

FernUniversität in Hagen

Einsatz von Digital Nudging zur nachhaltigen Verbesserung von Abfallentsorgungsprozessen in Smart Citys – Entwicklung eines Gestaltungsmodells und prototypische Konzeption

Masterarbeit
im Studiengang Wirtschaftsinformatik

Vorgelegt der Fakultät für Wirtschaftswissenschaft
der FernUniversität in Hagen
Lehrstuhl für Betriebswirtschaftslehre,
insbesondere Betriebliche Anwendungssysteme

Von: Jobin Strunk

Gutachter: Univ.-Prof. Dr. Stefan Smolnik

Betreuer: Dr. Katharina Ebner

Abgabe am: 29.12.2022

Wintersemester 2022/2023, 6. Studiensemester

Kurzfassung (Abstract)

Smart-Waste-Systeme (SWS) werden im aktuellen wissenschaftlichen Diskurs überwiegend unter einer technischen Perspektive betrachtet. Die fehlende Betrachtung der SWS unter einer soziotechnischen Perspektive steht dabei im Kontrast zu den Ursachen der Verschmutzung in Städten. Zur Verbesserung der Stadtsauberkeit ist es notwendig den Abfallentsorgungsprozess nicht erst ab dem Moment zu betrachten, in dem der Abfall in den Prozess eingebracht wurde, sondern Bürger bereits vorher durch den Einsatz von Motivationselementen zu einem korrekten Abfallverhalten zu führen. Die vorliegende Arbeit betrachtet, Abfallentsorgungsprozesse und die dafür eingesetzten Systeme aus einer soziotechnischen Perspektive und erweitert somit den aktuellen wissenschaftlichen Diskurs. Konkret wird die Forschungsfrage: „Wie und mit welchen Elementen sollten Anwendungen gestaltet werden, um Benutzer von SWSen zu aktivieren ihr Abfallverhalten zu verbessern?“ bearbeitet. Zu diesem Zweck wird ein prototypisches Konzept einer Smartphone-Anwendung aufbauend auf einem Gestaltungsmodell entworfen sowie Ansätze eines SWSs und des digitalen Nudgings mit dem Konzept der Gamification verknüpft, um durch sinnvolles Engagement Nutzer zu einer Verhaltensänderung zu motivieren korrektes Abfallverhalten zu zeigen. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde keine Evaluation des prototypischen Konzeptes durchgeführt. Dennoch wurden die Ergebnisse kritisch gewürdigt und es bedarf einer Kombination des Nudgings mit Prinzipien aus dem Bereich der persuasiven Systeme und der Gamification, damit das prototypische Konzept das Potenzial besitzt, von den Bürgern adoptiert zu werden, zielgerichtet zu wirken und langfristig genutzt zu werden.

Schlüsselwörter: Smart-Waste-System, Smart City, Nudging, Gamification, Design-Science, soziotechnisches System

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung (Abstract)	I
Abbildungsverzeichnis	II
Tabellenverzeichnis	III
Abkürzungsverzeichnis	4
1 Einleitung	5
2 Theoretische Grundlagen	8
2.1 <i>Persuasive Systeme, Nudging und Gamification</i>	8
2.2 <i>Smart-Waste-Systeme</i>	12
2.3 <i>Analytischer Rahmen der Arbeit</i>	18
3 Forschungsmethode und Vorgehen	20
3.1 <i>Literaturrecherche</i>	20
3.2 <i>Design-Science-Research</i>	21
4 Erarbeitung des prototypischen Konzeptes	25
4.1 <i>Anforderungsanalyse</i>	25
4.1.1 <i>Technische Anforderungen</i>	26
4.1.2 <i>Verwaltungsseitige Anforderungen</i>	27
4.1.3 <i>Soziotechnische Anforderungen</i>	28
4.2 <i>Designprinzipien</i>	31
4.2.1 <i>Benutzerorientierte Prinzipien</i>	33
4.2.2 <i>Systemorientierte Prinzipien</i>	36
4.2.3 <i>Kontextorientierte Prinzipien</i>	37
4.3 <i>Designfeatures</i>	37
4.3.1 <i>Zwischenfazit</i>	45
4.4 <i>Wirkungsweise der Smartphone-Anwendung in einem prototypischen Szenario</i>	46
5 Diskussion	49
5.1 <i>Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse</i>	49
5.2 <i>Limitationen</i>	51
5.3 <i>Ausblick und weiterer Forschungsbedarf</i>	51
6 Zusammenfassung	53
7 Literaturverzeichnis	54
Anhang	62

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Gamification und Nudging im Kontext der persuasiven Systeme (eigene Darstellung).....	12
Abb. 2: Schematische Darstellung eines SWSs (eigene Darstellung).....	15
Abb. 3: Stufen eines (Smart) Waste Management Systems in der Praxis (eigene Darstellung).....	16
Abb. 4: Architektureller Überblick des Stufen 4 eines SWSs mit Fokus auf der soziotechnischen Perspektive (eigene Darstellung)	19
Abb. 5: DSR-Framework für die Arbeit (angelehnt an Hevner 2004).....	24
Abb. 6: Oberfläche Herausforderungen.....	39
Abb. 7: Oberfläche Navigation	40
Abb. 8: Oberflächen Fortschrittsvisualisierung	41
Abb. 9: Oberfläche Affirmation und Punkte	43
Abb. 10: Oberfläche Abzeichen	44
Abb. 11: Gestaltungsmodell des prototypischen Konzeptes	46
Abb. 12: Prototypisches Szenario	48

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Schritte zur Erstellung von Nudges (Schneider et al. 2018)	9
Tab. 2: Nudgingprinzipien (Thaler et al. 2008; Weinmann et al. 2016)	10
Tab. 3: Häufig verwendete Spiel-Design Elemente (Blohm und Leimeister 2013; Kankanhalli et al. 2012).....	11
Tab. 4: Übersicht über Anwendungskonzepte und Einsatzmöglichkeiten von Smart- Waste-Systemen	14
Tab. 5: Merkmale der Workshopteilnehmer.....	23
Tab. 6: Vorgehen bei der Erarbeitung des prototypischen Konzeptes	25
Tab. 7: Übersicht über die Designprinzipien	32

Abkürzungsverzeichnis

DA	Designanforderung
DF	Designfeature
DP	Designprinzip
DSR	Design Science Research
IS	Informationssystem
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologien
SDE	Spiel-Design-Elemente
SWS	Smart-Waste-System

1 Einleitung

Der Einsatz und die Verwendung von modernen und nachhaltigen Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) ermöglicht es Bürgern, stärker an Prozessen in der Stadt zu partizipieren (Giffinger et al. 2007; Tadili und Fasly 2019). Teilbereiche dieser Partizipation sind bspw. die Überwachung, Steuerung und Reduzierung des eigenen Energie- und Ressourcenverbrauchs (Dinh et al. 2020; Kramers et al. 2014) sowie die effizientere und umweltfreundlichere Gestaltung alltäglicher Routinen, wie dem Pendeln zur Arbeit (Anschütz et al. 2020). Ein relevanter Bereich, der im Forschungsstrang der nutzerorientierten und nachhaltigen urbanen IKT in Städten, bisher weitgehend vernachlässigt wurde, ist der des Abfallmanagements (Helmefalk und Rosenlund 2020; Hoffmann und Pfeiffer 2021; Kamm et al. 2020). Ansätze wie das Abfallmanagement in Städten, unter Einsatz von IKT, effizienter gestaltet werden kann, betrachten vorwiegend Szenarien, in denen der Abfall bereits in den Entsorgungsprozess eingebracht wurde (Akshayaa et al. 2021; Castro Lundin et al. 2017; Xenya et al. 2020). In Kontrast dazu steht: In öffentlichen innerstädtischen Bereichen liegt die Basis für entstehende Verschmutzungen in der inkorrekten und illegalen Entsorgung von Abfällen (Chaudhary et al. 2021). Grünanlagen, öffentliche Plätze oder Gehwege werden verschmutzt, weil Müll nicht in entsprechende Abfalleimer eingeworfen wird (Weiske 2022). Das Fehlverhalten kann dabei durch mangelnde Möglichkeiten zur Abfallentsorgung, überfüllte Behälter sowie eine innere Einstellung den Müll nicht korrekt zu entsorgen, ausgelöst werden (Hansmann und Steimer 2017). Mittel- bis langfristig sollte die Reduktion der anfallenden Abfälle angestrebt werden. Kurzfristig muss der Herausforderung des fehlerhaften Abfallverhaltens jedoch dadurch begegnet werden Bürger für ihr Verhalten zu sensibilisieren (Hansmann und Steimer 2017) und zu einer Verhaltensänderung zu bewegen (Briones et al. 2018).

Einen möglichen Ansatz die Bürger zu sensibilisieren und niedrigschwellig zu einer Verhaltensänderung zu bewegen, bieten Konzepte des Nudgings (deutsch: „schubsen“) (Ly et al. 2013; Ranchordás 2019; Thaler und Sunstein 2008). Nudging beschreibt das Vorgehen, einen Benutzer innerhalb einer (digitalen) Umgebung - bspw. auf Webseiten oder Anwendungen - mithilfe der gezielten Nutzung von Gestaltungselementen, in seinem Entscheidungsverhalten systematisch und vorhersagbar zu beeinflussen (Weinmann et al. 2016). Diese aktive Gestaltung der Entscheidungssituation, in die Richtung einer gewünschten Ausprägung, beschränkt sich dabei nicht auf Entscheidungen im digitalen Raum, sondern kann (und soll unter spezifischen Umständen) auch zu Manifestationen in der realen, physischen Welt führen (Thaler und Sunstein 2008; Weinmann et al. 2016). Beim digitalen Nudging werden dazu unter anderem Spiel-Design-Elemente aus dem Bereich der Gamification verwendet (Auf

et al. 2021), also aus Spielen bekannte Elemente in einem spielfremden Kontext eingesetzt (Deterding et al. 2011). Der Einsatz des Nudgings und der Gamification wurden dabei im Bereich der Abfallentsorgung und dem Recyclingverhalten von Privathaushalten bereits mit positiven Ergebnissen untersucht (Briones et al. 2018; Helmfalk und Rosenlund 2020; Hoffmann und Pfeiffer 2021). Eine erfolgreiche Übertragung der Konzepte auf das Abfallverhalten der Bürger im öffentlichen Raum birgt somit das Potential einen Beitrag zur Verbesserung der öffentlichen Stadtsauberkeit zu leisten.

Für Stadtverwaltungen bietet sich in der Nutzung eines Smart-Waste-System (SWS) eine Möglichkeit Prinzipien des Nudgings mittels Gamification umzusetzen (Helmfalk und Rosenlund 2020), um den oben benannten Herausforderung der Verschmutzung in Städten zu begegnen. Die vorliegende Arbeit definiert SWSe, in Anlehnung an (Ebner et al. 2019), als intelligente, proaktive und nachhaltige Systeme, zur Lenkung des urbanen Abfallmanagements durch die Nutzung moderner IKT sowie dem Einbezug der Bürger mit dem Ziel die Abfallentsorgungsprozesse nachhaltig zu verbessern. SWSe werden durch die Kombination verschiedener Technologien, wie bspw. intelligente Abfallbehälter (engl. Smart Bins), dem Internet der Dinge, Anwendungen für mobile Endgeräte und dem Einsatz von Technologien des maschinellen Lernens gestaltet (Baby et al. 2017; Mustafa und Ku Azir 2017). Die Einführung von SWSen kann einen Teilschritt im Transformationsprozess von Städten hin zu einer intelligenten Stadt (engl. Smart City) darstellen (Franchina et al. 2021). Eine Smart City ist eine Stadt, die in den Handlungsfeldern Smart Mobility, Smart Government, Smart People, Smart Economy, Smart Environment sowie Smart Living zukunftsweisende Leistungen erbringt (Giffinger et al. 2007). SWSe können dabei in das Handlungsfeld Smart Environment eingeordnet werden (Elmustafa und Mujtaba 2019; Rahmayanti et al. 2018). Innerhalb der aktuellen wissenschaftlichen Diskussion liegt der Fokus der Ausarbeitungen zu SWSen meist auf der technischen Umsetzung und Implementierung intelligenter Mülleimer (Castro Lundin et al. 2017). Murugaanandam et al. beschreiben bspw. eine Architektur für intelligente Abfallbehälter, die mittels Ultraschall-Sensoren die Füllstände dieser Abfallbehälter ermitteln, durch Infrarot-Sensoren die Umgebung des Mülleimers überwachen und die ermittelten Daten über Mikrocontroller anschließend online bereitstellen (2018). Ähnliche Ansätze lassen sich auch bei Castro Lundin et al. feststellen, die jedoch auf einer abstrakteren Ebene auch die Einflüsse der Bedürfnisse der Stakeholder und die administrativen Herausforderungen im Rahmen einer konkreten Implementierung betrachten (2017). Der Erweiterung der Betrachtung eines SWS über die Ebene einer technischen Implementierung hinaus bedarf es, weil intelligente Abfallbehälter, allein keinen Einfluss auf die Motivationen der Bürger ausüben können, Abfälle adäquat zu entsorgen (Tadili

und Fasly 2019). Es bedarf äußerer Motivationsfaktoren (Zhang und Zhu 2020) sowie eine Ansprache intrinsischer Faktoren, um eine langfristige Nutzung solcher Systeme sicherzustellen (Guna et al. 2022).

Die vorliegende Arbeit hat das Ziel Abfallentsorgungsprozesse und die dafür eingesetzten Systeme unter einer soziotechnischen Perspektive zu betrachten. Durch die Einnahme dieser Betrachtungsweise erweitert die Arbeit den aktuellen wissenschaftlichen Diskurs, indem im Betrachtungsrahmen der Smart City auf die Partizipation der Bürger abgestellt und die Rolle dieser an den Entsorgungsprozessen betont wird. Dazu sollen Ansätze eines SWSs und des digitalen Nudging mit der Unterstützung von Gamification verknüpft werden. Abgebildet in einer konkreten Fragestellung (F) soll diese Arbeit untersuchen:

F: Wie und mit welchen Elementen sollten Anwendungen gestaltet werden, um Benutzer von SWSen zu aktivieren, ihr Abfallverhalten zu verbessern?

Zu diesem Zweck wird ein prototypisches Konzept einer Smartphone-Anwendung aufbauend auf einem Gestaltungsmodell entworfen (Hevner et al. 2004; Liu et al. 2017). Das zu erarbeitende Konzept will durch die Ausgestaltung von Motivationsfaktoren und der Schaffung von sinnvollem Engagement (Liu et al. 2007) eine Verhaltensänderung bei Bürgern anregen. Die Bürger sollen im öffentlichen Raum ihre Handlungen in die Richtung verändern Abfälle in den Entsorgungsprozess einzubringen.

Im folgenden Kapitel 2 werden grundlegende Begriffe für die Arbeit erläutert, in die Thematik der Smart City, der SWSe sowie des Nudgings und der Gamification eingeführt und diese in den Kontext der Arbeit eingeordnet. Kapitel 3 legt die Methodik, das Vorgehen und den Analyserahmen der Forschung dar. Im Kapitel 4 wird ein prototypisches Konzept für die Gestaltung einer Smartphone-Anwendung in einem SWS erarbeitet. Die Ergebnisse der Arbeit werden im Kapitel 5 diskutiert und kritisch gewürdigt. Abschließend bietet das Kapitel 6 eine zusammenfassende Betrachtung der Arbeit.

2 Theoretische Grundlagen

Im Kapitel 2 werden die theoretischen Grundlagen für die weitere Arbeit betrachtet. Dazu werden die Begriffe des persuasiven Systems, (digital) Nudging, Gamification sowie Smart-Waste-System im Kontext der Smart City definiert und erörtert. Zum Ende der folgenden Unterkapitel erfolgt eine kurze Einordnung der Konzepte in den Kontext der vorliegenden Arbeit.

2.1 Persuasive Systeme, Nudging und Gamification

Ursprünglich definierte Fogg persuasive Technologien als interaktive IS, die darauf abzielen, das Verhalten oder die Einstellung von Benutzern zu ändern, ohne dabei einen Zwang auf den Benutzer auszuüben (2002). Mit einem stärkeren Fokus auf die soziotechnische Perspektive sollen für die vorliegende Arbeit persuasive Systeme als soziotechnische Informationssysteme definiert werden, die darauf ausgerichtet sind Einstellungen, Verhaltensweisen oder beides, zu verstärken, zu ändern oder zu formen, ohne dabei auf den Benutzer Zwang auszuüben oder diesen mit Täuschung dazu zu bewegen (Oinas-Kukkonen und Harjumaa 2008). Der Einsatz von persuasiven Systemen erfolgt, innerhalb eines Persuasionskontextes, der durch die Überzeugungsabsicht desjenigen geprägt wird, der das persuasive System gestaltet (Oinas-Kukkonen und Harjumaa 2009). Die Überzeugungsabsicht geht dabei von denjenigen aus, die die Absicht haben, Einstellungen oder das Verhalten von Personen zu beeinflussen (Oinas-Kukkonen und Harjumaa 2009). Des Weiteren ist das Überzeugungsevent ein Teil des Überzeugungskontextes und beinhaltet den Nutzungskontext, Einstellungen, Ziele und Motivationen des Benutzers sowie die eingesetzte Technologie (Oinas-Kukkonen und Harjumaa 2009). Abschließend umfasst der Überzeugungskontext noch die eingesetzte Überzeugungsstrategie die auf die emotionale Wahrnehmung des Benutzers ausgerichtet ist und über eine geeignete Route erfolgen soll (Oinas-Kukkonen und Harjumaa 2009). Eine Möglichkeit den Überzeugungsprozess umzusetzen, bietet das Nudging. Nudging, welches ursprünglich der Verhaltensökonomie entstammt, befasst sich mit der gezielten Gestaltung von Entscheidungssituationen (Thaler und Sunstein 2008). Ein Nudge ist dabei eine subtile Art der Beeinflussung, die das Verhalten oder die Entscheidungsfindung einer Person in eine bestimmte Richtung lenken soll, ohne dass sie sich dessen bewusst ist (Thaler und Sunstein 2008). Die Entscheidungssituationen werden durch einen Entscheidungsarchitekten erstellt, um das Entscheidungsverhalten von Menschen systematisch, in eine gewünschte Richtung, zu beeinflussen (Thaler et al. 2012; Thaler und Sunstein 2008). Innerhalb der aktiv gestalteten Entscheidungssituationen wird durch die Präsentation der Entscheidung das Verhalten des Entscheidenden systematisch und vorhersagbar beeinflusst (Thaler und Sunstein 2008; Weinmann et al. 2016). Die aktive

Gestaltung dieser Entscheidungssituationen ist dabei essenziell für das Ergebnis, da Menschen nicht rein rationale Entscheidungen fassen, sondern die Entscheidungen auch in einer Abhängigkeit von der Präsentation der Alternativen stehen (Johnson und Goldstein 2003; Weinmann et al. 2016). Während des Nudgings werden keine Alternativen verboten, um den Entscheidenden in seiner Wahl nicht zu behindern und dessen Freiheit nicht einzuschränken, jedoch wird die vom Architekten präferierte Entscheidung vorbereitet (Thaler und Sunstein 2003). Das (digital) Nudging bezeichnet eine Teilmenge des Nudgings und befasst sich grundlegend mit der Übertragung von Erkenntnissen des Nudgings in digitale Handlungsräume wie bspw. Webseiten oder ERP-Anwendungen, die eine Entscheidung des Menschen benötigen, um Prozesse durchzuführen (Weinmann et al. 2016). Die nachfolgende Tabelle 1 fasst die Ergebnisse von Schneider et al. zusammen, die für den erfolgreichen Einsatz von (digital) Nudging vier Schritte erarbeitet haben (2018).

Schritte	Beschreibung
1) Definition des Ziels	Zunächst muss das Ziel des Nudge eruiert werden genauso wie die Frage welche Entscheidung beeinflusst werden soll. Diese Grundlagen determinieren die Auswahl des einzusetzenden Nudges.
2) Verstehen des Benutzers	Entscheidungen werden von Heuristiken und kognitiven Biases beeinflusst. Diese Einflussfaktoren zu bestimmen und zu beachten ist obligatorisch, damit die Entscheidungssituation nicht versehentlich derart ausgestaltet wird, dass Menschen zu Entscheidungen geführt werden, die nicht im Einklang mit den übergeordneten Zielen stehen.
3) Gestaltung des Nudges	Der Nudge wird unter Berücksichtigung der verfügbaren Design-Elemente sowie dem Typ der Entscheidungssituation (bspw. binäre, diskrete oder kontinuierliche Entscheidung) und den Einflussfaktoren (Heuristiken, Biases) konzipiert. Der Nudge soll dabei einen größtmöglich positiven Effekt auf die Entscheidung ausüben, um das Ergebnis in die gewünschte Richtung zu beeinflussen.
4) Test des Nudges	Der Einfluss des Nudges auf die Entscheidungssituation wird durch experimentelle Forschung überprüft. Der Entscheidungskontext sowie verschiedene Entscheidergruppen sollten berücksichtigt werden.

Tab. 1: Schritte zur Erstellung von Nudges (Schneider et al. 2018)

Die konkrete Umsetzung von Nudges kann verschiedene Ausprägungen annehmen: je nach Typ der Entscheidungssituation, des Entscheidungskontextes sowie der Zielgruppe der Entscheidenden. Die Tabelle 2 beinhaltet eine Übersicht über eine Auswahl von Prinzipien des Nudgings inklusive einer Beschreibung der Wirkungsweise und einem erläuternden Beispiel.

Nudging Prinzip	Beschreibung	Beispiel/Anwendung
Anreize	Anreize werden gesetzt, um das Verhalten des Entscheidenden zu beeinflussen.	Während einer Fahrt werden dem Fahrer aktuelle Verbrauchsdaten angezeigt, damit er umweltschonender fährt.
Abbildern von Informationen	Informationen werden abstrahiert dargestellt, um diese für den Entscheidenden einfacher verständlich zu machen.	Beim Drucken von Fotos wird anstelle einer Angabe von Megapixeln eine maximal druckbare Fotogröße angezeigt.
Rückmeldungen	Entscheider erhalten in Echtzeit eine Rückmeldung zu ihrem aktuellen Verhalten, um dieses zu beeinflussen.	Interaktive, elektronische Verkehrsschilder zeigen aufgrund von gemessener Geschwindigkeit ein lachendes oder ein trauriges Gesicht an.
Strukturierung komplexer Entscheidungen	Entscheidende bekommen anstelle einer komplexen Entscheidung mehrere einfache Entscheidungssituationen präsentiert.	Bei der Buchung eines Hotelaufenthaltes können verschiedene Optionen für Zimmerausstattungen, Gepäck- und Reise-rücktrittsversicherungen nacheinander ausgewählt werden.

