

F..I..f..F..Kommunikation

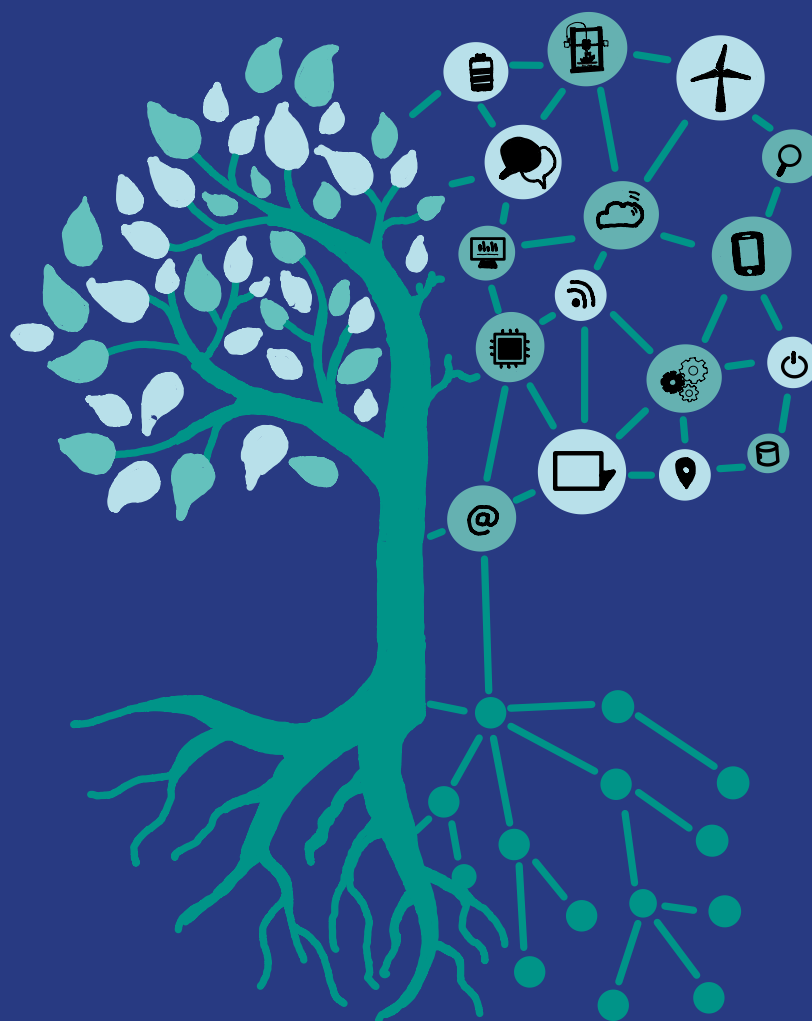
Zeitschrift für Informatik und Gesellschaft

42. Jahrgang 2025

Einzelpreis: 7 EUR

1/2025 – März 2025

FIfF-Konferenz 2024



Nachhaltigkeit in der IT
green coding – open source – green by IT

ISSN 0938-3476

Inhalt

Ausgabe 1/2025

inhalt

- 03 Editorial
- Stefan Hügel

Forum

- 04 Der Brief: Wörterbuch des Unmenschen
- Stefan Hügel
- 06 Informatiker:innen für Frieden – Memorandum zum 40-jährigen Bestehen des FlfF
- FlfF e. V.
- 07 Bundestagswahl 2025 – Digitalpolitik jetzt in den Dienst von Mensch und Umwelt stellen
- Bits & Bäume
- 08 Jahrestagung 2025 der GI-Fachgruppe Frauen und Informatik – Nachhaltigkeitsziele und Informatik
- GI – Fachgruppe Frauen und Informatik

Weizenbaum-Studienpreis 2024

- 61 Verleihung des Weizenbaum-Studienpreises 2022
- Einleitung
- 61 Thea Riebe: Technology Assessment of Dual-use ICTs
- Laudatio von Stefan Hügel
- 63 Von der Innovation zur Gefahr?
Technikfolgen und Dual-Use in der Informatik
- Thea Riebe
- 64 Linus Kurz: Testbed für Flow-Korrelationsangriffe auf verschlüsselte Messenger-Anwendungen
- Laudatio von Frieder Strauß
- 65 Thomas Reinhold: Towards a Peaceful Development of Cyberspace
- Laudatio von Stefan Hügel
- 67 Segmentierung des Cyberspace?
- Thomas Reinhold

FlfF e. V.

- 81 Protokoll der Mitgliederversammlung des FlfF

Rubriken

- 83 Impressum/Aktuelle Ankündigungen
- 84 SchlussFlfF

FlfF-Konferenz 2024

- 09 Nachhaltigkeit in der IT – green coding – open source – green by IT
- U. Erb, K. Vosseberg, O. Radfelder, L. Fischer
- 13 Begrüßung
- Stefan Hügel
- 14 Der Blaue Engel für Software
- Anna Zagorski
- 18 Nachhaltige IT-Infrastrukturen: SSH & Vim & VSCodium
- Lamis Aiche u. a.
- 24 Transparenter Energieverbrauch von Cloud-Infrastruktur
- Josefine Kipke, Felix Kronlage-Dammers
- 27 Nachhaltige Bereitstellung von Forschungsdaten der Polarforschung – MOSAiC-Projekt
- Stephan Frickenhaus
- 30 Refurbished Hardware bei Greenpeace
- Jonathan Niesel
- 32 Digital-sustainable Co-transformation
- Markus P. Zimmer, Karen Paul
- 36 Citizen Science – Citizen Sensing by FlfF
- Peter Kämmerling und Team
- 39 Mikrocontroller-Programmierung mit OSS
- Henrik Lipskoch
- 40 Entwicklung nachhaltiger Verkehrsstrategien mit SUMO
- Laura Bieker-Walz
- 42 Digitale Souveränität in der öffentlichen Verwaltung
- Malik Calisir u. a.
- 45 Zukunft AG Faire Computer plus Bits & Bäume im FlfF
- Rainer Rehak, Sebastian Jekutsch
- 45 Ökonomie und Politik im Zeichen von Nachhaltigkeit?
- Friederike Spiecker
- 51 Triggerpunkte zwischen Krise und Transformation
- Jürgen Scheffran
- 56 Cyberpeace – Frieden, Freiheit und eine lebenswerte Welt
- Hans-Jörg Kreowski, Aaron Lye und Margita Zallmann
- 58 Grußbotschaft zum 40. Geburtstag des FlfF
- Christiane Floyd
- 59 40 Jahre FlfF – (Ge-)danken
- Dagmar Boedicker

Netzpolitik.org

- 70 „Wie ein Internet der höllischen Dinge“
- Max Freitag – Interview mit Lisa Ling
- 72 Klimaschädlich by Design
- Constanze Kurz, Friederike Hildebrandt
- 75 Welche ihrer Ziele hat die Ampel erreicht – und welche nicht?
- Redaktion netzpolitik.org

Editorial

Auch in diesem Jahr ist die erste Ausgabe der *FIfF-Kommunikation* der FIfF-Konferenz des Vorjahrs gewidmet. Im Oktober 2024 trafen wir uns in Bremerhaven, um ein Wochenende lang über *Nachhaltigkeit in der IT: green coding – open source – green by IT* zu diskutieren.

Aus den Beiträgen der FIfF-Konferenz haben Ulrike Erb und Karin Vosseberg einen umfangreichen Schwerpunkt für diese Ausgabe zusammengestellt. Gemeinsam mit Oliver Radfelder und Lars Fischer leiten sie den Schwerpunkt mit einem Beitrag ein, in dem sie ihre Sicht auf das Thema Nachhaltigkeit in der IT darlegen, wichtige politische und technische Ansätze in diesem Bereich skizzieren und die Konferenzbeiträge inhaltlich einordnen. Sie zeigen auf, dass die Vielfältigkeit der eingeladenen Vorträge und Workshops von ressourcensparenden technischen Ansätzen bis hin zur global und sozial gerechten Ressourcenverteilung reichen. Umweltzerstörenden Wirkungen militärischer IT-Entwicklungen und energiefressenden Big-Tech-Anwendungen wurden bei der FIfF-Konferenz 2024 nachhaltige gemeinwohlorientierte, meist Open-Source-basierte Ansätze und Anwendungen entgegengesetzt. Sie stellen dabei fest:

Längst ist es auch in der Politik angekommen, dass Informationstechnologien in Bezug auf Umwelt und Klima zweischneidig sind. Sie können zwar in den Dienst von Umwelt, Klima und Natur gestellt werden, wie es in der umweltpolitischen Digitalagenda des BMUV heißt, sind aber „gegenwärtig selbst ein großer Treiber von Energieverbrauch und CO₂-Ausstoß“.

