

VERÖFFENTLICHUNG: JULI 2023

Lessons learned – Nachhaltigkeitsanalysen im Netzwerk „Digital GreenTech“

Von
Martin Möller
Catherine Last
Jueying Qian
Linda Schwarz
Urs Liebau
Erik Maehle

Dieses Papier ist im Projekt Netzwerk Digital GreenTech (NetDGT) entstanden. NetDGT leistet wissenschaftliche Querschnittsarbeit zur Fördermaßnahme Digital GreenTech des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF). Es vernetzt und informiert zu Themen an der Schnittstelle von Umwelttechnik, Digitalisierung und Nachhaltigkeit. Die Veröffentlichungs-Reihe bereitet Wissen, das in und um die Maßnahme entsteht auf und macht sie einer interessierten Öffentlichkeit zugänglich.

Einführung

Mit der Verabschiedung der Agenda 2030 und ihrer Sustainable Development Goals (SDGs) im Jahr 2015 haben sich alle 193 Mitgliedsstaaten der Vereinten Nationen erstmals auf einen universellen Katalog verbindlicher normativer Ziele geeinigt. Diese 17 SDGs sowie die zugehörigen 169 SDG-Unterziele können als die derzeit gültige normative Grundlage einer Nachhaltigkeitsbewertung betrachtet werden, die alle drei Dimensionen der nachhaltigen Entwicklung, d.h. ökologische, ökonomische und soziale Aspekte, abdecken. In Politik, Wissenschaft und Wirtschaft bestehen große Hoffnungen, dass die digitale Transformation wesentliche Beiträge zu einer nachhaltigen Entwicklung und zur Erreichung der SDGs leisten können. Insbesondere durch den Einsatz künstlicher Intelligenz und dem dadurch ermöglichten Zugang zu einem integrierten Netzwerk bisher unerschlossener Daten werden effizientere industrielle Prozessführungen und dadurch letztlich positive Beiträge,

v. a. für Klimaschutz und Ressourceneffizienz, erwartet. Andererseits benötigen Produktion und Nutzung der Digitalisierungstechnologien z. T. erhebliche Mengen an Energie und Ressourcen. Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage, ob durch den Einsatz der Digitalisierungstechnologien ein „Netto-Nachhaltigkeitsgewinn“ erzielt werden kann. Dieses Papier stellt eine Methodik vor, die diese Frage beantworten soll. Es handelt sich um eine Nachhaltigkeitsanalyse in Form einer entwicklungsbegleitenden Selbstevaluierung von Forschungsprojekten, durchgeführt in der Fördermaßnahme „Digital GreenTech“. Im Folgenden werden diese Maßnahme sowie die methodischen Grundlagen der durchgeführten Nachhaltigkeitsanalysen vorgestellt. Zudem werden die gesammelten Praxiserfahrungen („lessons learned“) reflektiert sowie praktische Hinweise für eine Anwendung des Ansatzes in ähnlich gelagerten Forschungs- und Entwicklungsvorhaben herausgearbeitet.

Die Maßnahme „Digital GreenTech“ als Rahmen der Nachhaltigkeitsanalysen

Mit der Förderung von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben im Programm „Digital GreenTech – Umwelttechnik trifft Digitalisierung“ will das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) durch die Verknüpfung digitaler Technologien mit Umwelttechnologien die Entwicklung innovativer und nachhaltiger Produkte, Dienstleistungen und Verfahren unterstützen. Im Fokus stehen dabei Anwendungsfelder in Forst- Kreislauf- und Wasserwirtschaft. Als integraler Bestandteil dieses Programms fördert das von der Gesellschaft für Informatik koordinierte „Netzwerk Digital GreenTech“ (NetDGT) die Vernetzung und den fachlichen Austausch zwischen den Forschungsvorhaben, wobei – mit Unterstützung durch das Öko-Institut – ein Schwerpunkt beim Thema Nachhaltigkeit gesetzt wird. Im Rahmen von NetDGT werden für jedes geförderte Forschungsvorhaben entwicklungsbegleitende Nachhaltigkeitsanalysen durchgeführt, die sich an folgenden Zielen ausrichten:

- Analysieren und Identifizieren der jeweils relevanten Nachhaltigkeitsaspekte mit Blick auf die SDGs der Agenda 2030;