Tab. 2: Nudgingprinzipien (Thaler et al. 2008; Weinmann et al. 2016)

Zur konkreten Umsetzung der Prinzipien des Nudgings kann auf Elemente der Gamification zurückgegriffen werden. Der Begriff der Gamification beschreibt den Einsatz von Spiel-Design-Elementen in spielfremden Kontexten (Deterding et al. 2011). Dieser Definition soll in der vorliegenden Arbeit gefolgt werden, um die Anwendung der Gamification in einem Gesamtkontext zu betrachten und nicht auf vorher festgelegt Ziele zu limitieren (Anschütz et al. 2020). Hamari et al. extrahierten in ihrer Arbeit, auch unter Berücksichtigung von Aspekten aus der Informationssystem-Forschung, drei grundlegende Eigenschaften einer Anwendung, die im Rahmen der Gamification beachtet werden sollten (2014):

1. die Implementierung von Motivationsangeboten,
2. die resultierenden psychologischen Ergebnisse,
3. die resultierenden Ergebnisse des/der Verhaltens(-änderung).

Im Rahmen der Gamification einer Anwendung beschreiben Spiel-Design-Elemente (SDE) die Spiel-Mechaniken und Spiel-Dynamiken (Zichermann und Cunningham 2011). Spiel-Mechaniken sind funktionale Komponenten, um verschiedene Aktions- und Kontrollmechanismen wie bspw. Punkte-Systeme, Ranglisten und Stufen bereitzustellen. Demgegenüber stehen die Spiel-Dynamiken, die die Reaktionen der Benutzer auf die Nutzung der implementierten Mechanismen bestimmen (Augustin et al. 2016). Tabelle 3 zeigt eine Zusammenführung der Arbeiten von Kankanhalli et al.

(2012) zu Spiel-Design-Elementen, die sich auf die Arbeit von Deterding et al. (2011) sowie Blohm und Leimeister (2013) stützt. Gegenstand der Tabelle 3 sind in der Literatur populäre Spiel-Design Elemente mit den zugehörigen Spiel-Mechaniken und Spiel-Dynamiken.

Spiel-Design-Element/ Spiel-Mechanik	Spiel-Dynamik	Beschreibung
Punkte	Sammeln	Benutzer können durch Teilnahme und Leistungen verschiedene Arten von Punkten sammeln.
Abzeichen	Sammeln	Benutzer können Abzeichen sammeln, welche visuell ihre erbrachten Leistungen und erfüllten Aufgaben zeigen.
Ranglisten	Wettbewerb	Es soll Wettbewerb unter den Benutzer erzeugt werden, indem diese sich mit anderen durch die Position in einer Auflistung vergleichen können.
Stufen & Status	Statuserwerb	Stufen dienen dazu, Fortschritt in einem Spiel anzuzeigen. Dabei können diese quantitativ (als Zahl) oder qualitativ (als Bezeichnung: „Novice“, „Expert“) gestaltet werden.
Quests & Challenges	Herausforderung	Benutzer werden durch vordefinierte Aufgaben geführt. Sie unterstützen darüber hinaus unerfahrene Benutzer beim Erlernen des Spiels.
Fortschrittsanzeige	Herausforderung	Ein visuelles Werkzeug, das den Fortschritt der Benutzer und den verbleibenden Aufwand bis zu einem Ziel präsentiert. Es soll die Benutzer motivieren, ein vorher festgelegtes Ziel zu erreichen.

Tab. 3: Häufig verwendete Spiel-Design Elemente (Blohm und Leimeister 2013; Kankanhalli et al. 2012)

Durch den Einsatz von Gamification in Informationssystemen kann ein Benutzer zu einer langfristigen Verwendung eines Informationssystems motiviert werden, indem der Benutzer seine Erfahrungen der Nutzung (experiential outcomes) mit den Ergebnissen der Benutzung (instrumental outcomes) verbindet (Liu et al. 2017; Wiethof et al. 2021). Diese Verbindung wird auch als Dual-Outcome-Prinzip bezeichnet und definiert sinnvolles Engagement der Benutzer (Liu et al. 2017; Wiethof et al. 2021). Die Ergebnisse der Benutzung einer Anwendung sind in der Regel direkt erkennbar. Die Erfahrungswerte sind individuell und können sich bspw. in der Zufriedenheit mit der Anwendung und der Freude während der Benutzung äußern. Das sinnvolle Engagement ist auch mit Handlungen verbunden, die Anreize für persönliches Engagement schaffen. Für körperlichen, kognitiven und emotionalen Einsatz erhalten die Nutzenden als Gegenleistung ein Gefühl der Sinnhaftigkeit, wenn sie sich während der Handlung wertvoll, geschätzt und nutzbringend empfinden und sich die Handlung auszahlt, bspw. in Form einer Belohnung (Beranek et al. 2014).

Sowohl das Nudging in digitalen Räumen als auch das Konzept der Gamifizierung von ISEN sind als Teilbereiche des Forschungsstranges der persuasiven Systeme anzusehen (De Troyer 2021; Deterding 2014; Werbach 2014). Durch die enge Verwandtschaft der einzelnen Gebiete der persuasiven Systeme, des Nudgings und der Gamification sind trennscharfe Abgrenzungen der Konzepte und Umsetzungen schwierig (Krath und von Kortzfleisch 2021). Als grundlegender Unterschied zwischen den Konzepten kann herausgestellt werden: Das Nudging besitzt einen stärkeren Bezug zu konkreten Resultaten, da die Richtung, in welche der Benutzer gelenkt werden soll, im Vorfeld definiert ist (Thaler et al. 2012). Der Ansatz der Gamification bezieht sich in seinem Kern hingegen nicht darauf, dass eine konkrete Handlung ausgeführt werden soll, sondern darauf Handlungen attraktiver zu gestalten, um Benutzer zu motivieren diese auszuführen (Deterding et al. 2011; Liu et al. 2017). In Abbildung 1 wird die Verwandtschaft und die Überschneidung der eingeführten Konzepte der persuasiven Systeme, der Gamification und des Nudgings schematisch dargestellt.

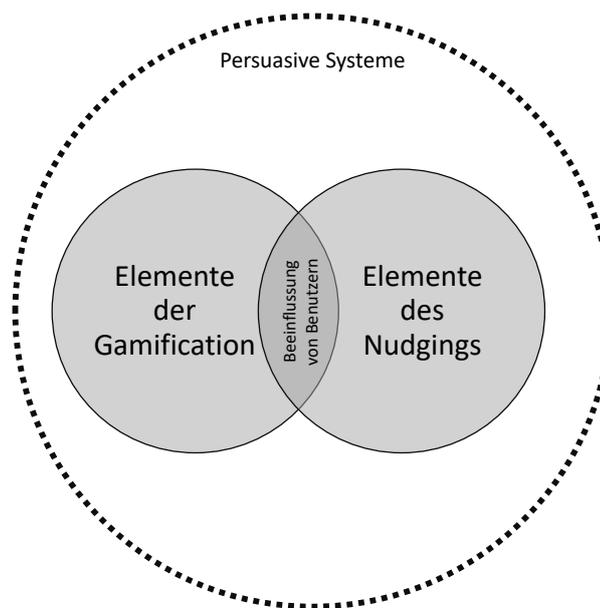


Abb. 1: Gamification und Nudging im Kontext der persuasiven Systeme (eigene Darstellung)

2.2 Smart-Waste-Systeme

SWSe sind Bestandteil des übergeordneten (intelligenten) Abfallmanagements (engl. (Smart-) Waste-Management) einer Stadt. Das Abfallmanagement umfasst alle Aktivitäten die zur Sammlung, dem Transport, der Behandlung und der Entsorgung der Abfälle benötigt werden, von der Entstehung bis zur finalen Entsorgung oder Wiederverwertung der Abfälle (Mustafa und Ku Azir 2017; Pardini et al. 2020). Aus der Betrachtungsperspektive einer Smart City können SWSe primär dem Handlungsfeld Smart Environment zugeordnet werden. Eine Smart City ist eine Stadt, die in den

sechs Handlungsfeldern Smart Governance, Smart Economy, Smart Mobility, Smart People, Smart Environment und Smart Living zukunftsweisende Handlungen, basierend auf den Fähigkeiten und Aktivität selbstbestimmter, unabhängiger und bewusster Bürger vollbringt (Giffinger et al. 2007). Die Grundlage, um Entsorgungssysteme im Rahmen des Abfallmanagements ‚intelligent‘ zu gestalten, liegt in der Einbettung von Sensorik in die prozessbeteiligten Objekte, damit diese ihre Umgebung erfassen und anschließend zielgerichtet kommunizieren können (Castro Lundin et al. 2017). An die Erhebung der Daten schließt sich der Austausch und die zielgerichtete Auswertung und Nutzung der erhobenen Daten an (Castro Lundin et al. 2017; Gounder et al. 2020). Innerhalb der aktuellen wissenschaftlichen Literatur finden sich keine differenzierten Definitionsversuche für SWSe. Der Begriff wird jedoch von Autoren im Zusammenhang mit intelligenten Abfallbehältern, teilweise auch synonym, verwendet und fokussiert die technische Perspektive bei der Gestaltung der Systeme (Folianto et al. 2015; Gounder et al. 2020; Likotiko et al. 2021; Murugaanandam et al. 2018). Durch die Nutzung von Messtechnik (bspw. Ultraschall-, Infrarot-, Regen- und Gewichtssensoren) sammeln Smart Bins Daten über ihren Füllstand sowie über ihre Umgebung und geben diese Daten anschließend zur Nutzung innerhalb eines Netzwerkes weiter (Gounder et al. 2020; Murugaanandam et al. 2018). Einfache Varianten intelligenter Abfalleimer messen verschiedene Daten über ihren Inhalt und ihre Umgebung (bspw. Füllstand, Temperatur, Feuchtigkeit, Umgebungs-Gase) und stellen diese Daten in einem Netzwerk bereit. Diese einfachen Systeme werden meist durch das Anbringen oder Integrieren eines mit Sensoren ausgestatteten Mikrocontrollers an gewöhnliche Abfalleimer realisiert (Castro Lundin et al. 2017; Kamm et al. 2020; Xenya et al. 2020). Eine höhere Stufe bilden vollintegrierte Systeme, die über Aktoren auch selbst in der Lage sind, Prozesse zu führen, wie bspw. das Sortieren von Abfällen aufgrund von Verfahren der Bilderkennung, des maschinellen Lernens und der künstlichen Intelligenz (Abeygunawardhana et al. 2020; Dasari et al. 2021). Mit dem Einsatz von SWSen können differenzierte Zielsetzungen verfolgt werden, die einzeln oder parallel in einem SWS implementiert sind. In Tabelle 4 werden drei Anwendungskonzepte und Einsatzmöglichkeiten dargestellt, die häufig in der Literatur diskutiert werden. Grundlegend kann in die Konzepte „Daten erheben und Benutzer unterstützen“, „Routenoptimierung für Entsorger“ und „Motivation die Systeme zu nutzen oder das Abfallverhalten zu ändern“ differenziert werden.

Konzept	Beschreibung	Autoren
Daten erheben und Benutzer unterstützen	Der Smart Bin erfasst Daten über sich selbst und informiert den Benutzer. In die Prozesse integrierte Anwendungen unterstützen bspw. durch Nachrichten zu Füllständen. Darüber hinaus werden von ausgeprägteren Systemen Aufgaben der korrekten Mülltrennung übernommen.	Abeygunawardhana et al. 2020; Pereira et al. 2019; Dasari et al. 2021; Makhseed et al. 2021; More et al. 2018; Sharma et al. 2020; Jimeno et al. 2021
Routenoptimierung für Entsorger	Auf der Grundlage der von den Smart Bins erhobenen und übermittelten Daten, werden die Routen für die Abfallentsorgungsfahrzeuge bspw. durch künstliche neuronale Netze, dynamisch optimiert und als Navigationsrouten bereitgestellt. Dabei können ergänzend weitere externe Daten wie zum Beispiel das aktuelle Verkehrsaufkommen einbezogen werden. Als Ergebnis der Maßnahme kann der Ressourcenverbrauch (bspw. Kraftstoff, Zeit & Personaleinsatz) reduziert werden, was zu Kostensenkungen führt. Als Nebeneffekt der optimierten Routen kann eine Reduzierung der Umweltbelastung erzielt werden.	Chaudhari und Bhole 2018; Nuortio et al. 2006; Vu und Kaddoum 2017; Kamm et al. 2020; Baras et al. 2021; Likotiko et al. 2021; Mishra et al. 2019
Motivation die Systeme zu nutzen oder das Abfallverhalten zu ändern	Ansätze der Erweiterung des Referenzrahmens eines SWSs um eine soziotechnische Perspektive sind erkennbar. Die Arbeiten benennen hierbei den Einsatz des Nudgings und der Gamification als Möglichkeit Benutzer zu motivieren Abfallsysteme zu nutzen, die Abfälle ordnungsgerecht nach verschiedenen Wertstoffarten zu trennen beziehungsweise zu recyceln oder fordern in ihren Ausarbeitungen die Untersuchung des Einsatzes von Nudging und/oder Gamification im Rahmen des Abfallmanagements.	Helmefalk und Rosenlund 2020; Delnevo et al. 2021; Ranchordás 2019; Santti et al. 2020; Briones et al. 2018; Castro Lundin et al. 2017; Hoffmann und Pfeiffer 2021; Guna et al. 2022

Tab. 4: Übersicht über Anwendungskonzepte und Einsatzmöglichkeiten von Smart-Waste-Systemen

In Abbildung 2 wird schematisch ein SWS dargestellt, das die in Tabelle 4 beschriebenen Einsatzmöglichkeiten vereint. Aus einer technologischen Perspektive steht im Zentrum eines SWSs ein Smart-Waste-Management-System, welches als zentraler Knotenpunkt zur Kommunikation der prozessbeteiligten Akteure und Objekte agiert. Eine Möglichkeit den Bürger aktiv in das SWS zu integrieren, besteht durch die Nutzung einer Anwendung auf einem mobilen Endgerät. Die durch das System verarbeiteten Daten der Smart Bins können anschließend entscheidungsunterstützend genutzt werden.

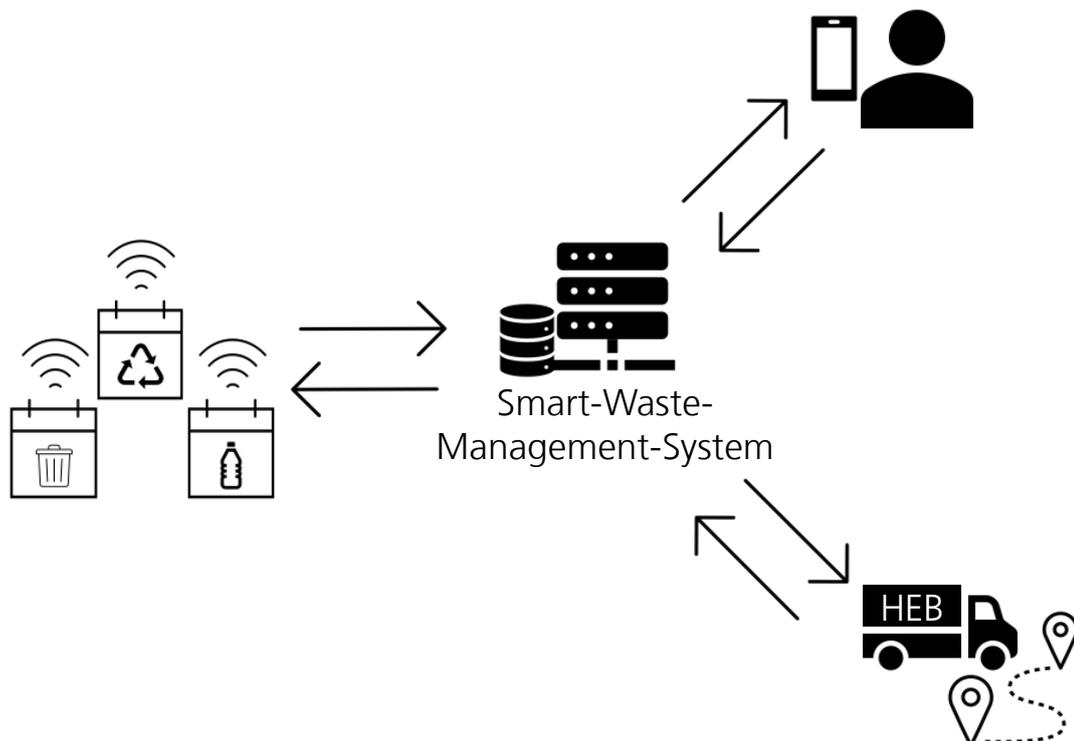


Abb. 2: Schematische Darstellung eines SWSs (eigene Darstellung)

In der vorliegenden Arbeit wird ein SWS nicht nur unter technologischen Aspekten betrachtet, sondern soll als soziotechnisches System verstanden werden. Für den Bereich der Abfallentsorgung in Privathaushalten gibt es bereits erste Forschungsansätze, in den eine soziotechnische Betrachtungsweise erkennbar ist (Briones et al. 2018; Helmefalk und Rosenlund 2020; Zhang und Zhu 2020). Durch diese Betrachtung rückt der Benutzer stärker in das Zentrum des SWSs. Zu den bisher noch nicht tiefergehend untersuchten Aspekten gehören soziotechnische Gestaltungsmöglichkeiten wie bspw. der Einsatz von Nudging und Gamification in SWSen in der öffentlichen Abfallentsorgung (Castro Lundin et al. 2017). Da die soziotechnischen Aspekte von SWSen bislang nicht hinreichend untersucht wurden, gibt es auch keine Definitionsversuche eines SWSs. Im Rahmen dieser Arbeit wird ein SWS, angelehnt an Ebner et al., verstanden als, intelligentes, proaktives und nachhaltiges System, zur Lenkung des urbanen Abfallmanagements durch die Nutzung moderner IKT sowie dem Einbezug der Bürger mit dem Ziel die Abfallentsorgungsprozesse nachhaltig zu verbessern (2019). Innerhalb dieser Arbeit wird als Benutzer des SWSs primär ein Bürger verstanden, der Müll entsorgt und dadurch mit dem SWS in eine Interaktion tritt. Unter der Perspektive des Grads der Digitalisierung können (Smart) Waste-Management-Systeme in verschiedene Stufen eingeteilt werden. Die Abbildung 3 visualisiert eine Darstellung der Stufen in Verbindung mit dem Grad der Digitalisierung, wobei jeder Stufe ein illustratives Beispiel aus der angewandten Praxis zugeordnet ist.

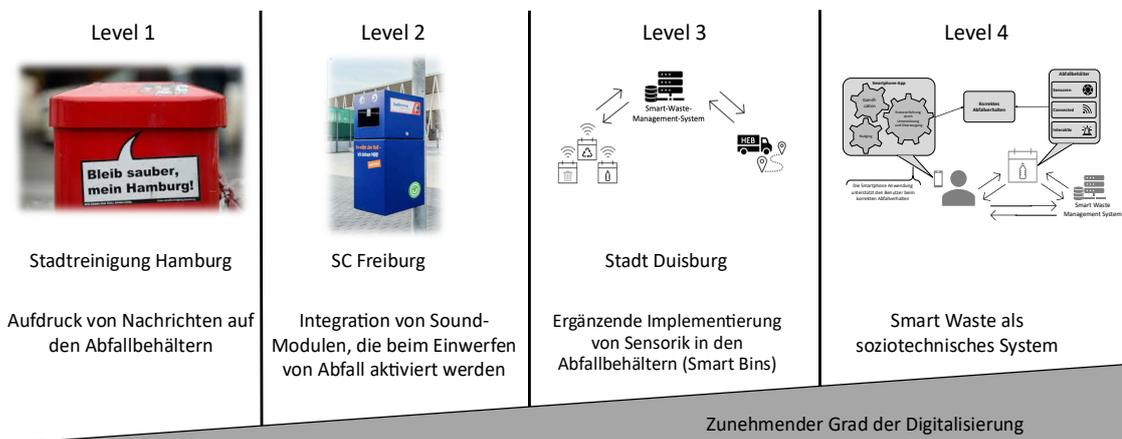


Abb. 3: Stufen eines (Smart) Waste Management Systems in der Praxis (eigene Darstellung, Bildquellen:(Stadtreinigung Hamburg 2022; Weis 2022)

Die einfachste Form eines erweiterten Waste-Management-Systems stellt dabei die erste Stufe dar, die das Prinzip Anreiz des Nudgings erfüllt. Innerhalb der ersten Stufe werden einfache Nudges genutzt, um Bürger zu motivieren ihre Abfälle in den Abfall-eimer zu werfen, indem Aufkleber mit Informationen oder Nachrichten auf oder in der Nähe von Abfallbehältern angebracht werden (Hansmann und Steimer 2016; Shearer et al. 2017; Stadtreinigung Hamburg 2022). Der Grad der Digitalisierung

dieser Systeme ist niedrig. Die Zielsetzung einer solchen Intervention kann sein, Bürger niedrigschwellig mit dem Waste-Management-System in Kontakt kommen zu lassen, wodurch ein Bewusstsein für die Relevanz der korrekten Abfallentsorgung geschaffen wird (Barker et al. 2021).

Die zweite Stufe nutzt einen zunehmenden Grad der Digitalisierung, um die Interaktion des Benutzers mit dem Waste-Management-System mehrdimensional zu gestalten und somit die Prinzipien des Nudgings, Anreize und Rückmeldung, umzusetzen. In einer Kooperation haben der Energie- und Umweltdienstleister badenova und der SC Freiburg Abfallbehälter, rund um das Europa-Park-Stadion, aufgestellt die mit Sensoren sowie Soundmodulen ausgestattete sind (Weis 2022). Die Sensoren erfassen, den Einwurf von Abfall in den Behälter, woraufhin ein Audiofeedback für den Benutzer abgespielt wird. „Die Aktion soll helfen, bei den Besuchern das Umweltbewusstsein zu schärfen“ (Weis 2022). Durch den Einsatz der Soundmodule und die Erkennung von Interaktionen besitzen diese Systeme einen höheren Digitalisierungsgrad als die erste Stufe. Neben der Nutzung von Soundmodulen kann auch eine grafische Rückmeldung genutzt werden, indem Displays an dem Smart Bin angebracht werden, die Texte oder Emoticons anzeigen, wenn der Benutzer Abfall entsorgt (Guna et al. 2022).