Wie in jedem Jahr verliehen wir bei der FIfF-Konferenz auch den Weizenbaum-Studienpreis für herausragende Abschlussarbeiten. In diesem Jahr sind das zwei Dissertationen, die beide am Institut PEASEC der Technischen Universität Darmstadt entstanden sind: die Arbeiten von Thea Riebe – *Technology Assessment of Dual-use ICTs – How to assess Diffusion, Governance and Design* – und Thomas Reinhold – *Towards a Peaceful Development of Cyberspace*. Dazu kommt die Arbeit von Linus Kurz, der ein *Testbed für Flow-Korrelationsangriffe auf verschlüsselte Messenger-Anwendungen* beschreibt. Die Ausgabe enthält die Laudationes und Beiträge der Preisträger:innen.

Zum Schluss der FIfF-Konferenz 2024 feierten wir das 40jährige Bestehen des FIfF, zu dem es auch bereits eine umfassende Ausgabe der *FIfF-Kommunikation* (2/2024) gab. In dieser Ausgabe sind die Grußworte unserer Gründungsvorsitzenden Christiane Floyd und von Dagmar Boedicker enthalten. Christiane Floyd erinnerte uns an die Anfänge des FIfF und die damaligen politischen Rahmenbedingungen sowie an die weitere Entwicklung mit dem Ende des ersten Kalten Kriegs. Die gesellschaftlichen und politischen Rahmenbedingungen sind heute andere, und damit, so Christiane Floyd, stelle sich auch der friedenspolitische Gründungsauftrag des FIfF heute neu: mit der Untersuchung

der Rolle der Informationstechnik, dem Weg zu einem „gerechten“ Frieden, der Verbindung von Verteidigungsfähigkeit mit Friedensorientierung und der Begrenzung von Hochrüstung. In ihrem reich bebilderten Beitrag blickt Dagmar Boedicker auf 40 Jahre FIfF zurück und hebt dabei die gemeinsame, respektvolle Zusammenarbeit besonders hervor.



Der FIfF-Vorstand bedankt sich bei Ulrike Erb und Karin Vosseberg für die hervorragende Planung und Durchführung der FIfF-Jahrestagung 2024 in Bremerhaven

Eine wichtige Initiative im Anschluss an die FIfF-Konferenz ist unser Memorandum zum 40jährigen Bestehen des FIfF. Wir sind besorgt über die Verquickung von Informations- und Kommunikationstechnik (IKT) mit dem militärisch-industriellen Komplex und dabei besonders mit der damit verbundenen Perfektionierung von Systemen des Cyber- und Informationskriegs. Deswegen fordern wir u. a. eine umfassende Kontrolle und Regulierung aller IKT-basierten Waffen und ein Moratorium der Anwendung Künstlicher Intelligenz in militärischen Systemen. Es darf in Konflikten keine Technik eingesetzt werden, die potenziell unkontrollierbar ist. Das Moratorium ist im Wortlaut in dieser Ausgabe abgedruckt; wir rufen zur Mitunterzeichnung auf.

Dazu verweisen wir auf die Forderungen des Bündnisses *Bits & Bäume* zur Bundestagswahl 2025. Unsere Auswahl von Beiträgen aus *netzpolitik.org* enthält ein Interview mit Lia Ling, die als Technikerin beim Drohnenprogramm des US-amerikanischen Militärs arbeitete, eine Auseinandersetzung mit der Klimawirkung generativer Künstlicher Intelligenz und ihres erheblichen Energieverbrauchs und eine umfassende digitalpolitische Bilanz der sozialdemokratisch – ökologisch – (neo)liberalen Bundesregierung, die leider bestenfalls durchwachsen ausfällt.

Wir wünschen unseren Leserinnen und Lesern eine interessante und anregende Lektüre – und viele neue Erkenntnisse und Einsichten.

*Stefan Hügel
für die Redaktion*



Wörterbuch des Unmenschen

*Das Narrativ vom „gefährlichen Ausländer“ gehört zum Markenkern der AfD.
Sie hat es mit langem Atem strategisch in den Mainstream eingeschleust
und die Union überlistet: mit gezielter Realitätsverzerrung.
(Christian Stöcker¹)*



Liebe Freundinnen und Freunde des FlFF, liebe Mitglieder,

in der letzten Januarwoche 2025 gab es im Deutschen Bundestag eine Zäsur: Erstmals seit dem Zweiten Weltkrieg wurde versucht, gemeinsam mit den Stimmen der extremen Rechten einen Gesetzentwurf zu beschließen, ausgerechnet in der Woche, in der der Befreiung des Konzentrationslagers in Auschwitz vor 80 Jahren gedacht wurde. Einen Gesetzentwurf, dessen Bezeichnung alleine schon aus dem Wörterbuch des Unmenschen stammen könnte. *Zustrombegrenzungsgesetz*²: die Bezeichnung von Menschen als *Strom* nimmt ihnen ihre Individualität und damit ihre Würde – die mit gutem Grund in unserem Grundgesetz an erster Stelle steht. Für diese Bezeichnung, die von Politiker:innen und Journalist:innen anscheinend bedenkenlos übernommen und nachgeplappert wird, ist aber nicht die sogenannte *Alternative für Deutschland* allein verantwortlich. Dies und die Übernahme anderer Begriffe, wie der Begriff der *irregulären Migration*, durch einen Großteil des politischen Spektrums zeigen, dass dieses Gedankengut bereits viel weiter in das politische Denken in Deutschland eingedrungen ist. Nicht nur die AfD hat einem solchen Gesetzentwurf zugestimmt, sondern auch große Teile von CDU/CSU – die ja den Entwurf auch eingebracht hatte –, FDP und BSW³. Haben die Abgeordneten, die dem zugestimmt haben, eigentlich verstanden, worum es bei der kurz vorher abgehaltenen Gedenkstunde gegangen war – oder war das nur noch ein inhaltsleeres Ritual? Einige Abgeordnete, die der Abstimmung ferngeblieben sind, haben uns, anders als bei einer Entschließung zwei Tage zuvor, nach der die AfD angesichts ihres Abstimmungserfolgs beim auch europarechtlich fragwürdigen⁴ *5-Punkte-Plan* ihr Glück kaum fassen konnte, noch einmal vor dem Schlimmsten bewahrt – auch wenn mit einer Bestätigung des Gesetzes durch den Bundesrat ohnehin nicht zu rechnen war. Aber was wird in der neuen Legislaturperiode mit veränderten Mehrheiten geschehen?

In einem klugen Essay verdeutlicht Christian Stöcker⁵, wie unsere Wahrnehmung verzerrt wird – auch durch die Berichterstattung von Medien, leider nicht nur der Medien, die seit Jahrzehnten für manipulative Hetze und Kampagnenjournalismus nur allzu bekannt sind. Vielfach werden soziale Medien und gezielte Manipulation für das Aufkommen rechtspopulistischer Parteien verantwortlich gemacht. Deren Wirkung ist aber umstritten⁶. Schon in den 1930er-Jahren stellte Herbert Marcuse fest:

Die Ergebnisse moderner Volksabstimmungen beweisen, dass die von der möglichen Wahrheit getrennten Menschen dazu gebracht werden können, gegen sich selbst zu stimmen.⁷

Viel war in den Wochen vor der Bundestagswahl von einer *Brandmauer* die Rede. Seit dem 29. Januar wird das Bild immer verschwommener, gegen was diese *Brandmauer* eigentlich ab-

grenzen soll. Und leider zeigt sich die fatale Wirkung solcher Debatten selbst bei einer Partei wie Bündnis90/Die Grünen, die sich zwar der politischen Entwicklung nach rechts entgegenstellt, aber dennoch ein Papier wie ihren *10-Punkte-Plan* veröffentlicht, der nicht nur eine restriktive Sicherheitspolitik mit einer verstärkten Abschottung gegenüber Geflüchteten fordert, sondern auch automatisierte Datenanalyse und biometrische Gesichtserkennung befürwortet und nebenbei Menschen mit psychischen Problemen als potenzielle Attentäter stigmatisiert. Das macht kein gutes Bild bei einer Partei, von der wir gewohnt sind, dass sie sich für Bürgerrechte, Menschenrechte und Inklusion einsetzt.

