

Nachhaltigkeit & Digitalisierung

Digitalisierung der Nachhaltigkeits-
berichterstattung
am Beispiel
von Smart Waste Solutions

Nachhaltigkeit & Digitalisierung

Digitalisierung der Nachhaltigkeits-
berichterstattung
am Beispiel
von Smart Waste Solutions

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	4
Vorwort.....	6
Disclaimer	8
1 Einleitung & Zielsetzung	9
2 Nachhaltigkeitsberichterstattung: Status Quo & zukünftige Entwicklungen.....	10
2.1 Von Freiwilligkeit zur verpflichtenden Nachhaltigkeitsberichterstattung	11
2.2 Freiwillige Pionier-Standards der Global Reporting Initiative (GRI).....	12
2.3 Verpflichtende Berichterstattung der EU (CSRD)	13
2.4 European Sustainability Reporting Standards (ESRS).....	15
2.4.1 ESRS 1 & 2: Querschnittstandards	17
2.4.2 Environment.....	17
2.4.3 Social	18
2.4.4 Governance.....	18
2.5 Auswirkungen der EU-Richtlinie auf Unternehmen	18
3 Smart Waste Solutions	21
3.1 Smart Sensorik	22
3.2 Smart Bins	22
3.3 Smart Waste Management.....	23
3.4 Smart Waste Solutions	23
3.5 Fallstudie: Smart Waste Solutions für UBM	25
4 Smart Waste Solutions zur Unterstützung der Nachhaltigkeitsberichterstattung	29
4.1 In vier Schritten von der Datenerhebung zum Nachhaltigkeitsbericht.....	31
5 Fazit & Ausblick.....	33
Quellenverzeichnis.....	35
Impressum	40

Vorwort

Die Notwendigkeit einer effizienten und transparenten Nachhaltigkeitsberichterstattung ist heute dringlicher denn je. Unternehmen stehen vor der Herausforderung, den steigenden Erwartungen der Stakeholder sowie den regulatorischen Anforderungen an das ESG-Reporting gerecht zu werden. Vor diesem Hintergrund haben sich die Smart Building Innovation Foundation, die Hailo Digital Hub GmbH & Co. KG und die Mazars GmbH & Co. KG für ein wegweisendes Projekt zur Digitalisierung der Berichterstattung zusammengeschlossen. Smart Waste Stations dienen hierbei als konkretes Beispiel. Dabei wird schnell deutlich, dass Reporting keine reine Pflichterfüllung darstellt, sondern den Unternehmen große Chancen für eine zielgerichtete Planung und Steuerung von Umweltzielen bietet.

In diesem Kontext wurde auch ein Pilotprojekt in der Berliner Niederlassung der UBM Development Deutschland GmbH durchgeführt, das als Basis für die erfolgreiche Digitalisierung der Nachhaltigkeitsberichterstattung diente. In diesem Projekt wurden Smart Waste Stations eingesetzt, um Daten in Echtzeit zu sammeln und zu analysieren. Diese innovativen Lösungen ermöglichen Unternehmen, ihre Nachhaltigkeitsleistung im Bereich „Abfall“ genau zu verfolgen, zu bewerten und darüber zu berichten.

Im vorliegenden Werk werden zunächst die Fragestellung in einen größeren Kontext eingeordnet sowie Hintergründe für die Relevanz der Untersuchungen und Lösungsentwicklung geliefert. Weiterhin werden die Ergebnisse der Zusammenarbeit vorgestellt und Einblicke in die technologischen Fortschritte gegeben, die gemeinsam entwickelt wurden.

Wir sind davon überzeugt, dass die Digitalisierung der Nachhaltigkeitsberichterstattung einen positiven Wandel in der Unternehmenswelt bewirken kann. Sie ermöglicht eine präzisere Datenerfassung, verbesserte Transparenz und eine effizientere Kommunikation von ESG-Initiativen. Dieses Projekt ist ein wichtiger Schritt in Richtung einer nachhaltigeren Zukunft und zeigt, wie Unternehmen durch innovative Technologien und Partnerschaften einen bedeutenden Beitrag leisten können.

Wir möchten unseren herzlichen Dank an alle Beteiligten aussprechen, insbesondere an Hailo Digital Hub und Mazars, sowie an die UBM Development Deutschland GmbH für ihre Bereitschaft, an diesem Pilotprojekt teilzunehmen. Weiterhin danken wir dem IEB für die ausführliche Ausarbeitung des Hintergrundkontextes und der Einordnung in das aktuelle Zeitgeschehen. Wir hoffen, dass dieses Werk Sie inspiriert und Ihnen wertvolle Erkenntnisse für Ihre eigene Nachhaltigkeitsreise liefert.



Andreas Thamm
Vorstandsvorsitzender SBIF



Daniel Reisener
Mitglied des Vorstands SBIF

Disclaimer

Aus Gründen der Lesbarkeit wird nachfolgend auf die verschiedene Ansprechweisen, sei es divers, männlich oder weiblich verzichtet. Alle Formulierungen sprechen gleichermaßen alle Geschlechter an.

1 Einleitung & Zielsetzung

Der Begriff der Nachhaltigkeit wird vor allem aufgrund zunehmend spürbarer Veränderungen durch den Klimawandel und den Verlust an Biodiversität seit einigen Jahren intensiv diskutiert. Schon seit über 50 Jahren entwickeln zahlreiche Regierungen und Organisationen weltweit konkrete Maßnahmen, um die negativen Umweltauswirkungen zu verringern. Eine wichtige Orientierung für das Streben nach mehr Nachhaltigkeit in Wirtschaft, Gesellschaft und Politik bieten die 17 von der UN entwickelten „Ziele für nachhaltige Entwicklung“ (engl. *Sustainable Development Goals*, kurz: *SDGs*). Neben Bekämpfung von Armut, Geschlechtergerechtigkeit und Bildung formulieren die Ziele auch Leitbilder zur Erreichung von ökologischer Nachhaltigkeit. Wichtige Schritte hierbei sind die Entwicklung von optimaler Ressourcennutzung und die Reduktion des Ausstoßes von klimaschädlichen Emissionen.

Laut des Carbon Majors Reports aus dem Jahr 2017 waren für über 70 Prozent der seit 1988 weltweit ausgestoßenen Treibhausgase nur 100 Unternehmen verantwortlich (Riley, 2017). Die Studie zeigt somit deutlich, dass ein großer Teil der Verantwortung, um die gesteckten ökologischen Ziele zu erreichen, bei wirtschaftlichen Akteuren liegt. Der wachsende gesellschaftliche Druck, der sich durch Demonstrationen von Klimaaktivisten wie Fridays for Future zeigt, und das gestiegene Interesse des Finanzmarktes an

nachhaltigen Investitionen, führen dazu, dass Unternehmen Maßnahmen ergreifen, Stakeholder, Mitarbeiter und Partner über unternehmerische Nachhaltigkeitsentwicklungen zu informieren. Seit der Verabschiedung der EU-Richtlinie zur nichtfinanziellen Berichterstattung im Jahr 2014 wird eine zunehmende Zahl an Unternehmen dazu verpflichtet, über ihren Einfluss auf Ökologie und Gesellschaft sowie ihre jeweiligen Strategien zu berichten.

Seit dem 5. Januar 2023 ist mit der Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD) eine neue europäische Regelung in Kraft getreten, die einen großen Teil der europäischen Unternehmen dazu verpflichtet, in den kommenden Jahren eine standardisierte und einheitliche Nachhaltigkeitsberichterstattung durchzuführen. Die Erweiterung des Kreises der Berichtspflichtigen führt dazu, dass sich immer mehr Unternehmen mit der Erhebung und Verarbeitung von berichtsrelevanten Daten, sowie der Erstellung eigener Nachhaltigkeitsberichte, auseinandersetzen müssen.

Um diesen langwierigen, teils komplizierten Prozess zu vereinfachen und letztlich passgenau Daten automatisiert in Nachhaltigkeitsberichte zu implementieren, entwickeln Unternehmen digitale Technologien und damit verbundene Anwendungskonzepte. Aus dem öffentlichen Raum gibt es erste Beispiele, wie Daten unterschiedlicher Art erhoben werden können. Im Privatsektor, insbesondere in

der Bau- und Immobilienwirtschaft, sind wenige Use Cases öffentlich bekannt. Ein exemplarisches Anwendungskonzept aus diesem Bereich wird derzeit von zwei Stiftungsunternehmen der Smart Building Innovation Foundation (SBIF) entwickelt. Hailo Digital Hub und die Wirtschaftsprüfungsgesellschaft Mazars haben in einem ersten Pilotprojekt untersucht, welche Potentiale ein intelligentes und datengestütztes Abfallmanagement mit Blick auf die zukünftigen Berichtspflichten mit sich bringt. Sogenannte Smart Waste Solutions wurden dafür mit Algorithmen zur Aufbereitung von Daten und Erstellung von Vorhersagen gepaart, um automatisiert Informationen für die Nachhaltigkeitsberichterstattung zu generieren.

Mit dem vorliegenden Bericht soll Unternehmen aus der Bau- und Immobilienbranche ein Überblick über die aktuellen Entwicklungen der Nachhaltigkeitsberichterstattung gegeben werden, die in den kommenden Jahren auch immer mehr Unternehmen in dieser Branche betreffen wird. Nach einer grundlegenden Einführung wird das Pilotprojekt von Hailo Digital Hub und Mazars vorgestellt. Das erste Kapitel befasst sich mit der Nachhaltigkeitsberichterstattung, den gesetzlichen EU-Regelungen und den branchenübergreifenden Auswirkungen auf Unternehmen. Im darauffolgenden Kapitel wird das Konzept der Smart Waste Solutions dargestellt, um daran anschließend im vierten Kapitel Möglichkeiten der Automatisierung der Nachhaltigkeitsberichterstattung mithilfe von Smart Waste Solutions aufzuzeigen.

2 Nachhaltigkeitsberichterstattung: Status Quo & zukünftige Entwicklungen

Durch die neue CSRD-Richtlinie der EU wird die Nachhaltigkeitsberichterstattung ab 2024 für eine Vielzahl von Unternehmen aus der Bau- und Immobilienbranche relevant. In der Branche wird daher intensiv über die Umsetzung der neuen Anforderungen diskutiert, die sich aus der Richtlinie ergeben.

Die Nachhaltigkeitsberichterstattung hat eine längere Geschichte, die sich bis in die 70er-Jahre zurückverfolgen lässt. Erste Unternehmen begannen zu dieser Zeit, nicht-finanzielle Informationen strukturiert in sogenannten Sozialberichten zu veröffentlichen, um auf diese Weise positiv auf ihr

Image einzuwirken (Pütter, 2017). Durch Umweltkatastrophen wie dem Atomunfall 1986 in Tschernobyl verschob sich das öffentliche Interesse in den 80er-Jahren von sozialen auf ökologische Belange. Klimaschutz wurde zu einer gesellschaftlichen Forderung, auf die Unternehmen mit der Erstellung erster Umweltberichte reagierten.

Durch die Brundtland-Kommission (UN-Weltkommission für Umwelt und Entwicklung) erlangten die Begriffe *Nachhaltigkeit* und *nachhaltige Entwicklung* im Jahre 1987 auch politische Bedeutung, als nachhaltige

Entwicklung zu einem weltweiten Leitbild erhoben wurde.

Eine Entwicklung wird dann als nachhaltig bezeichnet, wenn sie den „Bedürfnissen der heutigen Generation entspricht, ohne die Möglichkeiten künftiger Generationen zu gefährden, ihre eigenen Bedürfnisse zu befriedigen und ihren Lebensstil zu wählen“ (Hauff & Brundtland, 1987).