- Vergleich des CO₂-Fußabdrucks der digitalen technologischen Neuentwicklung mit der jeweils bestehenden Referenztechnologie und Klärung der Frage, ob es dabei zu einem „Netto-Nachhaltigkeitsgewinn“ kommt;
- Analyse weiterer relevanter Nachhaltigkeitsaspekte; diese können ggf. zu Zielkonflikten führen (z. B. eine erwünschte Verringerung des Nährstoffgehalts in einem Gewässer unter Inkaufnahme höherer CO₂-äquivalenter Emissionen).
- Identifizierung der Systemkomponenten, die jeweils für den größten Beitrag zum betrachteten Nachhaltigkeitsaspekt verantwortlich sind und Herausarbeiten von Ansatzpunkten zur Optimierung der Nachhaltigkeitsgewinne;

Die Nachhaltigkeitsanalysen werden im Rahmen von NetDGT in dem Format einer Selbstevaluierung durchgeführt. D. h., dass die verantwortlichen Forscher*innen die zuvor genannten Nachhaltigkeitsaspekte unter Anleitung und Begleitung durch das Öko-Institut weitgehend eigenständig analysieren.

Methodische Grundlagen

SCOPING

Um die jeweils relevanten Aspekte der entwicklungsbegleitenden Selbstevaluierung zu identifizieren, wurden seitens des Öko-Instituts „Ex-ante-Analysen“ angefertigt. Diese Analysen basieren auf Informationen, die in den jeweiligen Förderanträgen zu den Funktionalitäten der Neuentwicklungen, den verwendeten Digitalisierungstechnologien sowie den zum Einsatz kommenden Prozessen enthalten sind. Auf dieser Grundlage wird der Untersuchungsrahmen der Nachhaltigkeitsanalysen festgelegt („Scoping“) und erste Arbeitshypothesen in Hinblick auf mögliche Be- und Entlastungspotenziale der betrachteten Digitalisierungstechnologien entwickelt. (Diese Hypothesen werden bei der anschließenden Selbstevaluierung genauer betrachtet.) Im Rahmen des Scopings müssen zunächst Systemgrenzen definiert werden. Dabei handelt es sich um eine Zusammenstellung aller Prozesse, die im Rahmen der Nachhaltigkeits-

analysen betrachtet werden sollen. Diese Systemgrenzen müssen sowohl für das Produkt- bzw. Dienstleistungssystem, in dem die digitale Neuentwicklung zum Einsatz kommen soll, als auch für ein Referenzsystem definiert werden. (Letzteres ist ein bereits bestehendes Produkt- bzw. Dienstleistungssystem, bei dem eine herkömmliche Technologie eingesetzt wird und das mit der Neuentwicklung in Konkurrenz steht.) Der Vergleich der beiden Systeme kann die Frage nach den „Netto-Nachhaltigkeitsgewinnen“ (s. o.) beantworten.

Weiterhin besteht eine wichtige Aufgabe des Scopings darin, die jeweils relevanten Nachhaltigkeitsaspekte festzulegen. Hierfür werden die erwarteten Be- und Entlastungspotenziale den 169 SDG-Unterzielen der Agenda 2030 zugeordnet. Darüber hinaus wird bei den identifizierten Be- und Entlastungspotenzialen eine Einordnung vorgenommen, auf wel-

cher der folgenden drei Effektebenen diese voraussichtlich ihre Wirkung entfalten (vgl. Kampffmeyer & Gensch, 2019):

- Effekt erster Ordnung bzw. direkter Effekt: direkter Ressourcen- und Energiebedarf der verwendeten Digitalisierungstechnologien (Infrastruktur und Geräte), vorgelagerte Prozesse wie die Hardwareherstellung und Energiebereitstellung sind eingeschlossen;
- Effekt zweiter Ordnung bzw. indirekter Effekt: unmittelbare Auswirkungen der Digitalisierungstechnologien auf die Nachhaltigkeitsperformance anderer (bereits bestehender) Produkt- / Dienstleistungssysteme.
- Effekt dritter Ordnung bzw. systematischer Effekt: mittelbare Auswirkungen auf Nachhaltigkeitsaspekte infolge der Nutzung von Digitalisierungstechnologien und deren Einfluss auf Werte, Leitbilder, Produktions-, Arbeits- und Konsumgewohnheiten, etc.

