

CSR & Green Software

Wie die Nachhaltigkeit in die IT kommt

Ihr Unternehmen hat sich bisher noch nicht mit nachhaltiger Softwareentwicklung befasst? Dann ist jetzt ein guter Zeitpunkt, damit anzufangen, denn es treten einige Regularien der EU in Kraft, deren Auswirkungen auch in der IT zu spüren sein werden. Wer davon in welchem Maße betroffen sein wird, welche Möglichkeiten sich durch Tools ergeben, was man sinnvollerweise heute schon tun kann und warum IT-Emissionen bisher so stark unter dem Radar fliegen – eine Einordnung.



Nachhaltige Softwareentwicklung ist immer noch eine sehr junge Disziplin, und sie hat es nicht leicht. Die weit verbreitete Meinung ist: IT-Emissionen sind so gering, da gibt es nichts zu tun. Um zu verstehen, woher dieser Eindruck kommt, muss man sich einmal anschauen, wie Emissionsbilanzen erstellt werden.

Wohin verschwinden die IT-Emissionen?

Unternehmen, die einen Nachhaltigkeitsbericht veröffentlichen müssen, erstellen

dafür eine Treibhausgasbilanz ihrer Aktivitäten während des vergangenen Geschäftsjahrs. Häufig werden sie dabei von einer Nachhaltigkeitsberatung unterstützt. Der international anerkannte Standard, nach dem die allermeisten Unternehmen dabei vorgehen, ist das *Greenhouse Gas Protocol* [GHG]. Es unterteilt die Emissionen des Unternehmens in drei Kategorien, sogenannte „Scopes“ (siehe Abbildung 1):

■ *Scope 1* enthält direkte Emissionen innerhalb der eigenen Unternehmens-

grenzen, die durch das Verbrennen von fossilen Energieträgern entstehen, zum Beispiel Benzin für Fahrzeuge oder Diesel für Backup-Generatoren im eigenen Rechenzentrum.

- *Scope 2* enthält indirekte Emissionen, die außerhalb des Unternehmens entstehen, um eingekauften Strom, Dampf, Wärme und Kälte zu erzeugen, zum Beispiel indem ein Kraftwerk zur Stromerzeugung Kohle oder Gas verbrennt.
- *Scope 3* teilt sich in vorgelagerte und nachgelagerte Emissionen und bein-

haltet alles, was in der Lieferkette des Unternehmens passiert, also zum Beispiel beim Herstellen von eingekauften (Vor-)Produkten für die eigene Produktion oder bei der Nutzung der eigenen Produkte durch die Kundschaft.

Die Scopes 1 und 2 hat das Unternehmen direkt in der Hand, weshalb die meisten sich zunächst auf diese Emissionen fokussieren. Der Löwenanteil der Emissionen – in manchen Branchen sind es deutlich über 90 Prozent – liegt jedoch in Scope 3 und ist damit nur indirekt vom Unternehmen beeinflussbar.

Wird bei dieser Bilanzierung das, was mit IT zu tun hat, nicht separat aufgeführt, verschwinden die Informationen darüber in der Menge. So wird zum Beispiel IT-Hardware unter „gekauft Produkte und Services“ im vorgelagerten Scope 3 mit eingerechnet. Open-Source-Software oder auch Software, die ein Dienstleister für das Unternehmen gebaut hat, müssten ebenfalls dort aufgeführt werden. Jedoch sind das Emissionen, die Nachhaltigkeitsberatungen aktuell häufig noch nicht einmal auf dem Schirm haben – unter anderem deswegen, weil es heute noch keine Aussagen über Emissionswerte oder gar andere Umweltauswirkungen für gekaufte Software gibt. Das gleiche gilt natürlich auch für die Emissionen, die ein Softwareprodukt des Unternehmens beim Endkunden verursacht – sie werden nicht gemessen, es gibt also keine Informationen darüber und entsprechend tauchen sie nicht in der Bilanz auf.

Das Einzige, was man üblicherweise in den Bilanzen entdecken kann, ist eine verhältnismäßig (sehr) kleine Zahl unter dem nachgelagerten Scope 3: „Emissionen aus der Cloud-Nutzung“.

Die Krux mit den Emissionen aus gekauftem Strom

Emissionen aus eingekauftem Strom werden in Scope 2 aufgeführt. Dort findet man also zum Beispiel den Strom, der benötigt wird, um die Unternehmens-eigene IT-Hardware laufen zu lassen oder um ein eigenes Rechenzentrum zu betreiben. Nutzt man statt einem eigenen Rechenzentrum das eines Cloud-Anbieters, so landen diese Emissionen in der Bilanz jedoch nicht in Scope 2, sondern in Scope 3, also der Lieferkette (beim Cloud-Anbieter selbst ist es Scope 2, da er den Strom einkauft).

