

Digitalisierung des Konstruktionsprozesses im Sondermaschinenbau

Ein Erfahrungsbericht zur nutzerzentrierten Gestaltung & Usability Evaluation einer Individuallösung

Mona Schwab

let's dev GmbH & Co. KG
Karlsruhe, Deutschland
mona.schwab@letsdev.de

Karl-J. Wack

let's dev GmbH & Co. KG
Karlsruhe, Deutschland
karl-j.wack@letsdev.de

ABSTRACT

Die Konstruktion von Anlagen im Sondermaschinenbau erfolgt nahezu vollständig digital. Mit Hilfe von CAD-Werkzeugen werden Anlagen konstruiert und deren Funktionalität durch Simulationen sichergestellt. Im weiteren Verlauf werden die Anlagen gefertigt und in den Produktionsstätten in Betrieb genommen. Schon während der Inbetriebnahme werden oftmals bauliche Änderungen vorgenommen, um eine reibungslose Integration zu ermöglichen. Gleiches geschieht im Laufe des Produktlebenszyklus der Anlagen durch Änderungen am zu fertigenden Produkt oder durch Maßnahmen, welche aus kontinuierlichen Verbesserungsprozessen resultieren. Diese Änderungen fließen jedoch häufig nicht in die Konstruktion zurück und führen spätestens bei der Erstellung von Ersatzteilen zu Problemen. Im Rahmen der Arbeit wurde daher durch eine nutzerzentrierte Gestaltung eine spezielle Anwendung zur Änderungsdokumentation und zum Datenaustausch konzipiert, prototypisch umgesetzt sowie durch Methoden der Usability Evaluation evaluiert. Die aus der praktischen Anwendung gewonnen Erkenntnisse werden im Verlauf der Arbeit beleuchtet.

KEYWORDS

Digitalisierung, Maschinenbau, Datenaustausch, Usability, User Experience, User Centered Design, Human Computer Interaction, Usability Evaluation

1 Einleitung

Im Sondermaschinenbau erfolgt die Konstruktion von Anlagen oftmals im engen Austausch zwischen Original Equipment Manufacturer (OEM) und Ingenieursdienstleistern. Diese sind meist kleine und mittlere Unternehmen (KMU) und für die Konstruktion der Anlage verantwortlich. Weiterhin arbeiten die Ingenieursdienstleister mit diversen Fertigungsunternehmen zusammen.

Die Konstruktion erfolgt unter Verwendung von Computer-Aided Design (CAD)-Werkzeugen nahezu vollständig digital. Mit deren Hilfe werden Anlagen konstruiert und deren Funktionalität durch Simulationen frühzeitig sichergestellt, bevor die Anlage gefertigt wird [1]. Bei den Simulationen werden u. a. Aspekte der späteren Zielumgebung berücksichtigt [2]. Bis zu diesem Zeitpunkt liegen nahezu alle Daten in digitaler Form vor und bilden die Grundlage für die Fertigung der Anlage. Diese wird nach der Fertigung in der Produktionsstätte in Betrieb genommen.

Um eine reibungslose Integration der Anlage in der Produktionsstätte zu ermöglichen, werden bereits während der Inbetriebnahme oftmals bauliche Änderungen an der Anlage oder der Produktionsumgebung vorgenommen. Selbiges geschieht im Laufe des Produktlebenszyklus der Anlagen durch Änderungen an dem zu fertigenden Produkt oder durch Maßnahmen, welche aus kontinuierlichen Verbesserungsprozessen resultieren.

Diese Änderungen sind für die Konstrukteure von wesentlicher Bedeutung und werden u. a. zur Optimierung von Bauteilen, der Anlage oder bei der Erstellung von Ersatzteilen benötigt, um einen reibungslosen Austausch von Teilen sowie eine vollständige Funktion der Anlage sicherzustellen.

Ein Rückfluss solcher Änderungen in die Konstruktion erfolgt jedoch meist nicht. Zum einen ist dies auf die hektische Phase der Inbetriebnahme zurückzuführen, bei der die Funktion der Anlage und die Einhaltung des Start-of-Production (SOP) im Vordergrund steht. Zum anderen spielt der Übergang von digital zu real und der damit verbundene Medienbruch eine wesentliche Rolle. Es fehlt ein Werkzeug zur Unterstützung der Änderungsdokumentation und dem Datenaustausch, welches auf den Anwendungsfall zugeschnitten und in die Prozesse integriert ist.

2 Grundlagen der nutzerzentrierten Gestaltung

2.1 Nutzerzentrierte Gestaltung

Das Ziel von User Centered Design (UCD) ist das Erreichen guter Usability und User Experience. Dieses Ziel wird durch methodisches Vorgehen und Einbinden von Nutzern über die gesamte Entwicklung hinweg erreicht.

Der allgemeine Designprozess wird von dem britischen Design Council mit dem sogenannten Double-Diamond-Modell veranschaulicht [3]. Dabei beschränkt sich der Begriff Design

keinesfalls nur auf die visuelle Gestaltung, sondern schließt auch explizit die konzeptionellen Entscheidungen mit ein. Daher folgt auch UCD als Design- und Entwicklungsprozess dem Double-Diamond-Modell.

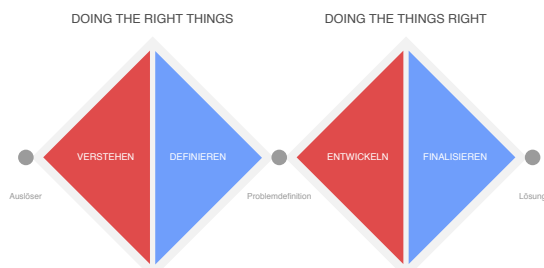


Abbildung 1: Double-Diamond-Modell

Das Modell besteht aus zwei diamantförmigen Teilen mit jeweils zwei Phasen. Der erste Teil folgt dem Leitsatz „doing the right things“ (dt. das Richtige tun), während im zweiten Teil „doing the things right“ (dt. etwas richtig machen) im Vordergrund steht. Demnach wird nach einem Auslöser, der am Anfang des Prozesses steht, zunächst eine Problemstellung durch Zuhören und Erfragen definiert und im zweiten Teil für dieses Problem durch Gestalten und Evaluieren eine geeignete Lösung entwickelt.

