



Entwicklung und Implementierung eines Modells zur Erfassung und Bewertung der User Experience am Beispiel der Anwendung eDok des LWV Hessen

Ali Alkhiami

Bachelorarbeit am Fachbereich AI der HAW Fulda

Matrikelnummer: 844620

Erstbegutachtung: Prof. Dr. Alexander Gepperth

Zweitbegutachtung: Prof. Dr. Dr. YYY

Eingereicht am 05.mm.yyyy

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	1
1 Kapitel 1	2
Abkürzungsverzeichnis	2
1.1 Abstract	2
1.2 Einleitung	3
1.3 Motivation	4
1.4 Ziel der Arbeit	4
1.5 Fragestellung	5
1.6 Über den Landeswohlfahrtsverband Hessen	5
1.7 Die ANLEI-Service GmbH	6
1.8 Über eDok	6
1.9 Einführung in das Thema UX	6
1.10 Herausforderungen und Offenheit der UX-Definition	6
1.11 Forschungsperspektiven: UX als vielschichtiges Phänomen	7
1.12 Zusammenfassung der UX-Definitionen	7
1.13 Usability und ihre Bedeutung	8
1.14 Usability in eDok	8
1.15 Erweiterte Ziele der UX- und Usability-Bewertung in eDok	9
1.16 Methodik	9
1.17 Beitrag der Arbeit	10
1.18 Aufbau der Arbeit	10
1.19 Relevanz der Arbeit	10
1.20 Fazit	11
2 Kapitel 2	11
2.1 Überblick über den theoretischen Hintergrund der UX-Messung	11
2.1.1 Abgrenzung von UX- und Usability-Evaluationsmethoden	11
2.1.2 Fokussierung auf Usability in dieser Arbeit	11
2.1.3 Vergleich von Nutzerinterviews, Fragebögen und der Sammlung quantitativer Daten	14
2.1.4 Nutzerinterviews und Fragebögen	14
2.2 Sammlung und Analyse quantitativer Daten	14
2.3 Erkenntnisse und Schlussfolgerung	15
3 Kapitel 3	15
3.1 Anforderungen	15
4 Spezifikation der Erfassten UX-Daten in eDok	16

5	Implementierung der Heatmap	16
5.1	Zweck und Ziele der Heatmap	16
5.2	Datenerfassung und Speicherung	17
5.2.1	Interaktionen-Tabelle	17
5.2.2	Fehler-Tabelle	17
5.2.3	Sitzungen- und Versionen-Tabellen	18
5.3	Visualisierung der Heatmap	18
5.4	Zeitbasierte Analyse des Nutzerverhaltens	19
5.5	Herausforderungen bei der Implementierung	19
5.6	Zusammenfassung	20

1 Kapitel 1

UX	User Experience
LWV	Landeswohlfahrtsverband
SUS	System Usability Scale
UEQ	User Experience Questionnaire
UI	User Interface
eDok	elektronische Dokumentenerstellung
HCI	Humin Computer Interaction

1.1 Abstract

Diese Arbeit befasst sich mit der Entwicklung und Implementierung eines Modells zur umfassenden Erfassung und Bewertung der User Experience (UX), exemplarisch angewendet auf die Anwendung eDok des Landeswohlfahrtsverbands Hessen (LWV Hessen). Ziel des Modells ist es, einen detaillierten Überblick über die UX innerhalb der Anwendung zu schaffen, indem während der produktiven Nutzung anonymisierte Daten gesammelt werden.

Die gesammelten Daten sind bewusst nicht benutzerorientiert, um Datenschutzrichtlinien einzuhalten und die Privatsphäre der Nutzer zu schützen. Das Modell präsentiert diese aggregierten Daten in einem Dashboard, das ausschließlich für Nutzer mit Administratorrechten zugänglich ist. Dieses Dashboard bietet anpassbare Grafiken und Visualisierungen, die durch Filter und weitere Kriterien modifiziert werden können. Dadurch erhalten Administratoren nicht nur Einblicke in die aktuelle UX, sondern können auch Trends und Entwicklungen über einen bestimmten Zeitraum analysieren.

Ein wesentlicher Aspekt des Modells ist die Möglichkeit für Projektverantwortliche, die Datenerfassung auf bestimmten Seiten der Anwendung gezielt an- oder auszuschalten. Dies stellt sicher, dass nur relevante Bereiche beobachtet werden, ohne die Performance auf anderen Seiten zu beeinträchtigen. Das Modell ermöglicht es, die Verweildauer der Nutzer auf spezifischen Seiten zu überwachen, häufig durchlaufene Navigationsmuster zu identifizieren und die Häufigkeit bestimmter Fehler zu erfassen, die von den Nutzern gemacht werden.

Die gewonnenen Erkenntnisse unterstützen die Projektverantwortlichen dabei, problematische Stellen innerhalb der Anwendung zu identifizieren und gezielte Maßnahmen zur Verbesserung der Usability zu ergreifen. Darüber hinaus ermöglicht das Modell eine nachträgliche Überprüfung der implementierten Änderungen, um deren Effektivität zu bewerten und weitere Optimierungen vorzunehmen. Durch diesen iterativen Prozess trägt das Modell wesentlich zur Steigerung der Benutzerzufriedenheit und Effizienz der Anwendung bei.

1.2 Einleitung

Die **Mensch-Computer-Interaktion** (Human-Computer Interaction, HCI) ist ein interdisziplinäres Forschungsfeld, das sich mit der Gestaltung, Evaluation und Implementierung interaktiver Computersysteme für die menschliche Nutzung sowie mit der Untersuchung der damit verbundenen Phänomene beschäftigt. Innerhalb dieses Feldes haben sich zwei zentrale Ansätze zur **User Experience** (UX) herausgebildet: das **UX-Design** und das **nutzerzentrierte Design** (User-Centered Design) [glanznig].

Das **UX-Design** strebt danach, ein ganzheitliches Nutzererlebnis zu schaffen, das über die reine Funktionalität eines Produkts hinausgeht. Es berücksichtigt emotionale, psychologische und ästhetische Aspekte, um Produkte zu entwickeln, die nicht nur effizient, sondern auch angenehm und zufriedenstellend in der Nutzung sind. Ziel ist es, ein positives Gesamterlebnis zu gestalten, das die Bedürfnisse und Erwartungen der Nutzer übertrifft.

