls Teils des Projekts ist, führt zwar nur geringfügigen Einsparungen, bietet jedoch eine Reihe nicht-ökonomischen Vorteilen, die zur Effizienzsteigerung beitragen und die Voraussetzung des Datenauswertungsprozesses rechtfertigen.

¹ Die angegebenen Stundensätze sind grob an Marktstandards angelehnt und dienen der Kalkulation.



Eine systematische Erhebung der Daten ermöglicht es, Fehlerursachen und technische Störungen detailliert zu dokumentieren, wodurch wiederkehrende Probleme sich leichter analysieren und beheben lassen. Darüber hinaus können Kapazitätsengpässe frühzeitig erkannt und Maßnahmen zur besseren Auslastung eingeleitet werden. Insgesamt führt die Erhebung und Auswertung der Nutzungsdaten zu einer fundierten, datenbasierten Entscheidungsfindung. Dies ist ein wesentlicher Aspekt moderner Unternehmensführung welches zur langfristigen Wettbewerbsfähigkeit des Unternehmens beiträgt.

2.4.4 Amortisationsdauer

Durch die Digitalisierung des Prozesses entfällt der manuelle Aufwand der Ausbildungsmeister, der anderweitig für die Datenerhebung und Analyse anfallen würde. Im Folgenden wird mit einem Wochenaufwand von 25 Stunden gerechnet.

Bei einem Stundensatz von 56 € ergeben sich folgende monatliche Kosten für die manuelle Durchführung:

$$\text{Wöchentliche Kosten} = 25 \text{ Stunden} \cdot \frac{56\text{€}}{h} = 1400\text{€}$$

$$\text{Monatliche Kosten (4 Wochen)} = 1400\text{€} \cdot 4 = 5600\text{€}$$

Die Kosten für die Implementierung der digitalen Lösung hingegen betragen nur einen Bruchteil der 5600€:

$$\text{Amortisationsdauer} = 728\text{€} \div \frac{56\text{€}}{h} = 13 \text{ Stunden}$$

Das bedeutet, dass sich das Projekt bereits nach 13 Stunden Arbeitsaufwand amortisiert hat. Selbst wenn zwei Auszubildende mit einem geringen Stundensatz von € 9,-- für die Durchführung zuständig wären, zeichnet sich ein ähnliches Bild ab:

$$\text{Wöchentliche Kosten} = 25 \text{ Stunden} \cdot 9\text{€} = 225\text{€}$$

$$\text{Monatliche Kosten} = 225\text{€} \cdot 4 = 900\text{€}$$

Auch hier amortisiert sich das innerhalb eines Monats.

3 Analysephase

3.1 Ist-Analyse

Der aktuelle Prozess zur Nutzung von 3D-Druckern geschieht ad hoc: Auszubildende tragen sich eigenständig in eine ausgedruckte Liste ein, die an der Tür des 3D-Druckerraums angebracht ist. Die Ausbildungsmeister überprüfen unregelmäßig, ob die eingetragenen Daten mit den tatsächlich laufenden Druckvorgängen übereinstimmen. Digitale Schnittstellen zu anderen Systemen oder eine digitale Dokumentation und Nachverfolgbarkeit der Einträge existiert nicht.

Durch die händischen Einträge kommt es häufig zu Fehlern, etwa durch unleserliche Handschrift oder unabsichtliche Manipulationen. Sobald die Liste voll ist, wird sie abgewischt,



wodurch alle bisherigen Einträge verloren gehen. Dadurch fehlt es an historischen Daten, die für eine Analyse und weitere Prozessoptimierung wertvoll wären. Die papierbasierte Form bietet zudem eine mangelnde Übersichtlichkeit: Die Auszubildenden können sich keinen Überblick darüber verschaffen, welche Drucker belegt sind und wer die entsprechenden Ansprechpartner bzw. Verantwortlichen für die belegten Drucker sind. Die Daten, die anfallen, sind zudem nicht normalisiert und weisen eine geringe Qualität vor.

Sowohl die Ausbildungsmeister als auch die Auszubildenden wünschen sich einen effizienteren Prozess für die 3D-Druckernutzung. Die Auszubildenden wünschen sich eine höhere Transparenz über die Verfügbarkeit der Drucker und die Möglichkeit, Reservierungen schneller und komplizierter vorzunehmen. Eine verbesserte Überwachung der Druckernutzung und eine zentrale Erfassung der Daten wünschen sich hingegen die Ausbildungsmeister. Durch die dann erfassten Daten können ungenutzte Kapazitäten identifiziert und die Effizienz des Prozesses insgesamt gesteigert werden. Eine Modellierung des Ist-Prozesses ist dem Anhang A4 zu entnehmen.

3.2 Schwachstellenanalyse

Die Analyse des bestehenden Prozesses zeigt mehrere kritische Schwachstellen auf. Ein wesentliches Problem ist, dass während der 3D-Drucker-Nutzung die Auszubildenden für das Ein- und Ausschalten der Drucker verantwortlich sind. Es ist üblich, dass Drucke über den Feierabend oder das Wochenende hinauslaufen. Dabei bleibt der 3D-Drucker oft unnötig lange im Betrieb, auch wenn kein aktiver Druckauftrag mehr besteht. Dies führt zu einem erhöhten Energieverbrauch und kann langfristig den allgemeinen Verschleiß der Geräte erhöhen.

Auch die papierbasierte Lösung stellt eine erhebliche Schwachstelle dar. Da alle Druckaufträge manuell in eine physische Liste eingetragen werden, ist der Prozess anfällig für menschliche Fehler, wie etwa fehlerhafte oder unvollständige Einträge. Zudem bietet diese Art der Dokumentation keinerlei Schutz vor absichtlichen Manipulationen, beispielsweise durch falsche Angabe von Namen oder Zeiten. Dadurch wird die Verlässlichkeit der gesammelten Daten beeinträchtigt, was eine präzise Analyse der Druckernutzung erschwert.

Ein weiterer bedeutender Nachteil ist das regelmäßige Leeren der Druckerliste, sobald diese voll ist. Die fehlende Datenspeicherung erschwert es, Nutzungsmuster zu erkennen und gezielte Optimierungen durchzuführen. Eine langfristige Auswertung der 3D-Drucker-Auslastung, um etwa die Effizienz zu steigern oder Wartungszyklen besser zu planen, ist so nicht möglich.

Insgesamt verdeutlichen diese Schwachstellen, dass der aktuelle Prozess eine Digitalisierung erfordert. Nur durch eine optimierte, digitale Lösung können sowohl die Fehleranfälligkeit reduziert und die Effizienz als auch Transparenz gesteigert werden.

3.3 Lastenheft

Zur Spezifikation des Soll-Konzepts und den Anforderungen für den neuen digitalen Reservierungsprozess und das Dashboard, wurde das Lastenheft in enger Kooperation mit dem Ausbildungsverantwortlichen erarbeitet.



Es definiert die Rahmenbedingungen des neuen Soll-Prozesses, der eine vollständig digitale Erfassung der Druckaufträge über eine webbasierte Anwendung vorsieht. Diese Anwendung speichert alle relevanten Auftragsdaten in einer SQL-Datenbank und ermöglicht die indirekte Anbindung an die Drucksysteme, wobei die technische Umsetzung der Anbindung in einem separaten Teilprojekt realisiert wird.