Eine konkrete Umsetzung eines SWSs der dritten Stufe stellen intelligente Abfallbehälter dar. Eine Pilotstudie, mit intelligenten Abfallbehältern die mit unterschiedlicher Sensorik ausgestattet wurden, ist in Duisburg durchgeführt worden (Hoffmann et al. 2021a). Eine Auswertung der Daten innerhalb der Studie hat Rückschlüsse auf die Befüllungsraten der Behälter und das Abfallverhalten der Bürger ermöglicht (Hoffmann et al. 2021a). Auf der Grundlage der gesammelten Daten der intelligenten Abfallbehälter könnten anschließend Prozessoptimierungen bspw. im Rahmen der Routenoptimierung der Entsorgungsfahrzeuge durchgeführt werden (Mustafa und Ku Azir 2017). Der Grad der Digitalisierung des Abfallprozesses ist auf dieser Stufe als hoch einzustufen.

Auf der vierten Stufe wird ein SWS als soziotechnisches System verstanden und besitzt den höchsten Grad der Digitalisierung. Neben der Nutzung von Sensorik innerhalb der intelligenten Abfallbehälter wird auch der Benutzer aktiver in den Abfallentsorgungsprozess einbezogen (Briones et al. 2018). Die Smartphone-App verbindet den Bürger mit dem intelligenten Mülleimer und der Stadtverwaltung und bietet ihm durch die Gamification-Elemente einen Mehrwert (Briones et al. 2018). Durch die Ergänzung einer soziotechnischen Perspektive werden SWSe, in einem erweiterten Anwendungskontext betrachtet. Der Einsatz von digitalem Nudging und Gamification gibt dem Benutzer des SWSs eine dynamische Rolle im Abfallentsorgungsprozess und

ermöglicht es ein traditionelles Abfallentsorgungssystem in ein soziotechnisches SWS zu transformieren. Die Kommunikation innerhalb des SWSs erfolgt zwischen dem Benutzer, einem intelligenten Objekt (meist ein Smart Bin) und einem Smart-Waste-Management-System als zentrale Instanz der Administration. Für die nachhaltige Veränderung des Abfallverhaltens muss ein SWS auf dieser, vierten Stufen, interpretiert und gestaltet werden und der Benutzer einen Mehrwert durch die Benutzung des Systems erfahren (Briones et al. 2018).

2.3 Analytischer Rahmen der Arbeit

Die vorliegende Arbeit nimmt in ihrer Betrachtung Bezug auf die Situation der Stadtsauberkeit in der Stadt Hagen in Nordrhein-Westfalen. Hagen hat ca. 195.000 Einwohner; dabei besitzt ein Anteil von 21,6% der Bürger der Stadt Hagen einen Migrationshintergrund (Stadt Hagen 2022b). Die Stadt Hagen ist unterteilt in 13 Stadtbezirke, wobei der Bereich ‚Stadt-Mitte‘, zu dem auch der Innenstadt-Bereich gehört der größte ist (Stadt Hagen 2022b). Insbesondere in diesem innerstädtischen Bereich ist die Verschmutzung durch Müll eine Herausforderung für die kommunalen Entsorgungsunternehmen und über den Zustand der Stadtsauberkeit wird auch in lokalen Tageszeitungen berichtet (Weiske 2022). In der Stadt Hagen gibt es neben einem städtischen Entsorgungsunternehmen weitere Entsorger, die aus der Privatwirtschaft stammen. Die Zuständigkeiten für die Entsorgung sind zwischen den einzelnen Unternehmen aufgeteilt wodurch es differenzierte Zuständigkeiten zum Beispiel für den innerstädtischen Bereich, Grün- und Parkanlagen oder die Haltepunkte des öffentlichen-Personen-Nahverkehrs gibt. Die Stadt Hagen befasst sich mit der Herausforderung der schlechten Stadtsauberkeit bereits seit 1993, bisher mit ausbleibendem Erfolg (Stadt Hagen 2022a).

Während der Bearbeitung der Aufgabenstellung dieser Arbeit fand eine Zusammenarbeit mit dem Umweltamt der Stadt Hagen statt. Mit den Experten der Stadt Hagen wurden mehrere Workshops durchgeführt. Im Rahmen dieser Workshops wurde den Angehörigen der Stadt Hagen eine Einführung in die Konzepte Smart City, SWSe und Nudging sowie Gamification gegeben. Anschließend wurde in einem offenen Format über konkrete Fragestellungen und Herausforderungen diskutiert. Eine dieser Fragestellungen befasste sich damit wie das korrekte Abfallverhalten definiert werden soll. Für die vorliegende Arbeit soll das korrekte Abfallverhalten definiert werden durch einen Benutzer eines SWSs der seinen Abfall in den Entsorgungsprozess einbringt, sodass dieser nicht zu einer Verschmutzung der Umwelt führt. Die Umsetzung des korrekten Abfallverhaltens stellt die Aufgabe im Sinne des soziotechnischen Systems dar. Dem Bürger als Mitglied des soziotechnischen Systems kommt die Rolle des Benutzers eines SWSs zu. Unterstützung bei seiner Aufgabe soll der Bürger durch

das SWS als technologische Komponente des soziotechnischen Systems erhalten. Bei der architekturelle Ausgestaltung des SWSs der Stufe 4 wird dieses Verständnis eines SWSs berücksichtigt und es wird unter einem SWS das gesamte in Abbildung 4 dargestellte System verstanden. Dabei wird der Benutzer des Systems über den Einsatz einer App mit dem SWS verbunden und erhält eine aktive Rolle in diesem. Durch Einsatz von Elementen des Nudgings und der Gamification sowie persuasiven Elementen in der App wird der Benutzer mit den Handlungen in einen Zusammenhang gebracht. Die intelligenten Abfalleimer sind als dezentrale Objekte in das SWS integriert und sammeln Daten über ihren Zustand und die durchgeführten Interaktionen. Anschließend werden die gesammelten Daten innerhalb des Netzwerkes weitergegeben und verwendet. Die Zielsetzung ist es den Benutzer durch den Einsatz von Gestaltungselementen in der Anwendung, zu einer Verhaltensänderung zu motivieren, indem er einen Mehrwert erfährt (Briones et al. 2018; Liu et al. 2017) und dadurch die Sauberkeit innerhalb der Stadt zu verbessern.

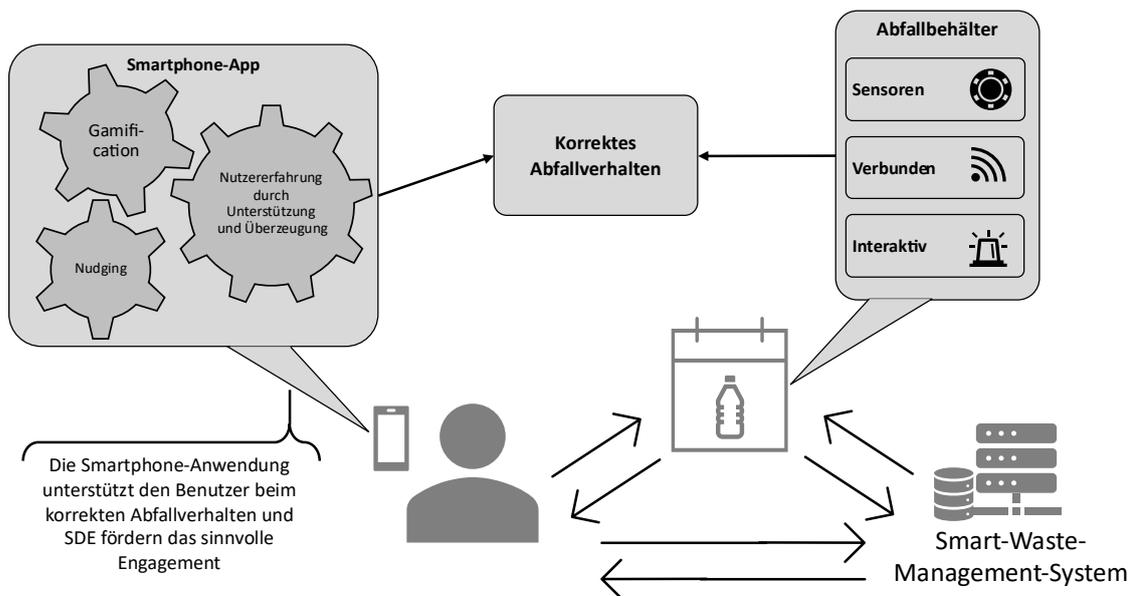


Abb. 4: Architektureller Überblick des Stufen 4 eines SWSs mit Fokus auf der soziotechnischen Perspektive (eigene Darstellung)

3 Forschungsmethode und Vorgehen

Im nachfolgenden Kapitel werden die ausgewählten Forschungsmethoden beschrieben und das Vorgehen dargelegt. Um die Zielstellung dieser Arbeit zu erreichen, wird zunächst eine systematische Literaturrecherche durchgeführt (Webster und Watson 2002). Für das prototypische Konzept einer App innerhalb eines SWSs, zur effektiven und nachhaltigen Verbesserung der kommunalen Abfallentsorgungsprozesse, werden die relevanten Gestaltungsanforderungen, -prinzipien und -features wissenschaftlich fundiert entworfen (Gregor und Jones 2007; Peffers et al. 2007)

3.1 Literaturrecherche

Die Literaturrecherche in der vorliegenden Arbeit wurde in einem dreistufigen Prozess aus den Phasen: Vorbereitung, Suche sowie Auswertung durchgeführt (Okoli und Schabram 2010). Ein Ziel der Literaturrecherche war der Aufbau der Wissensbasis des im nachfolgenden Abschnitt beschriebenen Design-Science-Research Vorgehens (Hevner et al. 2004). Durch die thematische Breite der Arbeit sowie die Überschneidungen zu verschiedenen Forschungsdisziplinen wurde zunächst mit einer unsystematischen Literatursuche begonnen und mit der Suchmaschine Google Scholar gearbeitet. Die Ergebnisse der unsystematischen Literatursuche wurden genutzt, um sich den verschiedenen Thematiken anzunähern und Suchbegriffe für die systematische Literatursuche abzuleiten.

Das in der vorliegenden Arbeit genutzte Vorgehen der systematischen Literaturrecherche stützt sich grundlegend auf den strukturierten Ansatz nach Webster und Watson (2002). Im Rahmen der systematischen Literatursuche wurden die Datenbanken AIS eLibrary, EBSCO Host (Business Source Ultimate), IEEE Explorer/ Digital Library, ACM Digital Library sowie die Universitätsbibliothek der FernUniversität in Hagen durchsucht. Darüber hinaus wurde bei der Auswahl der Literatur versucht die Journalrankings VHB-JOURQUAL sowie das Scientific Journal Ranking zu berücksichtigen und jeweils Journal- und Konferenzbeiträge aus den oberen Quantilen einfließen zu lassen. Dieses Qualitätskriterium konnte bei der Datenbank IEEE Explorer nicht durchgängig eingesetzt werden, da die Basisliteratur im Bereich der SWSs von einer technologischen Perspektive auf die Systeme geprägt ist und somit auch Artikel von Konferenzen genutzt wurden, die nicht in den oben genannten Rankings berücksichtigt werden. Für den Themenbereich der Smart Citys und des Nudgings sowie der Gamification wurden die von der Association for Information Systems (AIS) unter dem Begriff „Senior Scholar Basket“ gelisteten Fachzeitschriften vorrangig durchsucht.

Innerhalb der systematischen Literatursuche wurde der dreistufige Prozess, bestehend aus der Hauptsuche nach Literatur mit anschließender Rückwärts- und Vorwärtssuche, entsprechend den Vorgaben von Webster und Watson durchgeführt (2002). Relevante Schlagwörter für die zu bildenden Suchstrings sind insbesondere:

- Smart City
- (Smart) Waste System
- (Smart) Waste Management
- (digital) Nudging
- Gamification
- User/Citizen

Die Kombination der Keywords ergab den Meta-Suchstring:

„TIKEAB:(Smart City OR (Smart) Waste System OR (Smart) Waste Management OR (digital) Nudging OR Gamification OR User/Citizen)“ wobei TIKEAB als Abkürzung für Title, Keywords, Abstract steht. Bei einer Reproduktion ist der Suchstring nach den jeweiligen Anforderungen der Datenbanken zu formulieren. Mit dem entsprechend der Anforderungen umformulierten Meta-Suchstring wurden die jeweiligen Datenbanken durchsucht. Innerhalb der gefundenen Artikel wurden die Methoden der Vorwärts- und Rückwärtssuche angewandt. Durch dieses Vorgehen wird sichergestellt, bei dem Prozess der Literatursuche, keine relevante Literatur zu übersehen. Die gefundenen Artikel, die eine hervorstechende Relevanz für eines der Themengebiete hatten, wurden anhand ihres Literaturverzeichnisses dahingehend geprüft, ob weitere zentrale, bisher nicht erfasste Quellen aufgeführt sind. Die durch dieses Vorgehen ermittelten Quellen wurden gezielt gesucht und in die Literaturliste aufgenommen. Um die Aktualität der vorliegenden Arbeit zu gewährleisten, wurde die Suche auf den Zeitraum der Veröffentlichung von 2010 bis einschließlich August 2022 beschränkt. Außerdem wurden darauf geachtet, dass überwiegend als peer-reviewed gekennzeichnete Artikel einbezogen werden.

3.2 Design-Science-Research

Im Rahmen der wissenschaftlichen Forschung, insbesondere im Bereich der Informationssysteme, wurden lange Zeit deskriptive Forschungsmethoden¹ genutzt und Ergebnisse ohne einen konkreten Anwendungs- oder Nutzenkontext erarbeitet (Peffer et al. 2007). Der Ansatz des Design-Science-Research (DSR) betrachtet hingegen innerhalb des methodischen Vorgehens auch eine konkrete Anwendung während der Forschung, um eine praktische Relevanz sicherzustellen und stellt explizit auch auf

¹ Bspw. verhaltensorientierte Forschungsansätze (behavioral-Science) (Schwen und Wolfe 1980) oder requirements engineering (Femmer et al. 2017)

die Wechselwirkung in soziotechnischen-Systemen ab (Gregor und Jones 2007; Hevner et al. 2004; Peffers et al. 2007). Ein mögliches Ziel des DSR besteht darin, Designtheorien zu entwickeln (Gregor und Jones 2007; Hevner et al. 2004; Walls et al. 1992). Diese Designtheorien enthalten bestimmte Prinzipien und Vorgehensweisen, die bei der Implementierung von Systemen angewandt werden können, um diese im jeweiligen Kontext erfolgreich einzuführen (Gregor und Jones 2007). Der Designprozess ist dabei eine Aneinanderreihung von Expertenaktivitäten, um innovative Artefakte zu erzeugen (vgl. Hevner et al. 2004, S. 78). Ein solches Artefakt wird auch in der vorliegenden Arbeit entworfen (Goldkuhl und Sjöström 2018; Gregor und Jones 2007; Hevner et al. 2004). Konkret werden prototypische Oberflächen für eine Anwendung für mobile Endgeräte gestaltet. Die Anwendung zielt darauf ab, durch den gezielten Einsatz von Nudging und Spiel-Design-Elementen Benutzer zu einer Verbesserung ihres Abfallverhalten zu motivieren. Für die Erstellung des prototypischen Konzeptes orientiert sich die vorliegende Arbeit an den drei Zyklen von Hevner (2007). Es wird differenziert zwischen dem Relevanzzyklus, dem Designzyklus und dem Rigorositätszyklus (Hevner 2007). Die drei Zyklen werden dabei eingebettet in der Umwelt und der Wissensbasis betrachtet und durchgeführt. Die Abbildung 5 stellt den die Aspekte des Projektes mit der Stadt Hagen, in der Form des DSR-Frameworks nach Hevner, dar. Dabei steht im Zentrum die Entwicklung der Designtheorie, die durch den Relevanzzyklus und den Rigorositätszyklus systematisch gestaltet und beeinflusst wird. Die Umwelt der Designtheorie wird einerseits durch die Festlegung des Gestaltungsumfelds auf die Stadt Hagen und das soziotechnische SWS konstituiert.

Nach dem Kick-Off-Meeting im Februar 2022 wurde die Bearbeitung mit dem ersten Rigorositätszyklus gestartet. Im Rahmen dieses Zyklus wurde der aktuelle Stand der Forschung in den Bereichen Smart City, Smart-Waste-Management-System und des (digitalen) Nudgings aufgearbeitet. Zu den wichtigsten Erkenntnissen aus diesem ersten Zyklus gehört: Die bisherige Forschung zu SWSen ist sehr stark von der technologischen Perspektive und Umsetzung geprägt (siehe Abschnitt 2.2). Des Weiteren zeigte sich: Die Ansätze und Prinzipien des Nudgings benötigen eine Umsetzung, damit diese zielgerichtet eingesetzt werden können. Durch den Einsatz von SDE können die Prinzipien des Nudgings in das prototypische Konzept integriert und auch das Dual-Outcome-Principle erfüllt werden. Als wissenschaftliche Theorien wurden das Nudging und die Gamification in die Wissensbasis aufgenommen. Im anschließenden Relevanzzyklus wurden die bisherigen Ergebnisse mit den Experten der Stadt Hagen im Rahmen von Workshops diskutiert und erste Anforderungen an ein SWS erhoben. Die Tabelle 5 gibt einen Überblick über die Merkmale Geschlecht, Alter, Zugehörigkeit und Position der Workshopteilnehmer.

Teilnehmer	Geschlecht	Alter	Zugehörigkeit	Position
1	W	37	FernUniversität in Hagen	Wissenschaftliche Mitarbeiterin
2	M	37	FernUniversität in Hagen	Wissenschaftlicher Mitarbeiter
3	M	25	FernUniversität in Hagen	Student
4	W	55	Stadt Hagen	Stabsstelle Stadtsauberkeit und öffentlich-rechtliche Entsorgungsträger
6	M	57	Stadt Hagen	Leiter Umweltamt
7	M	49	Stadt Hagen	Beigeordneter für u.a. Umwelt, Recht, Sicherheit und Ordnung, Gesundheitswesen und Brandschutz)

Tab. 5: Merkmale der Workshopteilnehmer

Die Ergebnisse der Workshops wurden durch detaillierte Ergebnisprotokolle, die von den Teilnehmern der FernUniversität in Hagen erstellt wurden, dokumentiert. Auf Basis der Ergebnisse der Workshops mit den Mitarbeitern der Stadt Hagen wurde ein weiterer Rigorositätszyklus durchgeführt und aus den dokumentierten Ergebnissen User-Stories abgeleitet. User-Stories erfassen in einer strukturierten Form Anforderungen an ein System: Wer ist der Stakeholder, welche Funktionalität wird erwartet, um welchen Zweck oder Aufgabe zu erfüllen (Cohn 2004). Die User-Stories wurden anschließend zu Designanforderungen an den Prototypen weiterverarbeitet. Aus der User-Story „Als Benutzer möchte ich spielerisch an ein korrektes Abfallverhalten herangeführt werden, um mich weniger bevormundet zu fühlen“ [US8] wurden die Anforderungen DA11 - Die Benutzung des SWS soll dem User Freude bereiten und DA13 - Das SWS soll Gruppendynamik fördern, abgeleitet. Die User-Story „Als Benutzer möchte ich vom SWS belohnt werden den Müll ordnungsgemäß zu entsorgen, um positiv bestärkt zu werden“ [US2], führte zu der Anforderungen DA13 - Das SWS soll den Benutzer im positiven Verhalten bestärken. Eine vollständige Übersicht der erarbeiteten User-Stories und den daraus abgeleiteten Anforderungen ist der Arbeit im Anhang beigefügt. Außerdem wurden im Rahmen des zweiten Rigorositätszyklus die Designprinzipien und passende Designfeatures zur Umsetzung der Designprinzipien aus der Literatur abgeleitet. In der Beschreibung der Designanforderungen, Designprinzipien und Designfeatures wird an geeigneten Stellen auf die User-Stories

verwiesen und ein Bezug zu den Elementen des Nudgings und der Gamification zur Umsetzung hergestellt. Eingebettet in die erfasste Umwelt und die Wissensbasis wurde ein Designzyklus durchgeführt und die prototypischen Oberflächen für die Anwendung gestaltet. Das Projekt mit der Stadt Hagen wird auch nach der Einreichung der vorliegenden Arbeit fortgesetzt, wodurch weitere Iterationen der Zyklen und insbesondere auch eine Evaluation ausstehend sind.