Im Rahmen der ersten Phase des Verstehens werden möglichst viele Informationen gesammelt und Wissen angeeignet. Diese Informationen werden in der zweiten Phase des Definierens verdichtet und eine Problemdefinition erarbeitet. Sobald eine klare Problemdefinition vorliegt, kann die Entwicklung von Lösungsansätzen in Phase drei anschließen. In der letzten Phase wird durch Evaluieren der Ansätze die passende Lösung herausgearbeitet. Um die bestmögliche Problemlösung zu erreichen, werden innerhalb der Entwicklung über die Phasen mehrere Iterationen durchgeführt.

2.2 Methoden der Usability Evaluation

Evaluation bezeichnet die systematische und möglichst objektive Bewertung eines geplanten, laufenden oder abgeschlossenen Projekts. Ziel dabei ist das Aufdecken möglicher Probleme und das Anstoßen zur Verbesserung der Aktivitäten [4].

Sarodnick und Brau teilen die Methoden der Usability Evaluation in empirische und analytische Methoden ein. Bei empirischen Methoden beurteilen die tatsächlichen Nutzer die Anwendung, indem sie befragt und beobachtet werden. Bei analytischen Methoden nehmen Usability-Experten die Sicht der Nutzer ein und beurteilen die Anwendung anhand gegebener Heuristiken.

Zusätzlich wird zwischen quantitativen und qualitativen Methoden unterschieden, deren Einsatz durch den aktuellen Projektfortschritt bestimmt wird. Beim Einsatz qualitativer Methoden werden nur wenige Teilnehmer explorativ befragt, die hauptsächlich Zusammenhänge analysieren und damit eher in frühen Phasen genutzt werden, wohingegen die quantitativen Methoden belastbare Ergebnisse aus einer Evaluation mit vielen Teilnehmern gewinnen und häufig in späteren Phasen zum Einsatz kommen.

Darüber hinaus wird zwischen formativer und summativer Evaluation unterschieden. Die formative Evaluation wird vorgenommen, um Schnittstellen während des Konzeptionsprozesses zu verbessern, während die summative Evaluation dazu dient, das Gesamtsystem gegen Ende des Prozesses zu bewerten.

3 Vorgehensweise und Ergebnisse der Konzepterstellung

Die Konzeption der Individualsoftware zur Änderungsdokumentation und zum Datenaustausch folgt dem im vorangegangenen Kapitel erläuterten Double-Diamond-Modell sowie den damit verbundenen Phasen des nutzerzentrierten Entwicklungsprozesses. Der Nutzer nimmt dabei von Beginn an eine zentrale Rolle ein. Nachfolgend werden die im Rahmen des Projektes durchlaufenen Phasen erläutert und die resultierenden Ergebnisse dargestellt.

3.1 Verstehen

Zu Beginn werden die Anforderungen an das interaktive System erhoben. Dabei ist eine Analyse der Zielgruppe sowie des entsprechenden Anwendungskontextes von besonderer Bedeutung. Darüber hinaus sind technische Anforderungen relevant und müssen erhoben werden. Das Einholen und Aufbereiten von Informationen sind in dieser ersten Phase die wesentlichen Aufgaben.

3.1.1 Zielgruppenanalyse

Am Produktentstehungsprozess im Maschinenbau sind zahlreiche unterschiedliche Abteilungen und Berufsgruppen beteiligt, jedoch kommen nicht alle mit der zu definierenden Plattform in Berührung. Ohne domänenspezifische Kenntnisse gestaltet sich das Herausfiltern der potentiellen Nutzergruppen als schwierig. Um dennoch ein effizientes Analysieren zu ermöglichen, bietet sich die analytische Methode der Experteninterviews an [5]. Dabei kann der Experte durch sein tiefgreifendes Verständnis über Abläufe und beteiligte Mitarbeiter wertvolle Informationen bündeln und dazu beitragen, ein allgemeines Verständnis aufzubauen. Die gewonnenen Informationen wurden in weiterer Recherchearbeit angereichert und verdichtet. Als ein wesentliches Ergebnis der Zielgruppenanalyse können die zwei Bereiche

- Konstruktion und
- Fertigung

festgehalten werden, bei denen sich die Anforderungen an das Produkt grundlegend voneinander unterscheiden.

Im Bereich Konstruktion werden die Sondermaschinen konstruiert und als Technische Zeichnungen bereitgestellt. Dabei ist der Geschäftsführer in einem KMU direkt am Projektgeschäft beteiligt und koordiniert seine Mitarbeiter. Die Konstrukteure arbeiten nahezu ausschließlich mit CAD-Software und haben damit gute Kenntnisse im Umgang mit Computern.

In der Fertigung werden die Konstruktionsdaten verarbeitet und die entsprechenden Einzelteile gefertigt sowie zu Baugruppen montiert. Dabei arbeiten die Werker (Fertiger und Monteure) in Fabrikhallen, vorwiegend handwerklich und nutzen auf Papier gedruckte Stücklisten und Laufzettel. Die Werker haben häufig keinen Zugang zu einem Arbeitsrechner. Der Vorarbeiter (Arbeitsvorbereitung) hat im Gegensatz zu den Werkern Zugriff auf einen

PC und ist vor allem durch seine koordinierenden Aufgaben dafür prädestiniert, als Administrator innerhalb seines Unternehmens zu agieren.

Aufbauend auf diesen Erkenntnissen, wurden gezielt Nutzer aus den beiden Zielgruppen qualitativ befragt und insgesamt sechs Personas abgeleitet. Sie schlüsseln die demographischen Daten, die Arbeitsrolle, Besonderheiten und den Produktbezug der Nutzer sowie die Motivation und Hürden der Nutzung auf. Die Personas gliedern die zwei Zielgruppen weiter auf in

- Geschäftsführung eines KMU,
- Konstruktion und Technisches Zeichnen (Konstruktion)
- Arbeitsvorbereitung, Fertigung und Montage (Fertigung).

Die folgende Abbildung zeigt beispielhaft eine ausgearbeitete Persona aus der Zielgruppe Konstruktion.

Paul Hönig - Geschäftsführer eines KMU
49 II männlich II Geschäftsführer eines Ingenieurbüros

Profil

Arbeitsrolle
Als Geschäftsführer eines kleinen Ingenieurbüros koordiniert Paul Hönig seine acht Mitarbeiter und übernimmt die Verantwortung im Projektgeschäft. Das Ingenieurbüro arbeitet meist als Subunternehmen für Fertigungsfirmen und übernimmt die Konstruktion der Anlagen.