Für das Dashboard wurden konkrete Anforderungen an die Visualisierung und die KPIs formuliert, die eine detaillierte Überwachung und Analyse der Druckernutzung ermöglichen sollen. Zu diesen gehören unter anderem:

- Allgemeine Druckstatistiken
 - Aktuelle Auslastung der Drucker (%)
 - Anzahl aktuell aktiver/freier Drucker
- Druckerauslastung
 - Druckvolumen Heute/diese Woche/diesen Monat
 - Auslastung je Drucker im Monat
- Fehlerberichte
 - Fehlerrate pro Drucker
 - Analyse der Abbruchgründe
- Prognosefunktion
 - Prognostizierte Nutzung pro Wochentag

Ein detaillierterer Auszug aus dem Lastenheft ist aus Platzgründen im Anhang A3 beigelegt.

4 Konzeptphase

4.1 Soll-Prozess

Der optimierte Soll-Prozess für die Reservierung und Nutzung der 3D-Drucker konzentriert sich auf die Digitalisierung der Abläufe. Anstelle des bisherigen manuellen Prozesses wird eine zentrale, webbasierte Reservierungsplattform eingeführt. Diese ermöglicht es den Auszubildenden Druckaufträge eigenständig und flexibel über das Intranet einzureichen. Dabei wählen sie den gewünschten Drucker aus, geben die Druckdauer und noch weitere relevante Informationen an und reservieren sich ihren Zeit-Slot für die Nutzung.

Die Plattform überprüft die Verfügbarkeit der Drucker automatisch und weist den Auszubildenden nur freie Zeitfenster zu, um Doppelbelegungen o. Ä. zu vermeiden. Dadurch entfallen manuelle Absprachen und Verzögerungen, die in einem analogen Prozess üblich waren. Alle Auftragsdaten werden zentral in einer SQL-Datenbank gespeichert, was eine lückenlose Dokumentation und einfache Nachverfolgung der Druckaufträge ermöglicht.

In neuem Prozess wird auch die Nachbereitung digitalisiert: Nach Abschluss des Druckauftrags dokumentieren die Auszubildenden das Druckergebnis direkt in der Plattform. Sollte es zu Fehlern kommen, können diese ebenfalls direkt eingetragen werden, so dass die Daten für eine spätere Analyse zur Verfügung stehen. Der Ausbilder hat dabei über dieselbe Plattform jederzeit Einblick in den Status der Drucker und die laufenden Aufträge, was die Kommunikation zwischen Auszubildenden und Ausbildern vereinfacht und Missverständnisse reduziert.



Durch diese digitale Umstrukturierung wird der Reservierungsprozess effizienter und flexibler. Die zentrale Plattform ermöglicht eine einfachere Verwaltung der Druckressourcen, eine bessere Planbarkeit und eine erhöhte Transparenz. Der Prozess stellt sicher, dass sowohl die Reservierung als auch die Durchführung und Nachbereitung der Druckaufträge optimal organisiert sind, was zu einer höheren Auslastung der Drucker und einer besseren Ressourcennutzung führt. Die Modellierung des Soll-Prozesses befindet sich im Anhang A5.

4.2 Datenmodellierung

Die sich im Anhang A6 befindende Datenmodellierung beschränkt sich auf die Daten, die für die späteren Analysen relevant sind. Sie umfasst die zentralen Entitäten `User`, `PrintJob` und `Printer`, die wesentliche Informationen zur Druckernutzung erfassen und auswerten. Diese Struktur ermöglicht eine übersichtliche Verwaltung der Druckaufträge und die Ableitung von Kennzahlen zur Drucker-Auslastung und -Effizienz.

Die Entität `User` beschreibt die Benutzer der Plattform, darunter Auszubildende und Ausbilder, und speichert Daten wie `name`, `email` und `role`. Über die Entität `PrintJob` werden die Druckaufträge dokumentiert, einschließlich Details wie `printer_id`, `user_id`, Startzeitpunkt und Dauer des Drucks sowie optionale Kommentare und Abbruchgründen. `Printer` beschreibt die 3D-Drucker selbst, inklusive ihres Status und Zeitstempeln für Änderungen, um Wartezyklen nachverfolgen zu können.

Für eine vollständige Funktionalität des Reservierungssystems wären zusätzliche Entitäten erforderlich, beispielsweise für die Sitzungsverwaltung oder das Rechtemanagement. Diese sind jedoch nicht Bestandteil des hier betrachteten Projekts.

4.3 Dashboard-Mockup

Das erstellte Mockup des Dashboards (Anhang A7) dient als erste visuelle Vorlage für die Darstellung der 3D-Drucker-Nutzungsdaten. Es zeigt grundlegende Ansichten und Platzhalter für die wichtigsten Visualisierungen wie die Auslastung der Drucker, aktive Druckaufträge und Trends der Nutzung. Da sich während der Implementierung oft neue Anforderungen und Erkenntnisse ergeben, wurde auf eine zu detaillierte Ausgestaltung verzichtet und das Mockup bewusst rudimentär gehalten. Es soll eine erste Orientierung bieten und eine Grundlage für die spätere Entwicklung zu schaffen.

4.4 Technische Umsetzung

Die technische Umsetzung des Dashboards erfolgte auf Basis einer strukturierten Planung der notwendigen Technologien und deren Integration in die bestehende Reservierungsplattform. Obwohl Technologien wie *Python* und spezialisierte Datenanalysetools wie *Pandas* oder *Matplotlib* für die Datenanalyse in vielen Szenarien eine optimale Wahl darstellen, wurde hier bewusst auf *Node.js* und *Next.js* gesetzt. Diese Entscheidung wurde getroffen, um eine nahtlose Integration in die bestehende webbasierte Reservierungsplattform zu ermöglichen und die Anzahl der externen Abhängigkeiten gering zu halten. Ein konsistenter Technologie-Stack erleich-



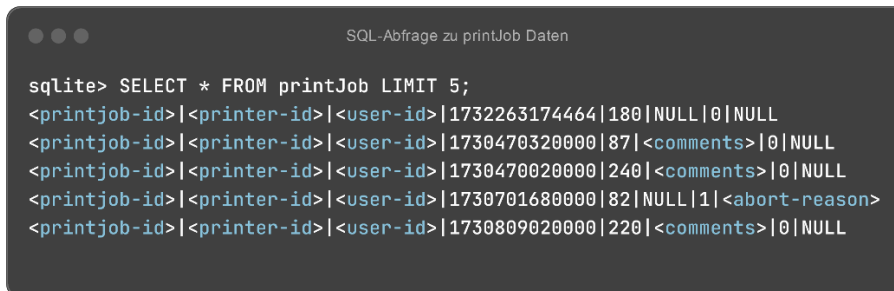
terte zudem die Entwicklung und spätere Wartung des Systems. Zusätzlich konnte das vorhandene Know-how genutzt werden, was schnelle Entwicklungszyklen und eine effiziente Umsetzung des Projekts unterstützten. Zur Gestaltung der Benutzeroberfläche kamen *Tailwind* und *shadcn/ui* zum Einsatz, während *Drizzle ORM* typsichere SQL-Abfragen für den Datenbankzugriff ermöglicht.