Im Gegensatz dazu fokussiert das **nutzerzentrierte Design** auf die Einbindung der Endnutzer während des gesamten Entwicklungsprozesses. Durch aktive Einbindung von Nutzerfeedback wird sichergestellt, dass das Endprodukt intuitiv bedienbar ist und den Anforderungen der Zielgruppe entspricht. Dieser Ansatz betont die Bedeutung, die tatsächlichen Bedürfnisse, Ziele und Fähigkeiten der Nutzer zu verstehen und in die Gestaltung einzubeziehen.

Obwohl beide Ansätze entscheidend für die Entwicklung qualitativ hochwertiger Produkte sind, liegt der Schwerpunkt dieser Arbeit nicht auf der Gestaltung selbst, sondern darauf, **wie UX erfasst und gemessen werden kann**. In einer zunehmend digitalisierten Welt, in der Anwendungen immer komplexer werden und die Erwartungen der Nutzer stetig steigen, ist die systematische Messung der UX von entscheidender Bedeutung. Nur durch ein tiefgehendes Verständnis des Nutzerverhaltens und der Nutzerzu-

friedenheit können Produkte entwickelt werden, die den hohen Ansprüchen gerecht werden.

1.3 Motivation

Die rasante technologische Entwicklung und die immer stärkere Integration des Internets in den Alltag haben die Art und Weise, wie Menschen mit digitalen Systemen interagieren, grundlegend verändert. Laut der ARD/ZDF-Onlinestudie [ard] nutzen mittlerweile rund 90 Prozent der deutschsprachigen Bevölkerung ab 14 Jahren regelmäßig das Internet, wobei insbesondere die mediale Internetnutzung in den letzten Jahren signifikant zugenommen hat. Diese Entwicklung stellt neue Anforderungen an die Gestaltung von Nutzererlebnissen und unterstreicht die Bedeutung einer herausragenden UX.

In diesem Kontext wird es immer wichtiger, digitale Inhalte und Dienste so zu gestalten, dass sie den sich wandelnden Ansprüchen der Nutzer gerecht werden. Anwendungen müssen nicht nur funktional sein, sondern auch intuitiv bedienbar und ästhetisch ansprechend gestaltet sein, um im Wettbewerb bestehen zu können. Dies gilt insbesondere für komplexe Webanwendungen wie *eDok*, die von Institutionen wie dem Landeswohlfahrtsverband Hessen (LWV Hessen) genutzt werden.

Eine besondere Herausforderung besteht darin, innerhalb solcher Anwendungen Bereiche zu identifizieren, die ein verbessertes Design oder zusätzliche Informationen erfordern. Nutzer können unsicher sein, wie sie ihre Ziele innerhalb der Anwendung erreichen können, oder sich von der Informationsmenge überfordert fühlen. Hier setzt das entwickelte Modell an, das die UX automatisiert erfasst und eine fundierte Analyse ermöglicht. So können gezielt Schlüsselaspekte identifiziert werden, die optimiert werden sollten, um die Nutzerzufriedenheit zu steigern.

Zudem führen die regelmäßige Einführung neuer Funktionen und Veränderungen in der Benutzeroberfläche zu einer dynamischen Komplexitätsentwicklung in verschiedenen Bereichen der Anwendung. Ein Überblick über die Entwicklung der UX im Laufe der Zeit ermöglicht eine proaktive Anpassung und Optimierung, sodass die Anwendung trotz zunehmender Komplexität benutzerfreundlich bleibt.

Die wissenschaftliche Forschung betont die Wichtigkeit von Methoden zur UX-Messung und -Bewertung, um sicherzustellen, dass die Produktentwicklung in die richtige Richtung geht [Virpi]. Die Fähigkeit, UX quantitativ und qualitativ zu erfassen, bietet Unternehmen und Entwicklern einen unschätzbaren Vorteil. Durch das Verständnis des Nutzerverhaltens und der Nutzerzufriedenheit können gezielte Verbesserungen vorgenommen werden, die nicht nur die Effizienz steigern, sondern auch die Bindung der Nutzer an das Produkt fördern.

1.4 Ziel der Arbeit

Das Hauptziel dieser Arbeit ist die Entwicklung und Implementierung eines Modells, das eine umfassende Erfassung und Bewertung der UX ermöglicht. Dieses Modell soll

spezifische, anonymisierte Daten sammeln, um die UX präzise und systematisch zu erfassen. Durch die Analyse dieser Daten über Zeiträume hinweg sollen dynamische Veränderungen erkannt und gezielte Optimierungsmöglichkeiten der Anwendung erschlossen werden.

Exemplarisch wird dieses Modell auf die Anwendung *eDok* des LWV Hessen angewendet. Dabei soll ein System geschaffen werden, das während der produktiven Nutzung Daten sammelt, ohne die Privatsphäre der Nutzer zu beeinträchtigen. Diese Daten werden in einem Dashboard visualisiert, das ausschließlich für Administratoren zugänglich ist, um fundierte Entscheidungen zur Optimierung der Anwendung treffen zu können.

Ein weiterer Aspekt ist die Möglichkeit für Entwickler und Produktverantwortliche, die Datenerfassung auf spezifische Seiten der Anwendung zu beschränken oder zu erweitern. Dadurch kann sichergestellt werden, dass nur relevante Bereiche beobachtet werden, ohne die Performance auf anderen Seiten zu beeinträchtigen. Zudem ermöglicht das Modell, die Effektivität von Anpassungen zu überprüfen, indem Veränderungen im Nutzerverhalten nach Implementierung von Updates sichtbar gemacht werden.

1.5 Fragestellung

Welche spezifischen, anonymisierten Daten sind erforderlich, um ein Modell zu entwickeln und zu implementieren, das die User Experience präzise und systematisch erfasst, dynamische Veränderungen über Zeiträume hinweg analysiert, Verantwortliche bei fundierten Entscheidungen zur Optimierung der Anwendung unterstützt und dabei auftretende Herausforderungen bewältigt?

1.6 Über den Landeswohlfahrtsverband Hessen

Der **Landeswohlfahrtsverband Hessen** (LWV Hessen) ist eine zentrale Organisation, die sich für die soziale Integration und Unterstützung von Menschen mit Behinderungen einsetzt. Als überörtlicher Träger der Eingliederungshilfe fördert der Verband Bereiche wie Wohnen, Bildung, Mobilität und Arbeit. Mit der Umsetzung des Bundesteilhabegesetzes und Programmen wie dem *Persönlichen Budget* und dem *Budget für Arbeit* unterstützt der LWV Hessen die selbstbestimmte Lebensführung und gesellschaftliche Teilhabe der Betroffenen. Zudem bietet der Verband Förderangebote für Kinder und Jugendliche mit geistigen, emotionalen oder körperlichen Einschränkungen, einschließlich Frühberatungsstellen und Förderschulen. Darüber hinaus ist der LWV Hessen Ansprechpartner für Menschen, die Leistungen des Sozialen Entschädigungsrechts benötigen.