Arbeitsumgebung
Paul Hönig arbeitet zusammen mit seinen Mitarbeitern in einem Großraumbüro. Damit wird die enge Kommunikation innerhalb des Teams gefördert.

Motivation zur Nutzung
Paul Hönig erhofft sich durch die Nutzung des Kommunikationstools und dem damit verbundenen Informationsrückfluss vor allem Kosten für spätere Fehler einzusparen. Außerdem sollen langfristig alle Abläufe in einem Produkt gebündelt werden.

Probleme und Hürden
Wenn die Applikation nicht in den Arbeitsprozess passt, fürchtet Paul Hönig, dass seine Mitarbeiter sie nicht bedienen. Er bedrängt ebenfalls, dass die Werker die nötigen Infos wegen einer zu komplizierten Eingabe nicht regelmäßig weitergeben.

Bezug zum Produkt
Paul Hönig führt das Produkt in seinem Unternehmen ein und stellt es seinen Mitarbeitern und Kunden zur Verfügung. Außerdem wird er die Administration übernehmen.

Das Produkt bietet eine innovative Lösung zur Digitalisierung des Konstruktionsdatenaustauschs.

Super-Admin (Betreiber) Intensivnutzer Büroumgebung

Abbildung 2: Beispiel einer Persona

3.1.2 Interaktionsszenarien

Da sich die Bedarfe der einzelnen Nutzer aus der Zielgruppe stark unterscheiden und unterschiedliche Arbeitsaufgaben durch die Nutzung erfüllt werden sollen, werden die Aufgaben und Ziele detailliert in Interaktionsszenarien beschrieben. Dabei ist ein gutes Interaktionsszenario kurz und aussagekräftig. Die Motivation, die Erwartungen und das Ziel des Nutzers werden herausgestellt und der grobe Ablauf zur Zielerreichung skizziert.

Für die Austauschplattform wurden sechs wesentliche Interaktionsszenarien identifiziert und formuliert:

- das **Ausliefern** und **Verarbeiten** der Konstruktionsdaten (Austausch),
- das **Anlegen** und **Verarbeiten** einer Werkstattänderung (Informationsrückfluss),
- das **Anpassen** der Berechtigungen (Administration) sowie
- das **Hochladen** weiterführender Dateien (Cloud).

Die drei zentralen Interaktionsszenarien werden nachfolgend ausführlich beschrieben.

3.1.2.1 Datenpaket ausliefern

Der Konstrukteur möchte ein Datenpaket auf die Plattform hochladen, um es an die Fertigung auszuliefern.

Auslöser: Der Konstrukteur hat die Konstruktion für die Bauteile einer Andockstation fertiggestellt und als Datenpaket vorbereitet.

Ablauf: Dieses Datenpaket möchte er nun auf die Plattform hochladen. Dafür sucht er das Projekt anhand der bekannten Projektnummer und legt eine neue Baugruppe an. Hierzu wählt er das Datenpaket der Andockstation aus. Nach erfolgreichem Hochladen überprüft er die neue Gruppenstruktur auf eventuelle Fehler und gibt abschließend die Baugruppe für das Fertigungsunternehmen frei. Der Projektverantwortliche der Fertigung erhält eine Benachrichtigung.

Ausnahmen: Der Konstrukteur hat die Projektnummer gerade nicht parat und navigiert durch die Projektübersicht, um das richtige Projekt zu finden.

Der Konstrukteur hat einen Fehler gefunden und bearbeitet die Gruppenstruktur noch einmal.

Der Konstrukteur hat aus Versehen statt dem Datenpaket einen leeren Ordner ausgewählt, weshalb das Importieren nicht erfolgreich war. Das System hat ihn auf seinen Fehler hingewiesen und daraufhin hat er die richtige Datei ausgewählt.

3.1.2.2 Datenpaket verarbeiten

Der Vorarbeiter möchte das neu ausgelieferte Datenpaket einsehen, auf Fehler überprüfen und an seine Werker zur Ausführung weitergeben.

Auslöser: Gerade wurde der Vorarbeiter vom System benachrichtigt, dass eine neue Baugruppe für ihn freigegeben wurde.

Ablauf: Er lässt sich das Projekt mit der neuen Baugruppe anzeigen. Zuerst überprüft er die gesamte Stückliste und blendet die für die Fertigung nicht relevanten Teile aus. Die übrigen Bauteile filtert er nach der Fertigungsart und lädt alle benötigten Dateien herunter. Er verarbeitet diese lokal weiter, indem er die Dateien ausdruckt und als Laufzettel an die entsprechenden Werker weitergibt.

Ausnahmen: Zusätzlich möchte der Vorarbeiter alternative Möglichkeiten der Filterung sowie der Sortierung nutzen, um sich die korrekten Teile anzeigen zu lassen.

3.1.2.3 Werkstattänderung anlegen

Der Werker möchte eine neue Werkstattänderung anlegen, da in der Technischen Zeichnung des Bauteils ein wichtiges Maß fehlt.

Auslöser: Der Werker ist gerade dabei, die Maschine für die Fertigung eines Bauteils vorzubereiten. Auf seinem Laufzettel ist die Bauteilzeichnung mit allen wichtigen Maßen abgebildet. Allerdings fehlt ihm ein wichtiges Maß.

Ablauf: Daraufhin legt er eine neue Werkstattänderung an. Dafür gibt er die 7-stellige Kennziffer an, die das Bauteil eindeutig identifiziert und auf dem Laufzettel zu finden ist. Auf dem Bildschirm wird ihm die Technische Zeichnung angezeigt. Er markiert die betroffene Stelle und fügt den Text „Maß fehlt“ ein. Dann speichert er seine Änderung und der Konstrukteur wird über eine neue Werkstattänderung benachrichtigt. Der Werker muss nun warten, bis er eine Antwort vom zuständigen Konstrukteur erhält und arbeitet währenddessen an einer anderen Aufgabe weiter.

Ausnahmen: Falls schon eine neuere Version mit den fehlenden Maßen hochgeladen wurde, bekommt der Werker diese direkt nach dem Öffnen der Technischen Zeichnung angezeigt. Dadurch kann er den weiteren Aufwand einsparen und direkt mit dem neuen Maß weiterarbeiten. Wenn ein komplexes Problem während der Fertigungsvorbereitung auftritt, möchte der Werker der Werkstattänderung ein Foto anhängen.