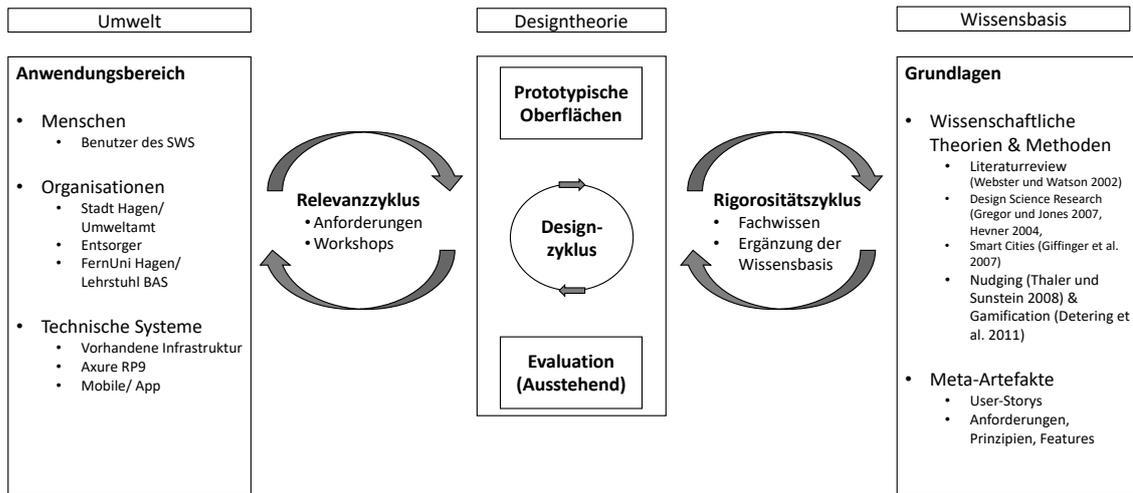


Abb. 5: DSR-Framework für die Arbeit (angelehnt an Hevner 2004)

4 Erarbeitung des prototypischen Konzeptes

Das nachfolgende Kapitel befasst sich mit der Erarbeitung eines prototypischen Konzeptes für Oberflächen einer Smartphone-Anwendung innerhalb eines SWSs. Zunächst werden die Anforderungen an das gesamte SWS erhoben, um auch die technische Perspektive und die Perspektive der Stadtverwaltung zu berücksichtigen. Dies ist notwendig, da die Erfüllung der Anforderungen aus diesen Kategorien die Basis für den erfolgreichen Einsatz der Smartphone-Anwendung legen. Darüber hinaus sind diese Anforderungen insbesondere für die Stadt Hagen als Projektpartner von Relevanz. Durch die Fokussierung dieser Arbeit auf die soziotechnischen Aspekte eines SWSs werden anschließend jedoch nur die Designprinzipien und Designfeatures, für eine prototypische Smartphone-Anwendung ausgearbeitet. Es wird ein prototypischer Entwurf erarbeitet, wie Benutzeroberflächen einer Anwendung für mobile Endgeräte ausgestaltet werden können. In der Tabelle 6 wird das Vorgehen bei der Erarbeitung des prototypischen Konzeptes kurz zusammengefasst.

Phase	Methodisches Vorgehen	Ergebnisse
Anforderungsanalyse	Literaturrecherche und Workshops zur Anforderungserhebung mit Experten der Stadt Hagen.	Ableitung von Designanforderungen an den Prototypen. Einteilung der Anforderungen in drei Kategorien: Technische, verwaltungsseitige und soziotechnische Anforderungen.
Ableitung der Designprinzipien	Aus den Bereichen persuasive Systeme, Nudging und Gamification wurden literaturbasiert Designprinzipien zur Erfüllung der Anforderungen abgeleitet.	Einordnung der Designprinzipien in die Taxonomie von Krath und von Kortzfleisch (2021).
Auswahl der Design-Features	Angelehnt an die Taxonomie von Krath und von Kortzfleisch wurden Spiel-Design-Elemente ausgewählt (2021).	Operationalisierung gewählter Spiel-Design-Elemente der Designprinzipien und Vorstellung des Einflusses der Elemente.

Tab. 6: Vorgehen bei der Erarbeitung des prototypischen Konzeptes

4.1 Anforderungsanalyse

Im nachfolgenden Abschnitt wird das Vorgehen der Herleitung von Designanforderungen (DA) an das prototypische Konzept dargestellt. Im Rahmen der Anforderungsanalyse wurden Anforderungen, literaturbasiert auf Basis des aktuellen Stands der

Forschung abgeleitet und praxisrelevante Anforderungen in Workshops mit Experten der Stadt Hagen erarbeitet. Die ermittelten Anforderungen werden anhand von drei Kategorien klassifiziert. Die verwaltungsseitigen Anforderungen befassen sich mit der Perspektive der Stadtverwaltung auf die Anforderungen eines SWSs (Daneva und Lazarov 2018). Die technischen Anforderungen, sind die Anforderungen aus einer technischen Perspektive, die für einen wirksamen Einsatz eines SWSs erfüllt werden müssen (Haque et al. 2021; Kamm et al. 2020; Pardini et al. 2020). Die soziotechnische Perspektive ist entscheidend für einen erfolgreichen Einsatz des SWSs in einer Smart City. Das SWS muss in seiner Gesamtheit, als soziotechnisches System ausgestaltet werden, damit es zu eine nachhaltige Veränderung des Abfallverhaltens unterstützt. Im Rahmen dieser Arbeit wird dabei ein Fokus auf die prototypische Gestaltung von Oberflächen einer Anwendung für mobile Endgeräte gelegt. Es erfolgt keine Betrachtung der konkreten technologischen Umsetzung oder der technischen Architekturgestaltung des SWSs (Haque et al. 2021). Darüber hinaus werden auch Themen aus den Bereichen Recht, Regulation und (Daten-)Sicherheit an dieser Stelle nicht weiter vertieft und auf die aktuelle Literatur dazu verwiesen (Cranefield und Pries-Heje 2019; Daneva und Lazarov 2018; Haque et al. 2021).

4.1.1 Technische Anforderungen

Das zu gestaltende soziotechnische System wird, wie in Abschnitt 2.2 bereits beschrieben, auch als intelligentes System betrachtet. Die Ausgestaltung von intelligenten Systemen kann dabei, unabhängig vom Grad der Intelligenz den ein System anschließend zeigt, in verschiedene Kernbereiche zerlegt werden. Der erste relevante Bereich, befasst sich dabei mit der Kontextsensitivität und Wahrnehmungsfähigkeit des intelligenten Systems. Die Kontextsensitivität beschreibt die Erfassung der Umwelt des Systems und die anschließende Anpassung des eigenen Verhaltens auf der Grundlage von erhobenen Daten und Informationen. Die gegenwärtige Umwelt kann über verschiedene Sensoren des SWS erfasst werden, wodurch das System auch seinen eigenen Status innerhalb des Kontextes wahrnehmen kann (Bastidas et al. 2018; Pardini et al. 2020; Romero et al. 2020) Die Anforderung leitet sich entsprechend ab, als: **DA1 - Das SWS soll Daten über sich selbst erheben können.**

Ein intelligentes System besteht aus mehreren Elementen, die ein cyberphysisches System bilden (Laudon et al. 2016). Innerhalb des SWS, das als intelligentes System verstanden wird, findet ein Datenaustausch zwischen den einzelnen Objekten statt. Das SWS stellt durch den Einbezug der verteilten einzelnen Objekte eine stark dezentralisierte Infrastruktur dar, die administriert werden muss. Intelligente Abfallbehälter sollten nicht nur ihre Füllstände an die Verwaltung melden können, sondern die Verwaltung sollte bspw. auch in der Lage sein Softwareupdates an die

intelligenten Abfallbehälter zu senden (Kamm et al. 2020; Sampedro et al. 2021). Ist ein Datenaustausch nicht auch von Seiten der Verwaltung an die intelligenten Abfallbehälter möglich, würde das SWS vermeidbare Wartungs- und Instandhaltungsaufwände produzieren, die den Mehrwert der Systemnutzung kompensieren. Daher folgt als Anforderung: **DA2 - Das SWS soll bidirektionalen Datenaustausch ermöglichen.**

Aus der Betrachtungsweise des SWSs als soziotechnisches System folgt: Der Mensch als Benutzer des soziotechnischen Systems nimmt in diesem eine zentrale Rolle ein. Die Aufnahme von menschlichen Kenntnissen und Expertise sind ein zentraler Erfolgsfaktor für ein System (Romero et al. 2020). Darüber hinaus müssen Benutzer Zugang zu den gesammelten Daten des Systems erhalten oder steuernd in das System eingreifen können (Bastidas et al. 2018; Pardini et al. 2020; Romero et al. 2020). Folgende Anforderung lässt sich ableiten: **DA3 – Das System soll geeignete Mensch-Maschine-Schnittstellen besitzen.**

Die letzte technische Anforderung befasst sich mit der Skalierbarkeit des Systems. Aufgrund verschiedener Adoptergruppen (Rogers 2003) kann es zu einer zunehmenden Menge an Benutzern einer Smartphone-Anwendung kommen. Außerdem kann eine Einführung von intelligenten Mülleimern in Phasen erfolgen, die sich bspw. nach Stadtbezirken oder Kategorien, wie öffentlichen Plätzen und Grünanlagen, aufteilen können. Durch diese Prozesse nimmt die Anzahl der Objekte im SWS zu. Das Verhalten des Systems und die Qualität der Services sollte sich dabei aufgrund von Speicher, Bandbreiten oder Kapazitätsproblemen nicht verschlechtern (Pourzolfaghar und Helfert 2017) und das System sollte auf steigende Datenmengen und Datenströme effektiv reagieren können (Bastidas et al. 2018; Castro Lundin et al. 2017; Cranefield und Pries-Heje 2019). Somit folgt: **DA4 – Das SWS muss skalierbar sein.**

4.1.2 Verwaltungsseitige Anforderungen

Wichtiger Stakeholder an das SWS ist die Stadtverwaltung (Kamm et al. 2020). Mit der Einführung eines SWSs gehen zwangsläufig auch Änderungen in den Prozessen und Abläufen einer Stadtverwaltung einher (Cranefield und Pries-Heje 2019). Die nachfolgenden Anforderungen betrachten die Perspektive der Hagener Stadtverwaltung auf das SWS. Wie Kamm et al. herausstellen, gibt es keine universellen Lösungen bei der Einführung von Informationssystemen in Smart-City; die Systeme sollten immer den individuellen Bedürfnissen und Gegebenheiten der jeweiligen Stadt angepasst werden (2020).

Einen individuellen Faktor stellt die bereits vorhandene Infrastruktur zur Abfallentsorgung in der Stadt Hagen dar. Innerhalb der durchgeführten Workshops mit den Experten der Stadt Hagen wurde über die bestehenden Strukturen und Prozesse

gesprächen und diese aufgenommen. Diese Strukturen umfassen dabei in der Stadt Hagen neben den Abläufen und Prozessen der kommunalen Abfallentsorger auch die bereits aufgestellten Behältnisse zur Entsorgung der Abfälle sowie die Differenzierung der Zuständigkeiten für die Entsorgungsbereiche. Für die Implementierung eines SWSs kann daher als Anforderung aufgenommen werden: **DA5 - Das SWS soll in bestehende Infrastruktur implementierbar sein.**

Als weiterer relevanter Punkt wurde von den Mitarbeitern der Stadt Hagen in den Workshops betont: mit der Unterstützung des Systems soll eine Erfolgsmessung möglich sein. „Es ist ja erstmal so, dass wir das Projekt Stadtsauberkeit haben, um die Stadt sauberer zu machen [...]. Wir benötigen einen Nachweis, dass wir den Handlungsauftrag, den wir bekommen haben, auch erfüllt haben und einen Erfolg belegen können“. Ein SWS schafft idealerweise die benötigte Transparenz über die Prozessleistungen (Kamm et al. 2020). Die abzuleitende Anforderung ist: **DA6 - Das SWS soll Transparenz über die Prozessleistungen ermöglichen.**

Aus den gesammelten Daten des SWS kann die Stadtverwaltung Erkenntnisse, Handlungsbedarfe und Maßnahmen ableiten, um die entsorgungsrelevanten Prozesse zu verbessern (Bastidas et al. 2018). Das SWS kann die Entscheidungsfindung auf organisationaler Ebene, durch die Bereitstellung der erhobenen Daten und Informationen unterstützen. Innerhalb der Workshops haben die Mitarbeiter der Stadt Hagen Verbesserungspotenziale angesprochen, die sich einerseits auf Bereiche wie die Routen- und Personaleinsatzplanung beziehen. Andererseits besteht Verbesserungspotenzial bei der Erfassung von lokalen Schwerpunkten von Verschmutzungen im innerstädtischen Bereich. Die entsorgungsrelevanten Prozesse umfassen somit nicht nur die Entleerung der Abfallbehälter. Das SWS kann durch die Sammlung und Auswertung der Daten durch Mitarbeiter der Stadt Hagen als Instrument genutzt werden, um Schwachstellen aufzudecken, fundierte Entscheidungen abzuleiten und anschließende Maßnahmen zu planen. Als Anforderung kann abgeleitet werden: **DA7 - Das SWS soll entlang der entsorgungsrelevanten Prozesse entscheidungsunterstützend wirken.**

4.1.3 Soziotechnische Anforderungen

Anforderungen an Informationssysteme in Smart Citys werden in der aktuellen Forschungsliteratur primär aus technischer und verwaltungstechnischer Betrachtungsweise diskutiert (Bastidas et al. 2018; Kamm et al. 2020; Pardini et al. 2020; Romero et al. 2020). Soziotechnische Ansätze finden sich dabei nur vereinzelt (Anschütz et al. 2020; Castro Lundin et al. 2017). Der Mehrwert für den Benutzer des SWSs ergibt sich jedoch vor allem aus der Erfüllung der soziotechnischen Anforderungen an das System. Nur wenn der Benutzer mit dem Informationssystem zufrieden ist und eine

Fortsetzungsabsicht (Bhattacharjee 2001) entwickelt, kann die gezielte Veränderung des Abfallverhaltens herbeigeführt werden.

Als übergeordnete Zielstellung wird vom SWS verfolgt, Benutzer zu unterstützen Abfälle in den Entsorgungsprozess einzubringen. Diese Anforderung wurde dabei in den Workshops, die mit den städtischen Mitarbeitern durchgeführt wurden, am stärksten betont. Unter der soziotechnischen Perspektive folgt daraus: **DA8 - Das SWS soll den Benutzer dabei unterstützen, seine Abfälle korrekt in den Entsorgungsprozess einzubringen.**

„Es gibt Bürger, die aus verschiedenen Gründen keinen Zugang zu Informationen über korrektes Abfallverhalten haben oder dieses nicht erlernt haben.“, wurden innerhalb der Workshops von einem städtischen Mitarbeiter herausgestellt. Um eine Grundlage für die Wirksamkeit des SWSs zu schaffen, benötigt der Benutzer zunächst Informationen über das von ihm erwartete Verhalten. Auch in der aktuellen Literatur zur IS-Forschung im Bereich des Abfallverhaltens wird der Aspekts des Lernens und der Information des Benutzer besonders herausgestellt (Hoffmann und Pfeiffer 2021). Als Anforderung ergibt sich daraus **DA9 - Das SWS soll Benutzer über richtiges Abfallverhalten informieren.**

Ein Erfolgsfaktor bei der Einführung von Informationssystemen in einer Smart City ergibt sich aus der langfristigen Bindung von Benutzern an die Systeme (Liu et al. 2017). In anderen Handlungsfeldern einer Smart City wie bspw. dem Bereich Smart Mobility (Anschütz et al. 2020) oder im Bereich Smart People (Rehm et al. 2017) wird der Einsatz von Informationssystemen bereits unter dem Fokus der langfristigen Nutzung der Systeme diskutiert. Im Kontext der SWSe finden sich vereinzelt Forderungen, auch in diesem Handlungsfeld Aspekte der langfristigen Motivation zur Systemnutzung zu beachten (Castro Lundin et al. 2017; Zhang und Zhu 2020). Somit kann als Anforderung an das SWS abgeleitet werden **DA10 - Das SWS soll zur langfristigen Nutzung motivieren.**

Bei der Benutzermotivation zu einer langfristigen Nutzung von ISEN ist neben dem Grad der Zielerreichung auch die positive Identifikation mit dem Informationssystem, durch positive Emotionen und die Zufriedenheit mit der Aufgabenerfüllung und der Systeminteraktion ein wichtiger Erfolgsfaktor (Ke et al. 2019; Liu et al. 2017). Positive Emotionen bei der Benutzung des Systems können anschließend dazu führen, dass das System langfristig genutzt wird (Zhang und Zhu 2020). Im Rahmen der Workshops mit Experten der Stadt Hagen wurde die Forderung nach Freude an der Benutzung ebenfalls herausgestellt. Die Anforderung, die sich daraus ergibt, lautet: **DA11 - Die Benutzung des SWSs soll dem Benutzer Freude bereiten.**

Die Wahrnehmung der Verbindung zwischen den Handlungen des Benutzers und der Reaktion des Informationssystems steht in enger Beziehung zur langfristigen Nutzung des Systems (Liu et al. 2017; Wiethof et al. 2021). Ein Informationssystem sollte Elemente bereitstellen, damit eine solche Kopplung der realen Handlungen auch im digitalen Raum gespiegelt werden kann und Benutzer für positive Handlungen belohnt werden (Beranek et al. 2014; Wiethof et al. 2021). Im vorliegenden Kontext bedeutet dies, der Benutzer des SWSs sollte eine positive, bestärkende und belohnende Reaktion des Informationssystems erhalten, wenn er seinen Abfall ordnungsgemäß in den Entsorgungsprozess einbringt. Aus der Kopplung des Verhaltens des Benutzers mit der Reaktion des Systems erwächst die Anforderung: **DA12 - Das SWS soll den Benutzer im positiven Verhalten bestärken.**

Es wurde in den Workshops mit der Stadt Hagen als relevanter Erfolgsfaktor für das SWS identifiziert, Benutzern die Möglichkeit zu bieten, ihr Verhalten mit dem anderer Benutzer zu vergleichen. Durch diese Verbindung der Benutzer, unter gleichzeitigem Einsatz von SDEn zur Förderung von sozialen Dynamiken innerhalb des SWSs, sollen Spiel-Dynamiken entstehen, die das korrekte Abfallverhalten der Teilnehmer motivieren. Als Anforderung kann aufgenommen werden: **DA13 - Das SWS soll Gruppendynamik fördern.**

Benutzer machen bei der Verwendung von Informationssystemen subjektive Erfahrungen und bringen unterschiedliche Fähigkeiten und Vorkenntnissen mit. In anderen Bereichen des Smart-City-Kontextes wird bereits diskutiert, unterschiedliche Benutzer differenziert anzusprechen. im Zusammenhang mit dem Bereich der Smart Mobility wurden verschiedene Pendlertypen erkannt, die über verschiedene Motivationsmechanismen aktiviert werden sollten (Anschütz et al. 2021). Systeme, die Benutzern personalisierte Inhalte und personalisierbare Elemente zur Verfügung stellen, haben ein höheres Potenzial, Benutzer von einer Systemnutzung zu überzeugen (Oinas-Kukkonen und Harjumaa 2009). Es ergibt sich daraus die Anforderung: **DA14 - Das SWS soll für den Benutzer Personalisierungsmöglichkeiten bieten.**

Besitzen Systeme zu große Barrieren für die Benutzung, dann werden diese von Benutzern wahrscheinlich nicht verwendet. Ein wichtiger Aspekt, der daher bei der Gestaltung des Informationssystems beachtet werden sollte, ist somit die Niedrigschwelligkeit des Zugangs zu dem Informationssystem (Hung et al. 2017). Die Niedrigschwelligkeit soll definiert werden als Begriff, der neben dem Zugang zu der Smartphone-Anwendung auch eine Benutzung beinhaltet, die sich intuitiv in den Prozess der Abfallentsorgung einfügt. Die Benutzung eines gewöhnlichen, analogen Abfallbehälters ist bereits als sehr niedrigschwellig zu betrachten. Daher darf die Smartphone-Anwendung den Prozessablauf nicht stören oder sogar hemmen, da sonst

davon auszugehen ist, dass sie von den Benutzern nicht verwendet wird. Die in Smartphones verbauten technischen Komponenten bieten jedoch das Potenzial die Smartphone-Anwendung niedrigschwellig in den Prozess zu integrieren. Durch die Wahl, den Benutzer mit einer Smartphone-Anwendung in das SWS zu integrieren können dem Benutzer bekannte Mensch-Maschine-Kommunikationsschnittstellen genutzt werden, um auf Inhalte und Dienste des SWS zuzugreifen. Die Anforderung, die sich daraus ergibt, lautet: **DA15 - Das SWS muss einen niedrigschwelligen Zugang zur Benutzung bieten.**

4.2 Designprinzipien

Innerhalb des folgenden Abschnitts werden die aus der Literatur abgeleiteten Designprinzipien (DP) für die soziotechnischen Anforderungen vorgestellt. Eine vollständige Übersicht über die Beziehungen zwischen den Designanforderungen und den Designprinzipien ist in Abbildung 12 dargestellt. Ein Designprinzip wird in dieser Arbeit als präskriptives Wissen verstanden und eine Einordnung gegeben, wie das Designprinzip die Designanforderung erfüllt (Gregor 2021). Der Taxonomie von Krath und von Kortzfleisch folgend werden die Designprinzipien in drei verschiedene Kategorien eingeteilt (2021):

1) Benutzerorientierte Prinzipien

Diese Kategorie umfasst Prinzipien, die zu Verhaltensergebnissen führen. Unterschieden wird in dieser Kategorie zwischen individuellem Verhalten und dem Verhalten von sozialen Gruppen.

2) Systemorientierte Prinzipien

Prinzipien, die hedonistische Erfahrungen und affektive Reaktionen hervorrufen und somit eine Identifikation mit dem System fördern, werden als systemorientierte-Prinzipien bezeichnet.

3) Kontextorientierte Prinzipien

Die kontextorientierten-Prinzipien beziehen sich auf den Handlungskontext, in dem eine Intervention durch Gestaltungselemente stattfindet.

Zur übersichtlichen Einführung werden die Designprinzipien in der Tabelle 7 kurz vorgestellt und die zugrundeliegenden Quellen dazu präsentiert.

ID	Designprinzip	Beschreibung	Quelle
DP1	Reduktion	Komplexe Aufgaben werden in einfachere, kleinere Aufgaben zerlegt, um Benutzer zu einem gewünschten Verhalten zu verleiten. Das System reduziert somit den Aufwand, den die Benutzer für die Ausführung des gewünschten Verhaltens betreiben und verbessert die Kosten-Nutzen-Relation des Verhaltens.	(Oinas-Kukkonen und Harjumaa 2009)
DP2	Tunneling	Benutzer werden durch ein System oder einen Prozess geführt und auf dem Weg angeleitet. Es werden Handlungsmöglichkeiten angeboten, die den Benutzer dem gewünschten Verhalten näherbringen.	
DP3	Tailoring	Informationen, die durch ein System an den Benutzer gegeben werden, sind auf die potenziellen Bedürfnisse, Interessen, die Persönlichkeit, den Nutzungskontext oder andere für ihn relevante Faktoren angepasst.	
DP4	Abstrakte Visualisierung	Anstelle von expliziten Daten, die über den Benutzer gesammelt wurden, werden Daten abstrakt visualisiert, um den Benutzer zu ermutigen über sein Verhalten nachzudenken und ihm zu zeigen, was er getan hat und wie diese Verhaltensweisen mit dem Ziel der Systembenutzung in Beziehung stehen.	(Consolvo et al. 2009; Vainio et al. 2014)
DP5	Lob	Das System lobt den Benutzer für positives Verhalten, um dieses zu bestärken	(Oinas-Kukkonen und Harjumaa 2009)
DP6	Belohnung	Das System belohnt den Benutzer durch virtuelle Elemente, wenn er das gewünschte Verhalten zeigt.	
DP7	Dynamisierung	Innerhalb des Systems sollen Dynamiken zwischen den einzelnen Benutzern geschaffen werden, um Benutzer dazu zu motivieren, gewünschtes Verhalten zu zeigen.	(Liu et al. 2017)
DP8	Wiederholung	Zur langfristigen Benutzung des Systems werden Benutzer motiviert, indem die intrinsische Motivation durch das System angesprochen wird.	
DP9	Personalisierung	Das System erfasst die Bedürfnisse und Handlungen des Benutzers und fördert das gewünschte Verhalten, indem es sich an diese anpasst.	
DP10	Technologieabstimmung	Die eingesetzten Technologien müssen an den Aufgaben ausgerichtet werden, die mit dem System durchgeführt und erfüllt werden sollen.	