Die Anschläge u. a. von Magdeburg und Aschaffenburg, später München, mit ihren Opfern sind unfassbar und fürchterlich. Leider scheint daraus der Reflex zu entstehen, aus der Nationalität der (männlichen) Täter die Annahme abzuleiten, von allen Geflüchteten aus diesen Regionen gehe eine vergleichbare Gefahr aus. Dies ist der Subtext der Debatte, die von den Befürworter:innen des *Zustrombegrenzungsgesetzes* geführt wird. Aufgabe kluger Politik wäre es, solche Reflexe einzuordnen, zu bewerten und die gesellschaftlichen Folgerungen daraus zu ziehen – dabei besonders die wahren Gründe für solche Taten zu untersuchen, anstatt einfach die Herkunft verantwortlich zu machen.

Als wenn es der unheilvollen *Zeitenwenden* damit nicht genug wäre: Die schon länger so genannte *Zeitenwende* hin zur Verstärkung der militärischen Rüstung in Deutschland wird ebenso vorangetrieben. Das bisherige Ziel, 2 % des Bruttoinlandsprodukts (BIP) für Rüstung aufzuwenden, wird durch immer neue Forderungen übertroffen. Wohl unabsichtlich ist dabei die Wechselwirkung der Forderungen von Robert Habeck und Donald Trump. Wenn Trump eine Steigerung auf 5 % des BIP fordert, klingt die Forderung Habecks von 3,5 % doch moderat, oder? Wir dürfen dabei nicht übersehen, dass das BIP rund eine Größenordnung umfangreicher als der Bundeshaushalt ist. Aus 2 % BIP werden so schnell 15-20 %, aus 5 % BIP 40-50 % des Bundeshaushalts. Doch das muss uns unsere Verteidigung doch Wert sein, schließlich steht (wieder einmal) *der Russe* vor der Tür.

Doch noch mehr als die Entwicklungen in Deutschland geben die Entwicklungen in den Vereinigten Staaten Anlass zu Sorge. Medienberichten zufolge scheinen der wiedergewählte Präsident Trump und seine Helferinnen und Helfer, allen voran der Technologie-Milliardär Elon Musk, systematisch die Grundlagen der Demokratie und des Schutzes von vulnerablen Minderheiten zerstören zu wollen. Dazu zählt die Beendigung aller Initiativen, die Diversität und Inklusion zum Ziel haben. Dabei gehen sie akribisch vor, bis ins kleinste Detail⁸. Angeblich geschieht dies, um Diskriminierung gerade zu verhindern. In der damit verbunde-

nen Umdeutung von Begriffen liegt eine große politische und gesellschaftliche Gefahr. Außenpolitisch scheint wieder das Zeitalter der *Deals* angebrochen zu sein – ob in der Ukraine⁹ oder in Gaza¹⁰. Nebenbei: Auch so ein Begriff, der von vielen Medien unkritisch übernommen wird.

„Mögest Du in interessanten Zeiten leben“, so lautet der sogenannte *Chinesische Fluch*¹¹. Momentan sieht es fast danach aus, dass er in Erfüllung gehen könnte.

Mit Fliffigen Grüßen
Stefan Hügel

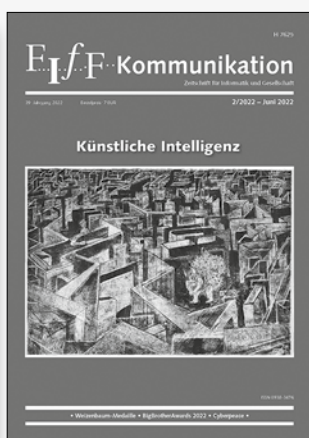
Hinweis nach Redaktionsschluss: Dieser „Brief“ entstand noch vor der Verfassungsänderung für die Kriegskredite durch den Deutschen Bundestag. Die Dramatik der Zeitenwende wird dadurch weiter erhöht.

Anmerkungen

- 1 Stöcker C (2025) Friedrich Merz fällt auf den Psychotrick der AfD herein, Spiegel Online, <https://www.spiegel.de/wissenschaft/mensch/migration-friedrich-merz-faellt-auf-den-psychotrick-der-afd-herin-a-f76a4721-bc6f-4a5e-aff8-845eaa45c058>
- 2 Deutscher Bundestag (2024) Entwurf eines Gesetzes zur Begrenzung des illegalen Zustroms von Drittstaatsangehörigen nach Deutschland

(Zustrombegrenzungsgesetz). BT-Drs 20/12804, <https://dserver.bundestag.de/btd/20/128/2012804.pdf>

- 3 Deutscher Bundestag (2025) Plenarprotokoll 20/211 vom 31. Januar 2025, <https://dserver.bundestag.de/btp/20/20211.pdf>
- 4 Kluth W (2025) Jenseits geltenden Rechts. Zu den aktuellen migrationspolitischen Vorschlägen der CDU. Verfassungsblog, <https://verfassungsblog.de/funf-punkte-plan/>
- 5 Stöcker C (2025) a. a. O.
- 6 Dorn L, Heise M (o. J.) Desinformation: nicht Unkenntnis, sondern politische Verortung. Interview mit Jeanette Hofmann. Weizenbaum-Institut, <https://www.weizenbaum-institut.de/news/detail/desinformation-nicht-unkenntnis-sondern-politische-verortung/>
- 7 Marcuse H (1938) Zur Kritik des Hedonismus. in: Zeitschrift für Sozialforschung, Jahrgang VII/1938, S. 55-89, Zitat von S. 81
- 8 Wang S, Abdelmalek M, Flaherty A, Steakin W (2025) Federal employees told to remove pronouns from email signatures by end of day. ABCnews, <https://abcnews.go.com/US/federal-employees-told-remove-pronouns-email-signatures-end/story?id=118310483>
- 9 Stöber S (2025) Ein Deal auf Kosten der Ukraine? tagesschau.de, <https://www.tagesschau.de/ausland/amerika/trump-russland-ukraine-104.html>
- 10 Höbel W (2025) Für Trump ist alles nur ein Deal, Spiegel online, <https://www.spiegel.de/kultur/gaza-trumps-zynischer-plan-fuer-die-riviera-des-nahen-ostens-a-c103ae6b-3fe8-49e6-8910-63d266736cba>
- 11 Wikipedia, Stichwort „Mögest du in interessanten Zeiten leben“, https://de.wikipedia.org/wiki/Mögest_du_in_interessanten_Zeiten_leben



Das FIFF bittet um Eure Unterstützung

Viermal im Jahr geben wir die FIFF-Kommunikation heraus. Sie entsteht durch viel ehrenamtliche, unbezahlte Arbeit. Doch ihre Herstellung kostet auch Geld – Geld, das wir nur durch Eure Mitgliedsbeiträge und Spenden aufbringen können.

Auch unsere weitere politische Arbeit kostet Geld für Öffentlichkeitsarbeit, Aktionen und Organisation. Dazu gehören unsere jährlich stattfindende FIFF-Konferenz, der Weizenbaum-Preis, weitere Publikationen und die Kommunikation im Web: Neben der tatkräftigen Mitwirkung engagierter Menschen sind wir bei unserer Arbeit auf finanzielle Unterstützung angewiesen.



Bitte unterstützt das FIFF mit einer Spende. So können wir die öffentliche Wahrnehmung für die Themen weiter verstärken, die Euch und uns wichtig sind.

Spendenkonto:

Bank für Sozialwirtschaft (BFS) Köln
IBAN: DE79 3702 0500 0001 3828 03
BIC: BFSWDE33XXX

Informatiker:innen für Frieden – Memorandum zum 40-jährigen Bestehen des FIfF

Das Forum InformatikerInnen für Frieden und gesellschaftliche Verantwortung e. V. (FIfF) setzt sich seit seiner Gründung 1984 mit den Auswirkungen der Digitalisierung auf die Gesellschaft auseinander. Dabei war und ist die unheilvolle Verbindung von Informatik und Rüstung ein zentrales Thema.