Auf Basis der ausgearbeiteten Interaktionsszenarien kann im nächsten Schritt ein Interaktionskonzept definiert werden. Zusätzlich können die Szenarien bei der Vorbereitung einer Evaluation als Testszenarien wiederverwendet werden.

3.2 Definieren

In der zweiten Phase der Entwicklung wird aus den zuvor analysierten Anforderungen der Produktumfang definiert. Das gesammelte Wissen wird in dieser Phase komprimiert und für die folgende Entwicklung aufbereitet.

3.2.1 Mind-Map und Glossar

Um das recherchierte Wissen für alle Projektbeteiligten zu sammeln wurde ein Glossar mit den domänenspezifischen Fachbegriffen erstellt. Die komplexen Zusammenhänge wurden außerdem in einer Mind-Map (vgl. Abbildung 3) aufbereitet, die zudem alle Funktionalitäten der zu entwickelnden Software bündelt und gruppiert.

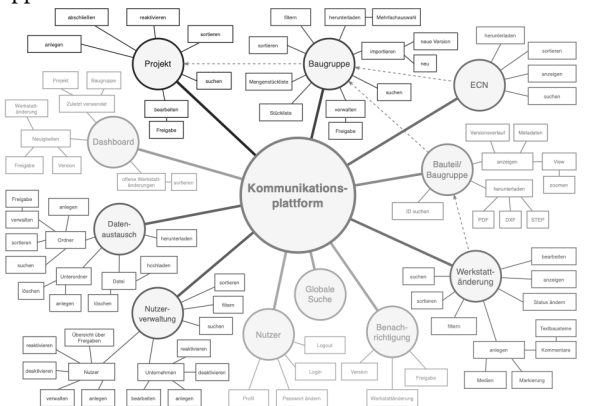


Abbildung 3: Mind-Map der Anwendung

Diese Dokumentation erleichtert die Absprachen im Team und die Einarbeitung der Entwickler, die ins laufende Projekt einsteigen. Auch bei der Evaluationsvorbereitung dient die Mind-Map als übersichtlicher Projekteinstieg für die Probanden.

Beim Erstellen der Mind-Map kristallisierte sich bereits eine klare Navigationsstruktur heraus, sodass für die Austauschplattform keine zusätzliche Methode, wie beispielsweise Card Sorting, angewandt wurde.

3.2.2 Minimum Viable Product

Aus der Analyse ergab sich ein sehr umfangreicher Produktumfang. Der Funktionsumfang der ersten Version sollte nur so viel wie nötig umfassen, damit der Nutzer einen Mehrwert aus dem Produkt ziehen kann, aber so wenig wie möglich, um den

Entwicklungsaufwand gering zu halten. So wird ein Produkt geschaffen, dass schnell in den Testbetrieb überführt und kontinuierlich erweitert werden kann.

Die grundsätzlichen Anforderungen der Austauschplattform sind

- die zentrale Verwaltung der Konstruktionsdaten als Plattform für alle beteiligten Parteien,
- ein umfangreiches Rechte- und Zugriffsmanagement (sensible Daten),
- der Umgang mit großen Datenmengen (viele und datenintensive Bauteile),
- eine Versionsverwaltung,
- eine zusätzliche datenschutzkonforme Cloud zum Austausch weiterführender Daten und
- das Einhalten von Datenschutz und Datensicherheit

Besonders wichtig für die softwareunerfahrenen Nutzer in der Fertigung ist eine schrittweise Integration des Produkts. Auch wenn die technischen Möglichkeiten, den kompletten Ablauf zu ersetzen, gegeben sind, so wurde in den Interviews deutlich, dass die Industriearbeiter keinen sofortigen Umbruch akzeptieren. Deshalb wird die Plattform zunächst als digitale Ergänzung zu der bisherigen Arbeit mit den Zeichnungen auf Papier eingeführt.

3.3 Entwickeln

Nachdem die Problemstellung definiert und die Basis der Entwicklung geschaffen wurde, beginnt als nächstes der Prozess der Lösungsfindung.

3.3.1 Wireframes

Mit Hilfe von Wireframes wurde das Interaktionskonzept visualisiert. Dabei wurden die einzelnen Screens nach den zuvor definierten Interaktionsszenarien entwickelt und um weitere Funktionalitäten ergänzt. Mit diesem Vorgehen bleibt der Anwender mit seinen verfolgten Zielen stets im Mittelpunkt der Entwicklung. Zusätzlich wurden das Glossar und die Mind-Map stetig angepasst und aktuell gehalten.

In regelmäßigen Meetings wurde das Interaktionskonzept mit dem Fachexperten abgestimmt. Das gewonnene Feedback wurde jeweils unmittelbar eingearbeitet, sodass domänenspezifische Probleme möglichst vermieden wurden. Nachfolgende Abbildung veranschaulicht einen beispielhaften Wireframe der Anwendung.

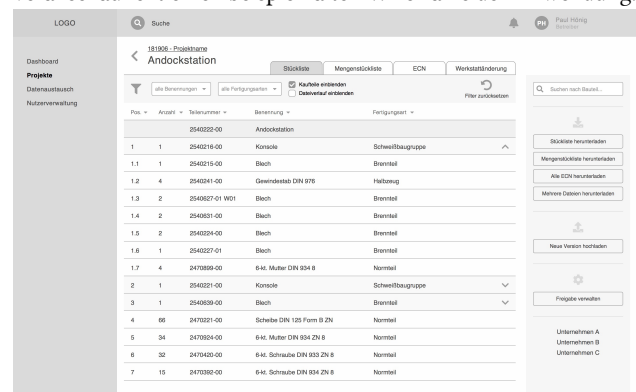


Abbildung 4: Wireframe der Anwendung

3.3.2 Nutzerkonzepte und Ansichten

Da die Austauschplattform sensible Daten enthält, ist ein detailliertes Berechtigungs- und Rollenkonzept erforderlich. Die verschiedenen Personas stellen unterschiedliche Anforderungen an die Plattform. Deshalb wurden vier unterschiedliche Ansichten konzipiert, die in Funktionsumfang und Nutzerführung an die jeweilige Zielgruppe angepasst sind. Der Geschäftsführer des KMU erhält eine Ansicht mit vollem Funktionsumfang und umfangreichen Berechtigungen. Aus der Persona geht hervor, dass der Geschäftsführer in einem KMU selbst noch am Projektgeschäft beteiligt ist und daher die Koordination übernimmt. Die Werker hingegen benötigen einen deutlich reduzierten Funktionsumfang. Durch deren eingeschränkte Erfahrungen im Umgang mit Computern ist ein besonders intuitives Nutzungskonzept erforderlich. Daher wird beispielsweise auf eine Anzeige der kompletten Projektstruktur verzichtet und der Fokus auf die Baugruppenebene gelegt, mit der die Stückliste und einzelne Bauteile analog zum Laufzettel bereitgestellt werden.