Tab. 7: Übersicht über die Designprinzipien

4.2.1 Benutzerorientierte Prinzipien

Zunächst sollen die benutzer-orientierten Prinzipien vorgestellt werden. Zu diesen gehören Reduktion, Tunneling, Tailoring, Self-monitoring, Lob, Belohnung und Dynamisierung.

DP1: Reduktion

Zerlege den Prozess der Verhaltensänderung in einfache Teilschritte und reduziere dadurch den Aufwand für den Benutzer, Abfall korrekt zu entsorgen.

Das gewünschte Verhalten, zu dem der Benutzer der Anwendung verleitet werden soll, ist das korrekte Abfallverhalten. Korrektes Abfallverhalten kann für Benutzer eine Verhaltensänderung darstellen. Verhaltensänderung ist ein komplexer Prozess, der durch die Anwendung unterstützt werden sollte (DA8) (Consolvo et al. 2009). Das Gestaltungsprinzip zerlegt den komplexen Prozess in einfache Teilschritte und reduziert dadurch den Aufwand für den Benutzer, den Prozess durchzuführen. Durch die Zerlegung des komplexen Verhaltens in einfache Teilschritte und die Unterstützung bei der Umsetzung der Handlung wird das System von den Benutzern positiver wahrgenommen und die Wahrscheinlichkeit der langfristigen Nutzung (DA10) erhöht (Oinas-Kukkonen und Harjumaa 2009).

DP2: Tunneling

Führe den Benutzer durch den Prozess der Verhaltensänderung, um ihn dadurch näher an das korrekte Abfallverhalten zu bringen.

Um die Anforderung der Unterstützung des Benutzers bei seinem korrekten Abfallverhalten zu erfüllen (DA8), ist die Führung durch den Prozess sowohl von einer inhaltlichen Betrachtungsweise als auch innerhalb der Anwendung ein weiterer relevanter Aspekt (Krath und von Kortzfleisch 2021; Oinas-Kukkonen und Harjumaa 2009). Während der Benutzer durch den Prozess geführt wird, können dabei weitere Elemente zur Beeinflussung des Verhaltens eingesetzt und die Erfahrung mit dem System gezielt gesteuert werden (Oinas-Kukkonen und Harjumaa 2009) bspw. durch den Einsatz von SDE und der Erzeugung von Spiel-Dynamiken. Zur Motivation des korrekten Abfallverhaltens werden SDE eingesetzt, die den Benutzer zu einem korrekten Abfallverhalten führen und dabei sinnvolles Engagement schaffen.

DP3: Tailoring

Passe die Informationen für den Benutzer auf seine individuellen Bedürfnisse, Interessen, Persönlichkeitsmerkmale und den Nutzenkontext an, um ihn bei korrektem Abfallverhalten zu unterstützen.

Die Anforderung, den Benutzer über korrektes Abfallverhalten zu informieren (DA9), kann dadurch erfüllt werden, dem Benutzer im System notwendige Informationen für die korrekte Abfallentsorgung bereitzustellen. Diese Informationen sollten dabei aus einer vertrauensvollen Quelle stammen (Oinas-Kukkonen und Harjumaa 2009). Die dadurch bereitgestellten Informationen können vielfältig sein und sollten auch unter der Berücksichtigung des Nutzungskontextes der Anwendung angepasst werden. In Hagen kann ein Benutzer bspw. über Standorte von Abfalleimern informiert werden, wenn er sich in der Nähe dieser befindet. Durch die Smartphone-Anwendung wird dem Benutzer eine Information in seinem individuellen Nutzungskontext bereitgestellt, die das korrekte Abfallverhalten unterstützt.

DP4: Abstrakte Visualisierung

Nutze eine abstrakte Visualisierung von Daten, um Informationen für den Benutzer darzustellen, damit dieser ermutigt wird über sein Verhalten zu reflektieren und den Zusammenhang zwischen seinem korrektem Abfallverhalten und positiven Veränderungen im System nachzuvollziehen.

Der Einfluss des eigenen Abfallverhaltens auf die Umwelt ist Benutzern im Bereich der Abfallentsorgung nicht immer bewusst (Helmefalk und Rosenlund 2020). Daten über das Benutzerverhalten in einer abstrahierten Form darzustellen, unterstützen den Benutzer die eigenen Verhaltensweisen zu reflektieren und den Zusammenhang zwischen seinem Verhalten und daraus resultierenden Ergebnissen nachzuvollziehen (Consolvo et al. 2009). Damit Benutzer den Einfluss des eigenen Energieverbrauchs auf die Umwelt nachvollziehen können und zu einer Verbrauchsreduzierung motiviert werden, werden im Handlungsfeld Smart Energy bereits abstrakte Visualisierungen von Daten verwendet (Mutule et al. 2021). Zur zielgerichteten Information des Benutzers über das korrekte Abfallverhalten (DA9) und zur Reflexion des eigenen Abfallverhaltens sollen Informationen in der Smartphone-Anwendung abstrahiert abgebildet werden. Durch das Auslösen der Reflexion besitzt die abstrakte Darstellung der Daten außerdem das Potenzial sinnvolles Engagement zu fördern. Die positive Emotion über die Systemveränderung kann vom Benutzer in den Zusammenhang mit der Systemnutzung gebracht werden. Relevant ist dabei: Die Form der Darstellung sollte einen bedeutenden Zusammenhang zwischen der Verhaltensweise und der Systemveränderung zeigen, um einen konstruktiven Lernprozess basierend auf Erfahrung und Reflexion zu fördern (Vainio et al. 2014).

DP5: Lob

Nutze Texte als Reaktionen auf korrektes Abfallverhalten, um den Benutzer eine positive Rückmeldung zu geben und die Verhaltensänderung zu fördern.

Die Freude an der Benutzung (DA11) bezieht sich auf die emotionalen Erfahrungen und den Nutzungserfolg der Anwendung und hängt eng mit dem sinnvollen Engagement zusammen (Liu et al. 2017). Wenn das System proaktiv auf das korrekte Abfallverhalten reagiert und dieses lobt, besitzt dieses Prinzip das Potential, zu einer Erfüllung des Benutzerbedürfnisses nach positiver Anerkennung und Identifikation mit dem System beizutragen (Sailer et al. 2017), woraus sich wiederum die Verhaltensänderung ergeben kann (Oinas-Kukkonen und Harjuma 2009). Die positive Erfahrung bei der Verwendung der Anwendung fördert das sinnvolle Engagement (Liu et al. 2017).

DP6: Belohnung

Nutze virtuelle Elemente, um den Benutzer für korrektes Abfallverhalten zu belohnen.

Der Unterschied der Belohnung zum Lob liegt darin: Ein Lob vom System erfolgt ohne die Übertragung eines digitalen oder physischen Elements. Bei der Belohnung (DP6) erhält der Benutzer jedoch ein Element für sein Verhalten, das über eine reine textliche Würdigung hinaus geht. Durch die Belohnung sollen Benutzer durch die Anwendung in korrektem Abfallverhalten bestärkt (DA12) und zur langfristigen Nutzung motiviert werden (DA10). Das Prinzip stellt für Benutzer eine direkte Rückmeldung in Bezug zu ihren Handlungen dar und das Verhalten kann dadurch in eine gewünschte Richtung beeinflusst werden (Sailer et al. 2013). Darüber hinaus wird das dual-outcome-principle erfüllt, indem die emotionale Erfahrung durch den Einsatz von Belohnung mit den Ergebnissen der Benutzung des Systems verbunden wird (Liu et al. 2017).

DP7: Dynamisierung

Ermögliche Vergleiche und Wettbewerb unter den Benutzern, um die Verwendung der Anwendung und korrektes Abfallverhalten zu motivieren.

Ein weiterer relevanter Aspekt, um Benutzer zu einer langfristigen Nutzung des Systems zu motivieren (DA10) liegt in der Abbildung sozialer Dynamiken durch das System (Krath und von Kortzfleisch 2021; Sailer et al. 2017). Diese Dynamiken können erzeugt werden, indem Benutzer sich und Ihre eigenen Leistungen und Aktivitäten mit den Leistungen und Aktivitäten von anderen Benutzern vergleichen können (DA13). Die Möglichkeit sich mit anderen Benutzer des Systems zu vergleichen, erzeugt bei vielen Benutzern auf natürlichem Wege eine Wettbewerbsdynamik und die Benutzer zeigen wahrscheinlicher das gewünschte Verhalten, um in diesem Vergleich

eine höherwertige Position einzunehmen (Oinas-Kukkonen und Harjumaa 2009). Die Förderung der Gruppendynamik ist dabei eng mit dem Prinzip der Belohnung verwandt und kann zur Förderung und Umsetzung des Wunsches nach sozialer Anerkennung beitragen (Sailer et al. 2017).

4.2.2 Systemorientierte Prinzipien

Im folgenden Abschnitt werden die system-orientierten Prinzipien vorgestellt. Zu diesen Prinzipien gehören: Wiederholung und Personalisierung.

DP8: Wiederholung

Nutze geeignete Elemente, die Benutzer motivieren, korrektes Abfallverhalten zu wiederholen, um eine Verhaltensänderung niedrigschwellig zu festigen.

Im Prozess der Gestaltung von Informationssystem wird meist ein Fokus auf die Funktionalität der Anwendungen gelegt und nicht berücksichtigt, in welcher Regelmäßigkeit ein Benutzer mit dem System interagiert (Liu et al. 2017). Der Aspekt der Wiederholung ist dabei jedoch besonders für die langfristigen Motivation zur Nutzung des Informationssystems relevant und muss bei der Gestaltung der prototypischen Anwendung berücksichtigt werden (DA10). Die Benutzer der Anwendung sollen die Anwendung im besten Fall bei jeder Entsorgung von Abfällen nutzen. Damit die Benutzer die Anwendung in den Prozess der Entsorgung aufnehmen, ist ein besonderer Fokus auf die intrinsische Motivation der Benutzer zu legen, denn der Effekt der Motivation durch externe Faktoren, nutzt über die Zeit stark ab (Thiebes et al. 2014). Die intrinsische Motivation eines Benutzers kann dabei besonders durch das Schaffen von sinnvollem Engagement sowie durch stetig neue und variierende Herausforderung zur Weiterentwicklung der Kompetenzen des Benutzers erhöht werden (Liu et al. 2017). Eine weitere Möglichkeit besteht darin, Benutzern erst mit der fortgesetzten Nutzung Zugang zu Elementen und Funktionen in einem System zu gewähren (Krath und von Kortzfleisch 2021).

DP9: Personalisierung

Passe den Einsatz von Designfeatures geeignet an, um Benutzermerkmale zu berücksichtigen und Benutzer zu einem korrekten Abfallverhalten zu motivieren.

Die Erfüllung der Forderung nach der Berücksichtigung von Anpassungsmöglichkeiten der Anwendung (DA14), durch das Prinzip der Personalisierung soll als letztes der systemorientierten Prinzipien, kurz vorgestellt werden. Im Rahmen der Gestaltung von Anwendungen wurde der positive Effekt auf die Bindung eines Benutzers durch die Personalisierung bereits erforscht (Kazhiamiakin et al. 2016; Sailer et al. 2017; Tam und Ho 2006). Das Prinzip der Personalisierung wird in der Anwendung dadurch

beachtet, indem die Designfeatures zur Umsetzung der bisher vorgestellten Designprinzipien auf die Bedürfnisse des Benutzers ausgerichtet werden. Das Tunneling oder die abstrakte Visualisierung kann bspw. auf der Grundlage von demografischen oder Persönlichkeitsmerkmalen des Benutzers angepasst werden. Die Voraussetzung ist dabei, Merkmale müssen im Vorfeld über den Benutzer erhoben und zielgerichtet ausgewertet werden, um verschiedene Nutzergruppen zu identifizieren.

4.2.3 Kontextorientierte Prinzipien

Der letzte Abschnitt des Kapitels 4.2 befasst sich mit den kontextorientierten Prinzipien. Durch den Fokus auf die soziotechnische Gestaltung des Systems umfasst der nachfolgende Abschnitt nur den Bereich der Technologie Abstimmung mit den soziotechnischen Anforderungen.

DP10: Technologie Abstimmung

Stimme die eingesetzten Technologien auf den Anwendungskontext ab, um den Benutzer in korrektem Abfallverhalten zu unterstützen.

Für den Benutzer des SWSs darf die Entsorgung des Abfalls nicht durch die Einbindung einer Anwendung auf seinem Smartphone gehemmt werden, sondern er soll durch die Anwendung Unterstützung erfahren (DA8). Im vorliegenden Fall ist die Anforderung nach der niedrighwelligen Benutzbarkeit des Systems (DA15) sehr relevant, da die eingesetzten Elementen den Prozess nicht hemmen dürfen und abgestimmt mit der Zielerreichung eingesetzt werden müssen (Liu et al. 2017). Darüber hinaus muss die Verwendung des Informationssystems dabei effektiv und effizient für den Benutzer sein (Hoffmann et al. 2021b). Die genutzten Elemente müssen sich intuitiv in den Prozess integrieren lassen, einen Mehrwert bieten und Rücksicht auf die Barrierefreiheit nehmen (Kerkmann und Lewandowski 2015). Als Prinzip für die Gestaltung des Artefaktes lässt sich somit ableiten: Die Gestaltungselemente müssen zu den Zielen des Einsatzes und der genutzten Technologie passen (Liu et al. 2017).

4.3 Designfeatures

Die direkten Kontaktpunkte, um die Anforderungen umzusetzen und die Designprinzipien für den Benutzer zugänglich zu machen, bilden die Designfeatures (DF) (Gregor und Jones 2007; Peffers et al. 2007). Die Designfeatures werden aufbauend auf den Designanforderungen und Designprinzipien ausgewählt. Die prototypischen Oberflächen, die in der Arbeit gezeigt werden, wurden mit der Software Axure RP9² erstellt, die es ermöglicht funktionale Anwendungsoberflächen zu erstellen. Anhand der Oberflächen sollen nachfolgend ausgewählte Designfeatures skizziert und ihre

² <https://www.axure.com/>

Verbindungen zu den Designanforderungen und Designprinzipien erörtert werden. Die konkreten Designfeatures bilden dabei größtenteils die bereits in Abschnitt 2.3 vorgestellten SDE. Somit wird bei der Erstellung des Prototypens dem Konzept gefolgt, Anwendungen zur Motivationssteigerung mit der Hilfe von SDE zu ‚spielifizieren‘ (Deterding 2014) und das sinnvolle Engagement zu fördern (Liu et al. 2017).

DF1: Herausforderung

Nach dem Designprinzip der Reduktion (DP1), werden komplexe Prozesse innerhalb von Informationssystemen in einfache Aufgaben zerlegt (Oinas-Kukkonen und Harjumaa 2009). Mit dem SDE der Herausforderung kann die gezielte Beeinflussung des Benutzers und die Änderung des Verhaltens in Schritte aufgeteilt und dabei die Kompetenz im Bereich der korrekten Abfallentsorgung gesteigert werden (Legaki et al. 2020). Die Herausforderung beinhaltet konkrete Aufgaben für den Benutzer, die erfüllt werden sollen. Eine Herausforderung kann, wie in Abbildung 6 gezeigt, lauten „Wiederholungstäter: Entsorge 10-mal deinen Abfall in einem Abfallbehälter im Volkspark“. Durch diese Herausforderung weiß der Benutzer genau, welche Handlungen von ihm erwartet werden. Gleichzeitig wird auf einer niedrigschwelligen Ebene vermittelt: Abfall ist im Volkspark, der eine öffentliche Grünanlage darstellt, in einem Abfallbehälter zu entsorgen. Die Komplexität der Verhaltensänderung und der Informationsaufnahme wird dadurch für den Benutzer reduziert. Des Weiteren wird durch die Aufteilung in Herausforderungen das Designprinzip des Tunnelings (DP2) erfüllt. Durch die verschiedenen Herausforderungen wird der Benutzer in Teilschritten durch den Prozess der Verhaltensänderung hin zu einem korrekten Abfallverhalten geführt. Auch der Aspekt der Personalisierung (DP9) kann durch den Einsatz von Herausforderungen umgesetzt werden (Kazhamiakin et al. 2016). Herausforderungen können aufgrund der erhobenen Merkmale über den Benutzer angepasst werden, bspw. auf der Grundlage seines bisherigen Kompetenzniveaus. Der Schwierigkeitsgrad der Herausforderungen sollte den Benutzer nicht überfordern, jedoch auch nicht zu leicht sein, damit er motiviert bleibt die Herausforderungen zu erfüllen (Gallego-Durán et al. 2019).

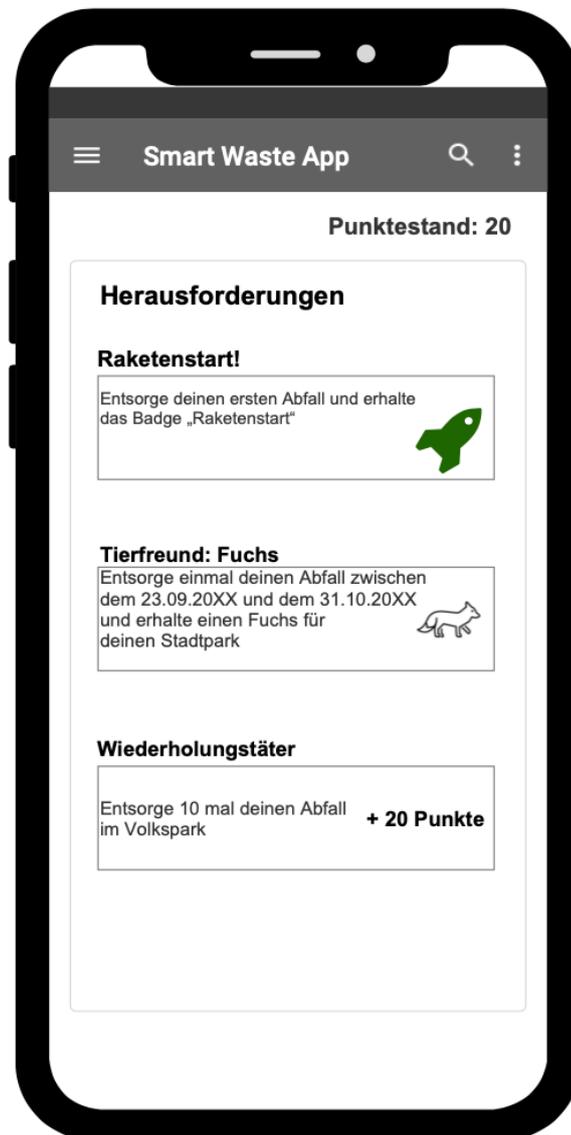


Abb. 6: Oberfläche Herausforderungen

DF2: Navigation

Eine Möglichkeit dem Benutzer kontextspezifische Informationen bereitzustellen (DP3) und ihn anschließend bei seinem Abfallverhalten zu unterstützen, ist die Angabe von Standorten für Abfallbehälter in der Anwendung mit anschließender Navigationsfunktion zum Ziel. Durch die Nutzung der Navigationsfunktion von Smartphones wird die vorhandene Technologie genutzt und sinnvoll in den Prozess integriert (DP10) (Liu et al. 2017). Durch die Navigation wird der Prozess für den Benutzer erleichtert, seinen Abfall korrekt zu entsorgen, indem eine Wissenslücke geschlossen und somit die Hürde für das korrekte Verhalten gesenkt wird.

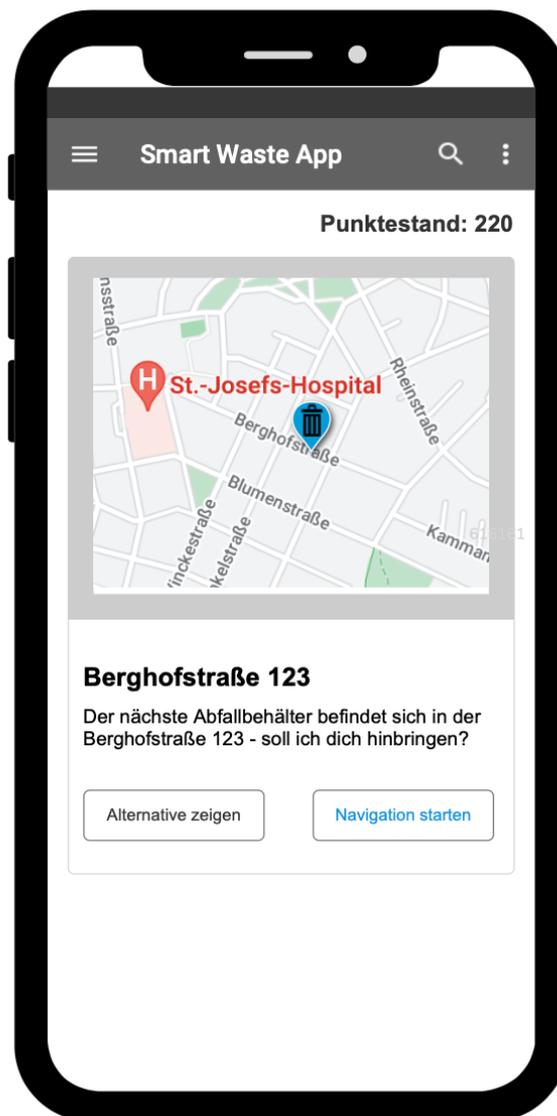


Abb. 7: Oberfläche Navigation

DF3: Fortschrittsanzeige

Es sollte zur abstrakten Visualisierung von Daten (DP4) eine Form gewählt werden, die den positiven Effekt der Verhaltensänderung abbildet, da sich das Konzept der Gamification auf positive Verstärkung stützt (Schrape 2014). In Abbildung 8 wird die positive Umsetzung der abstrakten Visualisierung gezeigt: Wenn der Benutzer positives Abfallverhalten zeigt, wird der persönliche Stadtpark des Benutzers von Müll befreit und die Bäume wachsen. Diese Form der abstrakten Visualisierung verdeutlicht den Fortschritt für den Benutzer, ohne sich dabei einem eindimensionalen SDE, wie einer sich füllenden Anzeige, zu bedienen. Würde eine eindimensionale Form der Visualisierung von Fortschritt gewählt, würde der Benutzer sein eigenes Abfallverhalten nur erschwert reflektieren können, da kein bedeutender Zusammenhang zwischen seinem Verhalten und der Systemveränderung erkennbar ist (Consolvo et al.