Seit den 2000er-Jahren wurden Sozial- und Umweltberichte zunehmend unter Begriffen wie Nachhaltigkeitsbericht, Sustainability Report oder Corporate Social Responsibility-Report (auch CSR-Report) veröffentlicht (Pütter, 2017). In den vergangenen Jahren hat sich das Konzept von Nachhaltigkeit in der Wirtschaft erweitert. Mit dem sogenannten Triple Bottom Line Konzept von Elkington (2004) wurde das ökologische Verständnis von Nachhaltigkeit um die Dimensionen Ökonomie und Soziales erweitert. Das Konzept der Triple Bottom Line wurde auch zur Grundlage von ESG-Reports, in denen

die Themen Environment, Social und Governance zusammengefasst werden (Haberstock, 2019). Neben den wirtschaftlichen Kriterien rücken für Unternehmen somit zusätzlich die Dimensionen Ökologie und Soziales in den Vordergrund – und damit auch eine öffentliche Berichterstattung, die das Thema ökologische und soziale Nachhaltigkeit umfasst (Pütter, 2017). Aktuell lässt sich beobachten, dass Nachhaltigkeits- und Finanzberichte häufig in einem gemeinsamen Dokument veröffentlicht werden, sodass die Zusammenhänge von den finanziellen mit den sozialen und ökologischen Entwicklungen transparenter werden (Pütter, 2017). Diese Tendenz zu integrierten Berichten lässt sich auch in der Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD) der EU beobachten, die weiter unten erläutert wird. Zunächst werden jedoch die wichtigsten Aspekte rund um die Entwicklung der Nachhaltigkeitsberichterstattung dargestellt.

2.1 Von Freiwilligkeit zur verpflichtenden Nachhaltigkeitsberichterstattung

Unter dem Begriff der Nachhaltigkeitsberichterstattung wird allgemein die Offenlegung von „Informationen über die ökonomische, ökologische und soziale Leistung sowie das Führungsverhalten“ verstanden (Fifka, 2014): „Von den 100 größten deutschen Firmen legen fast zwei Drittel [62 %] einen eigenständigen Nachhaltigkeitsbericht oder einen integrierten Unternehmensbericht vor“ (Hoffmann et al., 2022).

Bei der Erstellung von Nachhaltigkeitsberichten lassen sich zwei Phasen unterscheiden: *Nachhaltigkeitsaccounting* und *Reporting* (Pütter, 2017). Die erste Phase steht für die Sammlung und Aufbereitung relevanter Nachhaltigkeitsinformationen innerhalb des Unternehmens. Die dabei aufbereiteten Daten werden in der zweiten Phase in Form eines Nachhaltigkeitsberichts veröffentlicht, um den Stakeholdern der Unternehmen sowie der Öffentlichkeit einen Einblick in die sozialen,

gesellschaftlichen und ökologischen Auswirkungen der unternehmerischen Tätigkeit zu geben.

Die Ziele der Nachhaltigkeitsberichterstattung lassen sich nach Blaesing (2013) in drei Kategorien unterteilen: Öffentlichkeit, Kapitalmarkt und Management. Der Bereich der öffentlichkeitsorientierten Ziele soll vor allem die Legitimität des unternehmerischen Handelns stärken und die Reputation erhöhen. Bei den kapitalmarktorientierten Zielen stehen hingegen die Verringerung der Kapitalkosten sowie die Erhöhung der Risikotransparenz im Mittelpunkt. Im Bereich des Managements können durch geschäftliche Informationen Veränderungen angestoßen, Zielsetzungen kommuniziert und auf Basis von Daten kontrolliert werden (Wördenweber, 2017). Durch die Erhebung von Management-Daten zur Nachhaltigkeit können zudem

interne Planungs- und Steuerungsprozesse verbessert werden. Mit der Erfüllung dieser Zielsetzungen soll Nachhaltigkeit für Organisation greifbar und dem Informationsbedürfnis interner und externer Interessengruppen adäquat nachgekommen werden (Pütter, 2017).

Aufgrund der Fülle an möglichen Zielen, fehlender Regulierung und unklarer Vorgaben für die Nachhaltigkeitsberichterstattung haben sich in den vergangenen Jahren verschiedene Institutionen wie die European Financial Reporting Advisory Group (EFRAG) im Auftrag der EU-Kommission zusammengetan, um einheitliche und vergleichbare Standards zu entwickeln, an denen sich Unternehmen orientieren können. Im Wesentlichen handelt es sich dabei um die Global Reporting Initiative (GRI) und die EU-Richtlinie Corporate Sustainability Reporting Directive.

2.2 Freiwillige Pionier-Standards der Global Reporting Initiative (GRI)

Die Global Reporting Initiative (GRI) wurde aufgrund der wachsenden Aufmerksamkeit für das Thema Nachhaltigkeit bereits im Jahr 1997 von der Organisation CERES

(Coalition for Environmentally Responsible Economies) und dem UN-Umweltprogramm UNEP gegründet (Remer, 2018).

GRI 1: Grundlagen 2021 ¹	GRI 205: Antikorruption 2016	GRI 308: Umweltbewertung der Lieferanten 2016	GRI 409: Zwangs- oder Pflichtarbeit 2016
GRI 2: Allgemeine Angaben 2021	GRI 206: Wettbewerbswidriges Verhalten 2016	GRI 401: Beschäftigung 2016	GRI 410: Sicherheitspraktiken 2016
GRI 3: Wesentliche Themen 2021	GRI 207: Steuern 2019	GRI 402: Arbeitnehmer-Arbeitgeber-Verhältnis 2016	GRI 411: Rechte der indigenen Völker 2016
GRI 11: Öl- und Gassektor 2021	GRI 301: Materialien 2016	GRI 403: Sicherheit und Gesundheit am Arbeitsplatz 2018	GRI 413: Lokale Gemeinschaften 2016
GRI 12: Kohlebranche 2022	GRI 302: Energie 2016	GRI 404: Aus- und Weiterbildung 2016	GRI 414: Soziale Bewertung der Lieferanten 2016
GRI 201: Wirtschaftliche Leistung 2016	GRI 303: Wasser und Abwasser 2018	GRI 405: Diversität und Chancengleichheit 2016	GRI 415: Politische Einflussnahme 2016
GRI 202: Marktpräsenz 2016	GRI 304: Biodiversität 2016	GRI 406: Nichtdiskriminierung 2016	GRI 416: Kundengesundheit und -sicherheit 2016
GRI 203: Indirekte ökonomische Auswirkungen 2016	GRI 305: Emissionen 2016	GRI 407: Vereinigungsfreiheit und Tarifverhandlungen 2016	GRI 417: Marketing und Kennzeichnung 2016
GRI 204: Beschaffungspraktiken 2016	GRI 306: Abwasser und Abfall 2016	GRI 408: Kinderarbeit 2016	

*Tabelle 1 Übersicht über die Standards der GRI (Die Jahreszahlen geben das jeweilige Publikationsjahr an)
(Eigene Darstellung nach Global Reporting Initiative, o. D.)*

Die von der GRI entwickelten Standards, die in Tabelle 1 in einer Übersicht zusammengefasst sind, dienen der öffentlichen Berichterstattung zu ökonomischen, ökologischen und sozialen Auswirkungen und werden auf freiwilliger Basis angewendet. Sie geben Unternehmen Orientierung, wie sie über positive und negative Beiträge zur Nachhaltigkeit entsprechende Maßnahmen und die damit verbundenen Auswirkungen berichten sollen. Mit der Entwicklung der GRI-Standards als weltweit einheitliches Rahmenwerk wurde die Nachhaltigkeitsberichterstattung international vergleichbar. Laut der GRI nutzen diese mehr als 10.000 Organisationen in über 100 Ländern. Die Datenbank der GRI umfasst über 23.000 Nachhaltigkeitsberichte, die auf deren Standards basieren (Remer, 2018). Trotz dieser hohen Anzahl führt die

freiwillige Anwendung der GRI-Standards zum Problem, dass sich nur Nachhaltigkeitsberichte von Unternehmen vergleichen lassen, die tatsächlich nach der GRI erstellt wurden. Eine einheitliche und vergleichbare Nachhaltigkeitsberichterstattung kann über die freiwilligen Standards nicht garantiert werden.

Um die Vergleichbarkeit über einheitliche Regeln sicherzustellen, wurden auf europäischer Ebene gesetzliche Regelungen der Nachhaltigkeitsberichterstattung in den vergangenen Jahren weiter konkretisiert. Anstelle der freiwilligen Berichterstattung wurden mit der EU-Richtlinie *Non-Financial Reporting Directive (NFRD) aus dem Jahr 2014* eine verbindliche Offenlegungspflichten im Bereich der Nachhaltigkeit definiert.

2.3 Verpflichtende Berichterstattung der EU (CSRD)

Aufgrund der wachsenden Bedeutung der nachhaltigkeitsbezogenen Berichterstattung und als Reaktion auf den mit der Finanzkrise 2008 einhergehenden Vertrauensverlust in Unternehmen sprachen sich die EU-Mitgliedstaaten für die Entwicklung von verpflichtenden Offenlegungsstandards aus. Die gemeinsame Arbeit an der neuen Richtlinie begann im Jahr 2010, und vier Jahre später konnte die NFRD (Richtlinie 2014/95/EU vom 22.10.2014) schließlich durch das Europäische Parlament und dem Rat der Europäischen Union verabschiedet werden. Von der Pflicht zur Nachhaltigkeitsberichterstattung waren ab 2014 zunächst nur Unternehmen betroffen, die von öffentlichem Interesse

sind und mehr als 500 Mitarbeiter beschäftigen (Baumüller et al., 2022).

Mit der Erarbeitung der neuen Richtlinie zur Nachhaltigkeitsberichterstattung, mit der die EU im Jahr 2020 begonnen hat, wurde aus der NFRD die Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD). Ein wichtiger Aspekt der CSRD ist, dass die Erweiterung des Anwenderkreises der berichtspflichtigen Unternehmen zukünftig deutlich ansteigen wird. Weitere Veränderungen sind verpflichtende Berichtsstandards, eine Offenlegungspflicht im Lagebericht des berichtenden Unternehmens sowie eine Prüfpflicht durch verifizierte Wirtschaftsprüfer.

Die bestehenden, nichtfinanziellen Berichtspflichten im Bereich Umwelt, Soziales und Governance wurden somit erweitert und konkretisiert (Flick, 2022). Unter die erweiterte Berichtspflicht fallen alle nachhaltigkeitsrelevanten Aktivitäten, die sich auf den Geschäftsverlauf und das Geschäftsergebnis oder anderweitig auf die Lage des Unternehmens auswirken. Darüber hinaus müssen die Auswirkungen des Unternehmens auf Umwelt und Gesellschaft dargestellt werden.

Die CSRD legt über eine zeitliche Staffe­lung in drei Phasen auch fest, ab wann welche Unternehmen unter die neue Offenlegungspflicht fallen, und entsprechende Nachhaltigkeitsberichte erstellt werden müssen (CSR-Berichtspflicht, 2022):

1. Phase: Ab dem 01.01.2024 werden Unternehmen berichtspflichtig, die bereits zur nichtfinanziellen Berichterstattung nach der oben beschriebenen CSR-Richtlinie aus dem Jahr 2014 verpflichtet sind.

2. Phase: Ab dem 01.01.2025 werden börsennotierte Unternehmen oder Unternehmen von öffentlichem Interesse berichtspflichtig, die bisher noch nicht von der CSR-Richtlinie erfasst werden. Hierfür müssen sie zwei der drei folgenden

Kriterien als Schwellenwerte erfüllt oder überschritten sein:

- a. 20 Mio. € Bilanzsumme
- b. 40 Mio. € Umsatzerlöse
- c. 250 Mitarbeiter

3. Phase: Ab dem 01.01.2026 werden kapitalmarktorientierte KMUs, bestimmte kleine und nicht-komplexe Kreditinstitute, sowie firmeneigene Versicherungsunternehmen berichtspflichtig - jedoch nur, wenn diese nicht von der Möglichkeit des Aufschubs bis 2028 Gebrauch machen. Kapitalmarktorientierte KMUs sind dann berichtspflichtig, wenn sie die folgenden Schwellenwerte erreichen oder überschreiten:

- a. 6 Mio. € Bilanzsumme
- b. 12 Mio. € Umsatzerlöse
- c. 50 Mitarbeiter

Unternehmen außerhalb der EU werden ab 2028 berichtspflichtig, wenn sie in der EU einen Nettoumsatz von über 150 Millionen Euro erwirtschaften und mindestens ein börsennotiertes beziehungsweise ein als groß geltendes Tochterunternehmen oder eine Niederlassung mit über 40 Mio. € Umsatzerlös in der EU haben.