Nun gibt es laut Greenhouse Gas Protocol für die Berechnung der Emissionen von eingekauftem Strom zwei Methoden (siehe Abbildung 2):

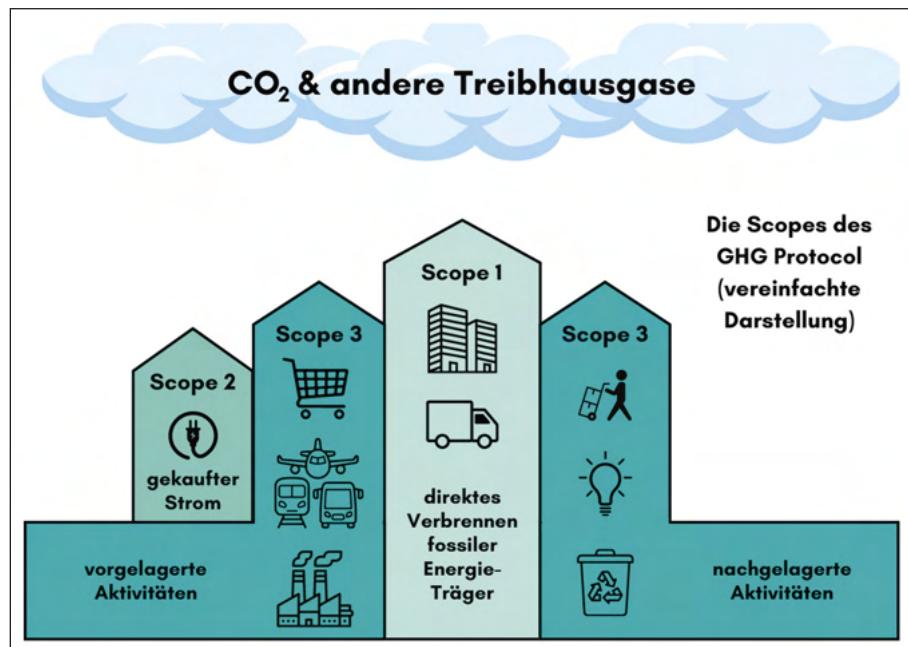


Abb. 1: Die drei Scopes des GHG Protocol

- **Markt-basiert:** Bei dieser Methode wird ausschließlich darauf geschaut, was im Stromvertrag steht. Hat das Unternehmen einen grünen Stromtarif beziehungsweise sogenannte Green Power Purchase Agreements, kauft also Strom aus erneuerbaren Energien, so sind die rechnerischen Emissionen dieses Stroms gleich null.
- **Orts-basiert:** Diese Methode darf für die Berechnung der Emissionen ausschließlich den tatsächlichen Strommix des lokalen Netzes heranziehen. Hat das Rechenzentrum zur Stromversorgung Fotovoltaik auf dem Dach oder einen Windpark nebenan, zählt das als Null-Emissionsstrom. Die Elektrizität, die bei Dunkelheit oder Flaupe aus dem allgemeinen Stromnetz bezogen wird, hat dagegen auch dessen CO₂-Intensität mit den entsprechenden Emissionen.

Beide Methoden haben ihre Vor- und Nachteile. Die Möglichkeit, Scope-2-Emissionen durch den Kauf von grünem Strom rechnerisch zu reduzieren, löste zum Beispiel einen starken Investitionschub für den Ausbau von Erneuerbaren aus. Die Praxis verschleiert jedoch den tatsächlichen Stromverbrauch eines Unternehmens und ist weitgehend ungeeignet, um Emissionseinsparungen sichtbar zu machen. Wenn umgekehrt

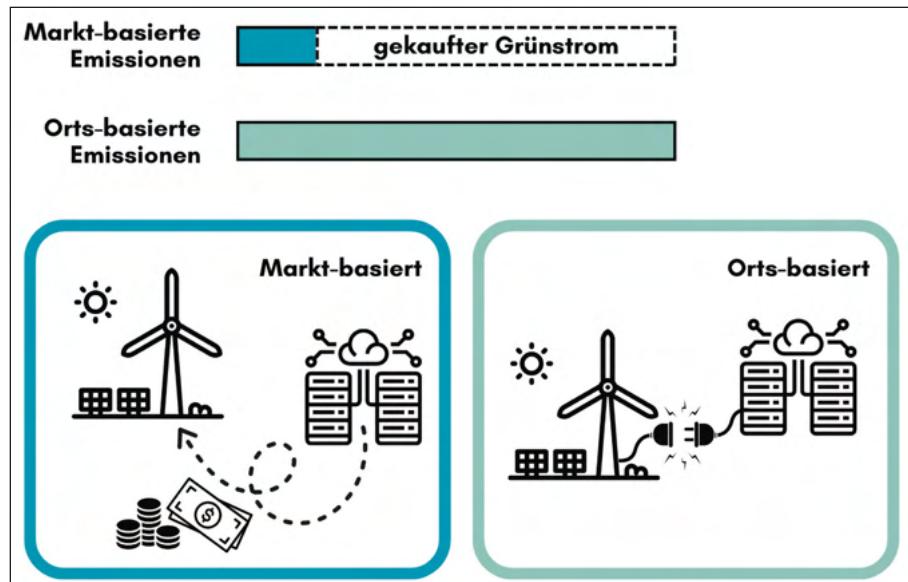


Abb. 2: Die beiden Methoden für die Berechnung der Emissionen von eingekauftem Strom nach dem Greenhouse Gas Protocol