3.3.3 Klick-Prototyp

Das ausgearbeitete Interaktionskonzept beinhaltet sehr viele Einzelscreens. Mit der steigenden Anzahl an Screens stellten sich die Abstimmungen mit den Experten als zunehmend schwieriger heraus. Zur einfachen Kommunikation und in Vorbereitung auf die Evaluation wurde ein Klick-Prototyp erstellt. Dafür wurden die statischen Wireframes durch klickbare Hotspots miteinander verknüpft. Diese einfache Art des Prototypings ermöglicht mit überschaubarem Aufwand eine gute Visualisierung der Abläufe und kann auch ohne Programmierkenntnisse schnell erstellt werden. Da der Klick-Prototyp jedoch keine Funktionalitäten abbilden kann, musste dieser für die Evaluation erweitert werden. Dafür wurden einzelne Funktionen mit weiteren statischen Bildern detailliert simuliert. Beispielsweise wurde die Filterfunktion durch eine Verkettung mehrerer gleicher Screens mit unterschiedlichen Inhalten simuliert. Dadurch ändert sich beim Klick auf den Filterbutton der Inhalt der Tabelle ohne eine tatsächliche Implementierung der Funktion.

3.4 Finalisieren

Bevor die letzte Phase der Finalisierung des Konzepts mit dem Erstellen der grafischen Ausgestaltung (Screendesign) und der Aufbereitung für die Entwicklung beginnen kann, werden die bisherigen Ergebnisse zunächst durch eine Usability Evaluation überprüft und durch die anschließende weitere Entwicklungssiteration verbessert. Die Evaluation wird im folgenden Abschnitt im Detail beschrieben. Abbildung 5 zeigt das finale Screendesign der Anwendung nach der Evaluation. Auf Basis dieser Ausgangslage kann die programmatische Entwicklung der Datenaustauschplattform anschließen.

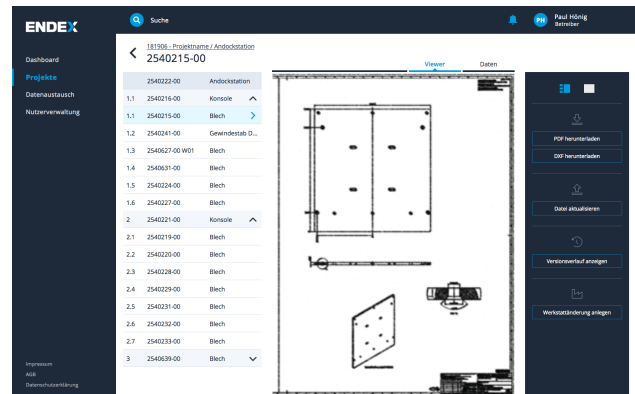


Abbildung 5: Screendesign der Anwendung

4 Vorgehensweise und Herausforderungen bei der Evaluation

Evaluation ist fester Bestandteil der nutzerzentrierten Gestaltung interaktiver Systeme und damit ein notwendiges Mittel zum Sicherstellen guter Usability und User Experience. Es gibt zahlreiche Methoden, die sich für verschiedene Projekte und Projektphasen unterschiedlich gut eignen. Aus dem großen Pool an Methoden die geeignete Vorgehensweise für effizientes Testen zu wählen und damit entscheidend zur Verbesserung der Usability und User Experience beizutragen, ist besonders im Spannungsfeld Zeit und Projektbudget eine große Herausforderung.

4.1 Wahl der Methode

Um eine effiziente Methode zu finden, wurde zunächst die Ausgangssituation der Evaluation festgehalten:

- Evaluation wird bereits in der Konzeptionsphase (Wireframes abgeschlossen) durchgeführt.
- Potentielle Nutzer sind nur schwer zu rekrutieren, da insbesondere bei KMU Ressourcenknappheit besteht.
- UX-Experten aus dem Kollegenteam können leicht eingebunden werden, diese haben allerdings keine domänen-spezifischen Kenntnisse und kennen die Zusammenhänge nicht.
- Ein Klick-Prototyp aus verlinkten grafischen Ressourcen ist vorhanden, dieser hat jedoch keine implementierten Funktionalitäten.
- Ressourcenknappheit (interne und externe Mitarbeiter, Zeit und Budget) für Evaluation; innerhalb kürzester Zeit sollen effizient mögliche Usability-Probleme aufgedeckt werden.
- Das Projekt ist sehr umfangreich, es ist nicht möglich, alle Funktionen zu testen. Aufbauend auf den vorgegebenen Interaktionsszenarien kann die Anwendung gezielt im Hinblick auf die Kernfunktionalitäten getestet werden.

Zusätzlich wurde das Ziel der Evaluation definiert: Das erarbeitete Konzept der Austauschplattform soll durch die Evaluation auf potentielle Usability-Probleme überprüft werden.

Durch die ausführliche Analysearbeit zu Beginn und die enge Zusammenarbeit mit dem Fachexperten sind domänenspezifische Probleme bereits weitestgehend berücksichtigt.

Durch die genannten Restriktionen bietet sich eine qualitative, expertenbasierte Evaluation an. Mittels dieser analytischen Methode lassen sich mit überschaubarem Ressourceneinsatz in kurzer Zeit gute Ergebnisse erzielen. Zusätzlich eignen sich Experten zur frühen Evaluation von Konzepten und einfachen Prototypen, da sie im Umgang mit Wireframes vertraut sind. Deshalb sollen die UX-Experten die Plattform anhand gegebener Heuristiken auf potentielle Usability-Probleme evaluieren.