2009; Vainio et al. 2014). Die Kombination mit weiteren Designfeatures wie der Herausforderung und den Abzeichen kann an dieser Stelle gewählt werden, um einen motivierenden Kreislauf zu erzeugen, mehr Herausforderungen abzuschließen und Abzeichen zu sammeln. Die erhaltenen Abzeichen können anschließend als virtuelle Elemente in der Fortschrittsanzeige aufgenommen werden, um dem Benutzer seine Erfolge auf zu zeigen (Consolvo et al. 2009). Ferner wird das sinnvolle Engagement gestärkt, indem das Verhalten mit der abstrakten Darstellung verbunden werden kann. Zusätzlich kann die Anzeige des Fortschritts die Personalisierung (DP9) der Anwendung umsetzen, indem Benutzern anhand ihrer Merkmale verschiedene Orte gezeigt werden, die gesäubert und durch virtuelle Elemente ergänzt werden können. Neben dem Stadtpark können eine bestimmte Straße, ein Fußballplatz oder ein See denkare Orte sein, die dem Benutzer angezeigt werden, um die Anwendung für ihn zu personalisieren.

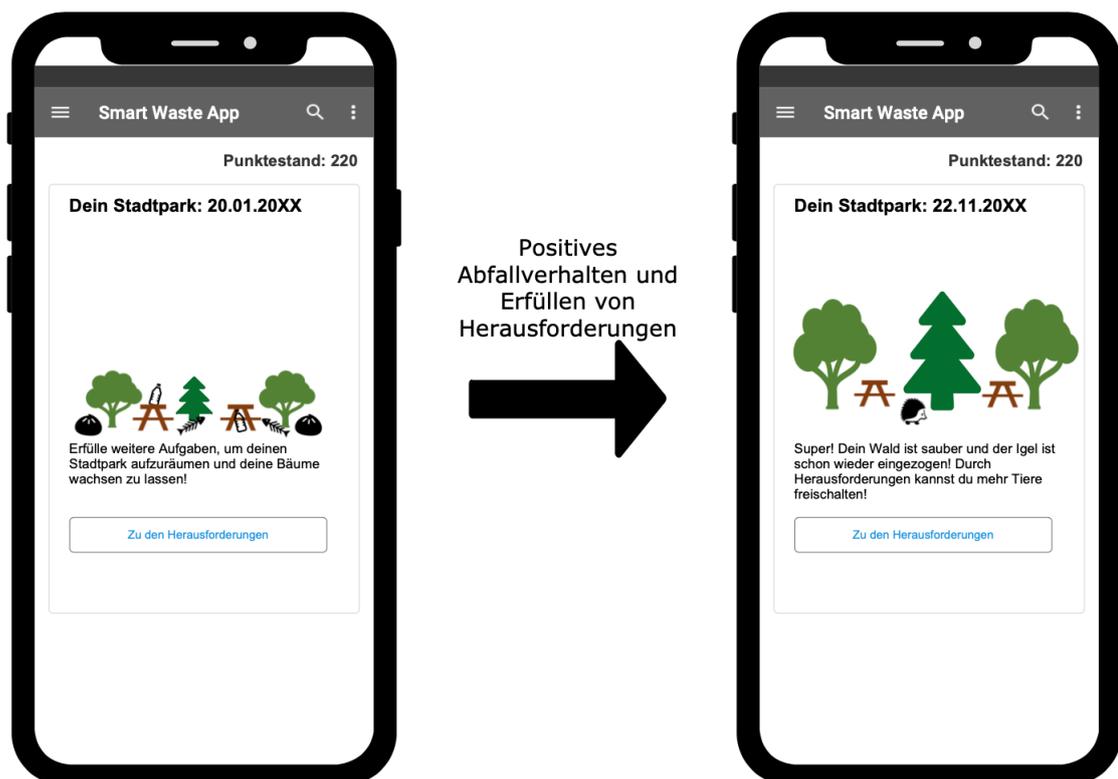


Abb. 8: Oberflächen Fortschrittsvisualisierung

DF4: Affirmation

Zur Unterstützung der Kommunikation mit dem Benutzer werden in den Textelementen der Anwendung Affirmationen verwendet, um auf das korrekte Abfallverhalten des Benutzers zu reagieren. In Abbildung 9 wird das korrekte Abfallverhalten des Benutzers durch eine Affirmation gelobt (DP5). Die Kommunikation mit dem Benutzer

bildet den Rahmen für die Beeinflussung des Verhaltens und die Verhaltensänderung und sollte positiv und motivierend gestaltet werden (Oinas-Kukkonen und Harjumaa 2009). Das Konzept der Gamification stützt sich auf positive Rückmeldung für den Benutzer (Schrape 2014), der nur durch diese nachhaltig motiviert werden kann, sein Verhalten zu ändern (de Guinea und Markus 2009).

DF5: Punkte

Die Vergabe von Punkten bietet eine zielgerichtete Mechanik um das Verhalten von Benutzern zu beeinflussen (Deterding et al. 2011). Punkte sind eines der am weitesten verbreiteten SDE (Zichermann und Cunningham 2011) und können einen Anreiz schaffen, damit Benutzer ein System wiederholt verwenden (DP8) (Mulyana et al. 2015). Durch Punkte (DF5) erhalten Benutzer eine direkte Rückmeldung zu ihren Handlungen (Sailer et al. 2013), wodurch die Erfahrung direkt mit der Benutzung verbunden wird. Durch den Einsatz von Punkten kann sinnvolles Engagement für die Benutzer geschaffen werden, wobei jedoch beachtet werden muss: Der Benutzer sollte sich weniger auf das Sammeln von Punkten fokussieren, sondern auf die Erfüllung der instrumentellen Aufgabe (Liu et al. 2017). Der Einsatz von Punkten benötigt somit eine sinnvolle Kombination mit anderen SDE, die aufgaben- und/oder erfüllungsorientiert sind, wobei Punkte für die erfolgreiche Bearbeitung von spezifischen Aufgaben vergeben werden (Sailer et al. 2017). In der Smartphone-Anwendung werden Punkte wie folgt genutzt: Bringt ein Benutzer seinen Abfall in den Entsorgungsprozess ein, wird er anschließend für seine Handlung mit dem Erhalt von Punkten belohnt. Die Punkte können vom Benutzer gesammelt und anschließend eingesetzt werden, um Systemveränderungen auszulösen. Für eine bestimmte Anzahl an Punkten (DF4) kann der Benutzer einen Teil des Mülls aus dem Stadtpark entfernen (DF3). Darüber hinaus ist es auch eine Möglichkeit, die Punkte zu nutzen, um eine Belohnung in der realen Welt zu erhalten wie bspw. eine Verringerung von städtischen Abgaben (Briones et al. 2018).

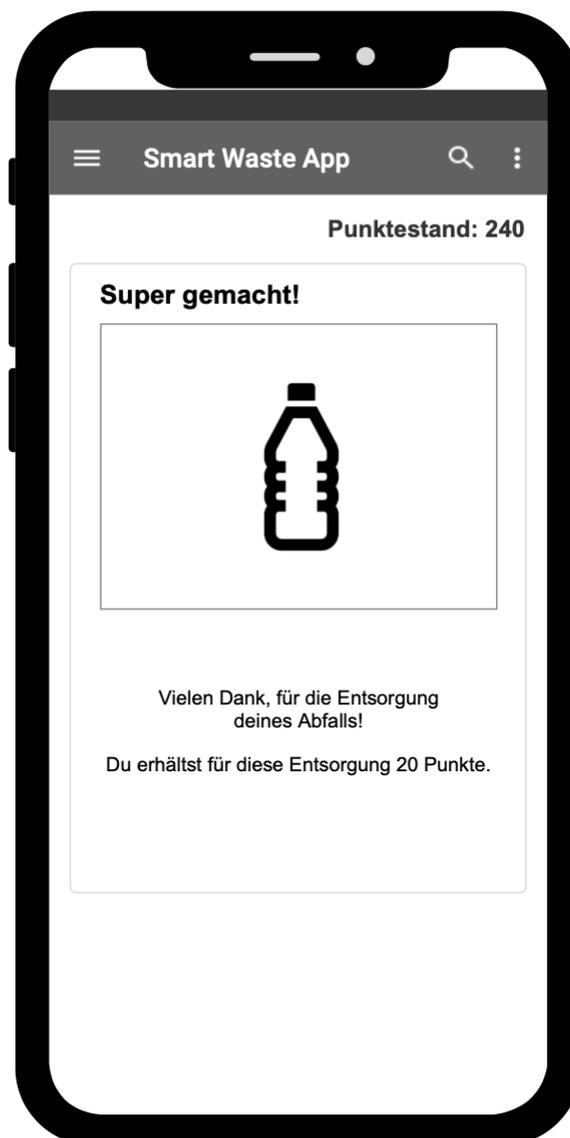


Abb. 9: Oberfläche Affirmation und Punkte

DF6: Abzeichen

Eng verwandt mit dem SDE der Punkte sind die Abzeichen. Abzeichen werden dem Benutzer ebenfalls für das Erfüllen von Aufgaben verliehen und werden als Rückmeldungsmechanismus eingesetzt. In dem erstellten Prototyp wird bspw. eine Kombination der Herausforderungen und Abzeichen verwendet. Diese Kombination wird gewählt, da die Abzeichen sich gegenüber Punkten besser dazu eignen, den Benutzer für komplexere Aufgaben oder die wiederholte Erfüllung von Aufgaben ergänzend zu belohnen (Blohm und Leimeister 2013). Bestimmte Abzeichen können genutzt werden, um die abstrakte Visualisierung (DP4) zu unterstützen. In der Abbildung 6 wird gezeigt, dass bei der Erfüllung der Herausforderung „Tierfreund Fuchs“ ein Abzeichen in Form eines Fuchses erlangt werden kann. Dieses Abzeichen wird anschließend in

der Fortschrittsvisualisierung aufgenommen. Abzeichen können aber auch für besondere Leistungen vergeben werden, um die Besonderheit der Handlung zu unterstreichen. In Abbildung 10 wird dargestellt, wie ein Benutzer ein Abzeichen dafür erhält, dass er zum ersten Mal die Entsorgung des Abfalls mit dem SWS aufgezeichnet hat. Der Erhalt von Abzeichen kann durch die Affirmation (DF4) sinnvoll ergänzt werden, um die Vergabe zu unterstützen.

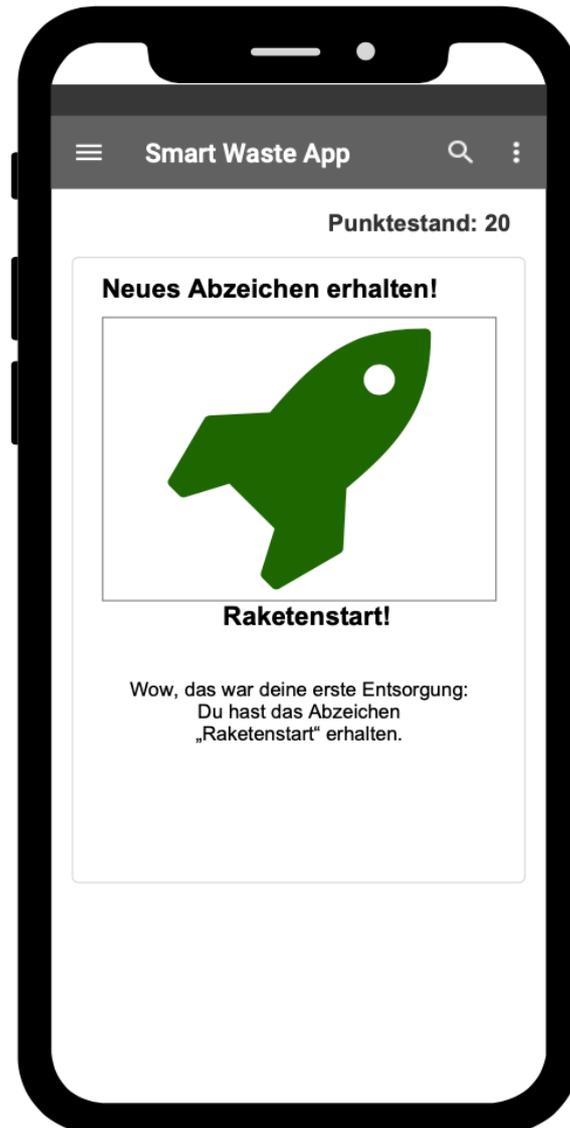


Abb. 10: Oberfläche Abzeichen

DF7: Ranglisten

Zur Entwicklung von Gruppendynamiken (DP7: Dynamisierung) werden Ranglisten eingesetzt. Mit der Hilfe der Rangliste können Benutzer ihre eigenen Leistungen im Vergleich zu anderen Benutzern betrachten (Sailer et al. 2017). An dieser Stelle besteht ein Schnittpunkt zu dem SDE der Punkte. Auf der Grundlage der gesammelten Punkte ergibt sich die Position des Benutzers in der Rangliste. Das Ergebnis der Untersuchungen von Bousios et al. ist: Insbesondere von Ranglisten geht ein zusätzlicher Anreiz für die regelmäßige Nutzung der Anwendungen aus (DP8) (2017). Dieser zusätzliche Anreiz entsteht aus der Steigerung der Rivalität unter den Benutzern (Bousios et al. 2017) aber auch durch das Sammeln von virtuellen Elementen wie etwa Punkten (Mulyana et al. 2015). Hemmende Effekte können von Ranglisten ausgehen, wenn Nutzer durch eine schlechte Positionierung in der Rangliste demotiviert werden (Sailer et al. 2017). Ein positiver Effekt stellt sich nur ein, wenn zur nächsthöheren Position nur eine geringe Punktzahl notwendig ist (Sailer et al. 2017). Eine mögliche Lösung könnte darin bestehen, eine globale Rangliste in Unterkategorien aufzuspalten, die von Nutzern sukzessive durchlaufen werden.

4.3.1 Zwischenfazit

Die in Abschnitt 2.1 in Tabelle 2 eingeführten Nudgingprinzipien wurden zur gezielten Beeinflussung von Entscheidern in ihrem Entscheidungsverhalten aufgestellt (Thaler et al. 2012). In der vorliegenden Arbeit wird sich an diesen Nudgingprinzipien orientiert, um den Benutzer zu einem korrekten Abfallverhalten zu motivieren. Damit der Benutzer jedoch langfristig zu einer Verhaltensänderung motiviert werden kann, muss über die Nudgingprinzipien hinaus gegangen werden, da bspw. eine zeitliche Dimension von den Nudgingprinzipien nicht hinreichend berücksichtigt wird. Darüber hinaus geben die Nudgingprinzipien keine Anweisungen zu konkreten Umsetzungen vor und benötigen deshalb die vorgestellten Designprinzipien zur Verfeinerung und die Designfeatures zur Umsetzung. Die Designprinzipien Reduktion, Tunneling und Tailoring können der Strukturierung komplexer Entscheidungssituationen zugeordnet werden. Das Designprinzip der abstrakten Visualisierung greift das Nudgingprinzip der Abbildung von Informationen auf und wird durch die Fortschrittsanzeige umgesetzt. Die Designprinzipien Lob und Belohnung erfüllen das Nudgingprinzip der Rückmeldung an den Benutzer. Die Zielsetzung des Nudgings liegt darin, einen Benutzer dazu zu motivieren eine bestimmte Entscheidung zu treffen (Abschnitt 2.1), was von den Designprinzipien DP1-DP6 zielgerichtet unterstützt wird. Dynamisierung, Wiederholung, Personalisierung und Technologie Abstimmung stammen aus dem Bereich der Gamification-Prinzipien und lassen sich nicht direkt auf die Nudgingprinzipien projizieren. Sie werden stattdessen genutzt, um die Systembenutzung für den

Benutzer im Allgemeinen attraktiver zu gestalten (Abschnitt 2.1). Durch diese Trennung der Zielsetzungen ist die Einordnung der Designprinzipien in die Taxonomie von Krath und Kortzfleisch notwendig, da diese nicht von der Perspektive einer konkreten Zielsetzung geprägt ist (2021). Die Abbildung 11 stellt das Gestaltungsmodell des prototypischen Konzeptes übersichtlich dar und fasst die Ergebnisse zusammen.

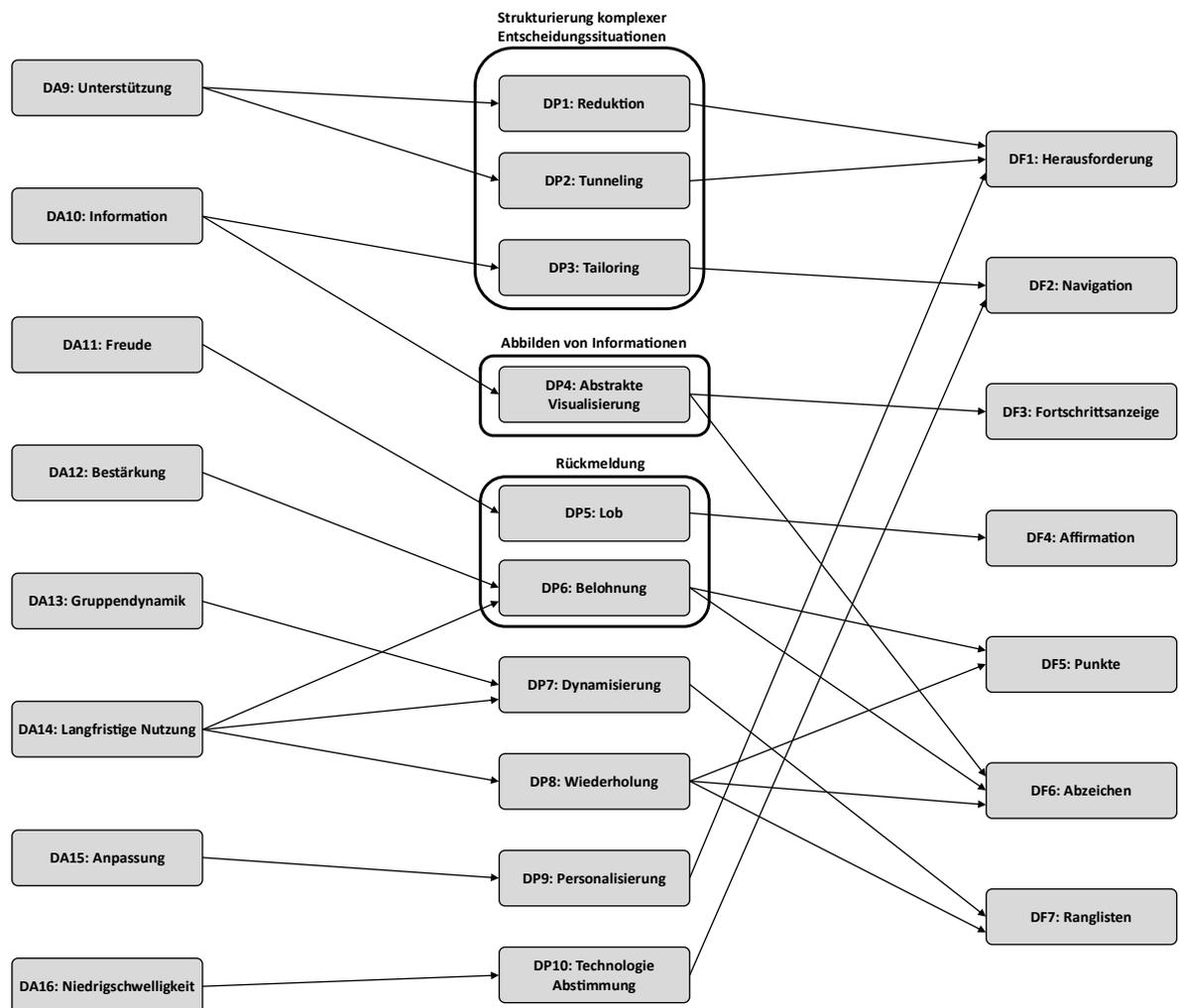


Abb. 11: Gestaltungsmodell des prototypischen Konzeptes

4.4 Wirkungsweise der Smartphone-Anwendung in einem prototypischen Szenario

Der Zusammenhang und das Zusammenwirken der Designprinzipien und Designfeatures zur Erfüllung der Designanforderungen soll nachfolgend anhand eines prototypischen Einsatzszenarios vorgestellt werden. Das Szenario ist als Prozess in Abbildung 12 dargestellt und beschreibt die elementarsten Funktionen der Smartphone-Anwendung in der Praxis: die Information des Benutzers über den nächstgelegenen Abfallbehälter sowie die Belohnung für das korrekte Abfallverhalten.