der grüne Strom, den das Unternehmen zwar kauft, aber zwecks Entfernung nicht selbst konsumieren kann, nicht zu einer rechnerischen Reduzierung der Scope-2-Emissionen führt, ist der Anreiz für echte Stromeinsparungen größer. Der Beitrag des Unternehmens zu einem allgemein grüneren Strommix im Netz wird dadurch jedoch unsichtbar.

Bis zum Frühjahr 2023 sah das Greenhouse Gas Protocol vor, dass Unternehmen sich eine der beiden Methoden für ihre Bilanzierung aussuchen konnten, und selbstverständlich war die Markt-basierte Methode mit Abstand die beliebtere, weil mit ihr die Gesamtbilanz besser aussieht. Inzwischen müssen Unternehmen beide Berechnungsmethoden in ihrer Bilanz ausweisen. Bei Microsoft, einem der größten Cloud-Anbieter und Käufer von grünem Strom, sind die Orts-basierten Emissionen zum Beispiel mehr als 20-mal so hoch wie die Markt-basierten.

EU-Regularien und ihre Auswirkungen auf die IT

„Fit for 55“ heißt der Plan der EU Kommission, der Europa zum ersten klimaneutralen Kontinent machen und bis 2030

55 Prozent der Treibhausgas-Emissionen (gegenüber dem Jahr 1990) einsparen soll. Um dieses Ziel erreichen zu können, wurden in der jüngeren Vergangenheit in Brüssel eine ganze Reihe an Richtlinien und Regularien beschlossen – zu viele, um sie hier im Detail besprechen zu können. Ich möchte aber, in stark verkürzter Form, auf ein paar ausgewählte Aspekte eingehen und ihre möglichen Auswirkungen auf die IT beleuchten.

Viel wurde bereits geschrieben und gelesen über die CSRD, die *Corporate Sustainability Reporting Directive*. Dabei handelt es sich um eine Weiterentwicklung der bereits bestehenden Richtlinie zur nichtfinanziellen Berichterstattung, die bis Juli 2024 auch in Deutschland in nationales Recht überführt sein muss. Erwähnenswert ist, dass damit deutlich mehr Unternehmen als bisher einen Nachhaltigkeitsbericht erstellen müssen: Ab 2026 (für das Bilanzjahr 2025) gilt das für haftungsbeschränkte Unternehmen mit

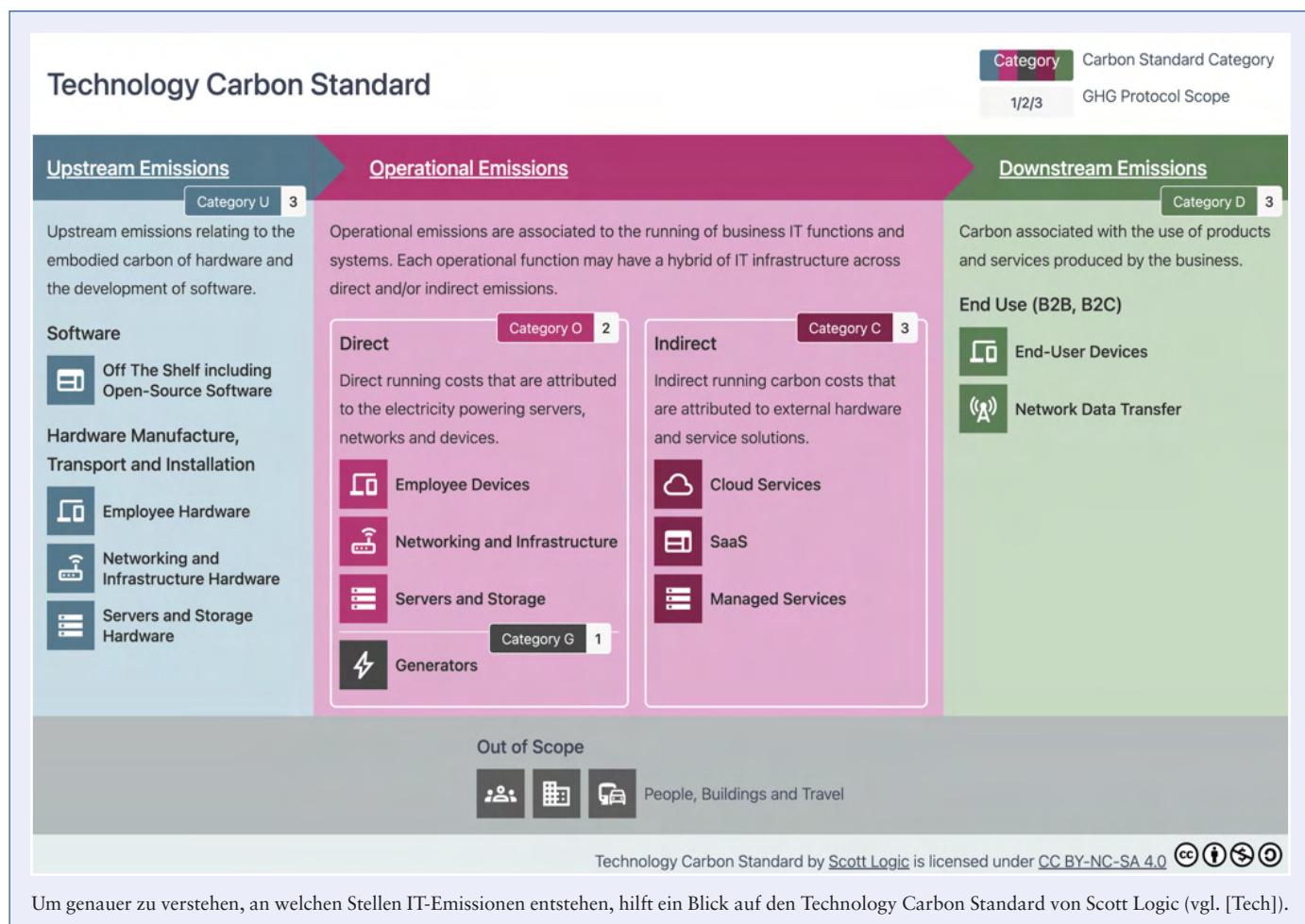
- mind. 250 Mitarbeitenden,
- mind. 25 Mio. € Bilanzsumme,
- mind. 50 Mio. € Netto-Umsatz
(2 von 3 Kriterien müssen erfüllt sein).