Beispielsweise werden durch den Ersatz des Referenzsystems mit Digitalisierungstechnik zunächst zusätzliche Materialien und Ressourcen verbraucht, um die benötigten Server und Computer zu produzieren, was wiederum den CO₂-Fußabdruck erhöht. Dies wird als Belastungspotenzial erster Ordnung klassifiziert. Auf der anderen Seite können durch den Einsatz der Digitalisierungstechnologien in einem bestehenden industriellen Prozess Primärrohstoffe eingespart werden bzw. die Ressourceneffizienz gesteigert werden (Effekte zweiter Ordnung). Auf der systemischen Ebene können sich weitere Entlastungseffekte ergeben, z. B. der Schutz der Intaktheit von Ökosystemen (Effekte dritter Ordnung).

Folgende Tabelle enthält eine Zusammenstellung beispielhafter Be- und Entlastungspotenziale von Digitalisierungstechnologien und deren Zuordnung zu SDG-Unterzielen sowie den drei unterschiedlichen Effektebenen.

Beispielhafte Be- und Entlastungspotentiale von Digitalisierungstechnologien

	Entlastungspotenziale		Belastungspotenziale	
	Effekt	SDG-Bezug	Effekt	SDG-Bezug
Effekte erster Ordnung (direkt)	Vermeidung von „digital waste“ (redundant gespeicherte Daten)	SDG 7.3	Ressourcenverbrauch für die Herstellung der Digitalisierungstechniken (z.B. Rechner, Server, Sensorik, Drohnen)	SDG 8.4
			Stromverbrauch für den Betrieb der Digitalisierungstechniken (z.B. Verarbeitung, Transfer und Speicherung von Daten)	SDG 7.3
Effekte zweiter Ordnung (indirekt)	Einsparung von Primärrohstoffen / Steigerung der Ressourceneffizienz	SDG 8.4		
	Einsparung von Betriebsstoffen bei der Prozessführung (z.B. Aktivkohle / Ozon)	SDG 8.4		
	Reduzierung des Energiebedarfs bei der Prozessführung	SDG 7.3		
	Verkürzung Transportwege (durch optimierte Logistikprozesse)	SDG 7.3		
	Abfallvermeidung (z.B. durch Optimierung der Verwertung von Rohstoffen)	SDG 8.4		
	Verringerung des Schadstoffeintrags in Wasser, Boden und Luft (z.B. Spurenstoffe, Pestizide, Treib- und Kältemittel)	SDG 3.9 SDG 6.3 SDG 12.4		
	Steigerung der CO ₂ -Speicherung (aufgrund nachhaltigerer Waldwirtschaft)	SDG 13.1		
Effekte dritter Ordnung (systemisch)	Verringerung von Erkrankungen (z.B. aufgrund gefährlicher Chemikalien)	SDG 3.9	(Digitalisierungshemmnisse)	n.a.
	Schutz der Intaktheit von Ökosystemen (z.B. Fließgewässer, Wald)	SDG 6.6, SDG 14.2, SDG 15.1		
	Steigerung der Akzeptanz für Sekundärrohstoffe (z.B. Gütesiegel für Rezyklate)	n.a.		
	Übertragbarkeit der Technologie auf andere Anwendungsbereiche	n.a.		

CO₂-FUSSABDRUCK

Nachhaltigkeitsanalysen beziehen sich u. a. auf den CO₂-Fußabdruck. In Digital GreenTech wurde hierauf fokussiert. Für alle Prozesse, Produkte und Dienstleistungen, die im Rahmen des Scopings als relevant identifiziert wurden, wurden die jeweils zugehörigen Treibhausgaspotenziale („CO₂-Fußabdruck“) ermittelt. Als Datenquellen können in

diesem Zusammenhang verschiedene Datenbanken und Tools herangezogen werden (siehe unten). In der folgenden Tabelle ist der CO₂-Fußabdruck für eine Auswahl häufig genutzter digitaler Geräte und Dienstleistungen aufgeführt, wobei jeweils zwischen Herstellungs- und Nutzungsphase unterschieden wird.