Ich bin nicht sicher, mit welchen Waffen der dritte Weltkrieg ausgetragen wird, aber im vierten Weltkrieg werden sie mit Stöcken und Steinen kämpfen. – Albert Einstein

Die Kriege im Nahen Osten und der Angriffskrieg Russlands gegen die Ukraine könnten sich beide zu einem Weltkrieg ausweiten. Es sind nur zwei von zahlreichen Kriegen und bewaffneten Konflikten weltweit. Das steht im krassen Gegensatz zu dem Verbot von Kriegen in der Charta der Vereinten Nationen und dem Versprechen in der Präambel: „... künftige Geschlechter vor der Geißel des Krieges zu bewahren ...“ Dieses Versprechen müssen die Völker der Welt endlich einlösen.

Kriege verschlingen nicht nur personelle, materielle und finanzielle Ressourcen, sondern bringen Tod, Leid und Elend für die Zivilbevölkerung in Kriegsgebieten. Die in Kriegen alltäglichen Angriffe auf Zivilpersonen und zivile Einrichtungen sind Kriegsverbrechen. Doch bereits die Vorbereitung auf Krieg bedeutet eine gigantische Verschwendung von Ressourcen und Energie für den Betrieb des Militärapparats und hat verheerende Folgen für Umwelt und Klima. Das Gebot der Stunde sind Waffenstillstand, Frieden und Abrüstung, nicht Krieg.

Seit der Erfindung der ersten Computer vor rund 80 Jahren besteht eine unheilvolle Verquickung von Informations- und Kommunikationstechnik (IKT) mit dem militärisch-industriellen Komplex. Ungeheuer viel Geld und destruktive Fantasie fließen in die Perfektionierung von IKT-basierten Waffen und Militärsystemen. Aktuelle militärische Informatik-Anwendungen finden sich in fast allen modernen Waffensystemen. Sie treiben das Instrumentarium des Cyber- und Informationskriegs für Spionage, Sabotage, Desinformation und Propaganda und die militärischen Systeme zur Überwachung, Aufklärung, Kommunikation, Entscheidungsunterstützung und zum konzertierten Einsatzmanagement militärischer Einheiten. Killerdrohnen zum gezielten Töten wären ohne IKT undenkbar.

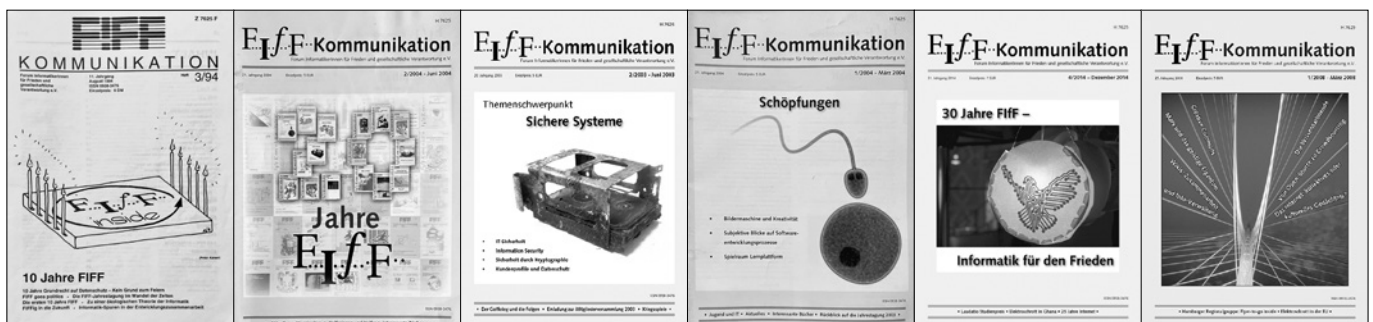
Künstliche Intelligenz (KI) steckt in immer mehr Waffensystemen und ermöglicht weitere Eskalation kriegerischer Handlungen.

Sie perfektioniert die automatische Zielauswahl, das „gläserne Schlachtfeld“, autonome Waffensysteme und sich selbst koordinierende Drohnenschwärme. Generative KI-Verfahren können zur Herstellung tödlicher biologischer Waffen missbraucht werden. All dies bedeutet neue Schrecken des Krieges neben den alten. Die technisch erzeugte Dehumanisierung in derzeit und künftig geführten Kriegen und Konflikten weltweit muss gestoppt werden!

Als Informatiker:innen sind wir zutiefst besorgt über diese Entwicklung. Deshalb fordern wir:

- Umfassende Kontrolle und Regulierung aller IKT-basierten Waffen. Für solche Waffen muss es internationale Abkommen mit dem Ziel einer weitgehenden Abrüstung geben.
- Verbot von offensiven Cyberwaffen, also von Schadsoftware, deren Einsatz zur physischen Zerstörung oder technischen Deaktivierung insbesondere lebenswichtiger Systeme und Einrichtungen führt.
- Verbot letaler Drohnen und autonomer Waffen. Neben der grundsätzlichen Ablehnung solcher Waffen lehnen wir alle Waffensysteme ab, bei denen keine eindeutige Verantwortungszuschreibung möglich ist.
- Stopp der Weiterentwicklung von militärischen Aufklärungs-, Überwachungs-, Entscheidungs- und Unterstützungssystemen.
- Moratorium der Anwendung Künstlicher Intelligenz in militärischen Systemen. Es darf keine Technik eingesetzt werden, die potenziell unkontrollierbar ist.
- Einstufung des „gezielten“ Tötens mit unterstützenden KI-Systemen als Kriegsverbrechen. Dies gilt für Angriffe auf Einzelpersonen und erst recht, wenn sie weitere zivile Menschenleben fordern.

Wir laden alle, die unsere Besorgnis teilen, ein, unsere Forderungen zu unterstützen, und bitten, das Memorandum unter <https://fiff.de/friedensmemorandum> zu unterschreiben.



40 Jahre FIfF – Denkwürdige Zeiten

Bundestagswahl 2025 –

Digitalpolitik jetzt in den Dienst von Mensch und Umwelt stellen

28. Januar 2025 – Bündnis Bits & Bäume appelliert mit Forderungskatalog an die zukünftige Bundesregierung für eine nachhaltige und sozial gerechte Digitalisierung.

Das Bündnis *Bits & Bäume* fordert die zukünftige Bundesregierung dazu auf, die Potenziale der Digitalisierung für eine sozial gerechte und nachhaltige Zukunft zu nutzen. Die zwölf Organisationen des Bündnisses aus den Bereichen Umwelt-, Sozial- und Digitalpolitik kritisieren, dass die Chancen der Digitalisierung für gesellschaftlichen Zusammenhalt, Gute Arbeit und Innovation bislang nicht genutzt würden und dass negative Auswirkungen unbehandelt blieben. Insbesondere in Zeiten, in denen die enorme Macht einzelner großer Tech-Milliardäre sowie -Konzerne auf die Politik und Demokratie deutlich werde, müsse die deutsche Bundesregierung einen digitalpolitischen Kurs für soziale Gerechtigkeit und die Umwelt vorlegen. Das Forderungspapier mit dem Titel *Digitale Souveränität und Zukunft durch demokratische Kontrolle!* umfasst sieben Kernforderungen für eine nachhaltige Digitalpolitik für Mensch und Umwelt.

Für eine Digitalisierung, die Klima und Ressourcen schützt

Neben ihren Potenzialen für eine nachhaltige Zukunft birgt die Digitalisierung in ihrer jetzigen Form auch zahlreiche Risiken für Klima und Umwelt. *Bits & Bäume* fordert deswegen, Klimapolitik und Digitalisierung endlich zusammenzudenken. „Unsere Botschaft ist klar: Eine ressourcen- und energieeffiziente Digitalisierung ist unverzichtbar für Klimaschutz und eine nachhaltige Wirtschaft“, so Tobias Pforte von Randow, stellvertretender Geschäftsführer des Deutschen Naturschutzrings. „Die konsequente Umsetzung der Kreislaufwirtschaftsstrategie ist ein zentraler Hebel, um Elektroschrott zu reduzieren und digitale Technologien langlebiger zu machen. Rechenzentren müssen energieeffizienter gestaltet, optimal ausgelastet und verpflichtend zur Abwärmenutzung herangezogen werden – auch die kleineren. Transparenz ist dabei essenziell: Verlässliche Daten zur Auslastung von Rechenzentren, zum Ressourcenverbrauch und zu den Umweltauswirkungen digitaler Technologien – insbesondere von KI – schaffen die Grundlage für fundierte politische Entscheidungen und fördern nachhaltige Innovationen“, so Tobias Pforte von Randow.