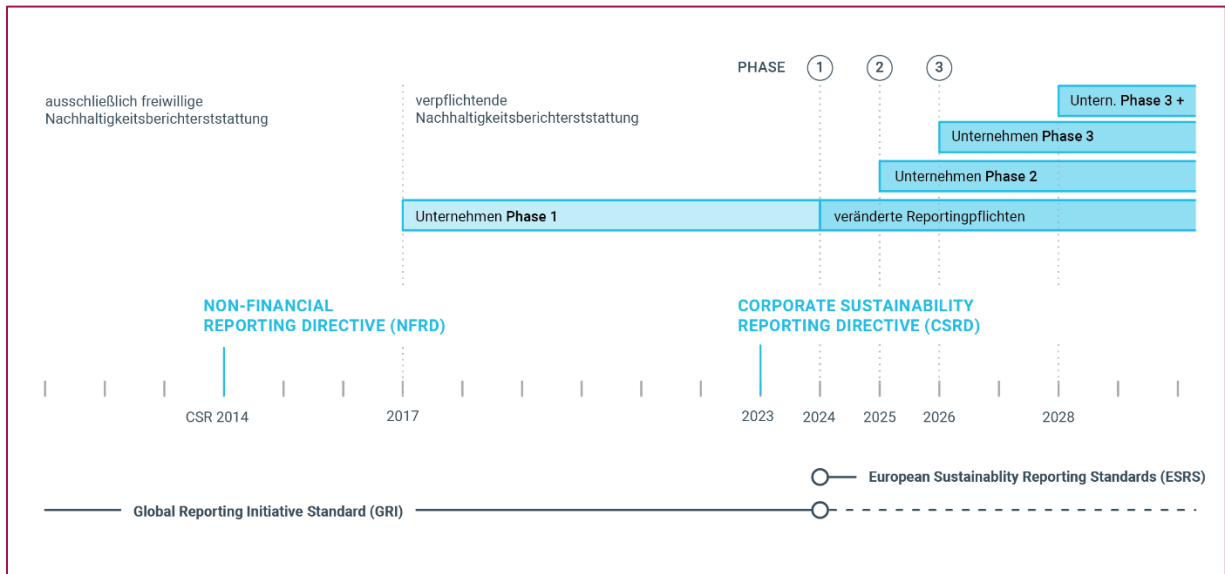


Abbildung 1: Zeitliche Staffelung der CSRD (eigene Darstellung)

Die zeitliche Staffelung, die in Abbildung 1 dargestellt ist, soll es Unternehmen, die bisher unter keine Berichtspflicht fallen, ermöglichen, sich an die neuen Offenlegungsstandards anzupassen. Mit der

Verabschiedung der CSRD am 5. Januar 2023 haben die einzelnen EU-Staaten 18 Monate Zeit, die Richtlinie in nationales Recht zu übertragen.

2.4 European Sustainability Reporting Standards (ESRS)

Für die konkrete Ausgestaltung der neuen Standards für die Nachhaltigkeitsberichterstattung wurde von der European Financial Reporting Advisory Group (EFRAG) die Arbeitsgruppe mit dem Namen *Project Task Force on Non-Financial Reporting Standards* ins Leben gerufen. Aufgabe der Arbeitsgruppe war es, die sogenannten European Sustainability Reporting Standards (ESRS) inhaltlich auszuarbeiten. Die finalen Versionen der ESRS, die auf bisherigen Richtlinien und Standards wie beispielsweise von der Global Reporting Initiative (GRI) aufbauen, wurden im November 2022 an die Europäische Kommission übergeben. Sie treten zeitgleich mit der CSRD 2024 in Kraft und müssen ab dann

von den berichtspflichtigen Unternehmen in ihren Nachhaltigkeitsberichten angewendet werden (Kaiser, 2022).

Die Struktur der finalen ESRS-Entwürfe lässt sich in sektorunabhängige und sektorspezifische Standards unterteilen. Eine Übersicht aller Sektoren findet sich nachfolgend in Tabelle 2. Im April 2022 wurden zunächst Entwürfe für die sektorunabhängigen Standards veröffentlicht, die in vier Themenfelder gegliedert werden: Querschnittsthemen, Environment, Social und Governance. Innerhalb dieser abgegrenzten Themenfelder werden einzelne Bereiche jeweils durch einen entsprechenden Standard geregelt. Für Querschnittsthemen gibt es zwei Diskussionsentwürfe, die

General requirements (ESRS 1) und *General disclosures* (ESRS 2) beschreiben. Für das Themenfeld Environment wurden Diskussionsentwürfe für fünf Bereiche ausgearbeitet, die sich unter den Abkürzungen ESRS E1 – E5 finden lassen. Diese Bezeichnungsform lässt sich auch in den Bereichen Social (ESRS S1 – S4) und Governance (ESRS G1) finden (Baumüller et al., 2022). Für die beiden Sektoren zum Thema Öl und Gas wurden durch die EFRAG schon erste sektorspezifische Diskussionsentwürfe veröffentlicht. Konkrete Vorschläge

für die weiteren acht sektorspezifischen Standards des zweiten Sets werden bis November 2023 erwartet (EFRAG, 2022a). 2023 wird die EFRAG erste Konsultationsentwürfe für zehn sektorspezifische Standards veröffentlichen, die für Branchen wie Landwirtschaft, Bergbau oder Energieerzeugung und -versorgung gelten sollen. Die restlichen 31 sektorspezifischen Standards sollen in den nächsten zwei Jahren durch die EU entwickelt werden (Mazars, 2022; DRSC, 2022).

Jahr	Nr.	Sektor	Jahr	Nr.	Sektor
2022 / 2023	1	Agrar- und Landwirtschaft	2023 / 2024	22	Papier- und Holzprodukte
	2	Steinkohlebergbau		23	Pharmazie und Biotechnologie
	3	Bergbau		24	Immobilien
	4	Öl und Gas (Aufbereitung, Zustellung & Transport)		25	Verkauf und Handel
	5	Öl und Gas (Exploration und Förderung)		26	Sportgeräte und Spielzeug
	6	Nahrungsmittel und Getränke		27	Tabakwaren
	7	Textilien, Accessoires, Schuhe und Schmuck		28	Transport (alle anderen)
	8	Transport (Straße)		29	Wasser- und Abfallwirtschaft
	9	Kraftfahrzeuge		30	Beherbergung
	10	Energieerzeugung und -versorgung		31	Kapitalmärkte
2023 / 2024	11	Forstwirtschaft	2024 / 2025	32	Kreditinstitute
	12	Chemische Erzeugnisse		33	Bildung
	13	Metallverarbeitung		34	Lebensmittel- und Getränkedienstleistungen
	14	Baumaterialien		35	Spiele
	15	Bauwesen und Maschinenbau		36	Gesundheitsfürsorgen und Dienstleistungen
	16	Bauwesen und Einrichtung		37	Versicherungen
	17	Verteidigung		38	Marketing
	18	Elektronik		39	Medien und Kommunikation
	19	Informationstechnologie		40	Dienstleistungen
	20	Maschinen und Ausrüstung		41	Erholung und Freizeit
	21	Medizinische Instrumente			

Tabelle 2: Sektorspezifische Standards nach Erscheinungsjahr (Eigene Darstellung nach EFRAG, 2022a)

Die für die Immobilienbranche relevanten sektorspezifischen Standards kommen im Jahr 2024 und werden in den Bereichen Baumaterialien (Building materials), Bau-

und Ingenieurwesen (Construction and engineering) sowie Immobilien (Real Estate) und Wasser- und Abfalldienstleistungen (Water and Waste services) zu finden sein.

2.4.1 ESRS 1 & 2: Querschnittstandards

Die Diskussionsentwürfe ESRS 1 und 2 gelten als Querschnittstandards. Sie beinhalten allgemeine Anforderungen und Grundlagen, mit denen die Erstellung und Ausgestaltung der Nachhaltigkeitsberichte festgelegt werden. Darüber hinaus werden Berichts-anforderungen festgelegt, die unabhängig der ESG-Themen Environment, Social und Governance oder der Sektorzugehörigkeit für alle Unternehmen gelten (DRSC, 2022).

Zu den Grundlagen der Nachhaltigkeitsberichtserstattung gehört die doppelte Wesentlichkeit, mit der sowohl die äußeren Einflüsse auf das Unternehmen im Sinne einer *outside-in* Perspektive, als auch der Einfluss der unternehmerischen Aktivitäten auf die Umwelt aus der *inside-out* Perspektive betrachtet werden. Mit der doppelten Wesentlichkeit wird definiert, wann ein Nachhaltigkeitsthema für ein Unternehmen berichtspflichtig wird. Der Begriff bezieht sich darauf, dass Unternehmen Aspekte beachten müssen, die sich einerseits auf tatsächliche oder potenzielle Auswirkungen des Unternehmens, auf Menschen

oder die Umwelt beziehen (eng. *impact materiality*), oder die andererseits erhebliche finanzielle Auswirkungen auf das Unternehmen haben oder haben können (eng. *financial materiality*) (DRSC, 2022). Ob diese Aspekte mit Blick auf die Nachhaltigkeit wesentlich sind, soll laut ESRS 1 auf Basis von Due Diligence-Prozessen zur Analyse- und Prüfung möglicher Auswirkungen entschieden werden. Des Weiteren werden durch die Querschnittstandards Aspekte wie die Berücksichtigung der Wertschöpfungskette der berichtspflichtigen Unternehmen oder die Verortung des Nachhaltigkeitsberichts als Teil des Lageberichts geregelt.

Die Diskussionsentwürfe der übergreifenden Standards ESRS 1 und 2 schaffen somit einen ersten Orientierungsrahmen für die zukünftigen Nachhaltigkeitsberichte. Den betroffenen Unternehmen werden allgemeine Grundlagen und übergreifende Berichts-anforderungen für die Erstellung des Nachhaltigkeitsberichts an die Hand gegeben (DRSC, 2022).

2.4.2 Environment

Das zweite Themenfeld der sektorunabhängigen Standards, für das die EFRAG Diskussionsentwürfe erarbeitet hat, orientiert sich an den Umweltzielen der EU-

Taxonomie (Kaiser, 2022). Die Diskussionsentwürfe ESRS E1 bis ESRS E5 aus dem Themenfeld *Environment* (Umwelt) behandeln die Bereiche Klimawandel,

Umweltverschmutzung, Wasser und marine Ressourcen, Biodiversität und Ökosysteme, sowie Ressourcennutzung und Kreislaufwirtschaft. Konkret legen die Standards fest, dass Unternehmen Auswirkungen der Geschäftstätigkeit auf das jeweilige Umweltthema sowie Maßnahmen zur Eindämmung von Verschmutzung

2.4.3 Social

Das dritte Themenfeld der sektorunabhängigen Standards umfasst soziale Nachhaltigkeitsaspekte. Für den Bereich *Social* (Soziales) wurden die Diskussionsentwürfe ESRS S₁ – ESRS S₄ entwickelt. Sie beziehen sich auf die eigenen Arbeitskräfte des Unternehmens, auf Beschäftigte in der Wertschöpfungskette, andere betroffene Personengruppen sowie Konsumenten und Endnutzer (Kaiser, 2022). Durch die berichtspflichtigen Unternehmen sollen

2.4.4 Governance

Im vierten Themenfeld wurde abschließend mit dem ESRS G₁ ein Diskussionsentwurf für *Governance* (Unternehmensführung) entwickelt. Dieser befasst sich mit dem unternehmerischen Verhalten (Business Conduct). Hierzu zählen Strategien, Prozesse, Verfahren und Ergebnisse unter Betrachtung von Aspekten wie Unternehmenskultur, Lieferanten, Lobbying,

oder Erreichung von gesteckten Zielen offenlegen müssen (DRSC, 2022). Zudem sollen auch Strategien und Pläne vorgelegt werden, die darstellen, wie beispielsweise betriebliche Abfälle reduziert oder Wasserressourcen geschützt werden.