5 Implementierungsphase

5.1 Rohdatenextraktion und Vorbereitung der Druckauftragsdaten

Die Grundlage für eine präzise Analyse und Darstellung der 3D-Drucker Nutzungsdaten im Dashboard bildet die Datenaufbereitung. Die zentrale Datenquelle bildet eine SQLite-Datenbank, die sämtliche Druckauftragsdaten in der Tabelle `PrintJob` speichert. Die Tabelle umfasst die Felder für die Druckauftrags-ID (`id`), den Drucker (`printerId`), den Benutzer (`userId`), den Startzeitpunkt des Druckauftrags (`startAt`), die Dauer (`durationInMinutes`), optionale Kommentare zum Druckauftrag (`comments`), den Abbruchstatus (`aborted`) und optionale Abbruchgründe (`abortReason`). (Anhang A8)

Ein Blick in die bestehenden Daten mittels des CLIs von SQLite hat aufgezeigt, dass durch die plattformgestützte Datenerhebung und eingebaute Validierungsmechanismen eine hohe Datenqualität erreicht wurde. Ein Abfragebeispiel zeigt einige Zeilen der Tabelle `PrintJob`, in denen NULL-Werte für die Felder `comments` und `abortReason` vorkommen:



```
SQL-Abfrage zu printJob Daten

sqlite> SELECT * FROM printJob LIMIT 5;
<printjob-id>|<printer-id>|<user-id>|1732263174464|180|NULL|0|NULL
<printjob-id>|<printer-id>|<user-id>|1730470320000|87|<comments>|0|NULL
<printjob-id>|<printer-id>|<user-id>|1730470020000|240|<comments>|0|NULL
<printjob-id>|<printer-id>|<user-id>|1730701680000|82|NULL|1|<abort-reason>
<printjob-id>|<printer-id>|<user-id>|1730809020000|220|<comments>|0|NULL
```

Abbildung 1: SQL-Abfrage zu `printJob` Daten

Die NULL-Werte in den Spalten `comments` und `abortReason` sind akzeptabel, da sie im Datenmodell als optional vorgesehen sind (bestätigt durch das `PRAGMA table_info(printJob)`-Statement). Während `comments` in diesem Projekt nicht weiter berücksichtigt wird, ist das Feld `abortReason` für die Fehleranalyse relevant. In späteren Schritten wird erläutert, wie diese NULL-Werte bei der Auswertung behandelt werden.

Zur Erstellung einer einheitlichen Datenbasis für die Analyse und die Visualisierung der KPIs werden die Rohdaten mithilfe der JavaScript ORM-Bibliothek *Drizzle* aus der SQL-Datenbank abgerufen. Es wurde sich dabei auf eine Zeitspanne von 31 Tagen begrenzt, so dass man immer aktuelle und relevante Kennzahlen im Dashboard ermitteln kann.



```
Abfrage von Druckern und Druckaufträgen

const printers = await db.query.printers.findMany({});
const printJobs = await db.query.printJobs.findMany({
  where: (job, { gte }) => gte(job.startAt, lastMonth),
  with: {
    printer: true,
  },
});
```

Abbildung 2: Abfrage von Druckern und Druckaufträgen

Drizzle bietet eine typensichere Verbindung zur Datenbank, welche in der Reservierungsplattform konfiguriert ist. Die `db`-Variable ermöglicht Abfragen und Manipulationen der Datenbank, was die Wiederverwendbarkeit und Wartung des Codes erleichtert. Der obige Code erstellt eine Abfrage, die alle verfügbaren Drucker sowie alle Druckaufträge der letzten 31 Tage abrufen. Damit steht die Grundlage für die Berechnung der KPIs, wie etwa die Druckerauslastung und Fehlerrate, zur Verfügung. Aufgrund der hohen Datenqualität, die durch die Plattformvalidierung gewährleistet ist, sind keine zusätzlichen Aufbereitungsschritte erforderlich.

5.2 Berechnung der Schlüsselkennzahlen

Nachdem die Grundlage für die Berechnung der KPIs geschaffen wurde, können nun die Anforderungen umgesetzt und die Kennzahlen kalkuliert werden.

5.2.1 Berechnung der aktuellen Druckerauslastung

Zur Berechnung der aktuellen Druckerauslastung wird ermittelt, welche Drucker derzeit im Einsatz sind. Diese Berechnung basiert auf dem `printJobs` Array. Mithilfe von Filterfunktionen wird dieses Array iteriert, um die aktuell laufenden Druckaufträge zu identifizieren. Hierzu wird überprüft, ob der Endzeitpunkt ($startAt + jobDurationInMinutes \times 1000 \times 60$) eines Druckauftrags in der Zukunft liegt.

Nachdem die laufenden Druckaufträge identifiziert sind, wird deren Anzahl analysiert, um zwischen besetzten und freien Druckern zu unterscheiden. Besetzte Drucker werden anhand der Drucker-IDs der aktiven Aufträge festgelegt. Im letzten Schritt erfolgt ein Abgleich mit der Gesamtliste der verfügbaren Drucker, um die Anzahl der aktuell freien Drucker zu ermitteln.

Die aktuelle Druckerauslastung ist eine zentrale Kennzahl, um die Effizienz und Verfügbarkeit der Druckerressourcen im Betrieb zu überwachen. Eine hohe Auslastung kann auf einen möglichen Ressourcenengpass hinweisen, während eine niedrigere Auslastung Verbesserungspotenzial aufzeigt, um die Ressourcennutzung zu optimieren. Eine Historisierung dieser Kennzahl ermöglicht es zudem, langfristige Trends zu identifizieren, wodurch die Ressourcenplanung in der Zukunft noch gezielter an Bedarfsschwankungen angepasst werden kann.

5.2.2 Auslastung je Drucker im Betrachtungszeitraum

Die Funktion `calculatePrinterUtilization` ist für die Kalkulation der Auslastung je Drucker zuständig. Sie verarbeitet den Datensatz aller `printJobs` im Betrachtungszeitraum.



$$\forall i \in \text{Drucker}, \text{Auslastung}_i = \frac{\sum_{p \in P_i} \text{Dauer}_p}{\text{Gesamtzeit}} \times 100$$

Die Formel berechnet für jeden Drucker die Summe aller Druckzeiten geteilt durch die absolut verfügbare Zeit, multipliziert mit 100 zur Ermittlung des Prozentwerts. Die absolute verfügbare Zeit ist hier definiert als *Gesamtzeit* = 6.300 Minuten, berechnet als Produkt aus 60 Minuten pro Stunde, 35 Stunden pro Woche und drei Wochen pro Monat ($60 \times 35 \times 3 = 6300$). Diese verfügbare Zeit bezieht sich spezifisch auf die Nutzung durch einen Azubi; in anderen Einsatzkontexten könnte sich dieser Wert entsprechend ändern.

Ein wichtiger Einblick in die Nutzung der einzelnen Drucker wird durch diese KPI ermöglicht. Bei hoher Auslastung der Drucker können so frühzeitig mit zusätzlichen Kapazitäten geplant werden, um eine mögliche Überlastung zu vermeiden.

5.2.3 Berechnung des Druckvolumens, der Abbruchgründe und Fehlerrate

Die Kalkulation der Kennzahlen für das Druckvolumen, die Abbruchgründe und die Fehlerrate folgt einem einheitlichen Schema: Zunächst werden die Druckaufträge P anhand des jeweiligen Kriteriums x aggregiert. Anschließend erfolgt die Kalkulation der Kennzahl durch mathematische Operationen wie Summation, Division, Addition oder Subtraktion. Die berechneten Kennzahlen werden als Ergebnis zurückgegeben und bieten wertvolle Einblicke in die Auslastung und Zuverlässigkeit der Drucker. Im Anhang befinden sich Codeausschnitte, die die Implementierung der einzelnen Berechnungsschritte veranschaulichen und detaillierte Einblicke in die Struktur und Funktionsweise der Kalkulation geben.

5.2.4 Entwicklung der Prognosefunktion bezüglich der Auslastung je Wochentag

Für die Prognose der Auslastung je Wochentag wurde ursprünglich eine lineare Regression vorgesehen. Dabei sollten die Druckaufträge P aggregiert und für die lineare Regression in die Funktion $f(x) = \theta_0 + \theta_1 x$ überführt werden, wobei x als Prädiktor (Eingangsvariable, hier der Wochentag) und y als Kriterium (Auslastung in Minuten) definiert wurden.