Um trotz der Restriktionen auch direktes Nutzerfeedback zu erhalten, wurde zusätzlich durch eine empirische Online-Befragung die ersten Eindrücke der Anwender gegenüber dem konzipierten Produkt festgehalten. Diese Online-Befragung kann kosten- und zeiteffizient eingesetzt werden, da die Evaluationsvorbereitung der heuristischen Evaluation zu einem Teil wiederverwendet und ergänzt werden kann.

Da der Funktionsumfang sehr groß ist, wurde die Evaluation auf die drei Hauptszenarien (vgl. Abschnitt 3.1.2) eingegrenzt. Dafür werden aus den Interaktionsszenarien der Analyse Testszenarien entwickelt. Diese Testszenarien beschreiben im Gegensatz zu den Interaktionsszenarien den detaillierten Ablauf der Interaktion und leiten die Probanden an, die nicht über Domänenwissen verfügen.

4.2 Expertenbasierte Evaluation

Als geeignete Methode wurde aus den im vorangegangenen Kapitel erläuterten Gründen ein Experten Review ausgewählt. Nachfolgend werden die einzelnen durchgeführten Schritte zusammengefasst.

4.2.1 Vorbereitung

Sobald die Entscheidung über die Methode der Evaluation abgeschlossen ist, muss diese entsprechend vorbereitet werden. Neben der Auswahl geeigneter Probanden und dem Koordinieren der Termine muss ebenso der Durchlauf des Tests geplant werden. Die Rahmenbedingungen werden in einem Evaluationsbogen festgehalten, den jeder Proband zu Beginn der Evaluation ausgehändigt bekommt. Der Evaluationsbogen beinhaltet:

- Einführung in das Evaluationsvorhaben sowie in das Projekt und die Domäne
- Aufgabenstellung
- Zwölf Heuristiken
- Schweregrade zur Priorisierung gefundener Usability-Probleme
- Beschreibung der drei Testszenarien
- Tabelle mit Spalten für Problembeschreibung, zugeordnete Heuristik, vergebenem Schweregrad sowie Szenario, in dem das Problem identifiziert werden konnte

Um die Vorbereitungen abzuschließen, wurde vor dem Start der Evaluation ein Probendurchlauf durchgeführt. Dabei ergaben sich kleinere Anpassungen der Formulierungen und eine grobe Zeiteinschätzung der Dauer eines einzelnen Durchlaufs zur Terminkoordination.

4.2.2 Durchführung

Zu der heuristischen Evaluation wurden fünf UX-Experten mit unterschiedlicher Berufs- und Evaluationserfahrung eingeladen. Zusätzlich zur Auswertung kamen die Ergebnisse des Probendurchlaufs hinzu, weshalb am Ende sechs Durchgänge gezählt wurden. Jeder Durchlauf war auf eine Zeit von 60 bis 90 Minuten angelegt und wurde unabhängig voneinander durchgeführt, sodass sich die Probanden nicht gegenseitig beeinflussen.

Die Probanden testeten den Prototyp in drei Phasen. In der ersten Phase wurde zunächst der gesamte Prototyp getestet, um einen Einstieg in die Anwendung sowie die Domäne zu erhalten. Im nächsten Schritt wurden die drei Testszenarien durchlaufen und im letzten Teil wurde noch einmal der gesamte Prototyp betrachtet, um weitere Schwachstellen aufzudecken oder solche zu präzisieren. An dieser Stelle kann optional ein möglicher Lösungsansatz ergänzt werden.

4.2.3 Auswertung

Nach der Durchführung der Evaluationsdurchgänge wurden die einzelnen Tabellen digitalisiert und zusammengeführt. Dabei wurden insgesamt 44 Einträge erfasst. Acht identifizierte Probleme konnten direkt mit der technischen Umsetzung des Prototyps in Zusammenhang gebracht werden und werden daher aus der Bewertung ausgenommen. Nachdem die Mehrfachnennungen gruppiert und paraphrasiert wurden, bleiben 14 identifizierte Problemkategorien bestehen.

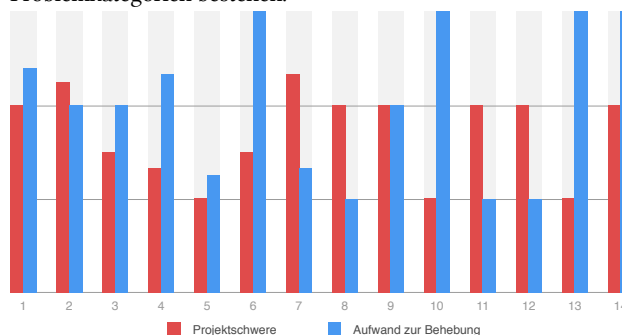


Abbildung 6: Ergebnisse der Expertenbasierten Evaluation

Die Ergebnisse (Abbildung 6) wurden nach dem Zusammenfassen bewertet. Zum einen wurde ein Wert für die Beeinträchtigung des Gesamtprojekts vergeben und zum anderen wurde der Aufwand zur Behebung des Usability-Problems eingeschätzt. Die Kombination der beiden Werte hilft anschließend bei der Priorisierung der Probleme und bei der Auswahl der unmittelbar zu behebenden Problemen. Ist der Aufwand geringer als die Schwere, so wird das Problem gelöst. Besteht nur ein geringer Unterschied zwischen den Werten, wird individuell entschieden und wenn der Aufwand deutlich höher ist, wird das Gespräch mit dem Auftraggeber und den Experten gesucht. Nicht jedes identifizierte Usability-Problem muss zwangsläufig auch behoben werden. Beispielsweise kann ein Benennungsproblem, welches den UX-Experten unklar erschien, für den Nutzer durch den routinierten Umgang der Begriffe unkritisch sein.

Die folgende Tabelle zeigt einen Auszug der Problemkategorie und den Umgang bzw. die Lösung des Problems.