Der Benutzer befindet sich im vorgestellten Szenario örtlich entfernt von einem Abfalleimer und weiß nicht, wo der nächste Behälter aufgestellt ist. Der Abfallbehälter ist leer, der prototypische Benutzer hat jedoch eine Entfernung zu überwinden, um zum Abfallbehälter zu gelangen. Er könnte den Abfall auch fallen lassen und nicht im Abfallbehälter entsorgen, was kein korrektes Abfallverhalten darstellen würde. Der erste Schritt besteht in der Information des Benutzers über den Standort des nächsten Mülleimers (DP3). Durch die Bereitstellung der auf die Situation zugeschnittenen Informationen und die anschließende Unterstützung der Navigation wird eine Wissenslücke des Benutzers gefüllt. Es kann ein Ausdruck gebildet werden (Gregor 2021), in der Form: Damit der Benutzer den Müll korrekt in den Entsorgungsprozess einbringen kann (DA8), muss er darüber informiert sein, wo sich der nächstgelegene Abfalleimer befindet und dabei unterstützt werden, diesen zu finden. Anschließend kann die Smartphone-Anwendung den Benutzer zum ausgewählten Abfalleimer führen (DF2). Am Mülleimer angekommen, kann der Benutzer durch das Scannen eines QR-Codes mit der Smartphone-Anwendung eine Verbindung zum Smart Bin aufbauen und seinen Müll entsorgen. Der Smart Bin erfasst den eingeworfenen Abfall und sendet die Informationen an den Server des SWSs. Der Benutzer bekommt anschließend ein Lob von der Anwendung (DP5) und erhält Punkte als Belohnung (DP6) für seine Handlung, um Freude bei der Benutzung des Systems zu erleben (DA11) und die Ergebnisse der Nutzung des Systems mit der positiven emotionalen Erfahrung zu verbinden (Liu et al. 2017).



Abb. 12: Prototypisches Szenario

5 Diskussion

Im nachfolgenden Abschnitt werden die im Rahmen dieser Arbeit erzielten Ergebnisse diskutiert. Im Fokus steht dabei das im vorhergehenden Abschnitt entwickelte Artefakt und dessen Relevanz und Implikation für die Wissenschaft und Praxis. Es erfolgt eine Einordnung der Ergebnisse in den wissenschaftlichen Diskurs. Abschließend werden die Ergebnisse der Arbeit kritisch gewürdigt und auf Limitationen eingegangen.

5.1 Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse

Bereits während der Forschungsaktivitäten die Implikationen der Ergebnisse im Rahmen der Praxis zu berücksichtigen, ist eine zentrale Forderung des DSR-Ansatzes (Hevner et al. 2004). Im Gestaltungsprozess wurde durch die enge Abstimmung und die durchgeführten Workshops die Expertise der Mitarbeiter der Stadt Hagen integriert, wodurch dem Artefakt eine besondere Praxisrelevanz attestiert werden kann. Konkret wurden vor dem Hintergrund der Anforderungsanalyse multidimensionale Designanforderungen an ein SWS erhoben. Für die Stadt Hagen bieten die Ergebnisse dabei einen ersten Schritt, um sich der Implementierung eines SWSs in Hagen zu nähern. Durch die Einteilung der Designanforderungen in technische, verwaltungsseitige und soziotechnische Anforderungen bietet die vorliegende Arbeit der Stadtverwaltung eine wissenschaftlich fundierte Basis, um die notwendigen Anpassungen zu planen, damit die Einführung eines SWSs zielgerichtet vorbereitet werden kann.

Zur Beantwortung der Forschungsfrage wird in der vorliegenden Arbeit eine Fokussierung auf die Gestaltung eines prototypischen Konzepts unter besonderer Berücksichtigung soziotechnischer Aspekte gesetzt und ein Gestaltungsmodell entworfen. Entsprechend wurden für die technischen und verwaltungsseitigen Designanforderungen keine Designprinzipien aufgestellt. Als relevanter Erkenntnisgewinn bei der Ableitung der Designprinzipien kann genannt werden: der Einsatz von Nudgingprinzipien allein ist nicht ausreichend, um die angestrebte Zielsetzung zu erreichen. Das Verhalten der Bürger zu beeinflussen ihren Abfall korrekt in den Entsorgungsprozess einzubringen, stellt keine triviale Aufgabe dar. Es bedarf einer Kombination der Nudgingprinzipien mit Prinzipien aus dem Bereich der persuasiven Systeme und der Gamification, damit das Artefakt das Potenzial besitzt, von den Bürgern adoptiert zu werden, zielgerichtet zu wirken und langfristig genutzt zu werden. In Bezug auf die aufgestellte Forschungsfrage sind die Elemente aus den benannten Bereichen identifiziert worden, um eine Anwendung geeignet zu gestalten. Das reine Anbringen von Nudges auf den Abfallbehältern besitzt jedoch nicht die Überzeugungskraft Bürger dazu zu motivieren ihre Abfälle auch im öffentlichen Raum in den Entsorgungsprozess einzubringen. Systeme zur Abfallentsorgung sollten daher als soziotechnische Systeme verstanden und gestaltet werden, was dem Level 4 eines SWS entspricht. Die

ursprüngliche Annahme, die zu Beginn der Ausarbeitung der vorliegenden Arbeit aufgestellt wurde, mit Elementen des Nudgings eine Verhaltensänderung bei Bürgern zu bewirken, wurde daher im Verlauf der Ausarbeitungen erweitert. Die Nudgingprinzipien können nicht ohne weiteres in den Anwendungskontext übertragen werden, sondern es bedarf SDE aus dem Bereich der Gamification, um das Nudging zielgerichtet für den Anwendungskontext umzusetzen.

Bisherige Arbeiten im Kontext der SWSe betrachten primär die technologischen Aspekte und Potenziale im Bereich der Prozessoptimierung, ohne eine Benutzerperspektive dabei zu berücksichtigen. Wenn in den aktuellen Ausarbeitungen zu SWSen der Einsatz einer Smartphone-Anwendung beschrieben wird, dann geht dieser meist nicht über eine reine Informationsfunktion für den Benutzer, über den Status eines intelligenten Mülleimers oder Prozesses hinaus (siehe z. B. Makhseed et al. 2021; Xenya et al. 2020). Die vorgestellten Ergebnisse erweitern den aktuellen Stand der Forschung entsprechend, um die Betrachtungsebene die Handlungen des Benutzers in das Zentrum des SWSs zu stellen. Dabei sind besonders die Aspekte der positiven Bestärkung und Belohnung des Verhaltens sowie die Schaffung von sinnvollem Engagement relevante Erfolgsfaktoren. Der Einsatz von Elementen des Nudgings und der Gamification im Rahmen des Waste Managements hat für Privathaushalte bereits einen Einzug in die Praxis gehalten (Briones et al. 2018). Die Autoren nutzen in ihrer Studie SDE zur Erfassung und Sammlung von Daten sowie zur Visualisierung von Fortschritt. Ein Belohnungssystem ist nicht direkt in der Anwendung integriert, sondern die Belohnung erfolgt durch eine Reduktion der monatlichen Abfallgebühr, wenn ein gewisser Fortschritt erreicht wird. Im Kontrast zu dieser Anwendung, die rein auf monetärer und extrinsischer Motivation aufbaut, bietet das vorgestellte Konzept das Potenzial, den Benutzer auch durch die Aktivierung von intrinsischer Motivation nachhaltig zu einer Verbesserung seines Abfallverhaltens zu führen, indem sinnvolles Engagement geschaffen wird (Liu et al. 2017). Bei der Erstellung von Anwendungen, die wiederholt genutzt werden sollen, ist das sinnvolle Engagement ein erfolgskritischer Faktor und der Einsatz von SDE in der Anwendungen ist dazu geeignet, sinnvolles Engagement zu fördern (Wiethof et al. 2021).

Unter der Betrachtung einer Übertragung der Ergebnisse auf artverwandte Problemstellungen zeigt sich: Die gewonnen Erkenntnisse können kontextübergreifend verwendet werden. Die Verschmutzung von Innenstädten stellt nicht nur die Stadt Hagen vor eine Herausforderung. Weitere Städte können die Ergebnisse dieser Arbeit als Basis für eigene Handlungsschritte heranziehen. Des Weiteren können die erhobenen Designanforderungen, Designprinzipien und Designfeatures auch in weiteren Handlungsfeldern wie bspw. dem Bereich Smart Mobility verwendet werden. Der Einsatz und die Entwicklung von Informationssystemen mit einer soziotechnischen

Schwerpunktsetzung und dem Einsatz von Gamification wird im Bereich Smart Mobility dabei bereits diskutiert (Ebner et al. 2020).

5.2 Limitationen

Auch wenn die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit das Potenzial besitzen für Städte einen Mehrwert bei der Verbesserung der Stadtsauberkeit darzustellen, können im Rahmen einer kritischen Würdigung Limitationen festgestellt werden. Bei der Entwicklung des prototypischen Konzepts wurde auf Literatur und Erkenntnisse aus dem aktuellen Stand der Forschung zurückgegriffen. Darüber hinaus wurde das Wissen von Experten der Stadt Hagen bei der Erstellung und Ausarbeitung berücksichtigt. Dennoch sind besonders die initiale Adoption des Systems und die Prozessintegration der Smartphone-Anwendung in den Entsorgungsprozess kritisch zu hinterfragen.

Eine erste Limitation besteht in der Fokussierung der Arbeit auf die soziotechnische Ausgestaltung. Für die technische und verwaltungsseitige Perspektive wurde keine tiefere Betrachtung durchgeführt. Darüber hinaus wurden auch Aspekte aus den Bereichen des Datenschutzes, der technologischen Machbarkeit oder des Change Managements innerhalb der Stadtverwaltung aufgrund neuer Prozesse nicht beachtet.

Die vorliegende Arbeit unterstellt dem Benutzer, die Smartphone-Anwendung auch anwenden zu wollen und eine intrinsische Motivation zu besitzen sein Verhalten zu ändern, zu verbessern oder aufzeichnen zu wollen. Dabei besteht insbesondere eine Herausforderung in der Erreichung der Zielgruppe für die Anwendung. Personen, die sich keine reflektierten Gedanken zu ihrem eigenen Abfallverhalten machen, sind unter Umständen auch nicht bereit, die Smartphone-Anwendung zu nutzen. Darüber hinaus stellt die Implementierung der Smartphone-Anwendung verschiedene Herausforderungen dar. Einerseits benötigt die Smartphone-Anwendung eine Infrastruktur, in der intelligente Mülleimer vorhanden sind, die mit der Smartphone-Anwendung kommunizieren können. Sollte eine solche Infrastruktur nicht vorhanden sein, dann ist für die Errichtung mit erheblichen Investitionskosten zu rechnen. Andererseits ist nicht abschließend herausgearbeitet, wie genau Punkte zur Belohnung vergeben werden sollten. Werden Punkte für die reine Nutzung eines intelligenten Mülleimers vergeben oder basierend auf einer Menge oder bestimmten Wertigkeit des Abfalls und wenn ja, wie wird diese bestimmt.

5.3 Ausblick und weiterer Forschungsbedarf

Die angesprochenen Aspekte im vorangegangenen Abschnitt zeigen: Eine Evaluation der Smartphone-Anwendung ist notwendig, um die beschriebenen Limitationen zu untersuchen. Eine mögliche erste Evaluation könnte durch einen Pretest der

Benutzeroberflächen mit einer ersten Untersuchungsgruppe innerhalb des Umweltamts der Stadt Hagen durchgeführt werden. Weil die Mitarbeiter des Umweltamtes die Problemstellung kennen und somit schnell einen Zugang zum Untersuchungsgegenstand erhalten, können die Oberflächen und eingesetzten Designfeatures kritisch beurteilt werden. Das Design einer solchen ersten Evaluation sollte noch in einem möglichst offenen Format stattfinden. In weiteren Untersuchungen ist jedoch eine strukturierte Erfassung von Ergebnissen, zum Beispiel durch Fragebögen, notwendig. Wenn die Ergebnisse der ersten Untersuchungen auf positive Implikationen durch die Oberflächen schließen lassen, ist auch eine Pilotstudie mit einer vollwertigen Smartphone-Anwendung ein Schritt für weitere Untersuchungen.

Ein weiterer Punkt, der bisher nicht tiefergehend berücksichtigt wurde, ist eine Doppelkopplung der realen und der digitalen Welt. Die gesammelten Punkte des Benutzers könnten auch in der realen Welt zum Einsatz kommen. Dem Benutzer könnte bspw. die Möglichkeit gegeben werden einen Teil seiner Punkte einzusetzen, um in der Stadt kostenfrei einen Kaffee oder ein anderes Getränk damit zu erwerben. Eine weitere Möglichkeit wäre es dem Benutzer Vergünstigungen bei kommunalen Abgaben einzuräumen, was in Studien bereits zu positiven Ergebnissen geführt hat (Briones et al. 2018).

Eine mögliche Erweiterung wäre die Idee, in die Smartphone-Anwendung den Mängelmelder der Stadt Hagen zu integrieren. Über die Website des Mängelmelders können Bürger bspw. illegale Müllabladungen, defekte Straßenlaternen oder Schlaglöcher an die Stadtverwaltung melden. Durch eine Integration in die Smartphone-Anwendung könnten Benutzer diese Meldungen direkt über ihr Smartphone erstellen und auch für diese Aktivitäten eine Belohnung innerhalb der Anwendung erhalten. Die Stadt Hagen erhält dadurch wiederum mehr Informationen zu Problemen innerhalb der Stadt und kann diese anschließend beheben.

6 Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit untersucht die Forschungsfrage wie und mit welchen Elementen Anwendungen gestaltet werden sollten, um Benutzer von SWSen zu aktivieren ihr Abfallverhalten zu ändern. Bisherige Konzepte, Bürger zu einem korrekten Abfallverhalten zu motivieren, sind bisher nur wenig erfolgreich gewesen. In der vorliegenden Arbeit wurde anhand des DSR-Ansatzes ein innovatives Artefakt geschaffen, um Benutzer zu einer solchen Verbesserung ihres Abfallverhaltens zu motivieren. Zunächst wurde dazu eine Literaturrecherche durchgeführt, um den aktuellen Stand der Forschung zu SWSen unter einer soziotechnischen Betrachtungsweise zu identifizieren. In der Literaturrecherche konnte festgestellt werden: Die bisherige Forschung zu SWSen ist primär von einer technologischen Betrachtungsweise der Systeme geprägt und es existieren nur wenige Artikel zum Einsatz von Nudging und Gamification in diesem Anwendungskontext. Der Einsatz von Gamification kann aufgrund von Ergebnissen von Untersuchungen aus anderen Handlungsfeldern der Smart City jedoch als vielversprechender Ansatz zur Motivation von Benutzern angesehen werden. Die Ergebnisse der Arbeit wurden dabei nicht allein auf der Grundlage von Ableitungen aus der Literatur erarbeitet, sondern auch kooperativ in Workshops mit Mitarbeitern der Stadt Hagen. Besonders der Einsatz von Spiel-Design-Elementen zur Schaffung des sinnvollen Engagements kann zu einer langfristigen Nutzung der Anwendung motivieren und dadurch Benutzer zur Verbesserung des eigenen Abfallverhaltens. Mit der Herausforderung der Verschmutzung von Innenstädten sieht sich nicht nur die Stadt Hagen konfrontiert. Die erarbeiteten Ergebnisse der vorliegenden Arbeit synthetisieren Erkenntnisse aus dem aktuellen Stand der Forschung, dem Wissen von Experten im Bereich der kommunalen Stadtverwaltung sowie Abfallentsorgung und haben dadurch eine hohe Relevanz und Mehrwert für die Wissenschaft und Praxis.

7 Literaturverzeichnis

- Abeygunawardhana, A. G. D. T., Shalinda, R. M. M. M., Bandara, W. H. M. D., Anesta, W. D. S., Kasthurirathna, D., und Abeysiri, L. 2020. "Ai - Driven Smart Bin for Waste Management," *2020 2nd International Conference on Advancements in Computing (ICAC)*, S. 482-487.
- Akshayaa, S., Evangeline, R., Sree, S. H., und Banuselvasaraswathy, B. 2021. "Smart Bin for Clean Cities Using Iot," *2021 7th International Conference on Advanced Computing and Communication Systems (ICACCS)*, S. 1280-1283.
- Anschütz, C., Ebner, K., und Smolnik, S. 2020. "Spielerisch Zum Ziel: Initiale Designprinzipien Für Die Nachhaltige Gestaltung Von Smart-Mobility-Apps Auf Basis Einer Marktanalyse," in *Wi2020 Zentrale Tracks*. Potsdam: S. 538-553.
- Anschütz, C., Ebner, K., Smolnik, S., und Huber, H.-H. 2021. "Needs for Speed - Categorizing Commuter Types in the Context of Smart Mobility Systems," *European Conference on Information Systems*.
- Auf, H., Dagman, J., Renström, S., und Chaplin, J. 2021. "Gamification and Nudging Techniques for Improving User Engagement in Mental Health and Well-Being Apps," *Proceedings of the Design Society* (1), S. 1647-1656.
- Augustin, K., Thiebes, S., Lins, S., Linden, R., und Basten, D. 2016. "Are We Playing Yet? A Review of Gamified Enterprise Systems," in: *Pacific Asia Conference on Information Systems*. Chiayi, Taiwan.
- Baby, C. J., Singh, H., Srivastava, A., Dhawan, R., und Mahalakshmi, P. 2017. "Smart Bin: An Intelligent Waste Alert and Prediction System Using Machine Learning Approach," in: *2017 International Conference on Wireless Communications, Signal Processing and Networking (WiSPNET)*. S. 771-774.
- Baras, N., Ziouzos, D., Dasygenis, M., und Tsanaksidis, C. 2021. "Waste Collection Vehicle Navigation in Modern Cities," in: *2021 6th South-East Europe Design Automation, Computer Engineering, Computer Networks and Social Media Conference (SEEDA-CECNSM)*. IEEE, S. 1-4.
- Barker, H., Shaw, P. J., Richards, B., Clegg, Z., und Smith, D. 2021. "What Nudge Techniques Work for Food Waste Behaviour Change at the Consumer Level? A Systematic Review," *Sustainability* (13:19).
- Bastidas, V., Helfert, M., und Bezbradica, M. 2018. "A Requirements Framework for the Design of Smart City Reference Architectures," in *Proceedings of the 51st Hawaii International Conference on System Sciences*, T. Bui (Hrsg.). Hawaii International Conference on System Sciences.
- Beranek, P. M., Klein, G., und Jiang, J. J. 2014. "Building User Engagement for Successful Software Projects: Meaningfulness, Safety, and Availability," *Pac. Asia J. Assoc. Inf. Syst.* (6), S. 1 - 20.
- Bhattacharjee, A. 2001. "Understanding Information Systems Continuance: An Expectation-Confirmation Model," *Mis Quarterly* (25:3), S. 351-370.
- Blohm, I., und Leimeister, J. M. 2013. "Gamification Design of It-Based Enhancing Services for Motivational Support and Behavioral Change," *Business & Information Systems Engineering* (5:4), S. 275-278.
- Bousios, A., Gavalas, D., und Lambrinos, L. 2017. "Citycare: Crowdsourcing Daily Life Issue Reports in Smart Cities," *2017 IEEE Symposium on Computers and Communications (ISCC)*, S. 266-271.
- Briones, A. G., Chamoso, P., Rivas, A., Rodríguez, S., De La Prieta, F., Prieto, J., und Corchado, J. M. 2018. "Use of Gamification Techniques to Encourage Garbage

- Recycling. A Smart City Approach," in *Knowledge Management in Organizations*. S. 674-685.
- Castro Lundin, A., Ozkil, A. G., und Schuldt-Jensen, J. 2017. "Smart Cities: A Case Study in Waste Monitoring and Management," in: *Proceedings of the 50th Hawaii International Conference on System Sciences (2017)*. Hawaii International Conference on System Sciences.
- Chaudhari, S. S., und Bhole, V. Y. 2018. "Solid Waste Collection as a Service Using Iot-Solution for Smart Cities," in: *2018 International Conference on Smart City and Emerging Technology (ICSCET)*. IEEE, S. 1-5.
- Chaudhary, A. H., Polonsky, M. J., und McClaren, N. 2021. "Littering Behaviour: A Systematic Review," *International Journal of Consumer Studies* (45:4), S. 478-510.
- Cohn, M. 2004. *User Stories Applied*. Boston, MA: Addison-Wesley Educational.
- Consolvo, S., McDonald, D., und Landay, J. 2009. "Theory-Driven Design Strategies for Technologies That Support Behavior Change in Everyday Life," in: *Proceedings of the 27th International Conference on Human Factors in Computing Systems*. Boston, MA, USA: S. 405-414.
- Cranefield, J., und Pries-Heje, J. 2019. "Moving Beyond Showcasing. The Five Faces of Leadership in Smart City Transformation," *European Conference on Information Systems*.
- Daneva, M., und Lazarov, B. 2018. "Requirements for Smart Cities: Results from a Systematic Review of Literature," in: *2018 12th International Conference on Research Challenges in Information Science (RCIS)*. IEEE, S. 1-6.
- Dasari, D. J., Velala, V. S., Ganbaaatar, B., und Kunicina, N. 2021. "Smart Trash Bin Segregation and Identify and Create Alerts on the Level of Waste Present in the Trash Bin," *2020 IEEE 8th Workshop on Advances in Information, Electronic and Electrical Engineering (AIEEE)*, S. 1-6.
- de Guinea, A. O., und Markus, M. L. 2009. "Why Break the Habit of a Lifetime? Rethinking the Roles of Intention, Habit, and Emotion in Continuing Information Technology Use," *MIS Quarterly* (33:3), S. 433-444.
- De Troyer, O. 2021. "Gamification, Persuasive Techniques, and Nudging: What Is the Impact on the User Experience?," in: *RoCHI - International Conference on Human-Computer Interaction*. Bucharest: S. 1-3.
- Delnevo, G., Aguzzi, G., Letizi, S., Luffarelli, M., Petreti, A., und Mirri, S. 2021. "Encouraging Users in Waste Sorting Using Deep Neural Networks and Gamification," in: *Proceedings of the Conference on Information Technology for Social Good*. Roma, Italy: Association for Computing Machinery, S. 230-235.
- Deterding, S. 2014. "Eudaimonic Design, Or: Six Invitations to Rethink Gamification," in *Rethinking Gamification*, M. Fuchs, S. Fizek, P. Ruffino und N. Schrape (Hrsg.). meson press, S. 305-331.
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., und Nacke, L. 2011. "From Game Design Elements to Gamefulness: Defining Gamification," *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments*, S. 9-15.
- Dinh, D. V., Yoon, B. N., Le, H. N., Nguyen, U. Q., Phan, K. D., und Pham, L. D. 2020. "Ict Enabling Technologies for Smart Cities," *2020 22nd International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT)*, S. 1180-1192.