Für die Implementierung wurde ein In-Memory Key-Value-Store initialisiert, der den Wochentag in numerischer Form und die Druckzeit in Minuten speichert. Die Funktion `aggregateUsageByDay` aggregiert die Druckaufträge entsprechend und prüft, wie viele Minuten pro Druckauftrag an jedem Tag anfallen. Überlappende Aufträge werden auf die folgenden Tage verteilt. Der Algorithmus ist im Anhang dokumentiert.

Nachdem die Daten im erforderlichen Format vorlagen, konnte es anschließend an die Implementierung der linearen Regression gehen. Auf eine Bibliothek wurde an dieser Stelle verzichtet, da eine lineare Regression einfach zu implementieren ist. Die Kalkulation von θ_0 (y-Achsenabschnitt) und θ_1 (Gradensteigung) wurde in der Klasse `LinearRegression` ermittelt. Diese Klasse enthält zwei zentrale Attribute, `slope` (θ_1) und `intercept` (θ_0), sowie die Funktionen `fit` und `predict`. Zur Ermittlung der optimalen Parameter für θ_0 und θ_1 kalkuliert `fit` die Nullstellen der Ableitung der Kostenfunktion.



```
Linear Regression zur Anpassung von Nutzungsdaten

fit(data: UsagePerDay[]): void {
  const n = data.length;
  const sumX = data.reduce((acc, point) => acc + point.day, 0);
  const sumY = data.reduce((acc, point) => acc + point.usageMinutes, 0);
  const sumXY = data.reduce((acc, point) => acc + point.day * point.usageMinutes, 0);
  const sumX2 = data.reduce((acc, point) => acc + point.day * point.day, 0);

  this.slope = (n * sumXY - sumX * sumY) / (n * sumX2 - sumX * sumX);
  this.intercept = (sumY - this.slope * sumX) / n;
}
```

Abbildung 3: Lineare Regression zur Anpassung von Nutzungsdaten

Die Implementierung eines Gradientabstiegsverfahrens wurde aufgrund der Einfachheit des geplanten Modells und des begrenzten Datenumfangs bewusst ausgelassen. Das Modell wird im Cache von *NextJS* gespeichert und bei signifikanten Änderungen der Eingangsdaten neu berechnet.

5.2.5 Erkenntnisse aus Tests und Umstellung auf das arithmetische Mittel

Beim Testen mit realen Daten stellte sich jedoch heraus, dass die Druckernutzung keine lineare Beziehung aufweist: Die Nutzung sinkt von Dienstag bis Donnerstag und steigt dann wieder am Freitag. Dies kann das Modell aufgrund seiner Linearität nicht erfassen.

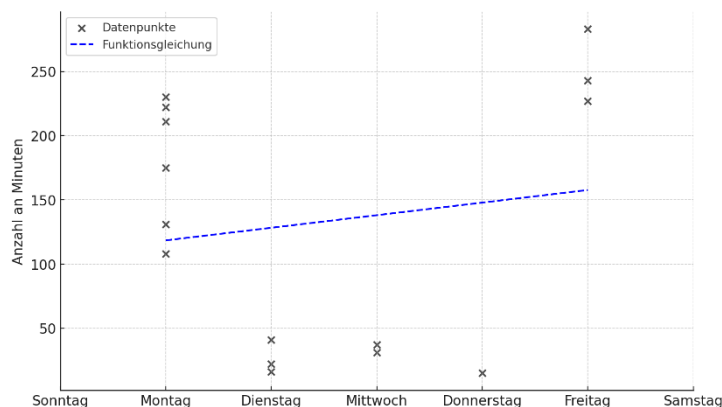


Abbildung 4: Beispielhafte Darstellung der 3D-Druckernutzung

Statt auf komplexere Prognosemethoden wie nicht-lineare Regressionen, One-Hot-Encoding oder Entscheidungsbäume zurückzugreifen, die an diesem Punkt den Zeitrahmen des Projekts überschreiten würden, wurde auf eine einfachere Methode gesetzt: das arithmetische Mittel je Wochentag. Diese Methode erfüllt die Anforderungen, indem sie eine realistische Schätzung der Auslastung ohne zusätzliche Komplexität bietet.

Hierzu wurde ein zusätzlicher Key-Value-Store implementiert, der neben der Nutzungsdauer pro Tag auch die Anzahl der Datenpunkte speichert. Die Klasse `LinearRegression` wurde durch die simplere Funktion `forecastPrinterUsage` ersetzt. Diese Funktion berechnet das



arithmetische Mittel der Nutzungsdauer je Tag. Diese Methode liefert eine robuste und leicht verständliche Prognose der Druckerauslastung und eignet sich aufgrund der periodischen Schwankungen besser als eine lineare Regression.

5.3 Entwicklung des Dashboards

Nach der Erstellung der Datengrundlage begann die Entwicklung der visuellen Aspekte des Dashboards. Das Ziel dabei war eine nutzerfreundliche Darstellung der Kennzahlen und Auswertungen zu schaffen. Die Bibliothek *shadcn/ui* bietet eine Vielzahl vollfunktionsfähiger Komponenten für die Webentwicklung, wodurch die Datenvisualisierung vereinfacht wurde. Die folgenden Abbildungen stammen aus der Entwicklungsphase des Dashboards und enthalten teilweise Testdaten. Diese Testdaten sind nicht durchgängig konsistent und dienen lediglich der Veranschaulichung.

Abweichend vom ursprünglichen Mockup wurde die Benutzeroberfläche leicht angepasst. Die Tableiste am oberen Rand war ursprünglich vorgesehen, um die Daten nach verschiedenen Druckern zu filtern. Dies erwies sich jedoch bereits früh als nicht zielführend, da gewisse Kennzahlen nur auf der gesamten Datenmenge sinnvoll interpretierbar sind. Stattdessen wurden die Tabs thematisch gegliedert, um verschiedene Darstellungsformen zu strukturieren. Basierend auf den definierten Anforderungen und Kennzahl entstanden die folgenden Tabs: Allgemein, Druckerauslastung, Fehlerberichte und Prognosen.

Für die Darstellung der aktiven und freien Drucker sowie der aktuellen Auslastung wurden einfache, numerische Darstellungen gewählt, um die Informationen übersichtlich und schnell erfassbar zu präsentieren. Die *DataCard*-Komponente wurde für die Implementierung der KPI-Karten eigens entwickelt und verwendet. Sie enthält Struktur- und Designvorgaben, die die Darstellung konsistent und benutzerfreundlich gestalten. Eine detaillierte Erklärung der Komponente würde jedoch den Rahmen dieses Abschnitts überschreiten. Sowohl die Darstellungen als auch der dazugehörige Quelltext befindet sich im Anhang A8.

Für die Darstellung der prognostizierten Nutzung wurde ein Flächendiagramm gewählt, das die Auslastung über die Wochentage hinweg visualisiert (Anhang A10). Die Implementierung eines solchen Diagramms ist vergleichsweise einfach, bietet jedoch eine aussagekräftige Darstellung der Auslastungstrends. Das Flächendiagramm (*AreaChart*) besteht aus einem *ChartContainer* und weiteren Komponenten, die eine flexible und ansprechende Darstellung ermöglichen, ohne großen Implementierungsaufwand. (Anhang A10)

Zur Visualisierung der weiteren Kennzahlen wurden passende Diagrammtypen gewählt: Die Auslastung je Drucker wird in einem Donutdiagramm dargestellt, während Balkendiagramme für die Fehlerauskünfte und das Druckvolumen genutzt werden.