Gute digitale Arbeit: Fair und menschlich gestalten

Das Bündnis greift im Forderungspapier die zunehmende Veränderung der Arbeitswelt durch die Digitalisierung auf. Yasmin Fahimi, Vorsitzende des Deutschen Gewerkschaftsbundes betont: „Leider nutzen wir die Potenziale von Künstlicher Intelligenz für Gute Arbeit, Innovationen und Produktivität noch immer viel zu wenig. Damit wir nicht länger der Entwicklung hinterherhinken, brauchen wir schnellstens einen verbindlichen Rechtsrahmen für das, was uns erfolgreiche Pionier-Betriebe vormachen: Einen neuen, vorausschauenden Mitbestimmungsmodus, der Sicherheit für die Beschäftigten schafft und gleichzeitig mehr Tempo

bringt. So kann auch am besten vermieden werden, dass die nächste Automatisierungswelle durch KI zu massenhaften Jobverlusten führt. Außerdem braucht es eine effektive Kontrolle digitaler Plattformen, um Plattformarbeiter:innen besser zu schützen, Machtmissbrauch einzudämmen und die Demokratie zu stärken.“ *Bits & Bäume* fordert einen nationalen Rechtsrahmen für KI in der Arbeitswelt sowie eine schnelle Umsetzung der Europäischen Richtlinie für faire Plattformarbeit.



Demokratische Kontrolle digitaler Infrastrukturen

„Wissen, Daten und Software zu teilen, schont Ressourcen und stärkt Communitys und die Gesellschaft“, so Dr. Christian Humborg, Geschäftsführender Vorstand von Wikimedia Deutschland. „Daher sollte die öffentliche Hand immer wenn möglich auf freie Software setzen – sodass alle sie nutzen können. Das muss die kommende Bundesregierung im Vergaberecht verbindlich festschreiben. Die Ampel hatte zwar angekündigt, massiv in freie und Open-Source-Software zu investieren, hat dies aber nicht umgesetzt. Das muss dringend passieren.“, so Humborg. *Bits & Bäume* kritisiert zudem, dass der Großteil der digitalen Technologien und Dienstleistungen in Europa von großen Tech-Konzernen betrieben werde. Diese Unternehmen entziehen sich häufig einer demokratischen Kontrolle und gefährden somit Demokratie und Souveränität. Die zukünftige Bundesregierung müsse sich für eine resiliente digitale Gesellschaft und wehrhafte Demokratie einsetzen sowie demokratische Kontrolle über digitale Infrastrukturen ermöglichen. *Bits & Bäume* fordert, gemeinwohlorientierte digitale Infrastrukturen aufzubauen und zu fördern.

Das Forderungspapier ist unter <https://bits-und-baeume.org/forderungen/> zu finden.

Jahrestagung 2025 der GI-Fachgruppe Frauen und Informatik zum Thema *Nachhaltigkeitsziele und Informatik*

Vom 2.-4. Mai 2025 findet an der Hochschule Harz in Wernigerode die diesjährige Jahrestagung der Frauen-und-Informatik-Fachgruppe der Gesellschaft für Informatik (GI) statt. Es wird dort auch darum gehen, ob und wie IT nachhaltiger werden kann. Das Programm und weitere Informationen finden sich unter <https://fg-frauen-informatik.gi.de/veranstaltung/jahrestagung-der-fachgruppe-2025-zum-thema-nachhaltigkeitsziele-und-informatik>.

Die Vorträge am Samstag Vormittag über das Zertifikat für ressourcenschonende Software sowie über das Projekt ECO:DIGIT versprechen wertvolle Impulse für die Informatik und Softwareentwicklung. Am Nachmittag geht es um Alternativen zu einer IT-Landschaft, die durch monopolistische energie-fressende Tech-Unternehmen beherrscht wird.

Auf Basis des fachlichen Inputs der Vorträge werden anschließend in Arbeitsgruppen einzelne Aspekte des Themas und alternative Ansätze vertiefend diskutiert.

Bei der Preisverleihung des *Women Informatics Thesis Award* – WITA – werden die Siegerinnen ihre Abschlussarbeiten vorstellen.

Es werden Teilnehmerinnen aus dem gesamten Bundesgebiet und darüber hinaus erwartet, unabhängig davon, ob sie Mitglieder der GI oder der Fachgruppe sind. Interessierte Frauen sind herzlich eingeladen.

GI-Fachgruppe Frauen und Informatik

Wissenschaft & Frieden 1/2025

Wider das Vergessen – Wie Konflikte unsichtbar werden

Es ist vielen ein Rätsel und doch wird es beinahe erwartet: Manche Konflikte werden breit diskutiert und wiederum andere aus der Sichtbarkeit gedrängt.

Die neue Ausgabe von W & F fragt, an welchen Interessen und an wem das liegt, und was die Sichtbarkeit von Kriegen und Konflikten auch mit gesellschaftlich vermittelten Vorstellungen und Affekten zu tun hat.

Aktiv setzen sich die Beiträge in dieser Ausgabe gegen das Vergessen ein – etwa indem sie blinde Flecken und tote Winkel in Friedensforschung, Medienöffentlichkeit und politischen Foren ansprechen. Aber auch indem sie die Bedeutsamkeit von öffentlicher Aufarbeitung hervorheben und für aktive Sichtbarmachung plädieren.

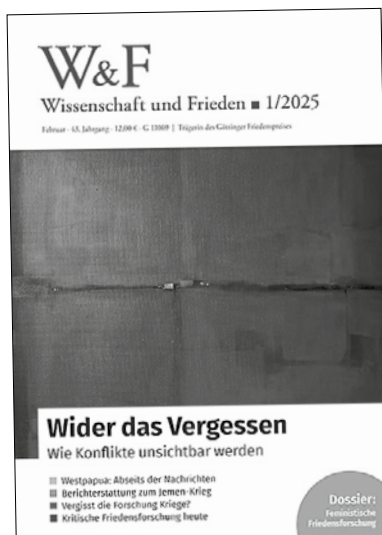
Mit Beiträgen von Anne Peiter, Maximilian Wegener, Madalena Asshauer, Dorothea Günther und weiteren.

Weitere Schwerpunkte: *Bischoff* Interview zur Situation in Syrien | *Jaberg und Scheuing* (verantw.) Sonderschwerpunkt Kritische Friedensforschung: Wannsee-Erklärung neu gelesen

Beilage: Dossier 99 – *Buchwald, Rinck, Zöhrer* (Hrsg.) Feministische Friedensforschung: Impulse für Frieden, 28 Seiten | 2 € Schutzpreis (print+digital)

W&F 1/2025 | Februar | 72 Seiten | 12 € (Druck) / 9 € (ePUB+PDF)

Bestellen unter: www.wissenschaft-und-frieden.de



Nachhaltigkeit in der IT – green coding – open source – green by IT Ein Blick auf die Themen der FfF-Konferenz 2024

In diesem Beitrag stellen wir unsere Sicht auf das Thema Nachhaltigkeit in der IT dar, geben einen Überblick über wichtige Entwicklungen in diesem Bereich und ordnen dabei die in diesem Heft zusammengestellten Beiträge der FfF-Konferenz 2024 (2024.fiffkon.de) thematisch ein.

Längst ist es auch in der Politik angekommen, dass Informationstechnologien in Bezug auf Umwelt und Klima zweischneidig sind. Sie können zwar in den Dienst von Umwelt, Klima und Natur gestellt werden, wie es in der umweltpolitischen Digitalagenda des BMUV heißt, sind aber „gegenwärtig selbst ein großer Treiber von Energieverbrauch und CO₂-Ausstoß“ (BMU 2020: 3).