1.7 Die ANLEI-Service GmbH

Die **ANLEI-Service GmbH** ist eine Tochtergesellschaft des LWV Hessen und bietet IT-Dienstleistungen für die Sozialverwaltung an. Sie entwickelt Systeme zur Unterstützung der Antragsbearbeitung, Leistungsgewährung und Abrechnung von Sozialleistungen, insbesondere in den Bereichen Eingliederungshilfe, Sozialhilfe und Kriegsopferfürsorge. Zu den zentralen Anwendungen zählen das *Integrierte Berichtssystem* (IBS) für betriebswirtschaftliche Analysen und *MASS* zur maschinellen Abrechnung mit Einrichtungen und Trägern.

1.8 Über eDok

eDok dient als Service für alle aufrufenden Anwendungen zur Erstellung von barrierefreien Dokumenten und löst das bisherige *Schriftstück-Erstellungssystem* (SE) ab, das auf Microsoft Word und Makros basiert. Es integriert *Doxee/Infinica* als Subsystem für die Dokumentbearbeitung und Output-Generierung, sodass eine Verwendung sowohl mit interaktiven Elementen (Bearbeitung des entstehenden Dokuments) als auch im Hintergrund (Dunkelverarbeitung) erfolgen kann. Ziel und Vision von *eDok* ist es, eine universelle und generische Schnittstelle für die Anwendungen des LWV Hessen zu bieten, die eine einfache, effiziente und performante Erstellung von barrierefreien Dokumenten ermöglicht, unter Einbeziehung der Daten aus den Fachverfahren.

1.9 Einführung in das Thema UX

Die **User Experience** (UX) ist ein Teilbereich der HCI, der in den frühen 1990er Jahren an Bedeutung gewann [glanznig]. Mit dem Aufkommen neuer Technologien und der zunehmenden Verbreitung digitaler Produkte rückte der Fokus verstärkt auf die Benutzererfahrung und deren Qualität. UX konzentriert sich auf die Interaktion zwischen Mensch und System und zielt darauf ab, Produkte und Anwendungen so zu gestalten, dass sie nicht nur funktional sind, sondern auch emotional ansprechend und benutzerfreundlich.

1.10 Herausforderungen und Offenheit der UX-Definition

Die Offenheit der UX-Definition erlaubt es, das Thema aus verschiedenen Perspektiven zu betrachten und unterschiedliche Meinungen einzubeziehen, was zu einem umfassenderen und tieferen Verständnis des UX-Konzepts führt und die Entwicklung der Disziplin fördert. Gleichzeitig erschweren jedoch verschiedene fachliche Hintergründe und Vokabularien den Fortschritt [glanznig].

Hassenzahl und Tractinsky thematisierten in ihrer Arbeit *User Experience – A Research Agenda* die Komplexität der UX und erklärten: „User Experience ist ein interessantes Phänomen: Es wurde von der HCI-Community schnell angenommen, aber oft kritisiert, da es vage und schwer fassbar ist. Der Begriff umfasst verschiedene Bedeutungen,

von klassischer Usability bis hin zu Schönheit, hedonischen, affektiven und erfahrungsbasierten Aspekten der Technologienutzung“ [research].

1.11 Forschungsperspektiven: UX als vielschichtiges Phänomen

Sie erläutern weiter, dass sich die frühe Forschung im Bereich der HCI hauptsächlich auf Verhaltensziele in Arbeitsumgebungen konzentrierte. Dieser Fokus wurde jedoch später durch alternative Ansätze infrage gestellt, die die Bedeutung von Ästhetik, Emotionen und subjektiven Erfahrungen betonten [research].

In einem frühen Versuch, UX zu definieren, betonte Alben (1996) die Bedeutung von Ästhetik als wesentlichem Qualitätsaspekt von Technologie [research]. Hassenzahl argumentierte, dass interaktive Produkte aus zwei Perspektiven betrachtet werden können: den instrumentellen Aspekten (z. B. Usability) und den nicht-instrumentellen (hedonischen) Aspekten, die sich auf das emotionale und ästhetische Erleben der Nutzer beziehen [hassenzahl2003].

Die Nielsen Norman Group definiert UX als die Gesamtheit aller Aspekte der Interaktion eines Endnutzers mit einem Unternehmen, seinen Dienstleistungen und Produkten. Hervorgehoben wird, dass herausragende UX nicht nur die spezifischen Bedürfnisse des Nutzers erfüllt, sondern auch durch Einfachheit und Eleganz überzeugt, sodass die Nutzung und der Besitz des Produkts als angenehm empfunden werden. Zudem wird betont, dass eine qualitativ hochwertige UX eine nahtlose Integration verschiedener Disziplinen erfordert, darunter Ingenieurwesen, Marketing, Grafik- und Industriedesign sowie Interface-Design [nngroup].

Die ISO 9241-210:2019 beschreibt UX als „sämtliche Wahrnehmungen und Reaktionen von Nutzern, die durch die tatsächliche oder erwartete Nutzung eines Systems, Produkts oder einer Dienstleistung hervorgerufen werden“ [ISO].

1.12 Zusammenfassung der UX-Definitionen

Ungeachtet der unterschiedlichen Definitionen ist klar, dass UX sowohl funktionale als auch emotionale Dimensionen der Nutzererfahrung umfasst. Faktoren wie Usability, ästhetische Wahrnehmung, inhaltliche Relevanz und das Vertrauen der Nutzer sind entscheidend dafür, wie effektiv und zufriedenstellend eine Anwendung wahrgenommen wird und tragen wesentlich zur Gestaltung positiver Nutzererlebnisse bei [toolbox].

In dem Papier *Towards Practical User Experience Evaluation Methods* [evaluationmethods] wird darauf hingewiesen, dass die UX-Forschung eine Vielzahl von Modellen und Frameworks entwickelt hat. Diese Modelle adressieren die zentralen Herausforderungen der UX, wie ihre subjektive, kontextabhängige und dynamische Natur sowie die Balance zwischen pragmatischen und hedonischen Aspekten des Nutzererlebnisses. Gleichzeitig wird betont, dass UX zunehmend in der Industrie übernommen wird, die Produktentwicklung jedoch noch immer stark auf traditionellen Usability-Methoden ba-

siert. Die Arbeit unterstreicht die Notwendigkeit praxisnaher UX-Bewertungsmethoden für die Produktentwicklung in der Industrie.