Ein vollständiger Screenshot des Dashboards ist dem Anhang A11 zu entnehmen.



5.4 Qualitätskontrolle

Nach Fertigstellung des Dashboards erfolgten umfassende Tests, wobei hauptsächlich White-Box-Tests, wie Extremwerttests, eingesetzt wurden. Zur besseren Validierung wurde ein Testdatengenerator entwickelt, der 3D-Drucker-Nutzungsdaten nach definierten Regeln erstellt.

Bereits früh zeigten Tests auf, dass das Dashboard Probleme aufwies, wenn keine Druckaufträge in der Datenbank vorhanden waren. Dies wurde behoben, indem eine entsprechende Meldung hinzugefügt wurde. Zudem wurden Layoutanpassungen vorgenommen, um eine korrekte Darstellung auf Mobilgeräten zu gewährleisten.

Mit dem Testdatengenerator wurden die berechneten KPIs verifiziert und stimmen weitgehend mit den erwarteten Ergebnissen überein. Im Algorithmus `aggregateUsageByDay` musste die Verteilung der Druckzeit über mehrere Tage angepasst werden, da bei langen Druckzeiten, wie z.B. bei einem Druckauftrag von 96 Stunden, ursprünglich alle Druckstunden einem einzigen Tag zugeschrieben wurden.

Auf die Entwicklung automatisierter Tests wurde verzichtet, da begrenztes Wissen über automatisierte Testverfahren im *NextJS-Framework* und Zeitrestriktionen eine umfassende Implementierung erschwerten. Stattdessen lag der Fokus auf manuellen Tests, die sicherstellen, dass alle Kernfunktionen des Dashboards zuverlässig funktionieren.

6 Abnahmephase

6.1 Abnahmetests

Die in der vorigen Phase durchgeführten Tests wurden in einem Testprotokoll dokumentiert, um die Ergebnisse nachvollziehbar festzuhalten und die Freigabe des Dashboards zu sichern. Die Abnahmekriterien umfassten die Funktionsfähigkeit als auch die korrekte und effiziente Visualisierung der Echtzeit-Daten.

Alle Testfälle wurden erfolgreich durchgeführt und bestätigten, dass das Dashboard die festgelegten Anforderungen erfüllt und für den produktiven Einsatz freigegeben werden konnte. Eventuelle Fehler oder Abweichungen wurden dokumentiert und behoben, bevor das Dashboard in die nächste Phase übergang. Ein Auszug aus dem Testprotokoll kann dem Anhang entnommen werden.

Zusätzlich wurde ein Lighthouse-Test durchgeführt, um die Benutzerfreundlichkeit, Intuitivität und Performance des Dashboards zu quantifizieren. Dieser Test diente als ergänzende Maßnahme zur Sicherstellung der Qualität und zur Bestätigung der Einhaltung der Abnahmekriterien.

6.2 Einführung

Nach erfolgreicher Abnahme erfolgte die Einführung des Dashboards in das produktive System verlief unkompliziert, da das Deployment automatisch über den internen GitHub Enterprise Server erfolgte.



Zur Vorbereitung der Benutzer erfolgte eine 1:1-Schulung mit dem Ausbildungsverantwortlichen des Standorts, der als Pionier fungiert. Dieser Ansprechpartner wurde umfassend in die Nutzung des Dashboards eingewiesen und ist für die Schulung weiterer Ausbilder vor Ort zuständig, um eine reibungslose Einführung für alle Anwender sicherzustellen.

7 Fazit

7.1 Soll-/Ist-Vergleich

Das Ziel, einen digitalen Reservierungsprozess einzuführen und ein Dashboard zur Überwachung der Druckerauslastung zu entwickeln, wurde erfolgreich erreicht. Die Anforderungen wurden weitgehend erfüllt und der Auftraggeber ist mit dem Endergebnis sehr zufrieden. Die Digitalisierung des Prozesses ermöglichte eine effizientere Nutzung der 3D-Drucker, reduzierte den Verwaltungsaufwand für Ausbildungsmeister und verbesserte die Transparenz über die Druckernutzung für Auszubildende und Ausbilder.

Die Projektphasen konnten größtenteils im geplanten Zeitrahmen abgeschlossen werden. Lediglich die Prognosefunktion und die Dokumentation benötigten etwas mehr Zeit. Dass die Dokumentation länger als die ursprünglich geplanten vier Stunden in Anspruch nehmen würde, war jedoch bereits einkalkuliert. Der Tabelle 3 ist eine Gegenüberstellung der geplanten und tatsächlichen Projektumsetzung zu entnehmen.

Projektphase	Geplante Zeit	Tatsächlich	Differenz
Projektvorbereitung	4 h	4h	
Prozessentwicklung	11 h	11h	
Dashboard Entwicklung und Integration	13 h	14h	+1h
Tests und Qualitätskontrollen	2 h	2h	
Dokumentation	4 h	9h	+5h
Gesamt	40 h	40h	

Tabelle 3: Soll-/Ist-Vergleich

Durch die Einhaltung der Gesamtzeit des Projektes ist die Projektkostenrechnung unverändert und ist trotz der Abweichungen bei der Dokumentation noch gültig. Vom Spezifischen Projektplan wurde an mehreren Stellen abgewichen, was jedoch keinen Einfluss auf den Projekterfolg hatte.

7.2 Lessons Learned

Im Laufe des Projektes konnten viele wertvolle Erkenntnisse gewonnen werden. Die detaillierte Zeitplanung nach dem Wasserfallmodell erwies sich in diesem Projekt jedoch als eher hinderlich. Unvorhergesehene Änderungen konnten durch die starre Struktur nur schwer in andere Themenbereiche des Projekts integriert werden. Eine umfassende Analyse der bestehenden



Daten hätte idealerweise vor Beginn der Modellentwicklung stattfinden sollen. So wäre frühzeitig ersichtlich gewesen, dass ein lineares Modell ungeeignet ist, und eine alternative Modellwahl hätte direkt erfolgen können. Für die Anforderungen des Projekts erweist sich das arithmetische Mittel dennoch als ausreichend für die Prognose.

Positiv war der Einsatz der Technologien *Next.js*, *TailwindCSS* und *shadcn/ui*. Sie ermöglichten eine effiziente Entwicklung des Dashboards und sorgten für eine konsistente und benutzerfreundliche Oberfläche. Zudem war die Modellierung des Ist- und Soll-Prozesses mit BPMN besonders nützlich. Diese Vorgehensweise unterstützte die Aufdeckung von Verbesserungspotenzialen und veranschaulichte den neuen digitalen Prozess auf effektive Weise.

7.3 Ausblick

Das Projekt bietet eine solide Grundlage, auf der zukünftige Abschlussprojekte von Auszubildenden aufbauen können. Eine mögliche Weiterentwicklung wäre die Einführung einer Datenhistorisierung, um langfristige Trends in der Druckernutzung besser erkennen und analysieren zu können. Auch die Implementierung einer erweiterten Prognosefunktion zur Vorhersage der Abbruchwahrscheinlichkeit, etwa durch die Anwendung logistischer Regression, könnte hilfreich sein.

Zukünftig wird das Projekt von Auszubildenden betreut und gewartet um den laufenden Betrieb sowie die kontinuierliche Verbesserung sicherzustellen.