Damit werden auch viele Softwarehäuser erstmals betroffen sein und müssen dann in der Lage sein, Auskunft darüber zu geben, welche Umweltauswirkungen ihre Geschäftstätigkeit hat, unter anderem bezogen auf Klimaschutz, Umweltverschmutzung, Schutz von Wasserressourcen und Biodiversität sowie den Übergang zur Circular Economy.

Wer sich jetzt fragt, was IT zum Beispiel mit Umweltverschmutzung und Biodiversitätsverlust zu tun haben soll, möge einmal nach dem Abbau Seltener Erden im Internet suchen und sich vor Augen führen, wie häufig diese Minen in Biodiversitäts- und Konflikt-reichen Landstrichen der Erde zu finden sind. Berichtet werden muss nämlich über die gesamte Lieferkette hinweg.

Apropos Lieferkette: Auch Softwarehersteller mit weniger als 250 Mitarbeitenden werden (indirekt) von der CSRD betroffen sein, wenn sie berichtspflichtige Unternehmen als Kunden haben. Deshalb sollten auch sie in der Lage sein, die Umweltauswirkungen der eigenen Software beziffern und nach und nach reduzieren zu können.

Zum Nachhaltigkeitsbericht nach CSRD gehört auch das Erstellen einer Strate-



gie mit entsprechenden Kennzahlen zur Fortschrittsmessung, die geeignet ist, das Unternehmen auf einen 1,5-Grad-Pfad zu bringen und Verbesserungen in allen wesentlichen Bereichen herbeizuführen. Welche Bereiche das beim jeweiligen Unternehmen konkret sind, darüber entscheidet eine Wesentlichkeitsanalyse, die zentraler Bestandteil des CSRD-Prozesses ist.

„Wir bauen nachhaltige Software“ – Beweise!

Wenn Unternehmen schon so viel Arbeit mit der Nachhaltigkeit haben werden, wäre es doch schön, das auch als Vorteil am Markt nutzen und nach außen kommunizieren zu können. Dabei gibt es zukünftig – spätestens ab 2026 – einiges zu beachten.

Die *Green Claims Directive* der EU wird regulieren, welche umweltbezogenen Aussagen ein Unternehmen über seine Produkte und Services dann noch treffen darf. Es gilt: keine falschen, unspezifischen oder irreführenden Aussagen, keine selbst gemachten Siegel! Alles, was kommuniziert wird, muss wesentlich, wissenschaftsbasiert, belegbar und extern verifiziert sein.

Es stellt sich die gleiche Frage wie bei der Berichterstattung: Wie können IT-Unternehmen dem gerecht werden? Eine Möglichkeit sind Zertifizierungen, zum Beispiel mit dem Blauen Engel für Softwareprodukte (das Verhältnis von Aufwand und Nutzen macht diese Option aktuell noch sehr unattraktiv). Da der Score *Software Carbon Intensity* (SCI, siehe Abbildung 3) der Green Software Foundation [GSF] inzwischen zum ISO-Standard erhoben wurde, könnte das ebenfalls eine Zertifizierungsmöglichkeit bieten. Aktuell prüft auch das Deutsche Institut für Normung, ob und wie das Thema Green IT in einen internationalen ISO-Standard einfließen könnte.