1.13 Usability und ihre Bedeutung

Usability bezieht sich auf die funktionalen Aspekte eines Produkts und beschreibt, wie effektiv und effizient sich das Produkt nutzen lässt. Viele Experten sehen Usability als Teil der UX [GOISTAI]. Während sich Usability auf die Fähigkeit des Nutzers konzentriert, ein System erfolgreich zu nutzen, umfasst UX auch die gesamte Nutzererfahrung und die dabei entstehenden Emotionen.

Die Nielsen Norman Group definiert Usability als ein Qualitätsmerkmal, das bewertet, wie einfach und angenehm eine Benutzeroberfläche zu nutzen ist. Sie umfasst fünf Hauptkomponenten:

- **Erlernbarkeit:** Wie leicht können Benutzer grundlegende Aufgaben beim ersten Mal ausführen?
- **Effizienz:** Wie schnell können Benutzer Aufgaben ausführen, nachdem sie die Schnittstelle gelernt haben?
- **Merkfähigkeit:** Wie einfach können Benutzer ihre Fähigkeiten wiederherstellen, wenn sie das Design nach einer Pause erneut verwenden?
- **Fehlerrate:** Wie viele Fehler machen Benutzer, wie schwerwiegend sind diese und wie leicht können sie sich von ihnen erholen?
- **Zufriedenheit:** Wie angenehm ist die Nutzung der Benutzeroberfläche?

Die Nielsen Norman Group erläutert den Unterschied zwischen Usability Testing und Usability Evaluation klar und prägnant. Beim Usability Testing beobachten Usability-Experten die Nutzer, um potenzielle Usability-Probleme zu identifizieren. Im Gegensatz dazu geht die Usability Evaluation einen Schritt weiter: Sie kombiniert das Testing mit direktem Nutzerfeedback und einer Überprüfung des Systemdesigns.

1.14 Usability in eDok

Im Kontext von *eDok* liegt der Schwerpunkt auf der effizienten und fehlerarmen Erstellung und Bearbeitung von Dokumenten. Für optimale Usability ist es entscheidend, dass Nutzer die Funktionen der Anwendung intuitiv verstehen und nutzen können. Klare Benutzerführung, schnelle Ladezeiten sowie eine übersichtliche und reduzierte Benutzeroberfläche sind dabei zentral.

Ein wesentlicher Aspekt ist die Unterstützung von Fehlertoleranz, sodass auch bei Eingabefehlern ein produktiver Arbeitsfluss erhalten bleibt. Funktionen wie automatisches Speichern, leicht zugängliche Rückgängig-Optionen und verständliche Fehlermeldungen helfen, die Nutzererfahrung positiv zu gestalten.

Durch die kontinuierliche Evaluation der Usability über systematisch gesammelte Daten können Schwachstellen identifiziert und gezielt Optimierungen vorgenommen werden. Ergänzende Nutzerbefragungen können zusätzliche Einblicke bieten, sind jedoch nicht direkt in das System integriert und dienen daher eher unterstützenden Zwecken.

Insgesamt zielt *eDok* darauf ab, eine nutzerfreundliche Anwendung zu bieten, die den Arbeitsablauf bei der Dokumentenerstellung optimiert. Diese Arbeit strebt an, bestimmte Merkmale der Usability zu messen, zu speichern und zu bewerten, um ein umfassendes Bild der Nutzererfahrung zu erhalten.

1.15 Erweiterte Ziele der UX- und Usability-Bewertung in eDok

Das Ziel der UX- und Usability-Bewertung in *eDok* ist es, gezielte Einblicke in die Nutzungsmuster der Anwendung zu gewinnen und Optimierungspotenziale klar zu identifizieren. Das entwickelte Modell liefert durch systematische Erfassung und Analyse der Nutzerinteraktionen Daten, die Entwickler und Produktverantwortliche dabei unterstützen, Nutzerbedürfnisse und häufige Herausforderungen sichtbar zu machen.

Die implementierte Heatmap bietet eine visuelle Übersicht der am stärksten genutzten Bereiche, sodass gezielt Verbesserungspotenziale an zentralen Interaktionspunkten erkannt werden können. Durch die Analyse der Verweildauer auf spezifischen Seiten, der häufig durchlaufenen Navigationspfade und der Häufigkeit bestimmter Fehler können gezielte Maßnahmen zur Optimierung der Anwendung abgeleitet werden.

Diese Daten helfen, die Effizienz und Benutzerfreundlichkeit der Anwendung kontinuierlich zu steigern und eine datengetriebene Produktoptimierung zu ermöglichen. Darüber hinaus ermöglicht das Modell eine nachträgliche Überprüfung der implementierten Änderungen, um deren Effektivität zu bewerten und weitere Optimierungen vorzunehmen. Durch diesen iterativen Prozess trägt das Modell wesentlich zur Steigerung der Nutzerzufriedenheit und Effizienz der Anwendung bei.

1.16 Methodik

Zur Beantwortung der Forschungsfragen wird eine Kombination aus **literaturbasierter Forschung** und **praktischer Implementierung** angewendet. Zunächst werden bestehende Methoden und Werkzeuge zur UX-Messung analysiert. Darauf aufbauend wird ein eigenes Modell entwickelt, das in die *eDok*-Anwendung integriert wird. Die Datenerfassung und -analyse erfolgt unter Berücksichtigung von Datenschutzbestimmungen und ethischen Richtlinien. Besonderer Wert wird auf die Anonymisierung der Daten gelegt, um die Privatsphäre der Nutzer zu schützen.

1.17 Beitrag der Arbeit

Die Ergebnisse dieser Arbeit liefern sowohl theoretische Erkenntnisse als auch praktische Anleitungen für Entwickler und UX-Designer. Das vorgestellte Modell kann als Vorlage für ähnliche Projekte dienen und dazu beitragen, die Qualität von Softwareprodukten nachhaltig zu verbessern. Durch die Anwendung auf eine reale Anwendung wie *eDok* wird gezeigt, wie das Modell effektiv implementiert und genutzt werden kann.