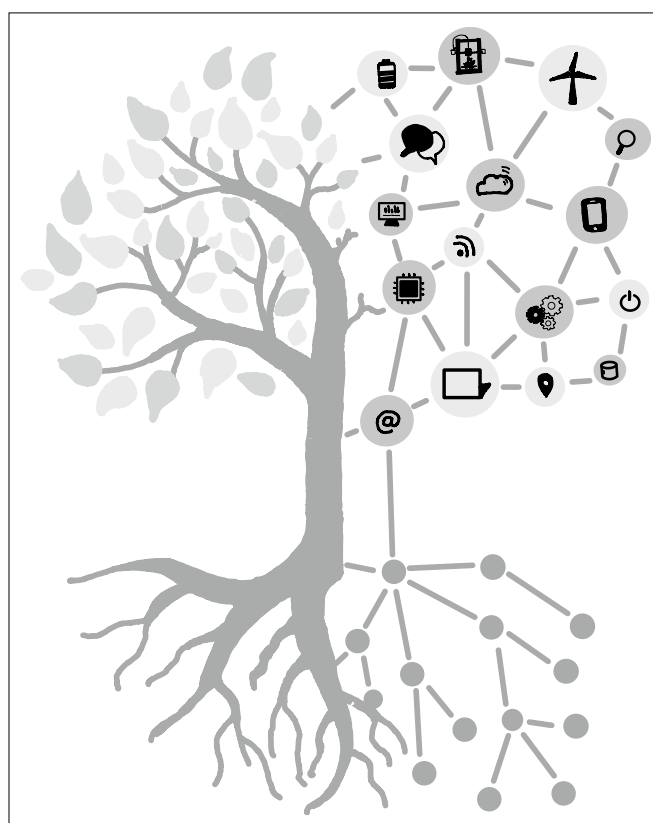
Auch wenn es gelingt, ökologisch nachhaltigere Hard- und Software zu entwickeln, ändert das natürlich nichts an den Risiken des IT-Einsatzes für Umwelt und Gesellschaft. Überwachungstechnologien lassen sich auch mit grün erzeugtem Strom betreiben, und Green Coding wird die militärische Nutzbarkeit von IT nicht verhindern.

Dennoch stellt das Bestreben, nachhaltigere IT zu entwickeln, einen Versuch dar, Energieverbrauch und CO₂-Ausstoß der Digitalisierung zu reduzieren und einen kritischen Blick auf die Triebkräfte der IT-Entwicklung zu werfen.

Unser Blick auf Nachhaltigkeit in der IT

Eine nachhaltigere IT ist aus unserer Sicht eine IT, die mit minimalistischer Technik auskommt und lange nutzbar ist. Dies betrifft sowohl Software als auch Hardware und digitale Infrastrukturen:

- Mit nachhaltiger Software sind Softwarekomponenten gemeint, die auch in absehbarer Zukunft noch stabil laufen, ohne neue Hardware-Ressourcen zu benötigen, und die mit ressourcensparsamen Algorithmen und ressourcensparsamer Architektur für eine gegebene Aufgabenstellung effizient funktionieren (siehe Abschnitt Ressourcensparsames Programmieren – Green Coding).
- Selbst wenn sie mit grünem Strom betrieben wird, kann elektronische Hardware aufgrund der ökologischen und sozialen Folgen der Rohstoffgewinnung für ihre Herstellung und aufgrund der Entsorgungsproblematik per se nicht nachhaltig sein. Nachhaltigkeit in Bezug auf Hardware kann jedoch bedeuten, den Bedarf an neuen Geräten und Komponenten zu reduzieren. Hier gibt es verschiedene Ansätze unter Stichworten wie *reduce*, *refurbish*, *repair* (siehe *Hardware – reduce, refurbish, repair*).
- Auch digitale Infrastrukturen können mit energiesparsamerer, wieder aufbereiteter Hardware ausgestattet werden. Mithilfe von ressourcensparsamen Strategien wie Virtualisierung und Containerisierung lassen sich komplexe Architekturen effizient verwirklichen.



Ressourcensparsames Programmieren – Green Coding

Effiziente Programmierung gehört schon von jeher zur Informatikausbildung, effiziente Algorithmen sind ein wesentliches Qualitätsmerkmal von Software. Mit dem Begriff *Green Coding* wird zusätzlich die Energieeffizienz von Software in den Blick genommen und gefragt: Wie kann Software so programmiert werden, dass sie sparsam mit Software- und Hardwareressourcen umgeht?

Green Coding bezieht sich laut dem vom BMUV herausgegebenen Green-Coding-Booklet „auf den möglichst geringen Energieverbrauch der Software“, wobei „es insbesondere um die Bereiche Softwarearchitektur, die konkreten Softwarekomponenten und die Betriebsplattform“ geht. Bezogen auf die Hardwareressourcen sei „das Ziel von Green Coding die Ermöglichung einer langen Nutzung der technischen Infrastruktur durch effizientere Software“ (Community Nachhaltige Digitalisierung 2024: 5).

Um einen Anreiz zu schaffen, ressourcensparsame Software zu entwickeln, wurde vom Umweltbundesamt das Zertifikat *Blauer*



Unser Tagungsort in der Hochschule Bremerhaven

Engel für ressourcen- und energieeffiziente Softwareprodukte entwickelt, mit dem Software ausgezeichnet wird, die „besonders sparsam mit den Hardwareressourcen umgeht und in ihrer Nutzung energiesparsam ist. Aufgrund geringerer Leistungsanforderungen kann die Hardware länger genutzt werden“ (UBA 2020: 8). Anforderungen wie Abwärtskompatibilität, Nutzungsautonomie, offene Schnittstellen, Modularität, Werbefreiheit usw. (UBA 2020: 13ff), die für die Vergabe dieses Umweltsiegels relevant sind, stellen zugleich eine Orientierung für energie- und ressourcenschonende Softwareentwicklung dar (siehe den Beitrag *Der Blaue Engel für Software – Ein Konzept für umweltverträgliche und transparente Software* von Anna Zagorski in diesem Heft). Um solche Methoden bereits in der Ausbildung von Softwareentwickler:innen zu verankern, fördern BMUV und UBA Projekte zur Erarbeitung eines Curriculum Grünes Coden sowie ein unterstützendes Netzwerk (UBA 2020: 8). Auch in der Informatikausbildung an der Hochschule Bremerhaven legen wir Wert darauf, vom ersten Semester und den ersten Codezeilen an, schlanke und ressourcenschonende Programmiermethoden zu vermitteln (siehe Radfelder/Vosseberg 2023 und den Beitrag *Nachhaltige IT-Infrastrukturen – Ansätze für ressourcenbewusste Softwareentwicklung: SSH & Vim & VSCodium* in diesem Heft).

In dem vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz geförderten Projekt ECO:DIGIT werden Messmethoden zur Umweltbilanzierung von Cloud-Plattformen entwickelt, die den Ressourcenverbrauch auf Prozessebene erfassen und mit physischen Verbrauchsdaten durch Sensoren an der Hardware korrelieren (siehe den Beitrag *Measure what you manage – Transparenter Energieverbrauch von Cloud-Infrastruktur* in diesem Heft FK 1/25).

Das Messen des Ressourcenverbrauchs von Prozessen und Algorithmen, die Suche nach effizienteren Alternativen, das Verwenden sparsamer Datenformate, die Begrenzung der gespeicherten Datenmenge, des Datenzugriffs und der Speicherdauer auf das für den jeweiligen Zweck Nötigste, die standardmäßige Komprimierung von Datenströmen sowie die Fähigkeit, Designentscheidungen auch im Hinblick auf Nachhaltigkeit der Software zu begründen, sind Grundkompetenzen, die aus unserer Sicht in einem Green-Coding-Curriculum enthalten sein sollten.

Hardware – reduce, refurbish, repair

Verschiedene umweltpolitische Ansätze zielen auf die Nachhaltigkeit von Hardware. Ein solcher Ansatz ist die im April 2024 verab-

schiedete Europäische Richtlinie zum Recht auf Reparatur (siehe Europäisches Parlament 2024). Dieses Recht auf Reparatur „unterstützt unabhängige Reparaturen und verbessert den Zugang der Verbraucher:innen zu erschwinglichen Reparaturmöglichkeiten, indem es Regeln für angemessene Preise für Originalteile einführt und Softwarepraktiken verbietet, die eine unabhängige Reparatur und die Verwendung kompatibler und wiederverwendeter Ersatzteile verhindern“, wie es auf der Seite des Right-to-repair-Netzwerks (Right to repair 2024) heißt. Allerdings bedauert das Netzwerk, dass diese Richtlinie nur für bestimmte Produkte gilt, und fordert „eine umfassendere Gesetzgebung zum Recht auf Reparatur, die in der nächsten Legislaturperiode mehr Produktkategorien abdeckt“ (Right to repair 2024).