Die gute Nachricht abseits davon ist: An jeder Ecke entstehen gerade neue Mess-Tools. Manche davon sind besser geeignet, um exakte Zahlen fürs Reporting zu bekommen, andere sind „made to drive action“, also um Maßnahmen zur Reduktion der Umweltauswirkungen von IT zu ermöglichen. In jedem Fall fördert das Messen die Transparenz, und Transparenz ist wahrscheinlich das, was der IT aktuell am meisten fehlt.

Muss ich wirklich messen, und wenn ja, womit?

Der Mangel an Transparenz – und damit an verfügbaren Daten – führt aktuell

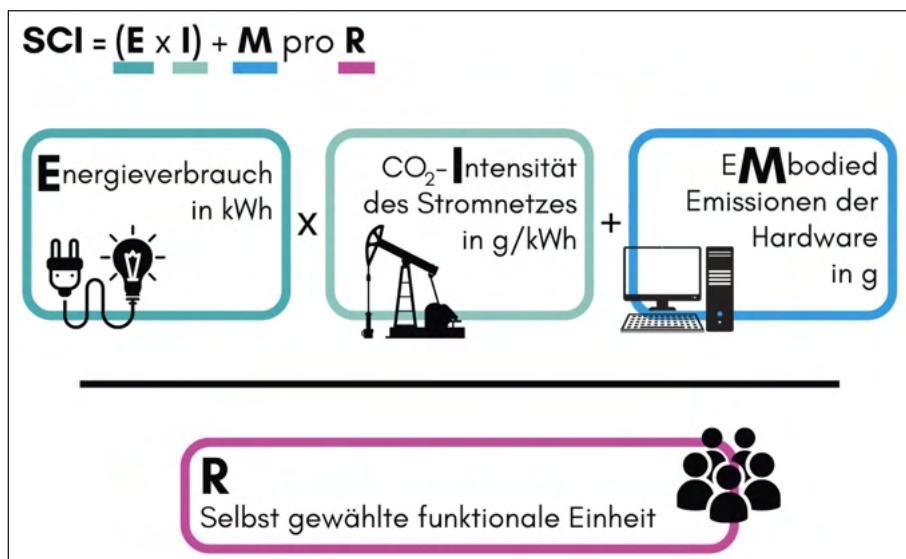


Abb. 3: Software Carbon Intensity

dazu, dass die meisten Unternehmen mit einem „spend-based“ Ansatz arbeiten, also damit rechnen, dass sich Kosten und Emissionen etwa 1:1 verhalten. Das Vorgehen ist jedoch risikoreich. Ich sehe in meiner Arbeit regelmäßig Beispiele, die diese Annahme widerlegen – darunter auch solche, wo Kosten und Emissionen sich komplett gegensätzlich verhalten. Es ist deshalb unerlässlich, Messungen anzustellen, bevor Maßnahmen umgesetzt werden. Ein gutes Vorgehen ist das Messen auf drei Ebenen, in der Reihenfolge:

- auf Server-Ebene im Rechenzentrum,
- in der virtualisierten Schicht,
- in der Software selbst.

Beginnen sollte man in jedem Fall beim Betrieb der Software, um Hardware zu sparen. Das Ziel ist, Server möglichst gut

auszulasten (98 – 99 %), da Hardware auch im Leerlauf-Zustand einen Grundverbrauch an Strom hat und der anteilige Verbrauch pro Anwendung sinkt, je stärker der Server ausgelastet ist. Man spricht von „Energy Proportionality“ (siehe Abbildung 4).

Zum Messen an dieser Stelle eignet sich zum Beispiel das Open-Source-Tool *Cloud Carbon Footprint*, das die Daten aus dem Kosten- und Nutzungsbericht des Cloud-Anbieters in Stromverbrauch und Emissionen umrechnet und diese grafisch darstellt (vgl. [CCF]). Wer ein eigenes Rechenzentrum betreibt, hat die Daten zu Stromverbrauch und Server-Anzahl selbst in der Hand.

Die nächste Ebene ist die virtualisierte Schicht eines Servers. Hier ist die Tool-Unterstützung leider noch nicht gut genug. Es gibt zwar bereits „Kepler“ (vgl. [Kep]), das den Energieverbrauch von