1.18 Aufbau der Arbeit

Die vorliegende Arbeit gliedert sich wie folgt:

- **Kapitel 2** bietet einen ausführlichen Überblick über den theoretischen Hintergrund der UX-Messung, einschließlich gängiger Methoden und Techniken zur Datenerfassung und -analyse.
- In **Kapitel 3** wird das entwickelte Modell detailliert vorgestellt. Es werden die technischen Komponenten, die Datenbankstruktur sowie die Implementierungsdetails beschrieben.
- **Kapitel 4** widmet sich der Anwendung des Modells auf die *eDok*-Anwendung. Es werden die Ergebnisse der Datenerfassung präsentiert und analysiert.
- In **Kapitel 5** erfolgt eine kritische Diskussion der Ergebnisse, einschließlich der Vorteile des Modells, identifizierter Schwachstellen und möglichen Verbesserungen.
- **Kapitel 6** fasst die Arbeit zusammen und gibt einen Ausblick auf zukünftige Forschungs- und Entwicklungsmöglichkeiten.

1.19 Relevanz der Arbeit

Angesichts der wachsenden Bedeutung von UX in der Softwareentwicklung leistet diese Arbeit einen wichtigen Beitrag zur Praxis und Forschung. Das vorgestellte Modell ermöglicht es, UX-Daten in Echtzeit und unter realen Nutzungsbedingungen zu erfassen, ohne die Nutzererfahrung zu beeinträchtigen. Dies ist besonders relevant für Organisationen, die ihre Anwendungen kontinuierlich verbessern möchten, um den steigenden Erwartungen der Nutzer gerecht zu werden.

Durch die Anwendung auf die *eDok*-Anwendung des LWV Hessen wird demonstriert, wie das Modell in einer realen Umgebung implementiert werden kann. Die gewonnenen Erkenntnisse können als Grundlage für weitere Anwendungen dienen und dazu beitragen, die UX-Forschung in der Praxis voranzutreiben.

1.20 Fazit

Die systematische Erfassung und Analyse der UX ist unerlässlich, um moderne Softwareanwendungen an die Bedürfnisse und Erwartungen der Nutzer anzupassen. Durch die Entwicklung und Implementierung eines Modells zur UX-Messung in *eDok* wird gezeigt, wie Daten genutzt werden können, um die Nutzererfahrung zu verbessern und die Anwendung effizienter und benutzerfreundlicher zu gestalten. Diese Arbeit leistet somit einen wertvollen Beitrag zur Verbesserung von UX-Methoden und deren Anwendung in der Praxis.

2 Kapitel 2

2.1 Überblick über den theoretischen Hintergrund der UX-Messung

2.1.1 Abgrenzung von UX- und Usability-Evaluationsmethoden

Während Usability-Tests sich primär auf die Leistung bei der Aufgabenbearbeitung konzentrieren, fokussieren UX-Evaluationsmethoden auf das subjektive Erleben der Nutzenden. Objektive Metriken wie Ausführungszeit oder Klickanzahl reichen nicht aus, um die UX vollständig zu erfassen; vielmehr müssen auch Motivation, Erwartungen und Emotionen der Nutzenden berücksichtigt werden [**DevelopmentNeeds**].

Nach eingehender Recherche und Analyse der verschiedenen UX-Evaluationsmethoden hat sich herausgestellt, dass die Anforderungen dieser Arbeit eher einem Usability-Test entsprechen als traditionellen UX-Evaluationsmethoden wie Fragebögen oder der Beobachtung von Nutzenden. Unsere Arbeit konzentriert sich auf die systematische Erfassung von Nutzungsdaten während des Produktiveinsatzes der Anwendung. Diese Herangehensweise erlaubt es, objektive Daten über die Interaktion der Nutzenden mit der Anwendung zu sammeln und spezifische Aspekte der Usability zu bewerten.

2.1.2 Fokussierung auf Usability in dieser Arbeit

Die Entscheidung, den Schwerpunkt auf Usability-Tests zu legen, basiert auf den spezifischen Anforderungen des Projekts. Da die gesammelten Daten nicht benutzerorientiert sein sollen und keine direkten Nutzerbefragungen oder Beobachtungen stattfinden, sind traditionelle UX-Evaluationsmethoden weniger geeignet. Stattdessen ermöglicht die Messung von Interaktionsdaten, wie zum Beispiel Klickpfade, Verweildauer auf bestimmten Seiten und Fehlerhäufigkeiten, eine objektive Analyse der Benutzerfreundlichkeit der Anwendung.

Diese Daten liefern wertvolle Erkenntnisse darüber, wie effizient und effektiv die Nutzenden die Anwendung bedienen können. Sie helfen dabei, potenzielle Usability-Probleme zu identifizieren und gezielte Verbesserungen vorzunehmen. Obwohl dieser Ansatz nicht das gesamte Spektrum der UX abdeckt, trägt er wesentlich zur Optimierung der Anwendung bei und unterstützt die Nutzenden in ihrer täglichen Arbeit.

Jordan (2008)[jordan2008auswahl] betont die Bedeutung einer sorgfältigen Auswahl der Usability-Evaluationsmethode unter Berücksichtigung spezifischer Projektanforderungen und Kontextfaktoren. In Anlehnung an seine Kriterien hat sich herausgestellt, dass eine Methode, die auf der automatisierten Erfassung von Nutzungsdaten basiert, geeignet ist. Diese Entscheidung ermöglicht es, objektive Daten zu sammeln, ohne die Privatsphäre der Nutzenden zu beeinträchtigen, und entspricht somit den praktischen und ethischen Anforderungen des Projekts.

Im Jahr 1980 führte das Xerox Palo Alto Research Center (PARC)[keystroke] eine bahnbrechende Studie durch. Sie verglichen die vorhergesagten Ausführungszeiten mit den tatsächlich gemessenen Zeiten und stellten fest, dass das Keystroke-Level Model KLM die Benutzerleistung mit einer Genauigkeit von etwa 21% vorhersagen konnte. Damit zeigten sie, dass ihr Modell ein nützliches Werkzeug für Designer von interaktiven Systemen ist, um die Effizienz von Benutzerschnittstellen quantitativ zu bewerten und zu verbessern.