Auch die Anforderungen des oben bereits erwähnten Umweltzeichens *Blauer Engel*, dass entsprechend zertifizierte Software „schonend mit Hardware-Ressourcen umgeht (...) und auf älterer Hardware lauffähig und langfristig updatefähig ist“ (BMU 2020: 8), ermöglichen eine längere Nutzungsdauer von Hardware.

Einen Hardware-bezogenen *Blauen Engel* gibt es in der Kategorie Computer, Tastaturen und Mäuse. Zu den Vergabekriterien gehören beispielsweise lange Garantiezeiten, Erweiterbarkeit, Reparierbarkeit, sichere Datenlöschung, hochwertige Akkus sowie recyclinggerechte Konstruktion und Werkstoffwahl (Blauer Engel 2024: 5). Zusätzlich zu ökologischen Anforderungen sind seit Juli 2024 in die Vergabekriterien für diese Kategorie auch soziale Aspekte aufgenommen worden wie die „Anforderung an Sorgfaltspflichten von Unternehmen bei der Rohstoffgewinnung sowie eine Unterstützung von vor-Ort-Initiativen zum verantwortungsvollen Bergbau. Darüber hinaus wurden auch Kriterien an die soziale Nachhaltigkeit in der Fertigung aufgenommen“ (Blauer Engel 2024: 6).

Wie entsprechende ökologisch und sozial verträgliche Wirtschaftskreisläufe mit Hilfe von Informationstechnik unterstützt werden können, ist Thema der FlfF-AG *Faire Computer* (siehe den Aufruf zur Mitarbeit in dieser AG in diesem Heft).

Ganz aktuell ist zur Reduktion von Elektroschrott am 28. Dezember 2024 der USB-C-Ladeanschluss als einheitlicher Standard für alle elektronischen Kleingeräte eingeführt worden; ab Frühjahr 2026 gilt das auch für Laptops (BuReg 2024). Die Standardisierung auch von Hardware-bezogenen Schnittstellen ist ein guter Ansatz zur Wiederverwendbarkeit von Komponenten elektronischer Geräte.

Eine längere Nutzungsdauer von Hardware wird natürlich auch durch den Einsatz wiederaufbereiteter (refurbished) Gebrauchtgeräte erreicht. Ein Beispiel dafür haben wir in Erb, Radfelder, Vosseberg 2020 beschrieben: Unser Informatiklabor an der HS Bremerhaven staten wir nicht mit jeweils modernster Hardware aus, die schnell veraltet und erneuert werden muss. Sondern wir gehen vom Prinzip *Bring your own device* aus und stellen bei Bedarf generalüberholte Notebooks mit ressourcensparenden Linux-Betriebssystemen und einer Basis-Ausstattung von Open-Source-Software zum Ausleihen zur Verfügung. Wir empfehlen entsprechend ausgestattete refurbished Notebooks den Studierenden zu Beginn des Studiums. Ein anderes Beispiel findet sich bei Greenpeace Deutschland, wo derzeit alle Mitarbeitenden mit refurbished Hardware ausgestattet werden (mehr dazu siehe in

den Greenpeace-Beiträgen von Jonathan Niesel sowie von Markus Zimmer und Karen Paul in diesem Heft).

Nachhaltigkeit und Open Source

Neben der Nachhaltigkeit von Software und Hardware gehört zur Nachhaltigkeit von IT-Systemen zudem deren nachhaltige, datenschutzgerechte und sozialverträgliche Nutzbarkeit angesichts von sich möglicherweise ändernden Lizenzbedingungen und gesetzlichen Regelungen. Vielversprechender als proprietäre Systeme sind diesbezüglich Systeme, die unter Open-Source-Lizenzen nutzbar sind. Im Unterschied zu proprietären Systemen, die den Nutzenden aufgrund von Lock-in-Effekten ihre Lizenzpolitik und Preisgestaltung quasi aufzwingen können, ermöglichen Open-Source-Systeme mit der Offenlegung des Quellcodes und der Programmierschnittstellen mehr Flexibilität, Austauschbarkeit, Anpassbarkeit und Aktualisierbarkeit von Systemen und damit grundsätzlich eine längere Lebensdauer.

Diese Transparenz von Softwareprodukten wird auch in den Vergabekriterien des *Blauen Engel* für ressourcen- und energieeffiziente Softwareprodukte gefordert:

Zur Erweiterung des Softwareproduktes um zusätzliche Funktionalitäten müssen die Anwendungs-Programmier-Schnittstellen (APIs) klar dokumentiert sein. Die APIs sollen offenen Standards entsprechen. Im Sinne einer langfristigeren bzw. umfangreicheren Nutzung soll idealerweise außerdem der Quellcode ganz oder teilweise offengelegt werden, spätestens wenn das Produkt nicht weiterentwickelt wird, sowie die Erlaubnis dazu erteilt werden, das Produkt zu verändern (UBA 2020: 14).

Zur Nutzungsautonomie heißt es dort:

„Ein Softwareprodukt soll die Autonomie des Nutzenden im Umgang mit dem Produkt nicht einschränken, und es soll keine Abhängigkeit schaffen“ (UBA 2020: 14).

Auch diese Anforderung wird am ehesten durch Software erfüllt, die unter freien Lizenzen genutzt werden kann und deren Quellcode und Schnittstellen transparent zugänglich sind. Zudem ermöglicht die Nutzung von Open-Source-Software in IT-Infrastrukturen, dass die Anbieter von digitalen Diensten die Digitale Souveränität über nutzungsbezogene Daten behalten. So haben z.B. öffentliche Institutionen, die solche Infrastrukturen betreiben, die Hoheit über die Verwaltung der Nutzungsdaten und können das informationelle Selbstbestimmungsrecht der Nutzenden garantieren (siehe Erb, Vosseberg, Radfelder 2024; mehr dazu findet sich im Beitrag *Sichere, souveräne und nachhaltige IT-Umgebungen* in diesem Heft FK 1/25).

Einsatz von Open Data und Open Source für Nachhaltigkeitszwecke

Die United Nations sehen in Open-Source-Technologien sogar ein enormes Potenzial zur Erreichung der UN-Nachhaltigkeitsziele:



Blick von unserem „Speisezimmer“ auf das Bürgermeister-Smidt-Denkmal: Der Bremer Bürgermeister Johann Smidt (1773-1857) war der Gründer des „Bremer Havens“

The term Open Source applies beyond software and includes openly licensed content, data, standards and AI models that allow access for anyone to view, use and adapt them. These open solutions reinforce one another, creating increasingly open and accessible systems that have enormous capacity to advance the Sustainable Development Goals and ensure the benefits of increased internet connectivity can be fully and equitably realised. (UN-Office of the Secretary-General's Envoy on Technology 2024).

Hier geht es um Effekte, die mit *Green by IT* bezeichnet werden können, also um den Einsatz von Open Data und Open-Source-Systemen für Nachhaltigkeitszwecke. Open Data können sowohl hinsichtlich ihrer Nutzungsdauer als auch hinsichtlich ihres Nutzungszwecks nachhaltig sein. So werden z. B. in dem MO-SAiC-Polarforschungsprojekt des Alfred-Wegener-Instituts Forschungsdaten, die bei der Polarexpedition gewonnen wurden, als Open Data für die internationale Klimaforschung zur Verfügung gestellt (siehe den Beitrag *Nachhaltige Bereitstellung von Forschungsdaten am Beispiel der Polarforschung* von Stephan Frickenhaus in diesem Heft FK 1/25). Um Datenbestände von Wissenschaft und Forschung systematisch zu erschließen, nachhaltig zugänglich zu machen und (inter-)national zu vernetzen, wurde 2020 die nationale Forschungsdateninfrastruktur (<https://www.nfdi.de>) gegründet.

Die mit offenen, freien Software- und Hardware-Sourcen realisierte Umweltsensorstation des IfF-Projektes *Citizen Sensing / Citizen Science* ist ein weiteres Beispiel für Open Data, die der Öffentlichkeit für umweltbezogene Zwecke zur Verfügung gestellt werden (siehe den Beitrag *Citizen Science – Citizen Sensing by IfF* in diesem Heft). Dieses Projekt setzt nicht nur auf Open-Source-Software sondern auch auf Open-Source-Hardware. Die Zusammenhänge von Software-Lizenzen und Hardware-Nutzung werden in dem Beitrag *Mikrokontroller-Programmierung mit Open-Source-Software* an einem praktischen Beispiel verdeutlicht. Ebenso wie das IfF-Projekt *Citizen Sensing* ist auch das DLR-Projekt SUMO zur Verkehrssimulation ein Beispiel für Green by Open Source IT (siehe den Beitrag *Entwicklung nachhaltiger Verkehrsstrategien mit der Open-Source-Verkehrssimulation SUMO* in diesem Heft FK 1/25).