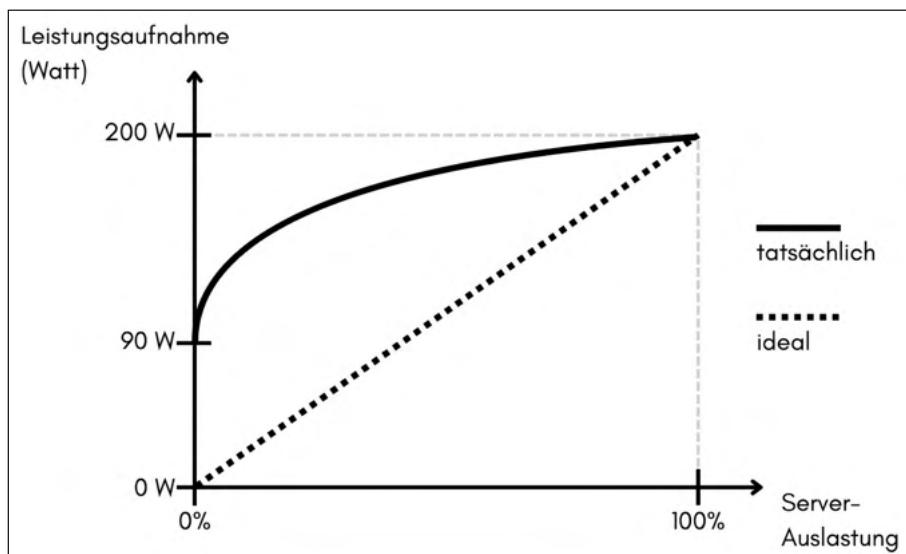


Abb. 4: Energy Proportionality

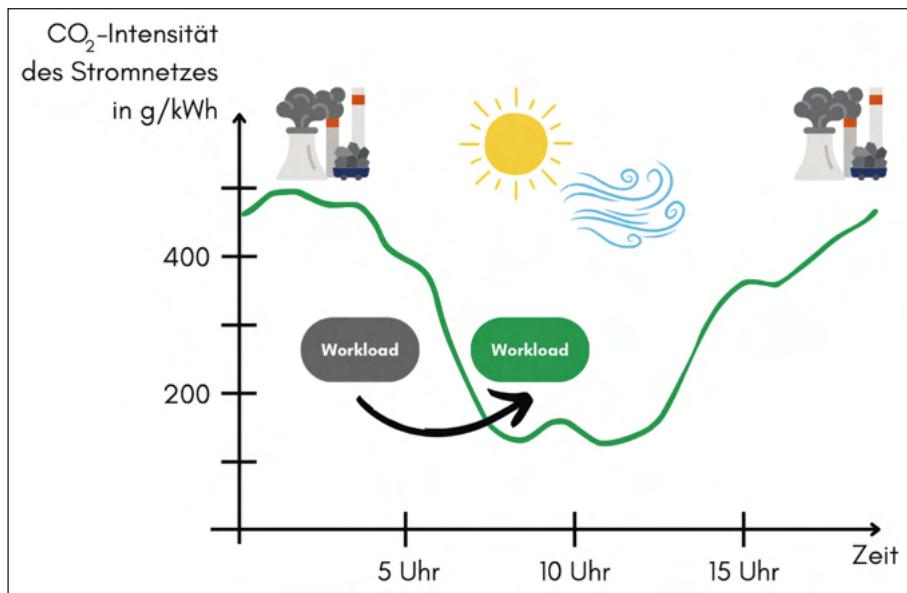


Abb. 5: Carbon Awareness

Nodes und Pods innerhalb von Kubernetes sichtbar machen kann. Allerdings ist das Tool noch unreif, stürzt häufig ab und liefert unzuverlässige Daten. Ich hoffe auf Besserung oder Ersatz!

Die Software selbst lässt sich gut mit einem herkömmlichen Profiler auf Ineffizienzen untersuchen. Als Tool, um den Verbrauch über mehrere Software-Lebensphasen (Installation, Boot-Phase, Nutzung usw.) hinweg sichtbar zu machen, eignet sich das *Green Metrics Tool* (vgl. [GMT]).

Dynamische Stromtarife und Carbon Awareness

Wenn EU-Regularien die Peitsche sind, so sind variable und dynamische Stromtarife das Zuckerbrot. Gemeinsam mit günstigen Speichermöglichkeiten für Elektrizität

sind sie ein zentrales Werkzeug zur Umsetzung der Energiewende.

Heute gibt es diese Tarife bereits vereinzelt; ab 2025 muss jeder Stromanbieter mindestens einen anbieten. Mit dynamischen Tarifen und der entsprechenden Mess-Elektronik wird es möglich sein, Strom gezielt dann zu verbrauchen, wenn er besonders wenig kostet. Das ist zum Beispiel der Fall, wenn es einen Überschuss an günstiger erneuerbarer Energie gibt, die den aktuellen Bedarf übersteigt. Es lassen sich also, wie so häufig beim Thema Nachhaltigkeit, sowohl Kosten als auch Emissionen einsparen – win-win! Softwaresysteme, die in der Lage sind, ihren Verbrauch an die CO₂-Intensität des Stromnetzes anzupassen, nennt man *carbon aware* (siehe Abbildung 5). Schon heute gibt es Tools, die das automatische Verschieben von geeigneten Workloads

in Zeiten mit einem höheren Anteil an Grünstrom ermöglichen (vgl. [Carb]). Es ist absehbar, dass Carbon Awareness in Zukunft ein Feature von Plattformen – und damit zur Commodity – werden wird. Die Plattform wird also den Impuls dafür geben, wann Strom verbraucht werden sollte, und wie viel.