Aspekte wie Maßnahmen, Auswirkungen sowie Chancen und Risiken mit Blick auf die Anspruchsgruppen offengelegt werden (DRSC, 2022). Thematisch betreffen die Offenlegungen bspw. Arbeitsbedingungen, Ausbildungs- und Qualifizierungsmöglichkeiten, Löhne, Gleichstellung der Geschlechter oder auch die Beachtung von Menschenrechten (CSR-Berichtspflicht, 2022).

Tierwohl oder der Bekämpfung von Korruption und Bestechung (DRSC, 2022). Im Nachhaltigkeitsbericht sollen die Rolle der Verwaltungs- und der Leitungsorgane, politisches Engagement und interne Kontroll- und Risikomanagementsysteme dargestellt werden (CSR-Berichtspflicht, 2022).

2.5 Auswirkungen der EU-Richtlinie auf Unternehmen

Die neuen CSRD-Regelungen für die Nachhaltigkeitsberichterstattung bringen für Unternehmen eine Reihe von Auswirkungen mit sich. So erhöht sich mit ihrem

Inkrafttreten in den kommenden Jahren zunächst die Anzahl der Unternehmen, die im Bereich der Nachhaltigkeit berichtspflichtig werden. Während unter die

aktuell geltende Berichtspflicht EU-weit circa 12.000 Unternehmen fallen, wächst ihre Zahl durch gestaffelte Erweiterung europaweit auf etwa 50.000 Firmen an (Gnädiger & Mazar, 2021). In Deutschland sind circa 15.000 Unternehmen von der Pflicht zur Nachhaltigkeitsberichterstattung nach CSRD betroffen. Demzufolge müssen sich – auch in der Bau- und Immobilienbranche – immer mehr Unternehmen damit auseinandersetzen, wie sie Nachhaltigkeitsberichte erstellen oder ihre bestehende Nachhaltigkeitsberichterstattung ESRS-konform gestalten (Altreiter, 2022).

Wie zuvor beschrieben wurde, regelt die EU-Richtlinie darüber hinaus, dass die Nachhaltigkeitsberichterstattung als integrierter Teil im Konzernlagebericht des Unternehmens veröffentlicht werden muss (Gnädiger & Mazar, 2021). Durch die verbindliche Integration der Nachhaltigkeitsthemen werden finanzielle und nicht-finanzielle Themen in einem gemeinsamen Format veröffentlicht. Die nichtfinanziellen Informationen müssen zukünftig zudem in einem maschinenlesbaren Format publiziert werden. Die Relevanz und Auffindbarkeit von ESG-Themen soll auf diese Weise erhöht und die Berichterstattung einheitlich und vergleichbar werden (Baumüller et al., 2022; Altreiter, 2022).

Eine weitere Auswirkung ist die externe Prüfpflicht der Nachhaltigkeitsberichterstattung, die mit den neuen EU-Regeln vorgeschrieben wird. Vor der Veröffentlichung der Nachhaltigkeitsberichte müssen diese von Wirtschaftsprüfungsgesellschaften oder "unabhängigen Erbringern

von Bestätigungsleistungen" extern geprüft werden.

„Um den gestiegenen/ steigenden Anforderungen an die Nachhaltigkeitsberichterstattung, sowie der verpflichtenden Prüfung standhalten zu können, benötigen Unternehmen eine verlässliche Datenbasis. In einigen Bereichen fehlt es noch an verlässlichen Messmethoden, um diese Datenbasis zu schaffen. So zum Beispiel im Bereich Abfall. Die Mehrheit der von Mazars analysierten Unternehmen berichtet entweder keine quantitativen Daten in diesem Bereich, oder stützt Berichtsdaten auf Schätzungen. Entsprechende Lösungen, mittels derer Unternehmen die Datenbasis schaffen und automatisiert in die Berichterstattung einfließen lassen können, sogenannte Smart Waste Systeme, gibt es aber bereits.“ Dr. Wolfgang Völl, Partner bei Mazars, empfiehlt Unternehmen daher, nicht erst mit Eintritt der Berichtspflicht aktiv zu werden, sondern Lösungen wie beispielsweise die Smart Waste Stations / Lösungen, die dabei unterstützen, die entsprechenden Daten zu sammeln und aufzubereiten, frühzeitig zu nutzen. Immerhin geht es nicht nur um die Erfüllung von Berichtspflichten, sondern auch darum, die Chancen für ein zielführendes, zukunftsgerichtetes Nachhaltigkeitsmanagement zu nutzen.

Wie auf den vorangegangenen Seiten gezeigt wurde, müssen sich die betroffenen Unternehmen intensiv mit der CSRD und den ESRS auseinandersetzen, um die Anforderungskriterien der EU umzusetzen. Vor allem die oben beschriebene Tendenz der gleichwertigen Behandlung von finanziellen und nichtfinanziellen Themen lässt

die Frage aufkommen, ob und wie Berichtspflichtige passgenaue Daten zu den Themen Environment, Social und Governance erheben können. Ein Bereich, bei dem sich heute die Bedeutung für die Bau- und Immobilienbranche von besonderer Bedeutung zeigt, sind die Environment-Standards. Beispielsweise finden sich im ESRS E5 „Ressourcennutzung und Kreislaufwirtschaft“ Anforderungen für das betriebliche Abfallmanagement, das zukünftig in den Nachhaltigkeitsberichten berücksichtigt werden muss. Da dieses Thema für die SBIF und deren Mitstifter von besonderer Bedeutung ist, beschreibt das folgende Kapitel ein Pilotprojekt der SBIF-Mitstifter Hailo Digital Hub und Mazars. Aufbauend auf den sogenannten Smart Waste Solutions, einem innovativen Ansatz von Hailo Digital Hub für das Abfallmanagement, entwickeln sie zusammen

ein ganzheitliches Vorgehen für ein datenbasiertes Management von gewerblichen Abfällen, mit dem die erhobenen Abfalldaten in einem automatisierten Prozess direkt für die Erstellung von Nachhaltigkeitsberichten verwendet werden können. Um herauszufinden, zu welcher der im vorangegangenen Kapitel beschriebenen Phasen ein Unternehmen gehört und wann es die verpflichtende Nachhaltigkeitsberichterstattung auf Basis der ESRS umsetzen muss, findet sich in Abbildung 2 eine Hilfestellung in Form eines Pfaddiagramms. Das Diagramm zeigt die wesentlichen Anforderungskriterien der EU für berichtspflichtige Unternehmen auf, aus denen abgeleitet werden kann, zu welcher Unternehmenskategorie eine Organisation gehört und ab welchem Geschäftsjahr die ESRS verpflichtend angewendet werden müssen.

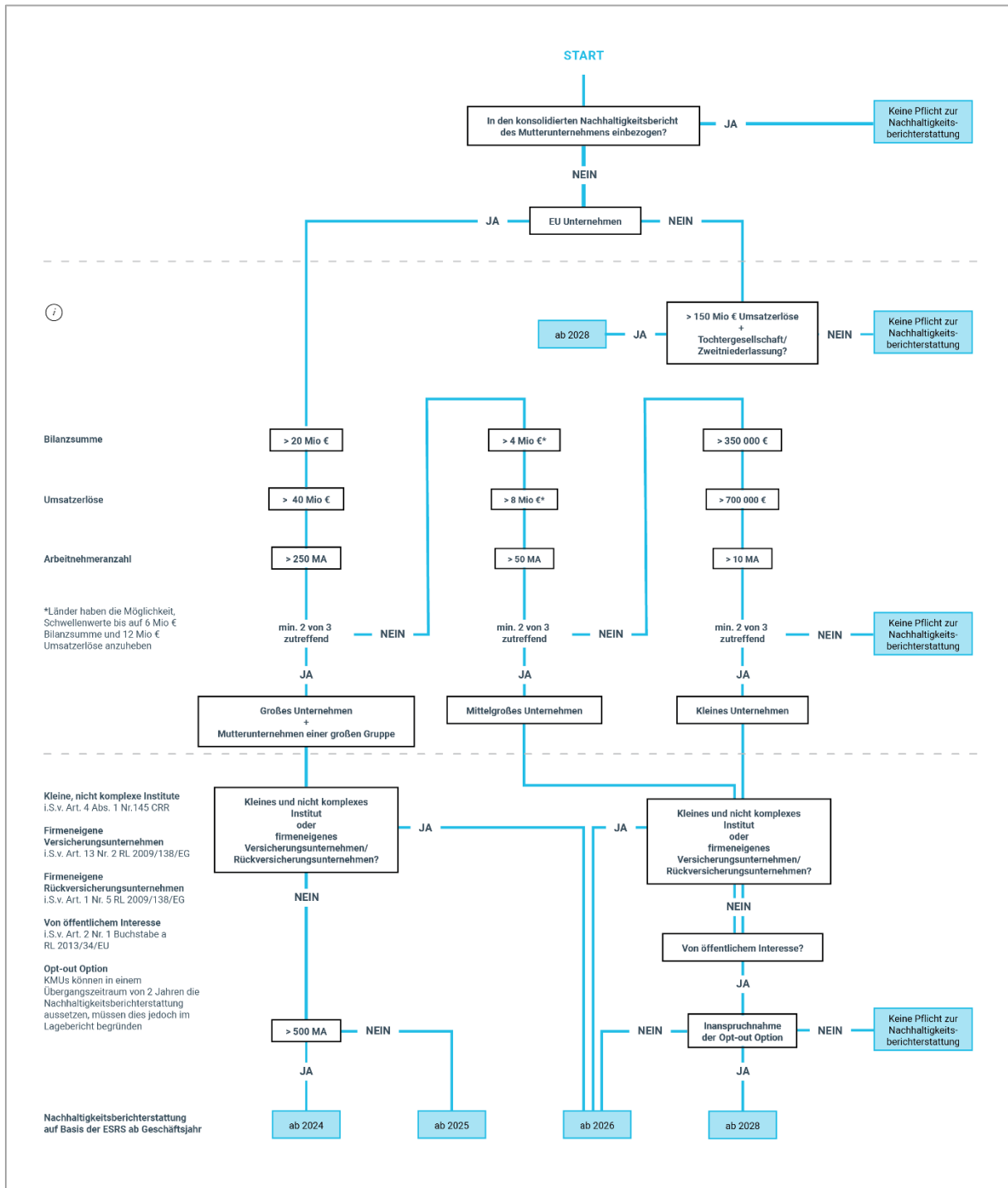


Abbildung 2: Pfaddiagramm

3 Smart Waste Solutions

Die Entwicklung von nachhaltigen Lösungen für die Bau- und Immobilienbranche ist eine der wesentlichen Aufgaben der

SBIF, an der die Stiftung gemeinsam mit Mitstiftern und Partnerorganisationen arbeitet. Ein Lösungsansatz im Bereich des

Abfallmanagements, der von SBIF-Mitstifter Hailo Digital Hub entwickelt wurde, sind sogenannte Smart Waste Solutions als ganzheitlichen Ansatz für die Vermeidung und Entsorgung von Abfall im Unternehmen: „Unter dem Begriff Smart Waste Solutions bündeln wir clevere, digitale und analoge Produktlösungen zur nachhaltigen Optimierung der Abfallvermeidung

3.1 Smart Sensorik

Die Smart Sensorik ist das zentrale technische Element der intelligenten Abfallbehälter, mit dem die Abfalldaten erfasst und über eine Cloud-Anbindung mit Hilfe von Künstlicher Intelligenz ausgewertet werden können. Durch die Nutzung eines separaten Netzwerks wird die Datensicherheit und -integrität der Unternehmen gewahrt. Die Smart Sensorik ist in den Smart Waste Solutions von Hailo Digital Hub

3.2 Smart Bins

Bei Smart Bins handelt es sich um Abfallbehälter, die mithilfe digitaler Technologien über "intelligente" Fähigkeiten verfügen, die sich den folgenden drei Bereichen zuordnen lassen (Noiki et al., 2021):

- Sensorfähigkeiten (*Sensing capabilities*)
- Anzeigefähigkeiten (*Display capabilities*)
- Kommunikationsfähigkeiten (*Communication capabilities*)

Die *Sensorfähigkeit* basiert auf den eingebauten Sensoren, über die die Smart Bins Eigenschaften wie den Füllstand, die

und Entsorgung von Abfällen im kommerziellen Umfeld“ (Hailo Digital Hub).