CO₂-Fußabdruck ausgewählter digitaler Geräte und Dienstleistungen (Öko-Institut, 2020)

Gerät	Herstellung [kg CO ₂ e]	Leistungsaufnahme Aktivzustand	Tägliche Nutzungsdauer	Herstellung [kg CO ₂ e/a]	Nutzung [kg CO ₂ e/a]
Desktop-Computer (5 genutzte Jahre)	347	39,4 [W/h]	5 [h/Tag]	69	38
Laptop-Computer (5 genutzte Jahre)	311	13,2 [W/h]	5 [h/Tag]	62	18
Monitor (5 genutzte Jahre)	88	47 [W/h]	5 [h/Tag]	18	18
Smartphone (2,5 genutzte Jahre)	100	1,3 [W/h]	24 [h/Tag]	40	5
Breitband-Internet (1000 GB/Monat)	nicht relevant	24 [kWh/a]	nicht relevant	nicht relevant	11
„Mobile Daten“ beim Smartphone, nicht: WLAN(1000 GB/Monat)	nicht relevant	384 [kWh/a]	nicht relevant	nicht relevant	180
Online-Storage (1000 GB)	nicht relevant	295,6 [kWh/a]	nicht relevant	nicht relevant	138

Anschließend werden die Ergebnisse für die jeweils erforderlichen Prozesse, Produkte und Dienstleistungen addiert und der CO₂-Fußabdruck des „Digitalisierungsszenarios“ und des „Referenzszenarios“ ermittelt.

Beim Vergleich der Ergebnisse für beide Szenarios stellt sich als zentrale Frage, ob es durch den Einsatz der Digitalisierungstechnik zu einer CO₂-Nettoentlastung kommt. Für den Fall, dass die Forschungsprojekte noch laufen und die neu entwickelten Digitalisierungssysteme noch nicht fertiggestellt sind, müssen Hypothesen aufgestellt und Fallstudien (Szenarien) verwendet werden, um den CO₂-Fußabdruck der Digitalisierungstechnologie abzuschätzen. Erkenntnisse aus dem Prozess der Selbstevaluierung („lessons learned“) Motivation und NutzenDie Nachhaltigkeits-

analysen trugen zu interessanten Erkenntnisgewinnen bezüglich der eigenen Forschung bei, indem sie deren ökologischen Nutzen aufzeigten. Manche Forscher*innen kamen zum ersten Mal dazu, den ökologischen Nutzen der eigenen Forschung tiefgehend zu reflektieren.

Vielen Wissenschaftler*innen wurde klar, dass sich aus den Energie- und Ressourceneinsparungen auch ein ökonomischer Nutzen ableiten lässt. Die Ergebnisse der Nachhaltigkeitsanalysen lassen sich also unter anderem für die wirtschaftliche Verwertung der Forschungsergebnisse und die Bewerbung auf Anschlussfinanzierungen einsetzen. Nachhaltigkeitsanalysen können so auch eine Basis für neue Forschungs- und Geschäftsfelder bilden und dazu beitragen, das Thema Nachhaltigkeit in der Industrie voranzubringen.

Fallbeispiel: Bestimmung des CO₂-Fußabdrucks für den Unterwasserroboter MONSUN

MONSUN ist ein kleiner, von der Universität zu Lübeck entwickelter Unterwasserroboter, der im Rahmen des Projekts MOVE¹ in Seen eingesetzt werden soll, um deren Wasserqualität zu überprüfen. Heutzutage wird diese Überprüfung vorwiegend durch Taucher durchgeführt. Im Zuge des NetDGT-Querschnittsprogramms wurde mit Unterstützung des Öko-Instituts der CO₂-Fußabdruck von MONSUN ermittelt. Besondere Herausforderung dabei war die große Komplexität des Unterwasserroboters. Für die CO₂-Analyse für den Roboter selbst ohne missionsspezifischer Sensorik und Akustikmodem wurde grob zwischen der Mechanik (z. B. Rumpf, Motoren, Geräteträger) und der Elektronik (z. B. Steuercomputer, Motortreiber, Stromversorgung) unterschieden. Der CO₂-Fußabdruck der einzelnen Komponenten wurde manuell mit Hilfe von kostenlos zugänglichen Datenbanken (wie Idemat und ÖKOBAUDAT) ermittelt und aufsummiert. Bei der Mechanik war dies feingranular möglich. Ca. 40 verschiedene Komponenten, vorwiegend aus Kunststoff oder Metall, wurden erfasst.