Nr.	Kategorie	Umgang bzw. Lösung
2	Darstellung der Kauf- und Fertigungsteile	Einführen eines neuen Icons
3	Fehlende Lösch-Funktion	Die fehlende Funktion wird ins Konzept eingeführt
6	Mehrfachauswahl ist nicht klar verständlich	Dazu wird Rücksprache mit dem Auftraggeber gehalten
13	Autosave Funktion	Funktion zunächst zurückgestellt jedoch dokumentiert, um als neues Feature für spätere Versionen umgesetzt zu werden

Tabelle 1: Auszug aus Problemkategorie und Lösung

4.3 Tendenz der Nutzer durch Online-Befragung

Um trotz des frühzeitigen Entwicklungsstadiums eine erste Tendenz der tatsächlichen Nutzer über die Anwendung und den bisherigen Funktionsumfang zu erhalten, wurde zusätzlich eine Online-Nutzerbefragung durchgeführt. Dafür wurde der Klick-Prototyp zusammen mit dem Fragebogen ISONORM 9241-110 [6] ausgewählten Mitarbeiter des Auftraggebers sowie dessen Kunden online zur Verfügung gestellt. Die in dieser Evaluation verwendete Kurzfassung umfasst 21 Fragen.

4.3.1 Vorbereitung und Durchführung

Die Umfrage wurde mit Hilfe eines kostenlosen Umfragetools online durchgeführt. Dazu wurden alle Fragen eingepflegt und nach den sieben Dialogprinzipien der DIN EN ISO 9241-110:2006 [7] gruppiert. Zusätzlich wurden optionale Freitextfelder angeboten, die den Nutzern Raum für Anmerkungen zum Prototyp oder zur Bewertung bieten. Abschließend wurden demografische Daten abgefragt, um Rückschlüsse über die Probanden zu erhalten und die Übereinstimmung mit der Zielgruppe zu bewerten.

Zusätzlich wurde ein weiterer Evaluationsbogen erstellt, der eine kurze Einführung in das Projekt bietet und die Schritte der Evaluation erläutert. Auch bei der Nutzerbefragung wird der Schwerpunkt auf die drei Testszenarien gelegt. Zusammen mit dem Prototyp wurden Evaluations- und Fragebogen an das Auftragsunternehmen sowie an dessen Partnerunternehmen weitergegeben. Die Evaluation erfolgte ohne Aufsicht und direkt vom Arbeitsplatz der Nutzer aus. Die Dauer betrug zwischen 30 bis 45 Minuten, die Auswertung erfolgte anonymisiert.

4.3.2 Auswertung

Insgesamt wurden zehn vollständig ausgefüllte Befragungen der Nutzer ausgewertet. Der Abgleich der demographischen Daten der Probanden und der Personas ergeben eine sehr gute Übereinstimmung. Dies bestätigten an dieser Stelle nochmals die getroffenen Annahmen. Um Rückschlüsse über eventuelle Nachbesserungen zu erhalten, wurde zunächst der Mittelwert der drei Fragen jeder Kategorie sowie die Standardabweichung berechnet. Anschließend werden die Werte grafisch aufbereitet und interpretiert. In der Praxis hat sich ein Richtwert von +1 als Mindestkriterium für gute Software etabliert. Wenn dieser Wert in einer

Kategorie unterschritten wird, erschließt sich an dieser Stelle Optimierungsbedarf.

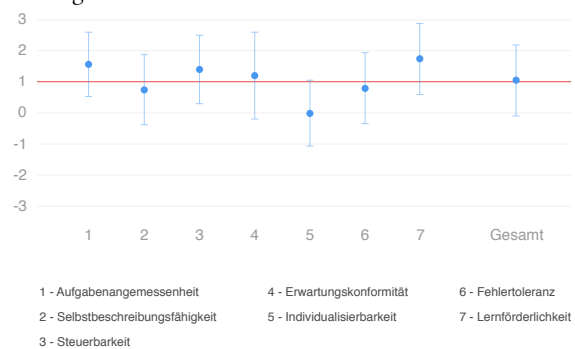


Abbildung 7: Ergebnisse der Nutzerbefragung

Die Rückmeldungen waren insgesamt überwiegend positiv. Die Anwendung erfüllt bereits zum jetzigen Zeitpunkt ohne finale Ausgestaltung und implementierte Funktionen überwiegend die Bedürfnisse der Nutzer. Der negative Wert der Individualisierbarkeit lässt sich auf den Status als Klick-Prototyp zurückführen. Die möglichen Schwachstellen, wie beispielsweise fehlende Selbstbeschreibungsfähigkeit werden festgehalten und in der weiteren Entwicklung berücksichtigt. Beispielsweise wurden einige Beschriftungen sprechender benannt und zusätzliche Hilfestellungen bereitgestellt.

4.4 Ergebnisse und Bedeutung für die weitere Entwicklung

Die identifizierten Usability-Probleme wurden zunächst mit dem Auftraggeber abgestimmt und gemeinsam eine Entscheidung über die weitere Umsetzung getroffen.

Die Expertenevaluation deckte vielfältige mögliche Usability-Probleme auf, die im Nachgang gefiltert und bewertet wurden. Aus den Ergebnissen konnten einige identifizierte Usability-Probleme auf den Status des Prototyps zurückgeführt werden. Zusätzlich mussten einige identifizierte Usability-Probleme herausgefiltert werden, die durch die UX-Experten als kritisch betrachtet wurden, da sie keine domänenspezifischen Kenntnisse besitzen und somit Schwierigkeiten beim Verständnis von branchenspezifischen Zusammenhängen und Fachbegriffen auftraten. Diese konnten durch die Absprache mit Nutzern mit Domänenexpertise entkräftet werden. Durch die Nutzerbefragung konnte eine positive Tendenz gegenüber dem Produkt gewonnen werden. Besonders der Einsatz von Freitextfeldern brachte hilfreiches Feedback zur weiteren Konzeptverfeinerung. Diese fanden in der weiteren konzeptionellen Ausarbeitung Berücksichtigung. Eine Verbesserung der Usability konnte konkret am Beispiel des Baugruppen Import verzeichnet werden (siehe Abbildung 8 und Abbildung 9).