Smart Waste Solutions sind eine innovative Weiterentwicklung von Technologie- und Lösungsansätzen im Bereich der Abfallentsorgung, die mit den Begriffen *Smart Sensorik*, *Smart Bins* und *Smart Waste Management* bezeichnet werden.

verbaut und kann zudem auch in andere vorhandene Abfalllösungen integriert werden.

Die Daten, die durch die Sensoren der Smart Bins gesammelt und ausgewertet werden, lassen mit anderen Daten des Unternehmens verbinden und auf diese Weise zusätzlichen Mehrwert schaffen.

Temperatur oder den Standort messen können. Die *Anzeigefähigkeiten* beruhen auf integrierten Bildschirmen oder Apps, mit denen die gemessenen Daten direkt am Abfallbehälter angezeigt werden können (Noiki et al., 2021; Mittermayr & Klünsner, 2019).

Über ihre digitalen *Kommunikationsfähigkeiten* können Smart Bins mit anderen intelligenten Objekten kommunizieren und die gesammelten Daten übermitteln (Loewenstein, 2015). Mit ihrer Fähigkeit zur Kommunikation kann durch den Einsatz von Smart Bins das Abfallmanagement unterstützt und Prozesse der Abfallwirtschaft

optimiert werden (Zhang et al., 2019; Hoffmann et al., 2021).

Die beschriebenen Funktionen sind auch die Grundlage für eine Fernüberwachung, mit der beispielsweise eine automatisierte Abholung veranlasst, Hinweise auf eine

3.3 Smart Waste Management

Auf dem Einsatz von Smart Bins aufbauend beschreibt der zweite Lösungsansatz *Smart Waste Management* die erweiterte Nutzung digitaler Technologien für das ganzheitliche Management von Abläufen in der betrieblichen Abfallwirtschaft. Durch das Zusammenspiel verschiedener Technologien, zu denen unter anderem das Internet of Things (IoT), Big-Data, Cloud Computing oder künstliche Intelligenz gehören, kann die Überwachung, Sammlung, Trennung sowie der Transport von Abfällen zur Entsorgung oder Wertstoffrückgewinnung effizient, effektiv und nachhaltig organisiert werden (Zhang et al., 2019).

Sie ermöglichen auch den Versand von Push-Nachrichten für eine situationsbezogene Kommunikation, über die beispielsweise die Füllstände von Abfallbehältern an Reinigungsdienstleister oder Facilitymanagement übermittelt werden können. Auf diese Weise lassen sich die

3.4 Smart Waste Solutions

Smart Waste Bins und Smart Waste Management gewinnen in der Praxis immer mehr an Bedeutung. Auf diesen Ansätzen aufbauend hat das SBIF-

mögliche Brandgefahr gemeldet oder Erreichung eines „kritischen“ Füllstands nachgegangen werden kann (Mittermayr & Klünsner, 2019).

ermittelten Daten teilweise sogar in Echtzeit zur Berechnung optimaler Fahrtrouten verwenden, um Leerfahrten zu verhindern. Dadurch, dass Abfall nur im Bedarfsfall entsorgt wird, wird bei der Entsorgung eine Effizienzsteigerung von bis zu 30 Prozent angenommen (Jäger, 2019).

Auch das Recycling und die Verwertung von Wertstoffen zählen zum Smart Waste Management. Dabei werden beispielsweise Infrarotkameras in Entsorgungsfahrzeugen eingesetzt, um die Zusammensetzung des Abfalls bei der Entsorgung zu scannen (Jäger, 2019). Mithilfe von Kontrollkameras und Bildverarbeitungssensoren sowie KI-gestützter Robotertechnologie oder Luftdruckdüsen kann der Abfall in die einzelnen Abfallarten getrennt werden. Die Abfallzusammensetzung kann im Entsorgungsbetrieb in Echtzeit gemessen und zur Optimierung des Abfallmanagements verwendet werden (Quality Engineering, 2022).

Stifterunternehmen *Hailo Digital Hub* eine eigene Lösung entwickelt: *Smart Waste Solutions*. Für Roland Schönebeck, Bereichsleiter Vertrieb &

Geschäftsentwicklung des Unternehmens, ist eine der wesentlichen Erweiterungen von Smart Waste Solutions die individuelle

Beratung, die über die rein technischen Perspektiven von Smart Bins und Smart Waste Management hinausgeht.



Abbildung 3: Beispiel Smart Waste Station 120 (eingesetzt für die Fallstudie UBM) von Hailo Digital Hub

Den ganzheitlichen Ansatz von *Smart Waste Solutions* beschreibt Roland Schönebeck wie folgt: „Zu Beginn erfolgt eine ausführliche Beratung über die Möglichkeiten und Optimierungspotentiale im Abfallmanagement. Nach der Entwicklung eines individuellen Einsatzkonzepts für das jeweilige Unternehmen folgt die begleitete, technische Umsetzung.“

Mit eigens entwickelten *Smart Waste Stations*, die in Abbildung 3 dargestellt sind, sowie der entsprechenden Technologie, dienen die abfallbezogenen Daten für die Analyse und Darstellung in einem eigenen Dashboard oder der Integration in die Software des Kunden. Die notwendige Hard- und Software, mit der unternehmensspezifische Berichte für eine ganzheitliche Abfallmanagement-Beratung erstellt werden können, wird dabei zur Verfügung gestellt.

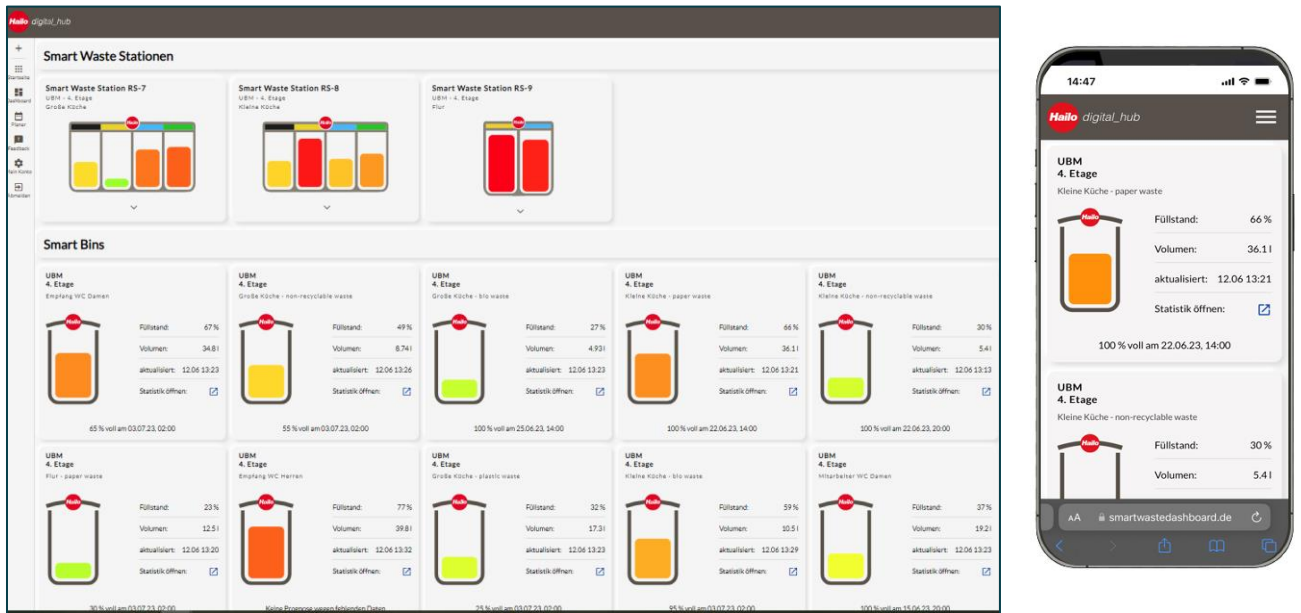


Abbildung 4: Dashboard der abfallbezogenen Daten

Gemessen werden neben dem Füllstand auch die Anzahl der Entleerungen, die Häufigkeit der Klappenöffnungen bei entsprechenden Abfalleimern, Temperatur, Luftfeuchtigkeit sowie zukünftig auch die Position der Abfallbehälter.

Über die gesammelten Daten können detaillierte Kennzahlen über den Abfall gewonnen und Vorhersagen getroffen werden, wann ein Abfallbehälter den idealen Entleerungszeitpunkt erreicht hat. Zusätzlich zu den bereits beschriebenen Einsparmöglichkeiten durch eine effiziente

Planung von Entsorgungsfahrten lassen sich vor allem auch personelle Ressourcen bei der Entleerung der Abfallbehälter einsparen.

Wie die Erfahrungen aus dem Praxiseinsatz darüber hinaus zeigen, kann über die gesammelten Daten mehr Transparenz für das von der Belegschaft häufig kaum beachtete Thema Abfallmanagement geschaffen werden. Dies führt im besten Fall dazu, dass Mitarbeitende für den entstehenden Abfall sensibilisiert werden und weniger Abfall im Unternehmen anfällt.

3.5 Fallstudie: Smart Waste Solutions für UBM

Von Dezember 2021 bis Mai 2022 wurden im Berliner Büro von UBM Development Smart Waste Solutions von Hailo Digital Hub in Betrieb genommen. Als Teil der unternehmenseigenen Nachhaltigkeitsstrategie hat das Unternehmen die üblichen Abfalleimer an den Arbeitsplätzen der

Mitarbeitenden entfernt. Zum Einsatz kamen die sensorgestützten Sammelstationen und Einzelmülleimer für unterschiedliche Abfallsorten, die an zentralen Orten wie Teeküchen, Sanitärbereichen oder im Empfangsbereich aufgestellt wurden. Während der kontinuierlichen Messung

des Abfallvolumens wurden die Daten an einen Server übermittelt und auf einem Live-Dashboard angezeigt.

Durch die Mess- und Kommunikationsfähigkeiten der in der Fallstudie genutzten Abfall- und Recyclingstationen, konnte die gesamte Menge an Abfall sowie die

jeweiligen Anteile der unterschiedlichen Abfallsorten erhoben werden.

Zwischen April und Mai 2022 wurden zusätzlich die Füllstandsänderungen der jeweiligen Abfallsorten gemessen, sodass Unterschiede zwischen Papier, Plastik, Biomüll, Restmüll und Sanitärabfälle (Einweghandtücher im Waschbeckenbereich) erkannt werden konnten.

Abfall-sorte	Dez 21	Jan 22	Feb 22	Mrz 22	Apr 22	Mai 22	Dez 21 - Mai 22
Bio	11,44 l	35,51 l	38,22 l	55,71 l	32,98 l	78,45 l	252,31 l
Papier	159,39 l	321,80 l	110,00 l	322,67 l	84,58 l	94,10 l	1.092,53 l
Plastik	140,91 l	200,43 l	242,49 l	164,27 l	55,00 l	192,26 l	995,36 l
Restmüll	10,14 l	51,89 l	36,10 l	67,75 l	23,14 l	25,37 l	214,39 l
Sanitär	368,39 l	475,48 l	399,75 l	748,39 l	396,26 l	324,19 l	2.712,46 l
Gesamt	690,26 l	1.085,11 l	826,56 l	1.358,79 l	591,96 l	714,37 l	5.267,05 l

Tabelle 3: Gesamtmengen an Abfall pro Abfallsorte von Dez 2021 – Mai 2022

Im Untersuchungszeitraum fielen insgesamt knapp 5.300 Liter Abfall an, wie Tabelle 3 zu entnehmen ist. Der Vergleich der verschiedenen Abfallsorten zeigt deutlich, dass der Sanitärbereich mit fast 2.200 Litern den größten Anteil ausmachte. Im Vergleich der betrachteten Monate konnte im März mit knapp 1.400 Litern das höchste Gesamtabfallaufkommen gemessen werden. Der Blick in die Details zeigt darüber hinaus, dass in den Monaten von Dezember bis April der Plastikmüll stetig sank, im Mai 2022 aber wieder angestiegen ist. Nach der Recherche des Unternehmens ließ sich feststellen, dass der Plastikverbrauch durch äußere Angebote (Neueröffnung von Mittagsangeboten ohne Pfandsystem) und interne Änderungen anstieg.