Problematisch war dies für die Elektronik, für die nur wenige Werte verfügbar waren. Beispielsweise stand ein Wert für mit integrierten Schaltkreisen bestückte, gedruckte Leiterplatten zur Verfügung. Damit musste der CO₂-Fußabdruck der gesamten MONSUN-Elektronik auf Leiterplattebene abgeschätzt werden, weshalb hier nur eine orientierende Analyse möglich war. Für das Akustikmodem wurde entsprechend vorgegangen. Bei der missionsspezifischen Sensorik (z. B. Kamera, Sonar) kamen Fertigkomponenten zum Einsatz, für die es keine genaueren Angaben der Hersteller gab. Um die Werte dennoch abzuschätzen, wurde zum Beispiel der gefundene CO₂-Fußabdruck einer vergleichbaren Kamera verwendet. Einige Kleinteile wie diverse Stecker, Kabel und die Antennen sowie die Lackierung wurden vernachlässigt.

Für einen MONSUN Roboter selbst, wie in Abb. 1 gezeigt, ergibt sich so ein Wert von ca. 303 kg CO₂-Äquivalente, davon ca. 15 kg für die Mechanik und ca. 288 kg für die Elektronik. Akustikmodem und missionsspezifische Sensorik tragen weitere ca. 28 bzw. ca. 34 kg bei. Für die Bedienung sind insbesondere ein Notebook mit ca. 311 kg CO₂-Äquivalente und weiteres Zubehör mit ca. 26 kg CO₂-Äquivalente erforderlich,

so dass sich unter den oben genannten Voraussetzungen für den einsatzbereiten Roboter inkl. Bedienungskomponenten insgesamt ca. 702 kg CO₂-Äquivalente ergeben.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass eine Abschätzung des CO₂-Fußabdrucks mit Hilfe kostenlos zugänglicher Datenbanken auch für relativ komplexe technische Systeme wie einem Unterwasserroboter prinzipiell möglich ist. Bei der Elektronik wären allerdings genauere Daten auf Chip-ebene wünschenswert, ebenso bei Fertigkomponenten wie Sonaren oder Kameras. Somit sind die ermittelten Daten nur recht grob und mit gewissem Vorbehalt zu betrachten. Die Bestimmung musste recht zeitaufwändig manuell erfolgen, obwohl fast alle relevanten Daten elektronisch vorlagen. Hier wären in Zukunft Softwarewerkzeuge wünschenswert, die eine automatische Verknüpfung von CAD²-Daten und CO₂-Daten vornehmen.

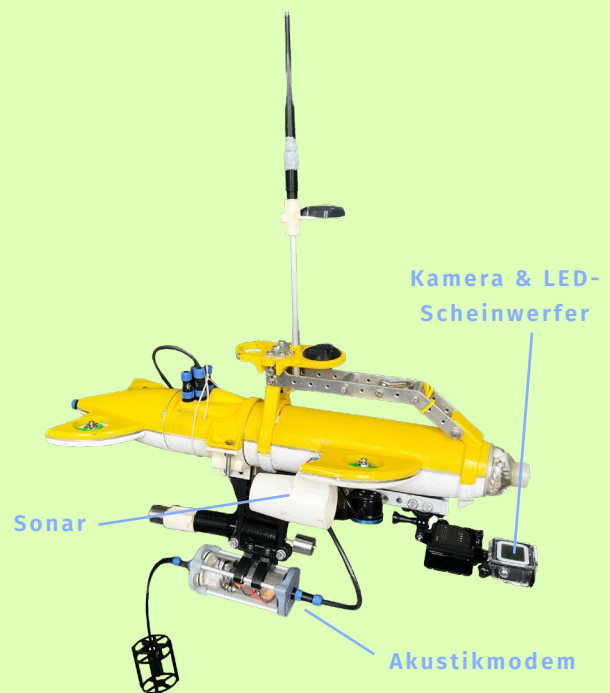


Abbildung 1: MONSUN Unterwasserroboter mit missions-spezifischer Sensorik und Akustikmodem (ca. 75 cm lang und ca. 7,4 kg schwer)