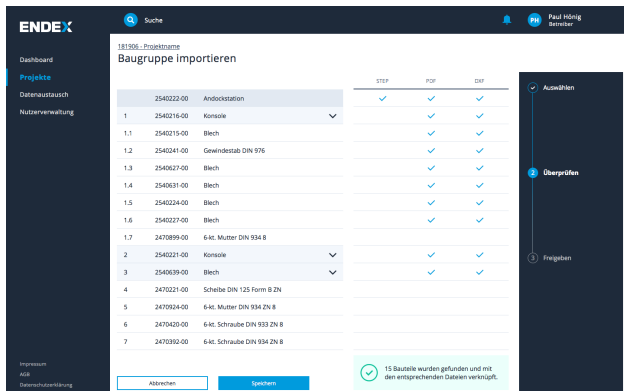


Abbildung 8: Baugruppenimport vor der Evaluation

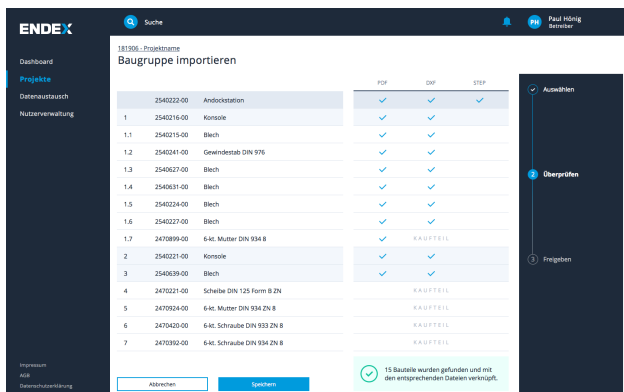


Abbildung 9: Baugruppenimport nach der Evaluation

Dort wurde zum einen die Sortierung der Dateien auf der linken Seite angepasst. Da ein PDF immer hochgeladen werden muss (mit Ausnahme der Kaufteile) steht diese Spalte nun an erster Stelle. Außerdem wurden Kaufteile explizit durch einen Schriftzug gekennzeichnet. Für die gekennzeichneten Kaufteile ist das Hochladen der Dokumente optional, jedoch müssen sie in der Stückliste aufgeführt werden. Außerdem werden die Zeilen durchgängig markiert. Die Markierung zeigt die Baugruppenstruktur innerhalb der Stückliste an und kennzeichnet die übergeordnete Baugruppe mit den Montageanleitungen. Alle nicht markierten Zeilen beinhalten einfache Bauteile und deren Fertigungsanleitungen. Dieser komplexe Zusammenhang konnte aufgrund der durchgeführten Evaluation und der Einarbeitung des Nutzerfeedbacks optimiert werden.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Im Rahmen der Arbeit wurde die Konzeption und die prototypische Umsetzung einer Plattform zum Austausch von Konstruktionsdaten dokumentiert. Die Plattform ermöglicht eine einfache Kommunikation zwischen Konstruktion und Fertigung, insbesondere wird der Informationsrückfluss von auftretenden Problemen während der Fertigung ermöglicht. Unter den knappen projektspezifischen Restriktionen Zeit und Budget musste eine effiziente Vorgehensweise und passende Methoden gewählt werden, um

eine nutzerzentrierte Gestaltung zu ermöglichen. Frühzeitiges Nutzerfeedback in mehreren Iterationen konnte unmittelbar in die Gestaltung einfließen. Durch die nutzerzentrierte Gestaltung und die konsequente Einbindung von Anwendern aus der Zielgruppe, konnte eine Applikation gestaltet werden, welche auf die Bedürfnisse der Nutzer zugeschnitten ist. Durch die frühzeitige Evaluation konnten Usability-Probleme identifiziert und behoben werden, bevor die Anwendung in die Entwicklung ging. Die Durchführung der Evaluation konnte mit einem überschaubarem Ressourceneinsatz erfolgen. Die Wahl der Methoden hat gezeigt, dass auch bei eingeschränkter Ressourcenverfügbarkeit gute Ergebnisse erzielt werden können, welche ihren Beitrag zur Qualität eines Produktes leisten.

Insgesamt konnte trotz der vorhandenen projektspezifischen Restriktionen eine für den Anwendungsfall zugeschnittene Lösung ausgearbeitet werden.

REFERENZEN

- [1] K.-J. Wack, T. Riegmann, S. Straßburger und U. Guenther, 2011 Virtuelle Produktionsabsicherung am Beispiel Montage Powertrain, Tagungsband der Fachtagung Digitales Engineering und virtuelle Techniken zum Planen, Testen und Betreiben Technischer Systeme, M. Schenk (Hrsg.), Magdeburg.
- [2] K.-J. Wack, T. Bär und S. Straßburger, 2010 Grenzen einer digitalen Absicherung des Produktionsanlaufs, Integrationsaspekte der Simulation: Technik, Organisation und Personal. G. Zülch, P. Stock (Hrsg.), Karlsruhe.
- [3] Design Council, 2007 The design process, Eleven lessons: managing design in eleven global brands, London, Großbritannien.
- [4] F. Sarodnick und H. Brau. 2016. Methoden der Usability Evaluation: Wissenschaftliche Grundlage und praktische Anwendung (3., unveränderte Auflage). Hogrefe Verlag, Bern.
- [5] A. Beck, 2004 Personas in der Softwareentwicklung, Tagungsband Usability Professionals 2004, M. Hassenzahl, M. Peissner (Hrsg.), Stuttgart.
- [6] J. Prümper und M. Anft, 2008 Beurteilung von Software auf Grundlage der Internationalen Ergonomie-Norm DIN EN ISO 9241-110, http://projekt.kke.tu-berlin.de/wp-content/uploads/2015/09/Methode_Isonorm-Fragebogen.pdf.
- [7] Deutsches Institut für Normung. 2006. Ergonomie der Mensch-System-Interaktion - Teil 110: Grundsätze der Dialoggestaltung (ISO 9241-110:2006), Deutsche Fassung EN ISO 9241-110:2006, Beuth Verlag, Berlin.

Die Autoren



Mona Schwab

Mona Schwab ist Absolventin des Studiengangs Medien- und Kommunikationsinformatik (B.Sc.) der Hochschule Karlsruhe - Technik und Wirtschaft und ist bei der let's dev GmbH & Co KG als Junior User Experience Designerin angestellt. Sie beschäftigt sich mit der Konzeption und Umsetzung von Webanwendungen mit dem Schwerpunkt auf dem Erreichen guter User Experience.



Karl-J. Wack

Karl-J. Wack legte den Schwerpunkt seines Studiums Digitale Medien auf Mensch Maschine Interaktion und beschäftigt sich seit 2006 beruflich mit Usability und User Experience. Er war Mitglied im erweiterten Board der German UPA und verantwortet neben der Geschäftsführung der let's dev GmbH & Co. KG den Bereich User Experience im Unternehmen.