Anhang

A1 Detaillierte Zeitplanung

Projektinitialisierung	2 h
1. Verfeinerung des Ist-Konzeptes basierend auf bisheriger Ist-Analyse	1 h
2. Festlegung der finalen Projektziele und des Umfangs	1 h
Prozessentwicklung	11 h
1. Ist-Analyse des Reservierungsprozesses	2 h
1.1 Dokumentation des aktuellen Prozesses	1 h
1.2 Identifikation von Schwachstellen und Verbesserungspotenzialen	1 h
2. Konzeption des Soll-Prozesses	3 h
2.1 Modellierung und Design eines optimierten digitalen Reservierungsprozesses mit BPMN	1.5 h
2.2 Erstellung eines detaillierten Pflichtenheftes	1.5 h
3. Datenbewertung und -aufbereitung	8 h
3.1 Analyse der im System erfassten Daten nach dem Rollout	4 h
3.2 Bewertung der Datenqualität und Aufbereitung für Analysen	4 h
Dashboard Entwicklung und Integration	12 h
1. Dashboard Entwicklung	12 h
1.1 Design und Prototyping des Dashboards	4 h
1.2 Implementierung statischer Auswertungen und Vorhersagemodelle	6 h
1.3 Entwicklung der Komponenten zur Darstellung der Analysen und Auswertungen	2h
Tests und Qualitätskontrollen	4 h
1. Durchführung von Tests zur Validierung der Datenqualität und Vorhersagemodelle	4 h
Dokumentation und Schulung	5 h
1. Erstellung der Projektdokumentation	3 h
2. Zusammenstellung der Ergebnisse, Empfehlungen, Abgabe des Projektes	1 h



3. Schulung der Dashboard Nutzung	1 h
Zeitpuffer	6 h
Gesamt	40 h

Tabelle 4: Detaillierte Zeitplanung

A2 Ressourcenliste

Ressourcenkategorie	Ressource
Software	<i>Entwicklungsumgebung:</i> VS Code
	<i>Dashboard-Technologie:</i> Next.js, shadcn/ui
	<i>Mockup-Erstellung:</i> Microsoft PowerPoint
	<i>Textverarbeitung:</i> Microsoft Word
	<i>Kommunikation:</i> Microsoft Teams, Microsoft Outlook
	<i>Prozessmodellierung:</i> ARIS Plattform
Hardware	Mobiler Arbeitsplatz (Desk-Sharing, Home-Office, etc.)
	Laptop
Personal	Auszubildender
	Ausbildungsverantwortlicher Standort Berlin

Tabelle 5: Ressourcenliste

A3 Lastenheft (Auszug)

- **Projektname:** MYP – Manage Your Printer. Digitaler Reservierungsprozess und Dashboard für 3D-Drucker.
- **Projektziel:** Implementierung eines vollständig digitalen Systems zur Erfassung und Verwaltung von Druckaufträgen über eine webbasierte Anwendung sowie Entwicklung eines Dashboards zur Überwachung der Druckernutzung.
- **Rahmenbedingungen:**
 - **Umgebung:** Webbasierte Anwendung, zugänglich über interne Netzwerke.
 - **Datenbank:** SQL-Datenbank zur Speicherung aller relevanten Druckauftragsdaten.
 - **Anbindung an Drucker:** Indirekte Integration durch physische Anbindung; technische Umsetzung erfolgt in einem separaten Teilprojekt.
 - **Anforderungen an die Datensicherheit:** DSGVO-konforme Speicherung und Verarbeitung der Daten; verschlüsselte Übertragung der Daten (HTTPS).



- **Nutzergruppen:** Auszubildende, die Druckaufträge einreichen, sowie Ausbilder zur Verwaltung der Drucker und Analyse der Auslastung.
- **Anforderungen**
 - **Soll-Prozess**
 - **Webbasierte Reservierungsanwendung**
 - Erstellung und Verwaltung von Druckaufträgen durch Nutzer
 - Eingabe von Daten wie Benutzername, geschätzte Druckzeit
 - Anzeige des Auftragsstatus (z.B. “in Bearbeitung”, “abgeschlossen”)
 - **Datenmanagement**
 - Speicherung der Druckauftragsdaten in einer SQL-Datenbank
 - Sicherstellung der Datenintegrität und regelmäßige Backups
 - DSGVO-konforme Speicherung und verschlüsselte Datenübertragung
 - **Dashboard**
 - **Echtzeit-Darstellungen:**
 - Aktuelle Druckerauslastung pro Drucker (%).
 - Anzahl der aktiven Druckaufträge und Status der Drucker (frei/belegt).
 - **Prognosefunktionen:**
 - Analyse der Druckerauslastung für die nächsten 7 Tage.
 - Vorhersage von Spitzenzeiten und Leerlaufphasen.
 - **Automatisierte Berichte:**
 - Tages-, Wochen- und Monatsstatistiken zu Druckvolumen.
 - Fehlerrate pro Drucker
- **Abnahmekriterien**
 - Die digitale Reservierungsanwendung und das Dashboard sind funktionsfähig und bieten eine intuitive Benutzeroberfläche.
 - Alle Echtzeit-Daten werden korrekt im Dashboard visualisiert und die Prognosen sind nachvollziehbar.
 - Die Datenspeicherung erfolgt sicher und konform mit den Datenschutzbestimmungen.