1 <https://www.iti.uni-luebeck.de/forschungsbereiche/mobile-robotik/move.html>

2 CAD: rechnergestützte Konstruktion, englisch: Computer Aided Design

SCOPING

Für die Durchführbarkeit der Analyse ist eine präzise Festlegung der Systemgrenzen sehr wichtig, da ein „System“ nicht im „Vakuum“ existiert, sondern in vielverknüpfte Prozesse eingebunden ist. Stoff- und Energieströme überschreiten diese Grenzen häufig, so werden zum Beispiel Teile einer Technologie in Asien hergestellt und in Europa eingesetzt. Die Nachhaltigkeitsanalyse muss somit einen zeitlichen und räumlichen Rahmen erhalten, der mit den für das Projekt relevanten Informationen erfüllbar ist.

Für diese Aufgabe war die Unterstützung durch das Öko-Institut sehr wertvoll. Dieses erfasste neben den System

bestandteilen weitere Abhängigkeiten und Einflussfaktoren. Ob diese als Teil der Analyse erfasst werden, kann durch gegenseitige Abstimmung festgelegt werden. Zum Beispiel ist es sinnvoll, bei einer vergleichenden Bilanzierung, welche das neuartige System dem Referenzsystem gegenüberstellt, nur solche Prozesse mit einzubeziehen, welche den Unterschied zwischen den beiden Systemen darstellen. Eine gesamte Bilanzierung aller Prozesse wäre hierbei nicht zielführend, vielmehr hilft es, sich auf die „Differenzen“ zu beschränken.

DATENERHEBUNG UND UMGANG MIT DATENLÜCKEN

Die Datengrundlage war in vielen Projekten lückenhaft, da es sich meist um Prozessdaten handelte, welche nicht in standardisierten Reporten beinhaltet sind. Zum Beispiel fehlten Daten zum Ressourcenverbrauch einer eingesetzten Technologie. Wenn vorhanden, war oft unklar, ob es sich bei den Daten um Experteneinschätzungen, Berechnungen auf Basis spezifischer Messdaten oder generischer Daten oder um grobe Schätzwerte handelte. Eine Einschätzung von Unsicherheiten war dementsprechend schwierig. Die Lücken konnten häufig durch Expert*innen-Abschätzungen gefüllt oder über andere vorliegende Datensätze (die zum

Beispiel zur Effizienzbewertung erfasst werden) abgeleitet werden (siehe Fallbeispiel-Box). Im Falle von zu großen Unsicherheiten war es hilfreich, verschiedene Szenarien zu bilden, zum Beispiel den lokalen, regionalen oder nationalen Einsatz der Technologie zu durchdenken. Durch die Berechnungen konnte herausgefunden werden, dass die Entwicklungsphase von Technologien häufig zu einem großen Ausstoß von CO₂-Äquivalenten führt, ein großräumiger Einsatz jedoch insgesamt eine Netto-Einsparung erwarten lässt.

DOKUMENTATION

Es zeigte sich, dass die Methoden und Berechnungen bereits während der Rahmensetzung und Datenerhebung umfassend dokumentiert werden sollten. Denn da Technologien weiterentwickelt werden, müssen Daten und Prozesse im Laufe des Projekts womöglich angepasst werden. Die Dokumentation dient neben der Anpassung an sich verändernde Rahmenbedingungen auch der Reproduzierbarkeit der Analyse. Die Dokumentation sollte mindestens die Definition folgender Aspekte beinhalten:

- Bezugsgröße oder funktionelle Einheit
- Zeitlicher Bezugsrahmen, Annahmen zu Lebenszeiten der Komponenten
- Upscaling-Bezugsrahmen (für die erwartete Einsatzphase)
- Datenqualität: spezifische Messdaten, generische Daten, Abschätzung

Die begleitende Analyse hat bestätigt, dass viele Nachhaltigkeitspotenziale, die zu Beginn der Projekte skizziert wurden, tiefergehend beschrieben werden konnten. Außerdem gab es Forschungsvorhaben, in denen große Hebel zur Einsparung von CO₂-Äquivalenten ermittelt werden konnten, die zum Forschungsstart weniger priorisiert wurden. So konnten zum Beispiel große Emissionseinsparungen durch Materialreduktion ermittelt werden, die zuvor lediglich als geringe Nebeneffekte auf Basis der Kosteneinsparung bewertet wurden. Die Folge war ein stärkeres Bewusstsein für das Einsparungspotenzial von Emissionen durch die digitale Technologie, was deren Etablierung und Akzeptanz in der Praxis voraussichtlich zusätzlich erleichtern wird.