Die von Paz und Pow-Sang durchgeführte Studie [Paz2016] identifizierte die am häufigsten verwendeten Methoden zur Evaluierung der Benutzerfreundlichkeit (Usability Evaluation Methods, UEMs) in Softwareentwicklungsprozessen:

- **Umfragen/Fragebögen (26,26%)**
 - Die am häufigsten verwendete Methode.
 - Geschätzt für ihre Einfachheit und Effektivität bei der Erfassung von Benutzerzufriedenheitsdaten.
- **Benutzertests (14,14%)**
 - Beinhaltet die Beobachtung realer Benutzer, die mit der Software interagieren.
 - Ziel: Direkte Identifikation von Usability-Problemen.
- **Heuristische Evaluation (12,63%)**
 - Experten bewerten die Software anhand etablierter Usability-Prinzipien.
 - Ziel: Potenzielle Probleme aufdecken.
- **Interviews (10,35%)**
 - Direkte Gespräche mit Benutzern.
 - Ziel: Tiefgehende Einblicke in Usability-Bedenken und -Erfahrungen.
- **Lautes Denken (9,60%)**
 - Benutzer äußern ihre Gedanken während der Nutzung der Software.
 - Ziel: Echtzeit-Feedback zu ihren Interaktionen liefern.

Im Kontext der Ergebnisse der Studie, obwohl diese Methoden nicht zu den fünf am häufigsten verwendeten zählen (diese sind Umfrage/Fragebogen, Benutzertests, heuristische Evaluation, Interview und "Thinking AloudProtokoll), werden sie dennoch als anerkannte und wertvolle Techniken in der Usability-Evaluierung betrachtet.

Durch den Einsatz dieser Methoden verwenden Sie quantitative Datenanalyse, um die Benutzerfreundlichkeit zu evaluieren. Dieser Ansatz ermöglicht es, spezifische Probleme in der Benutzeroberfläche basierend auf dem tatsächlichen Nutzerverhalten zu identifizieren, was zu gezielteren und effektiveren Verbesserungen führt.

Die Studie von Srivastava et al. (2000)[**srivastava2000**] untersucht das Konzept des *Web Usage Mining*, bei dem Data-Mining-Techniken angewendet werden, um Nutzungsmuster aus Web-Daten zu entdecken. Ziel ist es, das Verhalten von Web-Nutzern zu verstehen und daraus Erkenntnisse für die Verbesserung von Web-Anwendungen zu gewinnen.

Die Autoren identifizieren verschiedene Arten von Web-Daten, darunter Inhaltsdaten, Strukturdaten, Nutzungsdaten und Benutzerprofildaten. Sie beschreiben einen dreistufigen Prozess des Web Usage Mining:

1. **Datenvorverarbeitung:** Reinigung und Transformation der Rohdaten, Identifikation von Benutzern und Sessions.
2. **Musterdetektion:** Anwendung von Data-Mining-Techniken wie Assoziationsanalyse und Clustering zur Identifikation von Nutzungsmustern.
3. **Musteranalyse:** Interpretation der entdeckten Muster, um nützliche Erkenntnisse zu gewinnen.

Die Studie zeigt, dass die Analyse von Nutzungsdaten wie Heatmaps, Fehlerzählungen, Klickanalysen und Verweildauer entscheidend ist, um das Nutzerverhalten zu verstehen und die Usability von Websites zu verbessern. Durch Web Usage Mining können spezifische Probleme in der Benutzeroberfläche identifiziert und gezielte Verbesserungen vorgenommen werden.

Die Autoren fanden heraus, dass Web Usage Mining in verschiedenen Anwendungsbereichen wie Personalisierung, Systemoptimierung, Website-Modifikation und Geschäftsanalysen wertvolle Einblicke liefert. Sie betonen jedoch auch die Herausforderungen, insbesondere in Bezug auf Datenqualität und Datenschutz.

Insgesamt unterstreicht die Studie die Bedeutung von Web Usage Mining als effektives Werkzeug zur Verbesserung von Web-Anwendungen durch ein besseres Verständnis des Nutzerverhaltens.

Diese Arbeit befasste sich mit der Sammlung und Darstellung von Daten, es wurden jedoch keine Data-Mining-Techniken angewendet. Es ist jedoch üblich, solche Methoden auf die gesammelten Daten anzuwenden, was zu interessanteren Erkenntnissen führen kann, wie in der Studie erwähnt.

In dieser Arbeit wurden stattdessen statistische Operationen durchgeführt, um einige Kennzahlen wie die Fehlerquote zu veranschaulichen.

2.1.3 Vergleich von Nutzerinterviews, Fragebögen und der Sammlung quantitativer Daten

In der Usability-Forschung gibt es verschiedene Methoden, um Nutzererfahrungen und -probleme zu evaluieren. Zu den häufig eingesetzten Ansätzen gehören qualitative Methoden wie Interviews und Fragebögen, die direkte Rückmeldungen der Nutzer einholen, und quantitative Ansätze wie das Logging und die Analyse von Nutzungsdaten. Nach eingehender Analyse und Berücksichtigung der Ergebnisse aus dem Papier *Extracting Usability Information from User Interface Events* von Hilbert und Redmiles [Hilbert2000] wurde entschieden, dass eine Kombination dieser Methoden die umfassendsten Erkenntnisse liefert.

2.1.4 Nutzerinterviews und Fragebögen

Nutzerinterviews und Fragebögen bieten eine direkte Möglichkeit, subjektive Rückmeldungen zu sammeln. Die Vorteile dieser Ansätze sind:

- **Qualitative Einblicke:** Diese Methoden liefern tiefgehende Informationen zu Meinungen, Zufriedenheit und Emotionen der Nutzer.
- **Flexibilität:** Während der Interaktion können gezielte Fragen gestellt werden, um spezifische Probleme zu beleuchten.
- **Direktes Feedback:** Nutzer äußern direkt wahrgenommene Schwächen oder Verbesserungsvorschläge.

Dennoch zeigen sich auch wesentliche Nachteile:

- **Subjektivität:** Ergebnisse hängen stark von individuellen Meinungen und Wahrnehmungen der Nutzer ab.
- **Hoher Aufwand:** Diese Methoden erfordern erheblichen Zeit- und Ressourcenaufwand.
- **Begrenzte Skalierbarkeit:** Sie sind für kleine Nutzergruppen geeignet, aber schwer auf größere Stichproben anzuwenden.
- **Fehlende Objektivität:** Die Erfassung tatsächlichen Nutzerverhaltens ist begrenzt.