Aufgabe der Softwarearchitektur wird sein, geeignete Workloads zu definieren und das System auf ein erhöhtes Maß an Asynchronität auszulegen. Gleches gilt übrigens auch, um Ressourcen mit Serverless Compute einsparen zu können. Eine moderne Architektur, intelligente Systemschnitte, die Kommunikations-Overhead auf ein Minimum reduzieren, sowie die klassischen DORA-Metriken (vgl. [Dora]) bilden die Basis.

Was sollten IT-Unternehmen heute tun, um sich vorzubereiten?

Zunächst einmal möchte ich festhalten, dass viele Best Practices der nachhaltigen Softwareentwicklung sich mit denen anderer Disziplinen guten Software-Handwerks überschneiden. Clean Code, Optimierung von Performance und Betriebskosten sowie generell gute Betriebspрактиken tragen das System einen weiten Teil der Strecke. Der Rest läuft sich aber nicht von allein.

Das Wichtigste, was Softwarehäuser zum jetzigen Zeitpunkt tun können, ist in meinen Augen deshalb: Bewusstsein erzeugen, Mitarbeitende trainieren, anfangen zu messen und Verschwendungen, so gut es geht, eliminieren (siehe Abbildung 6)!

Zum Einstieg für Softwareentwickelnde eignen sich zum Beispiel der kostenlose Kurs „Green Software for Practitioners“ der Green Software Foundation (vgl. [Kurs]) oder das Buch „Building Green Software“ (vgl. [Cur24]). Meine Erfahrung ist, dass, sobald das Bewusstsein da ist und man Optionen aufzeigt, die Leute sofort Ideen bekommen, wo sich an ihrem System etwas einsparen ließe.

Wie immer gilt: Low Hanging Fruits first, also am besten Sachen, die mit wenig Aufwand zu machen sind und Synergien zu anderen Zielen wie Kosteneinsparungen aufweisen. In der Regel sind das keine Änderungen an der Code-Basis, sondern Verschwendungen, die durch die Art, wie das System genutzt wird, entstehen.

Das können zum Beispiel Dev- und Testumgebungen sein, die außerhalb der Arbeitszeiten laufen, überdimensionierte und schlecht ausgelastete Server-Instanzen, ungenutzte Logeinträge, unnötig viele und nicht komprimierte Daten, viel zu

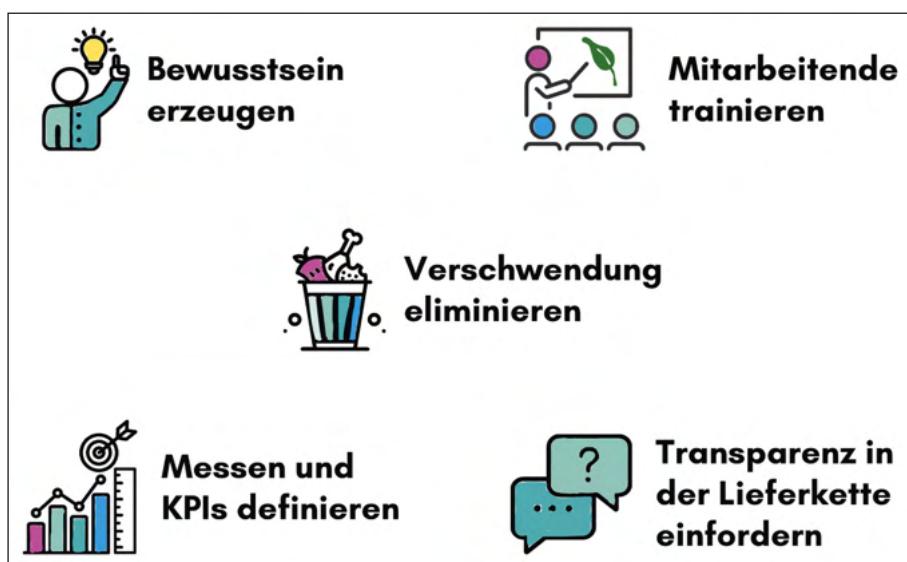


Abb. 6: Was Unternehmen heute tun sollten

Literatur & Links

- [Cur24] A. Currie, S. Bergman, S. Hsu, Building Green Software, O'Reilly, 2024
- [Carb] Carbon Aware Computing, siehe: www.carbon-aware-computing.com/
- [CCF] Cloud Carbon Footprint, siehe: www.cloudcarbonfootprint.org/
- [Clim] Climate Product Leaders Playbook, siehe: climateproductleaders.myfodesk.com/
- [Dora] DORA-Metriken, siehe: dora.dev/guides/dora-metrics-four-keys/
- [GHG] Greenhouse Gas Protocol, ghgprotocol.org/
- [GMT] Green Metrics Tool, siehe: docs.green-coding.io/docs/prologue/introduction/
- [GSF] Green Software Foundation, siehe: greensoftware.foundation/
- [Gsmm] Maturity Matrix, Green Software Foundation, siehe: maturity-matrix.greensoftware.foundation/gsmm/
- [KepI] Kepler, GitHub, siehe: github.com/sustainable-computing-io/kepler
- [Kurs] Green Software for Practitioners, Linux Foundation, siehe: training.linuxfoundation.org/training/green-software-for-practitioners-lfc131/
- [Sux] The Sustainable UX Network, siehe: sustainableuxnetwork.com/
- [Tech] Technology Carbon Standard, siehe: www.techcarbonstandard.org/