Abfall-sorte	Dez 21	Jan 22	Feb 22	Mrz 22	Apr 22	Mai 22	Dez 21 - Mai 22
Bio	1	3	3	5	3	7	22
Papier	3	6	2	6	2	2	21
Plastik	3	4	5	3	1	4	20
Rest	1	5	4	6	2	2	20
Sanitär	8	12	10	17	10	7	64
Gesamt	16	30	24	37	18	22	147

Tabelle 4: Anzahl der Entleerungen pro Abfallsorte Dez 2021 – Mai 2022

Wie Tabelle 4 zeigt, fand die Leerung der Abfallbehälter insgesamt 147-mal statt. Die zentralen Ergebnisse über die verschiedenen Abfallsorten und Monate spiegeln sich auch mit Blick auf die Entleerungen wider. Mit 64 Entleerungen im gesamten Untersuchungszeitraum wurden die meisten Entleerungen im Sanitärbereich gemessen. Im Monatsvergleich wurde mit 37 Entleerungen am meisten Abfall im

März entsorgt. Im zweiten Beobachtungszeitraum zwischen April und Mai 2022 fanden zudem 42 der 52 Entleerungen bei einem Füllstand von über 80 Prozent statt. Untersucht wurde auch, an welchen Tagen und zu welchen Uhrzeiten Abfall angefallen ist. Einen Überblick über die Anzahl der Füllstandsänderungen nach Wochentagen gibt Abbildung 4. Hier ist auch die Abfallsorte nach Wochentagen zu erkennen.

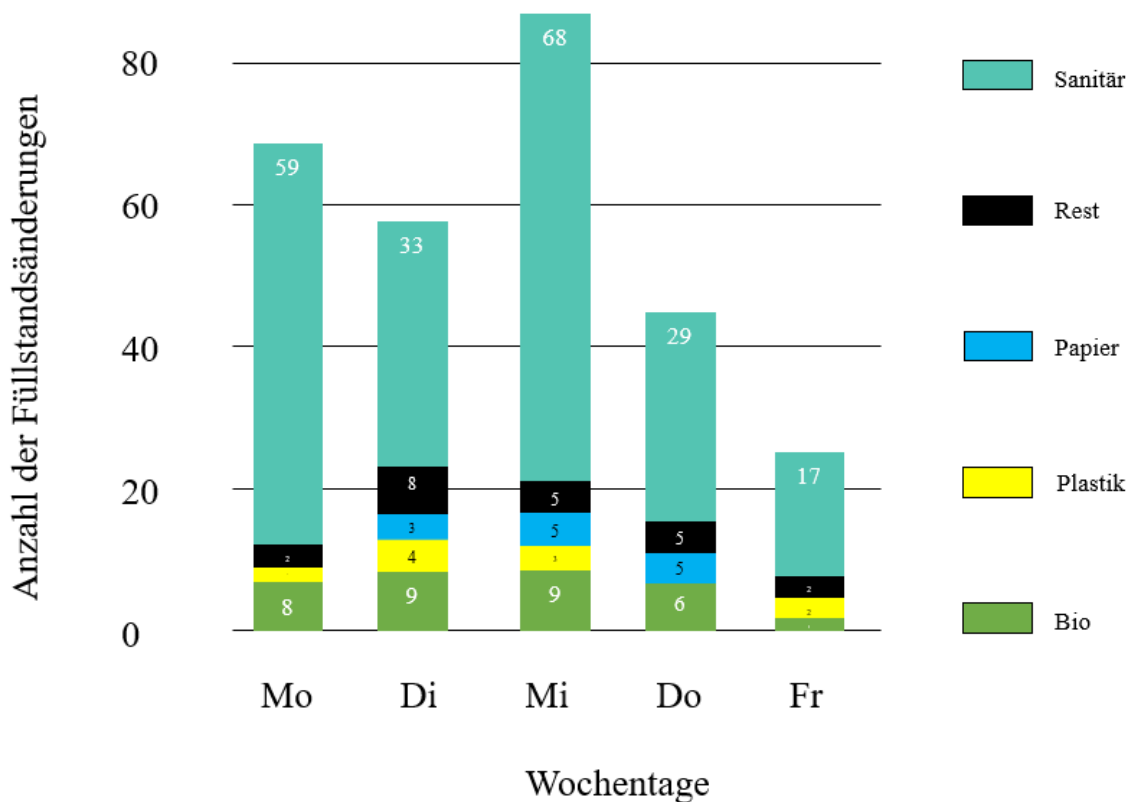


Abbildung 4: Füllstandsänderungen pro Abfallsorte nach Wochentagen von April bis Mai 22

Der Blick auf die Uhrzeit zeigt in der detaillierten Betrachtung, dass die Anzahl der Füllstandsänderungen nachvollziehbarerweise in den Zeiten rund um die

Mittagspause und vor allem zum Feierabend am höchsten ist, wie in Abbildung 5 deutlich zu erkennen ist.

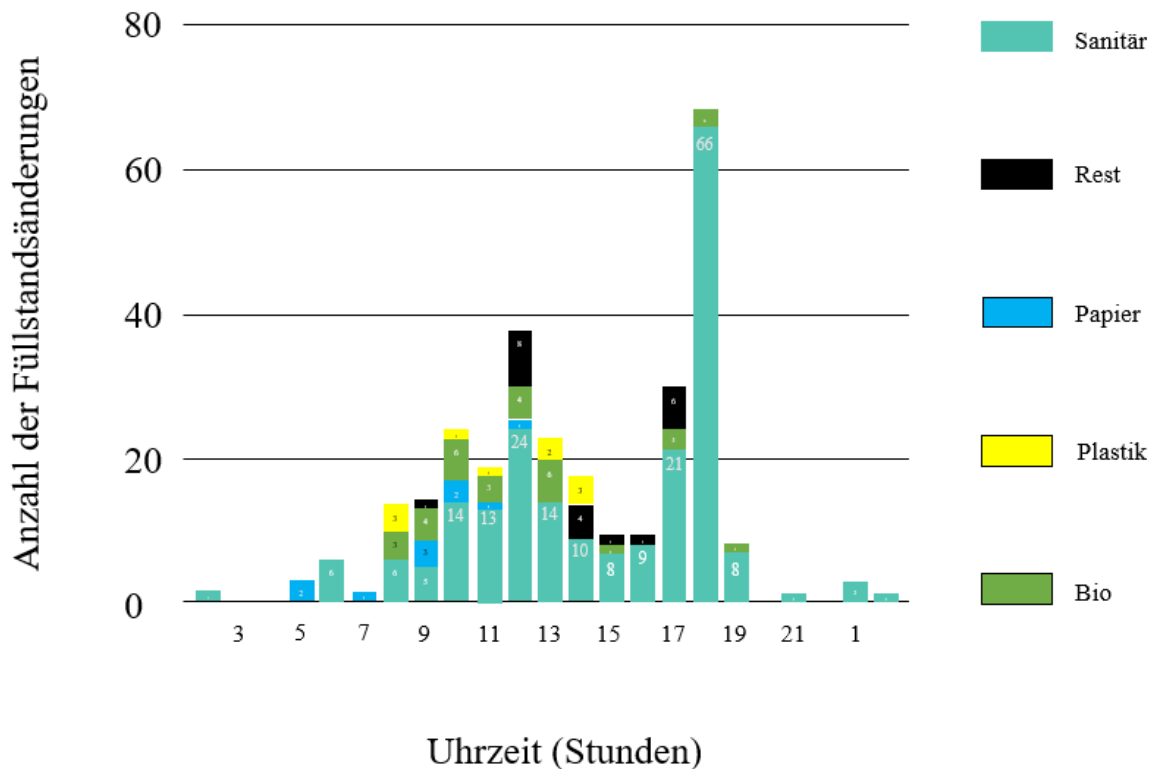


Abbildung 5: Füllstandsänderungen pro Abfallsorte nach Uhrzeiten von April bis Mai 22

Die Ergebnisse der UBM-Fallstudie zeigen exemplarisch, dass der anfallende Abfall mithilfe von Smart Waste Solutions detailliert gemessen werden kann. Aus den gespeicherten Abfalldaten können konkrete Planungs- und Handlungsempfehlungen abgeleitet werden. So konnten die gewonnenen Daten im Rahmen der beschriebenen Fallstudie von UBM beispielsweise dazu genutzt werden, die Planung des Reinigungspersonals zu verbessern, unnötige Wege zu vermeiden und damit letztlich Ressourcen effizienter einzusetzen. Zudem kann die Erhebung von Abfalldaten eine genauere Abrechnung der Abfallentsorgung und entsprechende Kosteneinsparungen ermöglichen.

Je länger und umfangreicher diese Messungen durchgeführt werden, desto besser können auch Prognosen für die Zukunft getroffen werden. Dies geschieht bei Hailo Digital Hub durch den Einsatz von Machine-Learning-gestützten Algorithmen, mit denen Verhaltensmuster in der Nutzung von Abfallbehältern erkannt werden können. Mit der Prognose des Abfallaufkommens geht auch die Idee des Predictive Cleaning einher, worunter Hailo Digital Hub die datenbasierte prognostizierte Reinigung nach Bedarf versteht.

Für Dr. Wolfgang Völl ist die Datenerhebung über Smart Waste Solutions ein wichtiger erster Schritt auf dem Weg für mehr Nachhaltigkeit im Unternehmen. Ihr volles Potential entfaltet sie jedoch erst in

Kombination mit weiteren Daten, die dem Unternehmen aus anderen Quellen oftmals schon vorliegen: „Die Abfalldaten müssen mit weiteren Unternehmensdaten wie zum Beispiel der Mitarbeiteranzahl vor Ort in Verbindung gebracht werden, um daraus Handlungsempfehlungen ableiten zu können.“

Wie weiter oben bereits beschrieben, lässt sich über den eigentlichen Prozess des Abfallmanagements hinaus im besten Fall auch ein nachhaltigeres Verhalten des Personals fördern. Im Rahmen des UBM-Projekts führte die Auseinandersetzung mit dem betrieblichen Abfallmanagement bei den Mitarbeitenden auch dazu, dass wiederverwendbare Glasbehälter eingeführt wurden, um Einwegverpackungen einzusparen.

4 Smart Waste Solutions zur Unterstützung der Nachhaltigkeitsberichterstattung

Smart Waste Solutions sind nicht nur ein Beispiel dafür, wie das Abfallmanagement in der Bau- und Immobilienbranche effizienter organisiert, das Abfallaufkommen reduziert und die Entsorgung und Verwertung von Abfällen optimiert werden kann. Das smarte Abfallmanagement zeigt auch einen möglichen Weg auf, wie die Erstellung von Nachhaltigkeitsberichten mithilfe digitaler Technologien unterstützt werden kann. Dass das Thema Abfall eine wichtige Rolle für die Berichterstattung spielt, zeigt nicht nur der Blick in die CSRD. Der Ursprung der abfallbezogenen Berichtsanforderungen leitet sich darüber hinaus von EU-Regularien wie dem *EU*

Neben den genannten Möglichkeiten der intelligenten Abfallsysteme wurde in Kooperation mit einem weiteren SBIF-Stifterunternehmen – dem Wirtschaftsprüfungsunternehmen Mazars – die Idee entwickelt, die erhobenen Daten nicht nur für Planungs- und Optimierungszwecke zu nutzen, sondern den Einsatz der Daten auf die Nachhaltigkeitsberichterstattung auszuweiten. Im folgenden Kapitel werden daher Smart Waste Solutions mit der in Kapitel 2 beschriebenen CSRD-Berichtspflicht in Verbindung gebracht, um aufzuzeigen, wie Smart Waste Solutions bei der Entwicklung und automatisierten Erstellung von Nachhaltigkeitsberichten unterstützen können.