A4 BPMN-Modellierung des Ist-Prozesses

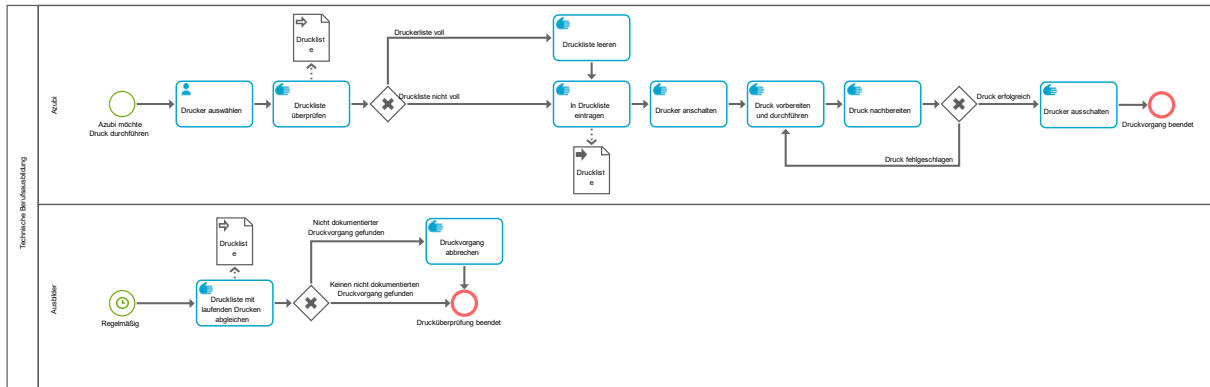


Abbildung 5: BPMN-Modellierung des Ist-Prozesses

A5 BPMN-Modellierung des optimierten Soll-Prozesses

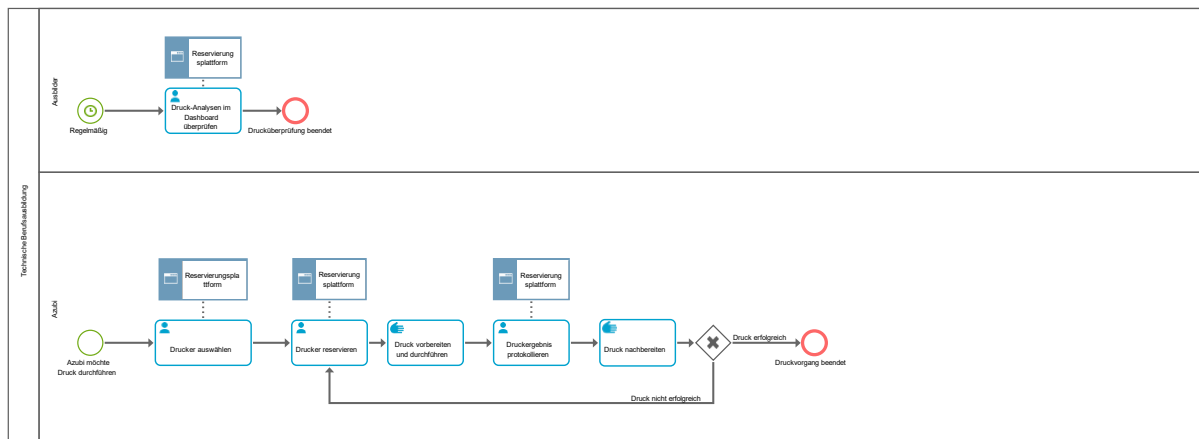


Abbildung 6: BPMN-Modellierung des optimierten Soll-Prozesses

A6 Auszug ER-Diagramm

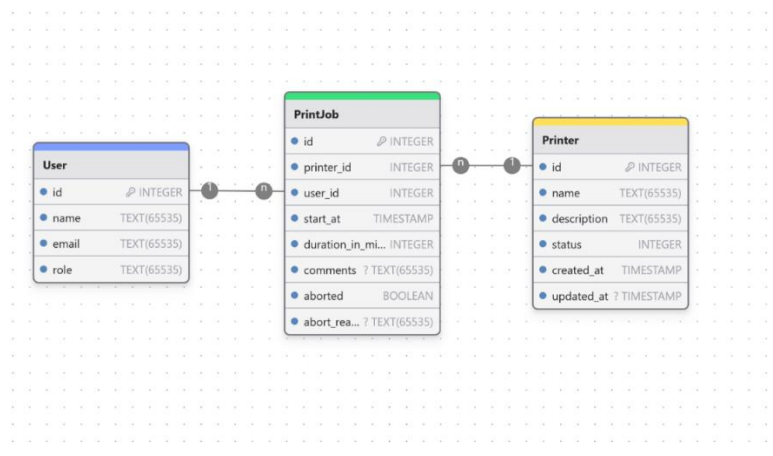




Abbildung 7: Auszug ER-Diagramm

A7 Mockup des Dashboards

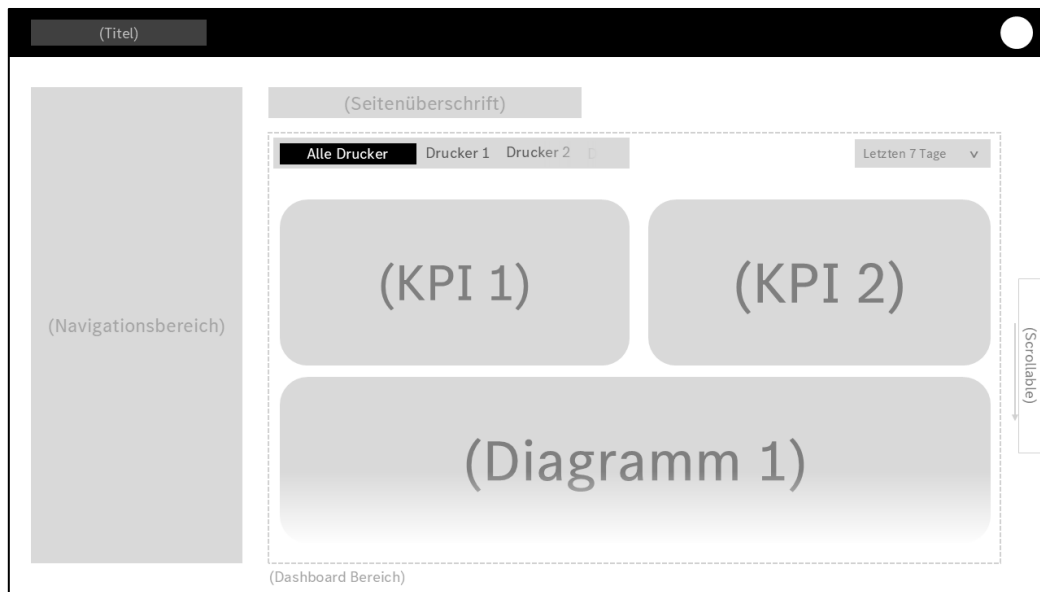


Abbildung 8: Mockup des Dashboards

A8 SQL-Abfrage zur Tabellenstruktur

```
SQL-Abfrage zur Tabellenstruktur

sqlite> PRAGMA table_info(printjob);
0|id|TEXT|1|1
1|printerId|TEXT|1|0
2|userId|TEXT|1|0
3|startAt|INTEGER|1|0
4|durationInMinutes|INTEGER|1|0
5|comments|TEXT|0|0
6|aborted|INTEGER|1|0
7|abortReason|TEXT|0|0
```

Abbildung 9: SQL-Abfrage zur Tabellenstruktur



A9 Screenshot und Quelltext zu den KPI-Karten

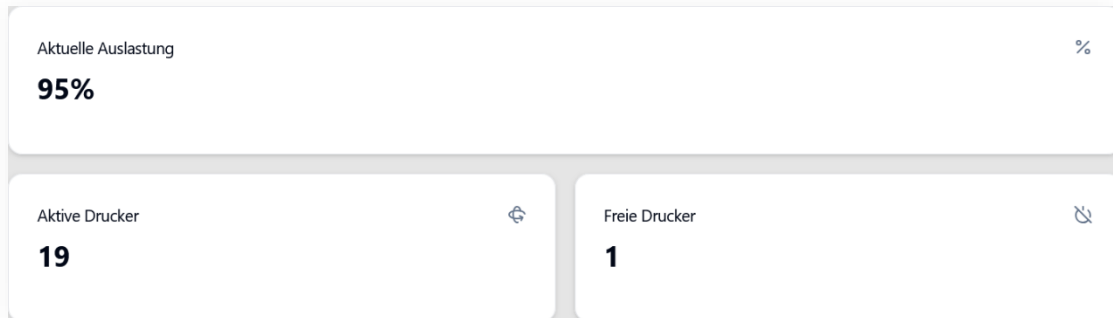


Abbildung 10: Screenshot der KPI-Karten

```

Anzeige der aktuellen Druckerauslastung

<DataCard
  title="Aktuelle Auslastung"
  value={` ${Math.round((occupiedPrinters.length / (freePrinters.length +
occupiedPrinters.length)) * 100)}%`}
  icon={"Percent"}
/>
    
```