große Bilder im falschen Dateiformat, zig Kopien vom gleichen Backup usw. Deshalb: Ungenutztes abschalten, den Rest auf die passende Größe reduzieren, und miteinander darüber reden, was wirklich gebraucht wird.

Nachhaltigkeit als nichtfunktionale Anforderung

Schätzungen zufolge werden etwa 80 Prozent der Umweltauswirkungen eines physischen oder digitalen Produkts während der Design-Phase festgelegt. Damit kommt Verantwortlichen für das Produkt und die User Experience (UX) fast noch eine größere Bedeutung zu als den Entwickelnden. Hier eignen sich zum Beispiel das Playbook „How to become a climate-conscious product manager“ (vgl. [Clim]) beziehungsweise das Sustainable-UX-Netzwerk „SUX“ (vgl. [Sux]) mit seiner Vielzahl an Materialien und Tools als Einstieg.

Da Product Owner ihr Produkt nach vorgegebenen Kennzahlen optimieren, sollten Unternehmen diese kritisch unter die Lupe nehmen und gegebenenfalls so anpassen, dass sie mit Nachhaltigkeitsbestrebungen vereinbar sind. Ohne Unterstützung durch die Führungskräfte scheitern Initiativen schnell an gegensätzlichen Anforderungen.

Oft hört oder liest man deshalb die Forderung, Nachhaltigkeit müsse eine weitere nichtfunktionale Anforderung werden. Die Intention ist löslich – in der Praxis stellt sich jedoch die Frage, wie das umgesetzt werden kann. Eine Software „in carbon“ zu bauen, erfordert eine gute Mess-Infrastruktur, entsprechend trainierte Mitarbeitende sowie einen Blick dafür, dass reine Effizienzsteigerungen (wie das Optimieren des SCI-Scores) Rebound-Ef-

fekte auslösen, die unterm Strich zu noch mehr Verbrauch und Emissionen führen. Deshalb ist es wichtig, auch auf absolute Emissionsobergrenzen zu achten, zum Beispiel ein informiert gewähltes CO₂-Limit pro Team. Eine andere Möglichkeit ist die Einführung eines Unternehmensinternen CO₂-Preises, mit dem Teams für die von ihnen verursachten Emissionen eine festgelegte Summe pro Tonne Treibhausgas bezahlen. Das so „eingenommene“ Geld wird in Ausgleichsprojekte reinvestiert.

Als letzte Maßnahme, die in Sachen „Nachhaltigkeit in der IT“ heute schon wichtig ist, möchte ich das Einwirken auf die Lieferkette erwähnen. Egal, ob es um die Hersteller von gekaufter Soft- und Hardware geht oder um das fremde Rechenzentrum, also die Cloud: Einfach mal nach Emissions- und Verbrauchswerten fragen! Selbst, wenn eine Auskunft nicht direkt möglich ist, wird das etwas in den Unternehmen auslösen und interne Kräfte in ihren Nachhaltigkeitsbestrebungen unterstützen.

Die Green Software Maturity Matrix

Wer sich noch strukturierter damit auseinandersetzen will, wo das eigene Unternehmen steht, was es jetzt zu tun gilt und wohin die Reise vielleicht gehen mag, dem empfehle ich einen Blick auf das Reifegrad-Modell für Nachhaltige Softwareentwicklung der Green Software Foundation, genannt „Green Software Maturity Matrix“ (vgl. [Gsmm]). Diese Matrix teilt Unternehmen in fünf Kategorien (Aspiring, Aware, Acting, Awesome, Inspiring) ein und misst den Fortschritt anhand von neun Bereichen, um die es sich zu kümmern gilt. Da die

meisten Unternehmen heute bestenfalls in Kategorie 1, „Aspiring“, sein dürfen und die oberen Kategorien sicher im Lauf der Zeit noch einige Änderungen erfahren werden, ist das Anstreben von Kategorie 2, „Aware“, aktuell ein gutes Ziel. Die oben genannten Maßnahmen unterstützen dabei.

Die Autorin



Anita Schüttler

(anita.schuettler@neuland-bfi.de)

ist Informatikerin, Expertin für Circular Economy und Nachhaltige IT sowie ein Champion der Green Software Foundation. Sie arbeitet seit über 14 Jahren im Umfeld großer Softwaresysteme, seit ca. 3 Jahren mit dem Schwerpunkt auf Nachhaltigkeit.