Green Deal oder der *EU-Taxonomie* ab. In der CSRD werden die konkreten Berichtsanforderungen, die sich auf das Abfallmanagement beziehen, in den sektoreunabhängigen Standards *ESRS E5 Ressourcennutzung und Kreislaufwirtschaft* geregelt. Diese Standards zielen darauf ab, den Wert von Ressourcen zu erhalten und die Wiederverwertung zu erhöhen. Durch die Entwicklung eines zirkulären Systems sollen die verwendeten Ressourcen in einem Kreislauf gehalten werden.

Um die Transformation hin zur Kreislaufwirtschaft mit Hilfe der Nachhaltigkeitsberichte bewerten zu können, stützt sich die

EFRAG auf die Identifizierung der physischen Ressourcenströme und auf den Anteil der Kreislaufwirtschaft, der auf Basis der Zu- und Abflüsse von Ressourcen sowie des anfallenden Abfalls erreicht wird. Neben der allgemeinen Förderung einer Kreislaufwirtschaft legt die ESRS 5 aber vor allem konkrete Berichtsanforderungen zu folgenden Themen fest:

- Ressourcennutzung von Unternehmen
- Maßnahmen zur Vermeidung, Abschwächung und Behebung der negativen Auswirkungen der Ressourcennutzung
- Präsentation von Plänen und Fähigkeiten, Geschäftsmodelle für die Kreislaufwirtschaft anzupassen
- Darstellung von Chancen und Risiken der Ressourcennutzung

Die abfallbezogenen Standards geben vor, dass Berichtspflichtige die Zusammensetzung der angefallenen Abfälle, insbesondere das Gesamtaufkommen von gefährlichem und nicht gefährlichem Abfall, für das jeweilige Geschäftsjahr in Tonnen oder Kilogramm angeben müssen. Gefährlicher Abfall definiert Abfallarten, die zu Gefährdung von Menschen und Umwelt führen können (Umweltbundesamt, 2017).

ESRS E5 legt darüber hinaus fest, dass die Unternehmen die Gesamt- und Teilgewichtsmengen für jede Art von Abfällen angeben müssen, die vor der Beseitigung entnommen und somit wiederverwertet werden. Bei entsorgtem Abfall wird zwischen den Abfallbehandlungsarten *Verbrennung*, *Deponierung* und *sonstige Beseitigungsverfahren* unterschieden. Bei der

Wiederverwertung werden die drei Verwertungsarten *Vorbereitung zur Wiederverwendung*, *Recycling* und *andere Verwertungsarten* angeführt (EFRAG, 2022b).

Offenlegungspflichtig sind jeweils die Gesamtmenge und der Prozentsatz des nicht wiederverwerteten Abfalls. Die Abfalldaten müssen darüber hinaus in angefallene Materialkategorien aufgeschlüsselt werden. Hierzu gehören *Biomasse*, *Metalle*, *nichtmetallische Materialien*, *Kunststoffe* und *Textilien*.

Von besonderer Bedeutung für das Zusammenspiel der Nachhaltigkeitsberichterstattung und der Smart Waste Solutions ist, dass die EU-Regeln auch vorschreiben, Informationen zu den verwendeten Methoden der Datenerhebung darzulegen. Ergeben sich die Abfalldaten aus eigenen Schätzungen oder aus konkreten Messungen? Es müssen die Kriterien und Annahmen beschrieben werden, die der Datenerhebung zugrunde liegen.

Die Erfahrung von Mazars zeigt jedoch, dass nur 6 Prozent der berichtspflichtigen Unternehmen eindeutige Angaben dazu machen, wie sie ihre Abfallaufkommen messen (Mazars, 2023). Die Daten stammen in diesen Fällen meist von externen Abfallunternehmen. Die Situation scheint sich jedoch gerade zu ändern: In einer stichprobenartigen Befragung bei seinen Partnerunternehmen konnte Mazars ein wachsendes Interesse am Thema Abfall feststellen. 30 Prozent der befragten Unternehmen gaben an, das Abfallmanagement als wesentlich einzustufen.

Da der ESRS E5 EU-weit verpflichtend wird, müssen sich berichtspflichtige Unternehmen so oder so detailliert mit der

Abfallproduktion und dem Abfallmanagement auseinandersetzen. Abfallströme müssen aufgedeckt und Konzepte zur Messung des angefallenen Abfalls erstellt werden. Dies führt dazu, dass zahlreiche

Unternehmen neue Ressourcen und Wege identifizieren müssen, um der CSRD gerecht zu werden (Baumüller et al., 2022). Ein Ansatz, wie dies gelingen kann, wird im folgenden Abschnitt skizziert.

4.1 In vier Schritten von der Datenerhebung zum Nachhaltigkeitsbericht

Aufbauend auf dem UBM-Pilotprojekt haben Hailo Digital Hub und Mazars ihre Kenntnisse und Erfahrungen zusammengebracht. Während Hailo Digital Hub sich in den vergangenen Jahren eine Expertise im Bereich Smart Waste Solutions erarbeitet und erste Erfahrungen bei der Erhebung von Abfalldaten gesammelt hat, ist Mazars auf die Erstellung und Prüfung von Nachhaltigkeitsberichten spezialisiert. Gemeinsam wurde ein vierstufiges Vorgehen zur Automatisierung der Nachhaltigkeitsberichterstattung entwickelt, das in Abbildung 6 dargestellt ist.

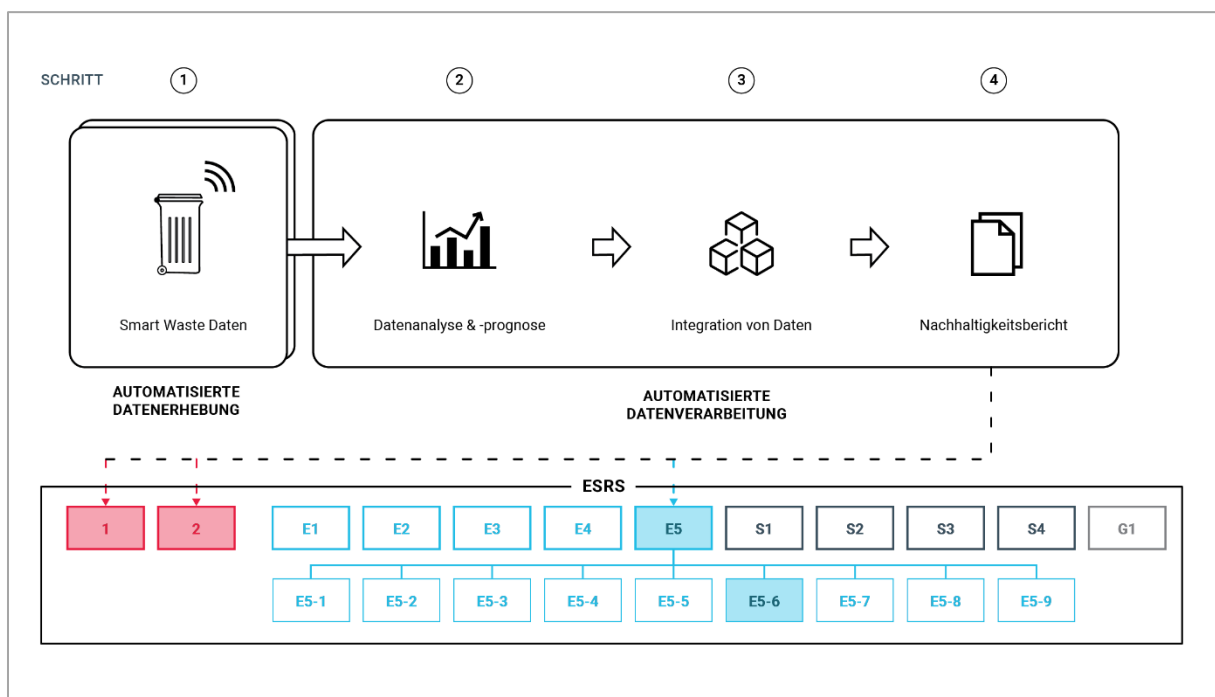


Abbildung 6: In vier Schritten von der Datenerhebung zum Nachhaltigkeitsbericht

Im **ersten Schritt** des Vierstufenmodells werden die Abfalldaten in Echtzeit erhoben und auf einem Abfallmanagement-Dashboard zur Verfügung gestellt. Mit den erhobenen Daten können, wie von der CSRD vorgegeben, konkrete Angaben

über das Gesamtaufkommen und die Zusammensetzung des Abfalls gemacht werden. Die Messung von Füllständen und Entleerungen ermöglicht, wie in Kapitel 3 beschrieben wurde, darüber hinaus Aussagen über den zeitlichen Verlauf des

Abfallaufkommens. Mit der digitalen Verbindung (APIs) der Abfalldaten mit entsprechenden Analyse Tools wie der SAP Analytics Cloud können vergangene und aktuelle Daten nach Abfallarten geclustert abgerufen, analysiert und verarbeitet werden.

Im **zweiten Schritt** sollen die verarbeiteten Daten für eine vorausschauende Abfallplanung und die Definition realisierbarer Ziele genutzt werden. So lassen sich auf Basis von erhobenen Abfallmengen und -arten, Leerungszeiten oder Behältergrößen, Ziele für den zukünftigen Anteil an wiederverwertbarem Abfall definieren. Durch die kontinuierliche Erfassung der Daten kann dann frühzeitig erkannt werden, wenn der gewünschte Anteil nicht erreicht wird, und entsprechende Maßnahmen durchgeführt werden.

Die Abfallplanung kann zudem mithilfe von Forecast-Systemen unterstützt werden, die das zu erwartende Abfallaufkommen vorhersagen und zum Beispiel die Zuordnung von Ressourcen erleichtern können.

Im **dritten Schritt** lassen sich die Abfalldaten und -prognosen mit weiteren Datensätzen wie der Anzahl anwesender Mitarbeiter in Zusammenhang bringen, wodurch Kennzahlen wie die Abfallmenge pro anwesende Mitarbeiter oder die Kosten pro Liter erzeugtem Abfall ermittelt werden können. In dieser Phase könnte auch die Entwicklung der Entsorgungskosten nach der Durchführung von Nachhaltigkeits- oder Recyclingmaßnahmen gemessen werden. Die gewonnenen Daten

lassen sich zur Unterstützung von Entscheidungsprozessen heranziehen, wie etwa die Auswahl eines Entsorgungsdienstleisters oder die Einsparung von Abfalleimern zur Kostenreduktion.

Im **vierten Schritt** sollen die gesammelten Daten automatisiert in den Nachhaltigkeitsbericht übernommen werden. Hier lassen sich die Abfalldaten mit weiteren Daten verbinden, die in anderen Bereichen gewonnen wurden und die für die Erstellung von Nachhaltigkeitsberichten relevant sind.

Der beschriebene 4-Stufen-Prozess dient hier nur als ein Beispiel, wie sich über das Zusammenspiel verschiedener Akteure und Technologien die Nachhaltigkeitsberichterstattung automatisieren lässt. Smart Waste Solutions zeigen exemplarisch, wie der Prozess der Automatisierung im Abfallmanagement ablaufen könnte.

In der CSRD wird der Umgang mit dem im Unternehmen anfallenden Abfall nicht nur in der ESRS E5 adressiert. Auch der Blick auf die weiteren Standards, in denen der Umgang mit Abfall geregelt wird, zeigt das zukünftige Potential von Smart Waste Solutions. So lassen sich die gesammelten Daten gegebenenfalls auch für die Bereiche Klimawandel (*ESRS E1 Emissionen durch unternehmerischen Abfall*), Umweltverschmutzung (*ESRS E2 Methoden zur Abfallvermeidung*), Wasser und Ressourcen (*ESRS E3 Umsetzung des Abfallmanagements insbesondere hinsichtlich Plastik*) und Biodiversität und Ökosysteme (*ESRS E4 Methoden zur Abfallvermeidung insbesondere hinsichtlich Umweltverschmutzung*) verwenden.

In der Bau- und Immobilienbranche macht das Thema Abfall insgesamt nur einen kleinen Bereich der Nachhaltigkeitsberichterstattung aus. Die Automatisierung bleibt aber natürlich auch nicht auf den Bereich des Abfallmanagements beschränkt, sondern lässt sich zukünftig auch auf andere Bereiche der Nachhaltigkeitsberichterstattung übertragen, die für die Branche relevant sind.