Abbildung 11: Quelltext zur Anzeige der aktuellen Druckerauslastung

A10 Screenshot und Quelltext zum Flächendiagramm

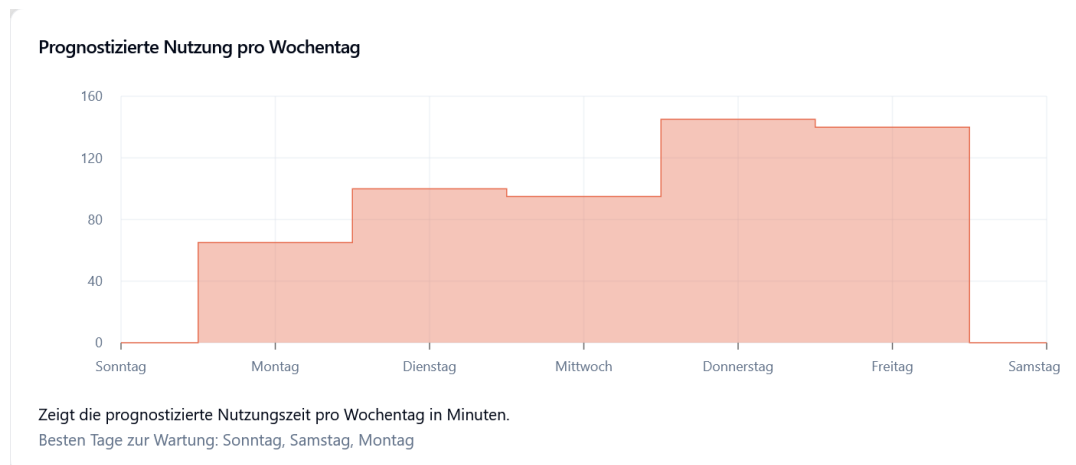


Abbildung 12: Screenshot des Flächendiagramms



```

Bereichsdiagramm zur Visualisierung der Nutzung über Tage

<ChartContainer className="h-64 w-full" config={chartConfig}>
  <AreaChart accessibilityLayer data={chartData} margin={{ left: 12, right: 12, top: 12 }}>
    <CartesianGrid vertical={true} />
    <XAxis dataKey="day" type="category" tickLine={true} tickMargin={10} axisLine={false} />
    <YAxis type="number" dataKey="usage" tickLine={false} tickMargin={10} axisLine={false} />
  >
  <ChartTooltip cursor={false} content={<ChartTooltipContent hideLabel />} />
  <Area
    dataKey="usage"
    type="step"
    fill="hsl(var(--chart-1))"
    fillOpacity={0.4}
    stroke="hsl(var(--chart-1))"
  />
</AreaChart>
</ChartContainer>

```

Abbildung 13: Bereichsdiagramm zur Visualisierung der Nutzung über Tage

A11 Screenshot Dashboard Layout

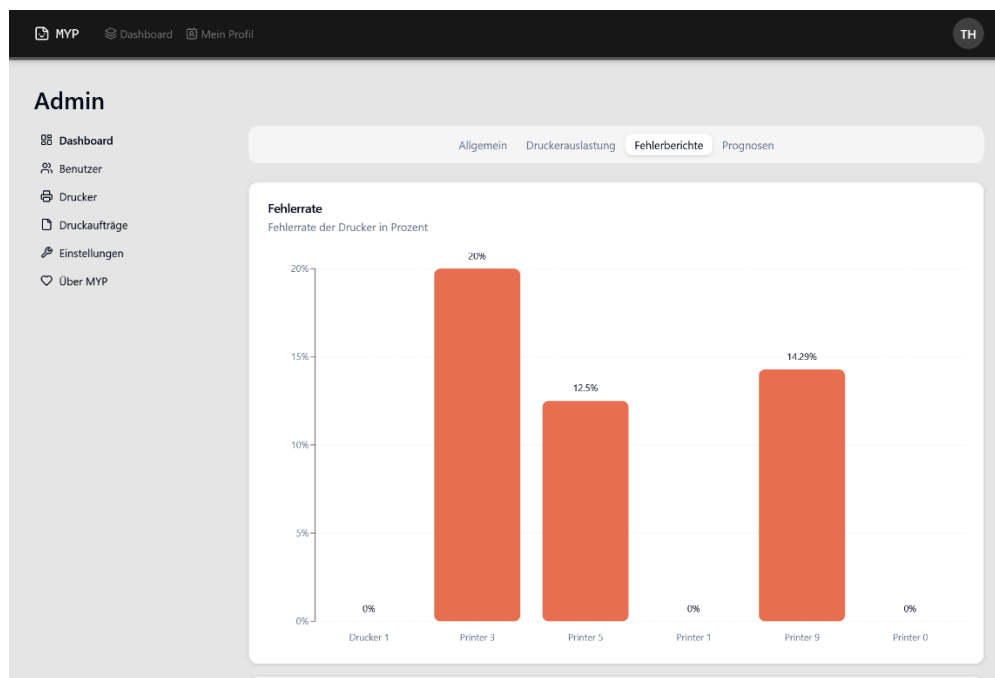


Abbildung 14: Screenshot des Dashboards



A12 Testprotokoll (Auszug)



- **Projekt:** MYP – Manage Your Printer. Digitaler Reservierungsprozess und Dashboard für 3D-Drucker.

Testfall-ID	Testfallbe- schreibung	Testkriterium	Ergebnis	Bemerkung
TF-001	Anzeige der KPIs	Korrekte Werte für aktuelle KPIs	Nach Anpassun- gen bestanden	Anpassung des aggregateU- sageByDay-Al- gorithmus
TF-002	Responsivität auf verschiede- nen Geräten	Optimierte Dar- stellung	Bestanden	Layoutanpas- sungen auf Mo- bilgeräten
...
ET-001	Keine Druckauf- tragsdaten vor- handen	Entsprechende Meldung auf Dashboard	Nach Anpassun- gen bestanden	Early-Return, um fehlerhafte KPIs zu vermei- den
ET-002	Druckauftrag mit max. Zeit	Druckauftrag soll wie normal behandelt wer- den	Nach Anpassung bestanden	Siehe TF-001
ET-003	100 Druckauf- träge	Keine Leistungs- einbuße im Dashboard	Bestanden	-

Tabelle 6: Testprotokoll



A13 Protokoll zur Projektarbeit

IT-BERUFE

Protokoll über die durchgeführte Projektarbeit

Das Protokoll ist der Dokumentation als Anhang beizufügen!

Torben Haack
Prüfungsteilnehmer/-in
Fachinformatiker Fachrichtung: Daten- und Prozessanalyse
Ausbildungsberuf/ Prüfungsausschuss

1. Arbeitszeit

Das Projekt wurde von mir in der kalkulierten Zeit komplett fertiggestellt, einschließlich erforderlicher Nacharbeit ☒ ja ☐ nein

Nein, die Zeit wurde um _____ Stunden ☐ unterschritten ☐ überschritten.

Begründung

2. Ausführung

2.1 Das Projekt habe ich nach dem eingereichten Projektantrag ausgeführt


☒ ja ☐ nein

2.2 Hilfestellung war erforderlich

☐ ja ☒ nein

Begründung bei Hilfestellung

Umfang bei Hilfestellung

Industrie- und Handelskammer zu Berlin
Fasanenstraße 85 | 10623 Berlin | Tel.: +49 30 31510-0 | Fax: +49 30 31510-166 | E-Mail: service@berlin.ihk.de  www.ihk.de/berlin



2.3 Das Projekt habe ich ohne Nacharbeit in einem kundengerechten Zustand übergeben

☒ ja ☐ nein

Begründung bei Nacharbeit

Umfang der Nacharbeit

2.4 Das Projekt war ein Einzelprojekt

☒ ja ☐ nein

3. Dokumentation

3.1 Die Dokumentation habe ich selbst, ohne fremde Hilfe, erstellt.

☒ ja ☐ nein

Hilfestellung

Persönliche Erklärung

Ich versichere durch meine Unterschrift, dass ich die Projektarbeit und die eingereichte Dokumentation selbstständig angefertigt, alle Stellen, die ich wörtlich oder annähernd wörtlich aus Veröffentlichungen entnommen, als solche kenntlich gemacht habe. Die Arbeit hat in dieser Form keiner anderen Prüfungsinstitution vorgelegen.

02.12.2024

Datum

Torben Haack

Unterschrift Prüfungsteilnehmer/-in

i.v. [Signature]

Unterschrift Projektverantwortliche/-Nies Auftraggebers