AUFLISTUNG HILFREICHER DATENBANKEN UND TOOLS FÜR DIE ERMITTLUNG DES CO₂-FUSSABDRUCKS

- „Digital Carbonfootprint“ (kostenlos): webbasiertes Instrument zur Ermittlung des CO₂-Fußabdrucks der Herstellung und Nutzung von Digitalgeräten und digitaler Dienstleistungen (<https://www.digitalcarbonfootprint.eu>)³
- SAmPSONS (kostenlos): Nachhaltigkeitsbewertung von Sanitärsystemen und ihrer Komponenten (<https://www.ifak.eu/de/produkte/simba/sampsons>; Schütze et al., 2019)
- Idemat (kostenlos): Nachhaltigkeitsbewertung für Werkstoffe
- Ökobaudat (kostenlos): Nachhaltigkeitsbewertung für Baustoffe
- ProBas (kostenlos): universelle Nachhaltigkeitsbewertung
- EcoInvent (kostenpflichtig): universelle Nachhaltigkeitsbewertung
- GaBi (kostenpflichtig): universelle Nachhaltigkeitsbewertung

³ Eine Kurzbeschreibung befindet sich unter <https://blog.oeko.de/digitaler-co2-fussabdruck>.

Zusammenfassung und Ausblick

Die Nachhaltigkeitsanalysen verschafften den Projektbeteiligten einen Überblick über den CO₂-Fußabdruck ihrer entwickelten Technologien. Der Vergleich mit einem Referenzsystem ermöglichte es, einen tatsächlichen „Netto-Nachhaltigkeitsgewinn“ der Digitalisierungstechnologie abzuschätzen. Die Analysen dienen darüber hinaus als Möglichkeit, Zusammenhänge und Abhängigkeiten zu reflektieren und neue Ideen zu entwickeln. Den Beteiligten

wurden außerdem ökonomische Vorteile der Analysen klar, da mit Ressourceneinsparungen meist auch Kosteneinsparungen verbunden sind. Für digitale Technologien, deren ökologische Vorteile mit Nachhaltigkeitsanalysen nachgewiesen wurden, lassen sich all diese Aspekte als Argumente für deren Weiterentwicklung und Vermarktung nutzen.

Referenzen

- Gröger, J. (2020). Digital carbon footprint Data collection to estimate production costs, energy consumption and use of digital devices and services (in German: Digitaler CO₂-Fußabdruck: Datensammlung zur Abschätzung von Herstellungsaufwand, Energieverbrauch und Nutzung dig. <https://www.oeko.de/publikationen/p-details/digitaler-co2-fussabdruck>)
- Kampffmeyer, N., & Gensch, C.-O. (2019). Nachhaltiger Konsum durch Digitalisierung? Öko-Institut Working Paper 4/2019. <https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/WP-Konsum-Digitalisierung.pdf>
- Öko-Institut. (2020). Online-Tool: Digital Carbonfootprint. <https://www.digitalcarbonfootprint.eu/>
- Schütze, M., Wriege-Bechtold, A., Zinati, T., Söbke, H., Wißmann, I., Schulz, M., Vesper, S., Londong, J., Barjenbruch, M., Alex, J. (2019): Simulation and Visualization of Material Flows in Sanitation Systems for Streamlined Sustainability Assessment; Wat. Sci. Tech. 79, 10, 1966 - 1976, <https://doi.org/10.2166/wst.2019.199>

Von Martin Möller, Öko-Institut e. V., Catherine Last, Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Jueying Qian, Universität Kassel, Linda Schwarz, Gesellschaft für Informatik e.V., Urs Liebau, August-Wilhelm Scheer Institut für digitale Produkte und Prozesse gGmbH, Erik Maehle, Universität zu Lübeck

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



GESELLSCHAFT
FÜR INFORMATIK

WWW.DIGITALGREENTECH.DE