2.2 Sammlung und Analyse quantitativer Daten

Der Ansatz von Hilbert und Redmiles [Hilbert2000] beschreibt die Vorteile der Erfassung von Nutzungsdaten, wie Mausbewegungen, Klicks und Navigationspfade, über automatisiertes Logging. Die wesentlichen Vorteile dieses Ansatzes sind:

- **Objektivität:** Die Erfassung basiert auf realem Nutzerverhalten und eliminiert subjektive Verzerrungen.

-
- **Automatisierung:** Daten können kontinuierlich und effizient gesammelt werden.
 - **Skalierbarkeit:** Die Methode eignet sich für große Nutzerzahlen und breite Analysen.
 - **Erkennung von Mustern:** Systematische Probleme, wie ineffiziente Workflows oder häufige Fehler, können identifiziert werden.

Allerdings gibt es auch Einschränkungen:

- **Fehlende qualitative Einblicke:** Emotionen oder Zufriedenheit der Nutzer können nicht direkt erfasst werden.
- **Komplexe Analyse:** Die Interpretation der Daten erfordert spezialisierte Expertise.
- **Abhängigkeit von Logging-Systemen:** Eine unzureichende Erfassung kann die Ergebnisse verzerren.

2.3 Erkenntnisse und Schlussfolgerung

Die Ergebnisse aus dem Papier von Hilbert und Redmiles [Hilbert2000] zeigen, dass die Kombination von qualitativen und quantitativen Ansätzen essenziell ist, um umfassende Usability-Einsichten zu gewinnen. Während Interviews und Fragebögen subjektive Erlebnisse und Zufriedenheit der Nutzer erfassen, bietet die Analyse quantitativer Daten objektive und skalierbare Einblicke in tatsächliches Nutzerverhalten. Das Event-Logging ermöglichte es, systematische Probleme zu identifizieren, die bei traditionellen Methoden übersehen wurden, wie ineffiziente Navigationspfade oder wiederkehrende Fehler.

Nach Prüfung der Ergebnisse wurde die Entscheidung getroffen, dass qualitative und quantitative Methoden nicht gegeneinander stehen, sondern sich ergänzen. Die Kombination beider Ansätze stellt sicher, dass sowohl die subjektiven als auch die objektiven Aspekte der Usability umfassend berücksichtigt werden können.

3 Kapitel 3

3.1 Anforderungen

- Ein Dashboard zur Darstellung von spezifischen UX- und Usability-Berichten, die durch das Modell erfasst wurden.
- Nur Benutzer mit Administratorrechten können auf das Dashboard zugreifen.
- Der Administrator hat die Möglichkeit, das Modell auf beliebigen Seiten ein- oder auszuschalten.

-
- Erfassung der Zeit, die Nutzer auf einer Seite verbringen, zur Analyse des Nutzeroaufwands.
 - Eine Heatmap mit Reihenfolgenverfolgung, um bestimmte Verhaltensmuster der Nutzer zu erkennen und visuell darzustellen.
 - Zusätzlich zur Reihenfolgen-Funktion sollen Bearbeitungs-Eingabefelder erkannt und angezeigt werden.
 - Die Heatmap wird dem Administrator im Dashboard zur Verfügung gestellt.
 - Fehler werden erfasst, gespeichert und im Dashboard angezeigt, wobei die Anzahl und die Position der Fehler besonders hervorgehoben werden.

4 Spezifikation der Erfassten UX-Daten in eDok

Zur systematischen Bewertung der Usability von eDok wird die Erfassung und Analyse spezifischer Datenarten priorisiert. Im Mittelpunkt steht die Sammlung von Interaktionsdaten, die durch den Einsatz von Heatmaps visualisiert werden. Diese ermöglichen detaillierte Einblicke in Navigationsmuster, identifizieren potenzielle Stolpersteine und decken ineffiziente Seitengestaltungen sowie suboptimale Darstellungen innerhalb der Anwendung auf. Ziel ist es, Schwachstellen in der Nutzerführung zu erkennen und datenbasierte Optimierungen der Benutzeroberfläche zu ermöglichen.

5 Implementierung der Heatmap

Diese Sektion beschreibt die Gestaltung und Implementierung einer Heatmap zur Nachverfolgung und Visualisierung von Nutzerinteraktionen in der eDok-Anwendung. Die Heatmap dient dazu, häufig genutzte Bereiche, Nutzerverhaltensmuster und fehleranfällige Interaktionen zu identifizieren, indem sie Daten zu Klicks, Fehlern und zeitlichen Metriken erfasst und darstellt.

5.1 Zweck und Ziele der Heatmap

Die Heatmap bietet eine visuelle Darstellung des Nutzerverhaltens und unterstützt Entwickler*innen dabei, die am häufigsten verwendeten Bereiche zu erkennen und Usability-Probleme zu identifizieren. Die Anzeige der Klickreihenfolge über Linienverbindungen hilft dabei, den Navigationsfluss innerhalb der Anwendung besser zu verstehen. Fehlerpunkte werden zudem in der Heatmap hervorgehoben und in einem separaten Admin-Dashboard für umfassende Berichte angezeigt. So können schwerwiegende Fehlerquellen identifiziert und priorisiert behoben werden.

5.2 Datenerfassung und Speicherung

Um die Heatmap-Funktionalität zu realisieren, werden verschiedene Arten von Interaktionsdaten erfasst und in einer strukturierten Datenbank gespeichert. Das Datenbankschema wurde so gestaltet, dass es zeitbasierte Nachverfolgung, Fehleraufzeichnung und Vergleich zwischen verschiedenen Versionen ermöglicht.

5.2.1 Interaktionen-Tabelle

Die *interaktionen*-Tabelle speichert jede Nutzerinteraktion, einschließlich der Koordinaten der Klicks, der Klickreihenfolge und der Zeit, die zwischen den aufeinanderfolgenden Klicks vergangen ist. Diese Tabelle bildet die Grundlage für die Erstellung der Heatmap und die Analyse der Klickreihenfolge. Das Schema der Tabelle ist wie folgt:

Tabelle 1: Schema der Interaktionen-Tabelle

Spalte	Datentyp	Beschreibung
id	BIGINT	Primärschlüssel für die Interaktion
session_id	BIGINT	Fremdschlüssel zur Zuordnung der Sitzung, in der die Interaktion stattfand
x	FLOAT	X-Koordinate des Klicks (normalisiert)
y	FLOAT	Y-Koordinate des Klicks (normalisiert)
click_order	INT	Reihenfolge des Klicks innerhalb der Sitzung
click_count	INT	Anzahl der Klicks an dieser Position
timestamp	TIMESTAMP	Zeitpunkt der Interaktion
duration_from_last	INT	Zeit in Sekunden seit der vorherigen Interaktion

Das Feld *duration_from_last* erlaubt es, die Zeitspanne zwischen den einzelnen Klicks zu verfolgen, was hilfreich ist, um Verzögerungen oder Unsicherheiten in bestimmten Bereichen zu erkennen.