Letztlich sollte die Erfüllung der CSRD-Berichtspflichten im besten Fall ein

5 Fazit & Ausblick

Mit dem im vorangegangenen Kapitel beschriebenen UBM-Pilotprojekt konnte die SBIF mit ihren Stifterunternehmen exemplarisch zeigen, wie sich der Prozess der Nachhaltigkeitsberichterstattung automatisieren lässt und darüber hinaus Verhaltensänderungen angestoßen werden konnten. Für Frank Hermanns, Geschäftsführer des operativen Arms der Stiftung, konnte die SBIF damit einem ihrer Stiftungsziele näherkommen. Vor allem aber konnte auf Basis der ersten Erfahrungen ein ganzheitlicher Prozess entwickelt werden, an dem sich die weiteren Entwicklungen und zukünftige Projekte orientieren werden.

Zur Bewältigung der neuen gesetzlichen Herausforderungen der EU, vor allem aber der ökologischen Transformation von Wirtschaft und Gesellschaft, braucht es weitere gemeinsame Anstrengungen aller Akteure. Die Durchführung von Pilotprojekten, wie in Kap. 3.5 beschrieben, mit denen die Potentiale der Digitalisierung für

nachhaltigeres Verhalten von Unternehmen anstoßen. So sieht es auch Roland Schönebeck von Hailo Digital Hub: „Die Nachhaltigkeitsberichterstattung soll nicht nur erfolgen, weil es gesetzlich vorgeschrieben wird, sondern dem Nutzer soll sein Verhalten, und die damit verbundenen Auswirkungen bewusst werden, und sein Handeln soll somit in Richtung Nachhaltigkeit beeinflusst werden.“

die Nachhaltigkeitsberichterstattung und eine nachhaltige Zukunft ausgelotet werden können, muss weiter forciert werden. In diesem Sinne raten die Experten von Mazars auch dazu, die Vorgaben der CSRD nicht nur als gesetzliche Aufgabe zu sehen, sondern als Chance für einen positiven Wandel: „Seht die neuen regulatorischen Anforderungen nicht nur als Bürde, sondern versteht diese auch als Chance für mehr Transparenz, mehr Effizienz, mehr Nachhaltigkeit, mehr proaktive Steuerung.“

Als gemeinnützige Stiftung hat die SBIF das Ziel, Innovationen in der Bau- und Immobilienbranche zu erforschen, die einen positiven Beitrag zu gesellschaftlichen, sozialen, technischen, ökologischen, ökonomischen und rechtlichen Faktoren schaffen. Dabei erarbeiten Partner aus Industrie, Wirtschaft und Wissenschaft technische Anwendungslösungen für smarte Gebäude, mit denen, wie das Beispiel Smart Waste Solutions zeigt, auch Neuland

betreten wird, um einen Beitrag auf dem Weg zu einer nachhaltigen Immobilienwirtschaft zu leisten. Über die Themen Smart Waste und CSRD hinaus gehören auch die langfristige Reduzierung von Emissionen und Ressourcenverbrauch, die Optimierung der Wirtschaftlichkeit und nachhaltige Büro- und Wohnkonzepte zu den SBIF-Zielen.

Aufbauend auf den Erfahrungen, die in diesem Bericht beschrieben wurden, sollten weitere Potentiale der Digitalisierung und Automatisierung rund um die Entwicklung von Smart Buildings untersucht werden. Der Einsatz der Technologie darf jedoch kein Selbstzweck werden, wie SBIF-Innovation Manager Jan Sprenger betont. Viel wichtiger sei, dass die Idee von Smart Buildings so fortentwickelt wird, dass beim Bau und Betrieb von Gebäuden das Thema Nachhaltigkeit ein zentrales

Entscheidungskriterium wird. Dies gehe über den Bereich eines effizienten Energieverbrauchs hinaus und betreffe beispielsweise die nachhaltige Ressourcennutzung in Sinne einer Circular Economy.

Um auch in Zukunft an neuartigen Konzepten und Innovationen in der Branche zu arbeiten, werden unternehmens- und industrieübergreifende Kooperationen benötigt. Das in diesem Bericht vorgestellte Pilotprojekt soll auch in dieser Hinsicht Orientierung bieten. Weitere Vorhaben, bei denen Innovationen rund um die Entwicklung von Smart Buildings im Mittelpunkt stehen, sind in der SBIF bereits in Vorbereitung. Interessierte Unternehmen, die Teil der gemeinsamen Arbeit an einer nachhaltigen Zukunft der Bau- und Immobilienwirtschaft werden wollen, sind herzlich eingeladen, sich gemeinsam auf den Weg zu machen.

Quellenverzeichnis

Altreiter, M. (2022). *Aktueller Stand der Assurance der Nachhaltigkeitsberichterstattung – Masterarbeit*. Johannes-Kepler-Universität Linz.

Baumüller, J., Scheid, O. & Sopp, K. (2022). *Nachhaltigkeitsberichterstattung: Nichtfinanzielle Berichterstattung nach dem CSR-RUG und Neuerungen durch die CSRD*. NWB Verlag. Herne.

Blaesing, D. (2013). *Nachhaltigkeitsberichterstattung in Deutschland und den USA: Berichtspraxis, Determinanten und Eigenkapitalkostenwirkungen*. Peter Lang GmbH, Internationaler Verlag der Wissenschaften.

CSR-Berichtspflicht (2022, 16.12.). *Die EU liefert. Vorgaben für das Nachhaltigkeitsreporting von morgen*. <https://www.csr-berichtspflicht.de/csrd>

DRSC (2022, 24.11.). *DRSC Briefing Paper: European Sustainability Reporting Standards (ESRS)*. https://www.drsc.de/app/uploads/2022/11/221124_DRSC_Briefing_Paper_ESRS.pdf

EFRAG (2022a). Update on Set 2 content and planning of sector standards. <https://efrag.org/Assets/Download?assetUrl=%2Fsites%2Fwebpublishing%2FMeeting%20Documents%2F2208181115277740%2F07-%2001%20-%20ESRS%20Sector%20standards%20-%20work%20programme%20-%20EFRAG%20SRB%2026%20August%202022.pdf>

EFRAG (2022b). Draft European Sustainability Reporting Standards – ESRS E5 Resource use and circular economy.

Fifka, M. (2014). *CSR und Reporting – Nachhaltigkeits- und CSR-Berichterstattung verstehen und erfolgreich umsetzen*. Springer Verlag. Heidelberg.

Flick, P. (2022, 18.11.). *Politische Verhandlungen zur CSRD abgeschlossen: Berichtspflichten starten mit dem Geschäftsjahr 2024*. PwC-Blogs. <https://blogs.pwc.de/de/accounting-aktuell/article/232464/politische-verhandlungen-zur-csrd-abgeschlossen-berichtspflichten-starten-mit-dem-geschaeftsjahr-2024/>

Global Reporting Initiative. (o.D.). *GRI - GRI Standards German Translations*. <https://www.globalreporting.org/how-to-use-the-gri-standards/gri-standards-german-translations/>

Gnädiger, J. & Mazar, G. (2021, 28.09.). *Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD) – Was die neue CSRD der EU für Unternehmen bedeutet*. KPMG. <https://kpmg.com/de/de/home/themen/uebersicht/esg/corporate-sustainability-reporting-directive.html#:~:text=Die%20im%20November%202022%20vom,nicht%2Dfinanziellen%20Berichterstattung%20erheblich%20erweitert.>

Haberstock, P. (2019, 28.01.). *ESG-Kriterien*. Gabler Wirtschaftslexikon. <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/esg-kriterien-120056/version-369280>

Hauff, V., & Brundtland, G. H. (1987). *Unsere gemeinsame Zukunft: [der Brundtland-Bericht der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung]*. Weltkommission für Umwelt und Entwicklung. Eggenkampff Verlag. Greven.

Hoffmann, D., Franz, R., Hawlitschek, F., & Jahn, N. (2021). Smart Bins: Fallstudienbasierte Bewertung der Nutzenpotenziale von Füllstandssensoren in intelligenten Abfallbehältern. *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik*, 58(5), S. 1264-1279.

Hoffmann, E., Lautermann, C. & Schöpflin, P. (2022). *CSR-Reporting in Deutschland 2021*. Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (iöw) GmbH.

Jäger, C. (2019, 11.09.). *Intelligente Abfallwirtschaft - die Müllentsorgung nach Bedarf*. Energie Digitalisieren. <https://energie-digitalisieren.de/knowhow/intelligente-abfallwirtschaft-die-muellentsorgung-nach-bedarf/>

Kaiser, A. (2022, 09.11.). *ESRS - European Sustainability Reporting Standards*. DFGE - Institute for Energy, Ecology and Economy. <https://dfge.de/esrs-european-sustainability-reporting-standards/>

Loewenstein, P. (2015, 18.03.). *Abfallmanagement und Big Data: Die twitternde Mülltonne*. TAZ Verlags- und Vertriebs GmbH. <https://taz.de/Abfallmanagement-und-Big-Data/!5019356/>

Mazars (2022). *Erstes Set der ESRS-Entwürfe: Nachhaltigkeits- und Finanzinformationen auf Augenhöhe - Mazars - Deutschland*. <https://www.mazars.de/Home/Services/Sustainability/ESRS-Nachhaltigkeits-und-Finanzinformationen>

Mazars (2023, 01.03.). Datenbasiertes Abfallmanagement. LinkedIn. https://www.linkedin.com/posts/mazarsingermany_steigern-sie-die-effizienz-ihres-esg-reportings-activity-7036640905692381184-Amty?utm_source=share&utm_medium=member_desktop

Noiki, A., Afolalu, S. A., Abioye, A. A., Bolu, C. A., & Emeterere, M. E. (2021). Smart waste bin system: a review. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* Vol. 655, Nr. 1, S. 012036). IOP Publishing.

Pütter, J. M. (2017). *Nachhaltigkeitsberichterstattung in West-, Mittel- und Osteuropa – Ein Ländervergleich*. Nomos Verlag. Baden-Baden.

Quality Engineering. (2022, 27.09.). *Die Augen der Abfallsortierung*. <https://quality-engineering.industrie.de/allgemein/die-augen-der-abfallsortierung/>

Remer, S. (2018, 25.10.). *Definition: Global Reporting Initiative (GRI)*. Gabler Banklexikon. <https://www.gabler-banklexikon.de/definition/global-reporting-initiative-gri-70766>

Riley, T. (2017, 10.07). Just 100 companies responsible for 71% of global emissions, study says. The Guardian. <https://www.theguardian.com/sustainable-business/2017/jul/10/100-fossil-fuel-companies-investors-responsible-71-global-emissions-cdp-study-climate-change>

Umweltbundesamt (2017, 16.12.). *Gefährliche Abfälle*. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/abfall-ressourcen/abfallwirtschaft/abfallarten/gefaherliche-abfaelle>

Wördenweber, M. (2017). *Nachhaltigkeitsmanagement – Grundlagen und Praxis unternehmerischen Handelns*. Schaeffer Poeschel Verlag. Stuttgart.

Wowtscherk, M. (2021, 20. April). *Was ist Smart Building? Wo stehen wir? Welche Trends gibt es?* <https://wohnungswirtschaft-heute.de/was-ist-smart-building-wo-stehen-wir-welche-trends-gibt-es-antworten-gibt-die-bvdw-studie/>

Zhang, A., Venkatesh, V. G., Liu, Y., Wan, M., Qu, T., & Huisingh, D. (2019). Barriers to smart waste management for a circular economy in China. *Journal of Cleaner Production*, 240, 118198.

Impressum

Sonderveröffentlichung der Stiftung
„Smart Building Innovation Foundation“ (SBIF)

Autoren:

Prof. Dr. Daniel Michelis (IEB)

Monika Ilves (IEB)

Florian Hauser (IEB)

Jonas Kelch (IEB)

Gestaltung:

Johanna Bauer (SBIF)

Internet:

www.sbif.foundation

Berlin, Juli 2023