- Ebner, K., Anschütz, C., und Smolnik, S. 2020. "Stream – Ein Smart-Mobility-System Zur Langfristigen Einbindung Von Pendlern," in *Neue Dimensionen Der Mobilität*, H. Proff (Hrsg.). S. 545-558.
- Ebner, K., Mattes, P., und Smolnik, S. 2019. "Are You Responsible for Traffic Congestion? A Systematic Review of the Socio-Technical Perspective of Smart Mobility Services," in: *Proceedings of the 52nd Hawaii International Conference on System Sciences*. Hawaii International Conference on System Sciences.
- Elmustafa, S. A. A., und Mujtaba, E. Y. 2019. "Internet of Things in Smart Environment: Concept, Applications, Challenges, and Future Directions," *World Scientific News* (134:1), S. 1-51.
- Femmer, H., Méndez Fernández, D., Wagner, S., und Eder, S. 2017. "Rapid Quality Assurance with Requirements Smells," *Journal of Systems and Software* (123), S. 190-213.
- Fogg, B. J. 2002. "Persuasive Technology: Using Computers to Change What We Think and Do," *Ubiquity* (3).
- Folianto, F., Low, Y. S., und Yeow, W. L. 2015. "Smartbin: Smart Waste Management System," in: *2015 IEEE Tenth International Conference on Intelligent Sensors, Sensor Networks and Information Processing (ISSNIP)*. IEEE, S. 1-2.
- Franchina, L., Calabrese, A., Inzerilli, G., Scatto, E., Brutti, G., und de los Ángeles Bonanni, M. V. 2021. "Thinking Green: The Role of Smart Technologies in Transforming Cities' Waste and Supply Chain's Flow," *Cleaner Engineering and Technology* (2).
- Gallego-Durán, F. J., Villagrà-Arnedo, C. J., Satorre-Cuerda, R., Compañ-Rosique, P., Molina-Carmona, R., und Llorens-Largo, F. 2019. "A Guide for Game-Design-Based Gamification," *Informatics* (6:4).
- Giffinger, R., Fertner, C., Kramar, H., Kalasek, R., Pichler-Milanović, N., und Meijers, E. 2007. "Smart Cities - Ranking of European Medium-Sized Cities." Vienna: Vienna University of Technology.
- Goldkuhl, G., und Sjöström, J. 2018. "Design Science in the Field: Practice Design Research," in *Designing for a Digital and Globalized World*, S. Chatterjee, K. Dutta und R.P. Sundarraj (Hrsg.). Cham: Springer International Publishing, S. 67-81.
- Gounder, J. P., Caunder, R., Baikerikar, S., und Chopra, S. 2020. "Waste Segregation Using Smart Bin and Optimization of Collection Routes," *Proceedings of the International Conference on Recent Advances in Computational Techniques (IC-RACT) 2020*: SSRN.
- Gregor, S. 2021. "Reflections on the Practice of Design Science in Information Systems," in *Engineering the Transformation of the Enterprise: A Design Science Research Perspective*, S. Aier, P. Rohner und J. Schelp (Hrsg.). Cham: Springer International Publishing, S. 101-113.
- Gregor, S., und Jones, D. 2007. "The Anatomy of a Design Theory," *Journal of the Association for Information Systems* (8:5), S. 312-335.
- Guna, J., Horvat, K. P., und Podjed, D. 2022. "People-Centred Development of a Smart Waste Bin," *Sensors (Basel)* (22:3).
- Hamari, J., Koivisto, J., und Sarsa, H. 2014. "Does Gamification Work? -- a Literature Review of Empirical Studies on Gamification," *2014 47th Hawaii International Conference on System Sciences*, S. 3025-3034.

- Hansmann, R., und Steimer, N. 2016. "A Field Experiment on Behavioural Effects of Humorous, Environmentally Oriented and Authoritarian Posters against Littering," *Environmental Research, Engineering and Management* (72:1).
- Hansmann, R., und Steimer, N. 2017. "Subjective Reasons for Littering: A Self-Serving Attribution Bias as Justification Process in an Environmental Behaviour Model," *Environmental Research, Engineering and Management* (73:1).
- Haque, A. K. M. B., Bhushan, B., und Dhiman, G. 2021. "Conceptualizing Smart City Applications: Requirements, Architecture, Security Issues, and Emerging Trends," *Expert Systems* (39:5).
- Helmefalk, M., und Rosenlund, J. 2020. "Make Waste Fun Again! A Gamification Approach to Recycling," in: *International Conference on ArtsIT, Interactivity and Game Creation International Conference on Design, Learning, and Innovation*.
- Hevner, A. R., March, S. T., Park, J., und Ram, S. 2004. "Design Science in Information Systems Research," *Mis Quarterly* (28:1), S. 75-105.
- Hoffmann, D., Franz, R., Hawlitschek, F., und Jahn, N. 2021a. "Smart Bins: Fallstudienbasierte Bewertung Der Nutzenpotenziale Von Füllstandssensoren in Intelligenten Abfallbehältern," *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik* (58:5), S. 1264-1279.
- Hoffmann, D., Franz, R., Hawlitschek, F., und Jahn, N. 2021b. "Smart Bins: Fallstudienbasierte Bewertung Der Nutzenpotenziale Von Füllstandssensoren in Intelligenten Abfallbehältern," *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik* (58:5), S. 1264-1279.
- Hoffmann, G., und Pfeiffer, J. 2021. "Gameful Learning for a More Sustainable World," *Business & Information Systems Engineering* (64:4), S. 459-482.
- Hung, W.-H., Chuang, K.-J., und Liao, Y.-C. 2017. "Principles of Increasing the Interactivity of Mobile Applications of Smart Parking" " *ICEB 2017 Proceedings*.
- .
- Jimeno, F. N., Briz, B. J. A., Artiaga, M. R. P., Angelia, R. E., und Limsangan, N. B. 2021. "Development of Smart Waste Bin Segregation Using Image Processing," *2021 IEEE 13th International Conference on Humanoid, Nanotechnology, Information Technology, Communication and Control, Environment, and Management (HNICEM)*, S. 1-6.
- Johnson, E. J., und Goldstein, D. 2003. "Medicine. Do Defaults Save Lives?," *Science* (302:5649), S. 1338-1339.
- Kamm, M., Gau, M., Schneider, J., und Vom Brocke, J. 2020. "Smart Waste Collection Processes - a Case Study About Smart Device Implementation," in: *Proceedings of the 53rd Hawaii International Conference on System Sciences*. Hawaii International Conference on System Sciences.
- Kankanhalli, A., Taher, M., Cavusoglu, H., und Kim, S. H. 2012. "Gamification: A New Paradigm for Online User Engagement," in: *International Conference on Information Systems, ICIS 2012*. Orlando, FL, United States: S. 3573-3582.
- Kazhamiakin, R., Marconi, A., Martinelli, A., Pistore, M., und Valetto, G. 2016. "A Gamification Framework for the Long-Term Engagement of Smart Citizens," in: *2nd IEEE International Smart Cities Conference (ISC2)*. Trento, Italy.
- Ke, X., Du, H. S., und Wagner, C. 2019. "Encouraging Individuals to Go Green by Gamification: An Empirical Study," *Proceedings of the Pacific Asia Conference on Information Systems, PACIS*.

- Kerkmann, F., und Lewandowski, D. 2015. *Barrierefreie Informationssysteme*. DE GRUYTER.
- Kramers, A., Höjer, M., Lövehagen, N., und Wangel, J. 2014. "Smart Sustainable Cities–Exploring Ict Solutions for Reduced Energy Use in Cities," *Environmental modelling & software* (56), S. 52-62.
- Krath, J., und von Kortzfleisch, H. 2021. "Designing Gamification and Persuasive Systems: A Systematic Literature Review," *5th International GamiFIN Conference*, S. 100-109.
- Laudon, K. C., Laudon, J. P., und Schoder, D. 2016. *Wirtschaftsinformatik: Eine Einführung*, (3., vollständig überarbeitete Aufl. ed.). Hallbergmoos: Pearson Deutschland GmbH.
- Legaki, N. Z., Xi, N., Hamari, J., Karpouzis, K., und Assimakopoulos, V. 2020. "The Effect of Challenge-Based Gamification on Learning: An Experiment in the Context of Statistics Education," *Int J Hum Comput Stud* (144).
- Likotiko, E., Misaki, S., Matsuda, Y., und Yasumoto, K. 2021. "Sgbs: A Novel Smart Garbage Bin System for Understanding Household Garbage Disposal Behaviour," in: *2021 Thirteenth International Conference on Mobile Computing and Ubiquitous Network (ICMU)*. IEEE, S. 1-8.
- Liu, D., Santhanam, R., und Webster, J. 2017. "Toward Meaningful Engagement: A Framework for Design and Research of Gamified Information Systems," *Mis Quarterly* (41:4), S. 1011 - 1039.
- Ly, K., Mazar, N., Zhao, M., und Soman, D. 2013. "A Practitioner's Guide to Nudging," *Rotman School of Management Working Paper:2609347*.
- Makhseed, M., Salam, F. A., El-Aswad, S., und Esmaeili, S. E. 2021. "Design and Assembly of a Smart Recycling Bin," *2021 3rd International Congress on Human-Computer Interaction, Optimization and Robotic Applications (HORA)*, S. 1-4.
- Mishra, A., Ghosh, N., und Jena, P. 2019. "Internet of Things Based Waste Management System for Smart Cities: A Real Time Route Optimization for Waste Collection Vehicles," *International Journal of Computer Sciences and Engineering* (7(4)), S. 541-548.
- More, E. K. D., Divya, S., Kalyani, G., und Gowthami, R. 2018. "Automatic Waste Segregator Bin Using Robotic Arm," *2018 3rd IEEE International Conference on Recent Trends in Electronics, Information & Communication Technology (RTEICT)*, S. 1555-1558.
- Mulyana, A., Hindersah, H., und Prihatmanto, A. S. 2015. "Gamification Design of Traffic Data Collection through Social Reporting," *2015 4th International Conference on Interactive Digital Media (ICIDM)*, S. 1-4.
- Murugaanandam, S., Ganapathy, V., und Balaji, R. 2018. "Efficient Iot Based Smart Bin for Clean Environment," in: *2018 International Conference on Communication and Signal Processing (ICCSP)*. S. 0715-0720.
- Mustafa, M. R., und Ku Azir, K. N. F. 2017. "Smart Bin: Internet-of-Things Garbage Monitoring System," *MATEC Web of Conferences* (140).
- Mutule, A., Domingues, M., Ulloa-Vásquez, F., Carrizo, D., García-Santander, L., Dumitrescu, A.-M., Issicaba, D., und Melo, L. 2021. "Implementing Smart City Technologies to Inspire Change in Consumer Energy Behaviour," *Energies* (14:14), S. 1-15.
- Nuortio, T., Kytojoki, J., Niska, H., und Braysy, O. 2006. "Improved Route Planning and Scheduling of Waste Collection and Transport," *Expert Systems with Applications* (30:2), S. 223-232.

- Oinas-Kukkonen, H., und Harjumaa, M. 2008. "Towards Deeper Understanding of Persuasion in Software and Information Systems," in: *First International Conference on Advances in Computer-Human Interaction*. S. 200-205.
- Oinas-Kukkonen, H., und Harjumaa, M. 2009. "Persuasive Systems Design: Key Issues, Process Model, and System Features," *Communications of the Association for Information Systems* (24).
- Okoli, C., und Schabram, K. 2010. "A Guide to Conducting a Systematic Literature Review of Information Systems Research," *SSRN Electronic Journal* (10).
- Pardini, K., Rodrigues, J., Diallo, O., Das, A. K., de Albuquerque, V. H. C., und Kozlov, S. A. 2020. "A Smart Waste Management Solution Geared Towards Citizens," *Sensors (Basel)* (20:8).
- Peppers, K., Tuunanen, T., Rothenberger, M. A., und Chatterjee, S. 2007. "A Design Science Research Methodology for Information Systems Research," *Journal of Management Information Systems* (24:3), S. 45-77.
- Pereira, W., Parulekar, S., Phaltankar, S., und Kamble, V. 2019. "Smart Bin (Waste Segregation and Optimisation)," *2019 Amity International Conference on Artificial Intelligence (AICAI)*, S. 274-279.
- Pourzolfaghar, Z., und Helfert, M. 2017. "Taxonomy of Smart Elements for Designing Effective Services," *AMCIS 2017 Proceedings*. 16.
- Rahmayanti, H., Oktaviani, V., und Syani, Y. 2018. "The Implementation of Smart Trash as Smart Environment Concept," *E3S Web of Conferences* (74).
- Ranchordás, S. 2019. "Nudging Citizens through Technology in Smart Cities," *International Review of Law, Computers & Technology* (34:3), S. 254-276.
- Rehm, S., Foth, M., und Mitchell, P. 2017. "Dogood: Examining Gamification, Civic Engagement, and Collective Intelligence," *Ai & Society* (33:1), S. 27-37.
- Rogers, E. M. 2003. *Diffusion of Innovations, 5th Edition*, (5 ed.). New York, NY: Free Press.
- Romero, M., Guedria, W., Panetto, H., und Barafort, B. 2020. "Towards a Characterisation of Smart Systems: A Systematic Literature Review," *Computers in Industry* (120).
- Sailer, M., Hense, J., Mandl, H., und Klevers, M. 2013. "Psychological Perspectives on Motivation through Gamification," *Interaction Design and Architecture(s) Journal* (19), S. 18-37.
- Sailer, M., Hense, J. U., Mayr, S. K., und Mandl, H. 2017. "How Gamification Motivates: An Experimental Study of the Effects of Specific Game Design Elements on Psychological Need Satisfaction," *Computers in Human Behavior* (69), S. 371-380.
- Sampedro, G. A., Kim, R. G. C., Aruan, Y. J., Kim, D.-S., und Lee, J.-M. 2021. "Smart E-Waste Bin Development Based on Yolov4 Model," in: *2021 1st International Conference in Information and Computing Research (iCORE)*. S. 125-128.
- Santti, U., Happonen, A., und Auvinen, H. 2020. "Digitalization Boosted Recycling: Gamification as an Inspiration for Young Adults to Do Enhanced Waste Sorting," in: *13th International Engineering Research Conference (13th Eureka 2019)*. Subang Jaya, Malaysia.
- Schneider, C., Weinmann, M., und vom Brocke, J. 2018. "Digital Nudging: Guiding Online User Choices through Interface Design," *Communications of the Acm* (61:7), S. 67-73.
- Schrage, N. 2014. "Gamification and Governmentality," in *Rethinking Gamification*, M. Fuchs, S. Fizek, P. Ruffino und N. Schrage (Hrsg.). meson Press, S. 21-46.

- Schwen, T., und Wolfe, W. 1980. "Behavioral Research: A Conceptual Approach by Fred N. Kerlinger. Holt, Rinehart and Winston. 1979. 336 Pp., \$12.95 Isbn: 0-03-013331-9," *NSPI Journal* (19:10), S. 18-18.
- Sharma, P., Kumar, P., Nigam, R., und Singh, K. 2020. "Automatic Waste Segregating and Self Sanitizing Dustbin," *2020 2nd International Conference on Advances in Computing, Communication Control and Networking (ICACCCN)*, S. 368-372.
- Shearer, L., Gatersleben, B., Morse, S., Smyth, M., und Hunt, S. 2017. "A Problem Unstuck? Evaluating the Effectiveness of Sticker Prompts for Encouraging Household Food Waste Recycling Behaviour," *Waste Manag* (60), S. 164-172.
- Stadt Hagen. 2022a. "Stadtsauberkeit." Retrieved 31.10.2022, 2022, from https://www.hagen.de/web/de/fachbereiche/fb_69/fb_69_02/fb_69_0205/stadtsauberkeit.html
- Stadt Hagen. 2022b. "Wer Und Wie Viele Sind Hagen." Retrieved 31.10.2022, 2022, from https://www.hagen.de/web/de/fachbereiche/fb_32/fb_32_12/fb_32_1201/statistik.html
- Stadtreinigung Hamburg, H. 2022. "Die Roten Kisten Mit Den Frechen Sprüchen." Retrieved 01.12.2022, 2022, from <https://www.stadtreinigung.hamburg/stadtsauberkeit/papierkoerbe/>
- Tadili, J., und Fasly, H. 2019. "Citizen Participation in Smart Cities," in: *Proceedings of the 4th International Conference on Smart City Applications*. Casablanca, Morocco: S. 1-6.
- Tam, K. Y., und Ho, S. Y. 2006. "Understanding the Impact of Web Personalization on User Information Processing and Decision Outcomes," *Mis Quarterly* (30:4), S. 865-890.
- Thaler, R., Sunstein, C., und Balz, J. 2012. "Choice Architecture."
- Thaler, R. H., und Sunstein, C. R. 2003. "Libertarian Paternalism," *American Economic Review* (93:2), S. 175-179.
- Thaler, R. H., und Sunstein, C. R. 2008. "Nudge: Improving Decisions About Health, Wealth, and Happiness," *Constitutional Political Economy* (19:4), S. 356-360.
- Thiebes, S., Lins, S., und Basten, D. 2014. "Gamifying Information Systems – a Synthesis of Gamification Mechanics and Dynamics," *European Conference on Information Systems*, Tel Aviv.
- Vainio, J., Kaipainen, K., und Korhonen, I. 2014. "Habit Change as a Learning Process: Design Framework for Mobile Interventions," *IEEE-EMBS International Conference on Biomedical and Health Informatics (BHI)*, S. 801-804.
- Vu, D. D., und Kaddoum, G. 2017. "A Waste City Management System for Smart Cities Applications," in: *2017 Advances in Wireless and Optical Communications (RTUWO)*. IEEE, S. 225-229.
- Walls, J. G., Widmeyer, G. R., und El Sawy, O. A. 1992. "Building an Information System Design Theory for Vigilant Eis," *Information Systems Research* (3:1), S. 36-59.
- Webster, J., und Watson, R. T. 2002. "Analyzing the Past to Prepare for the Future: Writing a Literature Review," *Mis Quarterly* (26:2), S. Xiii-Xxiii.
- Weinmann, M., Schneider, C., und vom Brocke, J. 2016. "Digital Nudging," *Business & Information Systems Engineering* (58:6), S. 433-436.

- Weis, R. 2022. "Sprechende Mülleimer Beim Europapark Stadion " Retrieved 31.10.2022, 2022, from https://www.badenova.de/mediapool/news/media/aktuelles_1/news_6/2022/dokumente_5/Sprechende_Muelleimer_SC.pdf
- Weiske, M. 2022. "Hagen Verdreckt: Konzept Gegen Müll Lässt Auf Sich Warten,")
- Werbach, K. 2014. "(Re)Defining Gamification: A Process Approach," in *Persuasive Technology*. Springer International Publishing, S. 266-272.
- Wiethof, C., Tavanapour, N., und Bittner, E. A. C. 2021. "Designing and Evaluating a Collaborative Writing Process with Gamification Elements: Toward a Framework for Gamifying Collaboration Processes," *AIS Transactions on Human-Computer Interaction* (13(1)), S. 38-61.
- Xenya, M. C., D'souza, E., Woelorm, K. O. D., Adjei-Laryea, R. N., und Baah-Nyarkoh, E. 2020. "A Proposed Iot Based Smart Waste Bin Management System with an Optimized Route: A Case Study of Ghana," *2020 Conference on Information Communications Technology and Society (ICTAS)*, S. 1-5.
- Zhang, L.-P., und Zhu, Z.-P. 2020. "Can Smart Waste Bins Solve the Dilemma of Household Solid Waste Sorting in China? A Case Study of Fuzhou City," *Polish Journal of Environmental Studies* (29:5), S. 3943-3954.
- Zichermann, G., und Cunningham, C. 2011. *Gamification by Design: Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Apps*. O'Reilly Media, Inc.

Anhang

ID	Userstory	Abgeleitete Anforderung(en)
US1	Als Nutzer möchte ich vom SWS gelobt werden, um das System positiv wahrzunehmen	DA11 - Die Benutzung des SWSs soll dem Benutzer Freude bereiten
US2	Als Nutzer möchte ich vom SWS belohnt werden den Müll ordnungsgemäß zu entsorgen, um positiv bestärkt zu werden	DA12 - Das SWS soll den Benutzer im positiven Verhalten bestärken.
US3	Als Mitarbeiter am Projekt Stadtsauberkeit möchte ich, dass ein SWS Transparenz über das Abfallverhalten erzeugt, um mich bei meinen Entscheidungen zu unterstützen	DA6 - Das SWS soll Transparenz über die Prozessleistungen ermöglichen, DA7 - Das SWS soll entlang der relevanten Entsorgungsprozesse entscheidungsunterstützend wirken.
US4	Als Nutzer möchte ich eine einfache und intuitive Benutzung erleben, um Zeit zu sparen	DA15 - Das SWS muss einen niedrighschwelligen Zugang zur Benutzung bieten.
US5	Als Mitarbeiter des Projektes Stadtsauberkeit möchte ich, dass ein SWS nachvollziehbare Kennzahlen bereitstellt, um über den Erfolg des SWS zu berichten	DA6 - Das SWS soll Transparenz über die Prozessleistungen ermöglichen.

US6	Als Mitarbeiter des Projektes Stadtsauberkeit möchte ich, dass ein SWS effektiv ist, damit die Nutzer den Abfall ordnungsgemäß in den Entsorgungsprozess bringen.	DA8 - Das SWS soll den Benutzer dabei unterstützen, seine Abfälle korrekt in den Entsorgungsprozess einzubringen, DA9 - Das SWS soll Benutzer über richtiges Abfallverhalten informieren.
US7	Als Nutzer möchte ich, dass ein SWS mich für die Stadtsauberkeit sensibilisiert, um die Lebensqualität in der Stadt zu verbessern	DA9 - Das SWS soll Benutzer über richtiges Abfallverhalten informieren.
US8	Als Nutzer möchte ich spielerisch an ein korrektes Abfallverhalten herangeführt werden, um mich weniger bevormundet zu fühlen	DA11 - Die Benutzung des SWSs soll dem Benutzer Freude bereiten, DA13 - Das SWS soll Gruppendynamik fördern.
US9	Als Nutzer möchte ich in der Verbesserung meines Abfallverhaltens nach meinen individuellen Bedürfnissen angeleitet werden, um selbstbestimmte Entscheidungen treffen zu können	DA9 - Das SWS soll Benutzer über richtiges Abfallverhalten informieren, DA14 - Das SWS soll für den Benutzer Personalisierungsmöglichkeiten bieten.