5.2.2 Fehler-Tabelle

Die *fehler*-Tabelle erfasst auftretende Fehler in der Anwendung und zeichnet die Häufigkeit, Art des Fehlers sowie den spezifischen Ort auf. Dies ermöglicht eine historische Analyse der Fehlerpunkte und unterstützt die Identifikation kritischer Fehlerquellen. Das Schema ist in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2: Schema der Fehler-Tabelle

Spalte	Datentyp	Beschreibung
id	BIGINT	Primärschlüssel für den Fehlerdatensatz
session_id	BIGINT	Fremdschlüssel zur Zuordnung der Sitzung, in der der Fehler auftrat
error_type	VARCHAR	Art des Fehlers (z.B. UI, Server, etc.)
location	VARCHAR	Spezifischer Ort in der Anwendung (Seite oder Komponente)
error_count	INT	Anzahl der Fehler dieses Typs
timestamp	TIMESTAMP	Zeitpunkt des Fehlersauftretens

Da Fehler in der Heatmap durch markierte Punkte angezeigt werden, kann die Häufigkeit und Lage von Fehlern für Entwickler*innen unmittelbar ersichtlich gemacht werden. Außerdem werden detaillierte Berichte zu Fehlern im Admin-Dashboard zur Verfügung gestellt.

5.2.3 Sitzungen- und Versionen-Tabellen

Die *sitzungen*-Tabelle speichert Metadaten zu jeder Sitzung, einschließlich der Start- und Endzeiten sowie der Gesamtzeit, die in der Sitzung verbracht wurde. Die *versionen*-Tabelle erfasst die Details der einzelnen Anwendungs-Versionen, sodass Vergleiche des Nutzerverhaltens zwischen verschiedenen Versionen ermöglicht werden.

Tabelle 3: Schema der Sitzungen-Tabelle

Spalte	Datentyp	Beschreibung
id	BIGINT	Primärschlüssel der Sitzung
version_id	BIGINT	Fremdschlüssel zur Zuordnung der Anwendungs-Version
start_time	TIMESTAMP	Startzeit der Sitzung
end_time	TIMESTAMP	Endzeit der Sitzung
duration	INT	Gesamtdauer der Sitzung in Sekunden

Mit diesen Tabellen können historische Vergleiche durchgeführt werden, die Erkenntnisse über die Entwicklung des Nutzerverhaltens im Laufe der Zeit liefern.

5.3 Visualisierung der Heatmap

Die Visualisierung der Heatmap wird mithilfe von JavaScript und Canvas implementiert, um Nutzerinteraktionsdaten auf der Benutzeroberfläche anzuzeigen. Jeder Klick wird als farbiger Punkt dargestellt, wobei die Farben die Intensität der Interaktionen anzeigen (z.B. wärmere Farben für häufigere Klicks). Eine Verbindungslinie zeigt die

Reihenfolge der Klicks und kann mithilfe einer Umschalttaste an- oder ausgeschaltet werden.

Ein Fehlerpunkt wird durch eine besondere Markierung auf der Heatmap hervorgehoben, wenn ein Klick eine Fehlermeldung ausgelöst hat. Diese Visualisierung hilft dabei, kritische Interaktionspunkte zu erkennen und zu priorisieren.

5.4 Zeitbasierte Analyse des Nutzerverhaltens

Zeitmetriken sind entscheidend, um die Effizienz und den Ablauf der Nutzerinteraktionen zu verstehen. Die Implementierung umfasst die Verfolgung der Zeit zwischen Klicks, der Gesamtdauer jeder Sitzung sowie der Zeit, die auf bestimmten Benutzerflüssen oder Seiten verbracht wird. Diese Metriken werden in der *zeit_metriken*-Tabelle gespeichert (siehe Tabelle 4).

Tabelle 4: Schema der Zeit-Metriken-Tabelle

Spalte	Datentyp	Beschreibung
id	BIGINT	Primärschlüssel für die Zeit-Metrik
session_id	BIGINT	Fremdschlüssel zur Zuordnung der Sitzung
metric_name	VARCHAR	Name der Metrik (z.B. zeit_auf_seite, flow_time)
start_time	TIMESTAMP	Startzeit für die Metrik
end_time	TIMESTAMP	Endzeit für die Metrik
duration	INT	Dauer in Sekunden

Mit dieser Struktur ist es möglich, erweiterte Analysen durchzuführen, wie z.B. die Identifikation von langsamen Navigationsflüssen, die Messung der Zeit zur Erledigung bestimmter Aufgaben und die Verfolgung von Effizienzveränderungen über verschiedene Versionen der Anwendung hinweg.

5.5 Herausforderungen bei der Implementierung

Die Hauptschwierigkeiten bei der Implementierung der Heatmap und der zeitbezogenen Funktionen umfassen das Management großer Datenmengen, die Sicherstellung der Datenintegrität und die Gewährleistung der Anwendungsperformance. Zur Bewältigung dieser Herausforderungen wurden die folgenden Maßnahmen ergriffen:

- **Datenmanagement:** Da Interaktions- und Fehlerdaten schnell anwachsen können, wurden effiziente Speicher- und Abfragemechanismen implementiert, einschließlich Indexierung und Partitionierung.
- **Datenintegrität:** Die präzise Erfassung der Zeitdaten erfordert eine konsistente Sitzungsverfolgung und Synchronisation zwischen Client und Server.

-
- **Performance-Optimierung:** Das Rendern einer Heatmap mit Echtzeitdaten-Updates kann ressourcenintensiv sein. Durch die Verwendung von Canvas-basiertem Rendering und selektiver Datenaggregation wird die Performance verbessert.

5.6 Zusammenfassung

Die Heatmap und die zeitbezogenen Metriken bieten wertvolle Einblicke in das Nutzerverhalten in der eDok-Anwendung und ermöglichen kontinuierliche Verbesserungen der UX und Usability. Durch die Visualisierung der Interaktionsmuster, die Hervorhebung fehleranfälliger Bereiche und die Analyse zeitlicher Metriken stellt die Heatmap ein effektives Werkzeug zur Identifizierung und Optimierung von Nutzererlebnissen dar.