Ausblick

Open-Source-Entwicklung führt bisher leider nicht zwangsläufig zu ressourcensparsamem Programmieren. Um dies zu erreichen, müssten Ressourcensparsamkeit und effizienter Code als Grundanforderungen in jedem Open-Source-Projekt gelten (siehe auch Umweltdialog 2023). Green-Coding-Kompetenzen sollten daher nicht nur Bestandteil jeder Programmierausbildung sein, sondern auch in der Open-Source-Entwicklung verankert werden.

Green Coding und Open-Source-Software ergänzen sich gut im Hinblick auf ökologische und soziale Nachhaltigkeit. Sie stellen nicht nur ein Potenzial dar, ressourceneffiziente Software zu entwickeln, sondern sie können auch für Nachhaltigkeitsziele eingesetzt werden, und es können damit digital souveräne, datenschutzgerechte, gemeinwohlorientierte Alternativen zu proprietären und monopolistischen IT-Infrastrukturen geschaffen werden.

Es ist erfreulich, dass die Vorteile von Open-Source-Systemen inzwischen auch in der Politik erkannt werden. Es bleibt zu hoffen, dass in der Konsequenz vermehrt gemeinwohlorientierte Open-Source-Projekte und digitale Infrastrukturen von der öffentlichen Hand unterstützt und Wege gefunden werden, den Einfluss marktbeherrschender Tech-Unternehmen mit ihren intransparenten Praktiken zu begrenzen.

Maßnahmen zum sparsamen Umgang mit Ressourcen bringen allerdings nicht viel, wenn sie nur auf nationaler Ebene umgesetzt werden. Rebound-Effekte führen dann dazu, dass die weniger nachgefragten und dadurch billiger werdenden Ressourcen von anderen Ländern in entsprechend höherem Maße verbraucht werden. Um diese Problematik im globalen Kontext zu betrach-

ten und aus makroökonomischer Perspektive auf die Frage einzugehen, wie wir mit weniger fossilen Energien auskommen und die Ressourcen sozial und global gerecht verteilen können, hatten wir die Ökonomin Friederike Spiecker zur Paneldiskussion bei der FlFF-Konferenz 2025 eingeladen. In ihrem Beitrag *Ökonomie und Politik im Zeichen von Nachhaltigkeit?* in diesem Heft FK 1/25 erörtert sie auch für Nicht-Ökonom:innen verständlich „die ökonomischen und politischen Zusammenhänge, die bislang verhindern, dass das, was ökologisch und sozial geboten und heute bereits umsetzbar wäre, auch im erforderlichen Umfang geschieht“. Als weiterer Teilnehmer der Paneldiskussion hat Jürgen Scheffran seine friedenspolitische Sicht eingebracht. Er stellt dar, inwiefern die für das Erreichen der Nachhaltigkeitsziele erforderliche globale Zusammenarbeit leider angesichts weltweiter Konflikte und Krisen erschwert wird (siehe seinen Beitrag *Triggerpunkte zwischen Krise und Transformation: Technische und soziale Innovationen als Beitrag zum nachhaltigen Frieden* in diesem Heft FK 1/25). Globale Zusammenarbeit bei der gerechten Ressourcenverteilung ist dringend geboten, gerade auch, um das durch die Begrenztheit von Ressourcen entstehende Konfliktpotenzial zu reduzieren und gemeinsame Lösungen zu entwickeln.

Die Ressourcenverschwendung von Kriegen wurde – neben Kritik an der engen Verflechtung von Informatik mit Militär und Krieg – in der FlFF-AG *Cyberpeace* diskutiert; dort wurde gefordert, Friedensfähigkeit statt Kriegstüchtigkeit herzustellen (siehe den Beitrag *Cyberpeace – Für Frieden, Freiheit und eine lebenswerte Welt* in diesem Heft). Auch in dem in diesem Heft abgedruckten *Memorandum zum 40-jährigen Bestehen des FlFF* heißt es u. a., dass „bereits die Vorbereitung auf Krieg eine gigantische Verschwendung von Ressourcen und Energie für den Betrieb des Militärapparats (bedeutet) und verheerende Folgen

Ulrike Erb, Karin Vosseberg, Oliver Radfelder und Lars Fischer

Die vier Autor:innen haben im Oktober 2024 die FlFF-Jahrestagung in Bremerhaven veranstaltet. Ihr gemeinsames Interesse gilt Themen wie Nachhaltigkeit in der IT und Digitale Souveränität.

Ulrike Erb war bis März 2024 Informatik-Professorin an der Hochschule Bremerhaven. Sie ist Gründungsmitglied des FlFF und engagiert sich zudem in der Fachgruppe *Frauen und Informatik* der Gesellschaft für Informatik.

Homepage: <https://informatik.hs-bremerhaven.de/uerb/>

Karin Vosseberg lehrt in den Informatik-Studiengängen an der Hochschule Bremerhaven. Ihr Schwerpunkt ist die Qualität von Software. Sie engagiert sich sowohl im FlFF als auch in der Fachgruppe *Frauen und Informatik* der Gesellschaft für Informatik.

Homepage: <https://informatik.hs-bremerhaven.de/kvosseberg/>

Oliver Radfelder lehrt in den Informatik-Studiengängen an der Hochschule Bremerhaven. Sein Schwerpunkt liegt in der Vermittlung des Wertes von freier Software als Instrument zur Wissensvermittlung und -aneignung.

Homepage: <https://informatik.hs-bremerhaven.de/oradfelder>

Lars Fischer lehrt in den Informatik-Studiengängen an der Hochschule Bremerhaven. Im Bereich der IT-Sicherheit befasst er sich mit Identität, Authentizität und der Absicherung von digitaler Infrastruktur.

Homepage: <https://informatik.hs-bremerhaven.de/lafischer>

für Umwelt und Klima (hat). Das Gebot der Stunde sind Waffenstillstand, Frieden und Abrüstung, nicht Krieg.“

Die Aufzeichnungen der Vorträge werden auf der Konferenz-Webseite 2024.fiffkon.de verlinkt.

Referenzen

- Blauer Engel (2024) Computer, Tastaturen und Mäuse – DE-UZ 78: Vergabekriterien, Ausgabe Juli 2024, Version 1.
<https://produktinfo.blauer-engel.de/uploads/criteriafile/de/DE-UZ%20078-202411-de%20Kriterien-V1.pdf>
- BMU (2020) Umweltpolitische Digitalagenda.
https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Digitalisierung/digitalagenda_bf.pdf
- BuReg (2024) EU-einheitliches Ladekabel kommt. <https://www.bundesregierung.de/breg-de/schwerpunkte-der-bundesregierung/nachhaltigkeitspolitik/einheitliches-ladekabel-2137658>
- Community Nachhaltige Digitalisierung (2024) Green Coding. Booklet zur Workshopreihe; herausgegeben vom BMUV, Berlin.
https://www.bmuv.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Digitalisierung/das_green_coding_booklet_bf.pdf
- Erb U, Radfelder O, Vosseberg K (2020) Digitale Nachhaltigkeit von Lehr- und Lernkulturen der Informatik. Fiff-Kommunikation 3/2020: 54-58
<https://www.fiff.de/publikationen/fiff-kommunikation/fk-2020/fk-2020-3/fk-2020-3-content/fk-3-20-p54.pdf>
- Erb U, Vosseberg K, Radfelder O (2024) Mit Open-Source-Software zu Digitaler Souveränität in IT Infrastrukturen. In: Klein M, Krupka D, Winter

- C, Gergeleit M, Martin L Hg. (2024) INFORMATIK 2024, Lecture Notes in Informatics (LNI), Gesellschaft für Informatik, Bonn, S. 727-732
<https://nextcloud.gi.de/s/F3Hp967QFP92XPq>)
- Europäisches Parlament (2024) Europäische Richtlinie zum Recht auf Reparatur (Right-to-repair-Richtlinie). EP-PE_TC1-COD(2023)0083.
https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TC1-COD-2023-0083_DE.pdf
- Radfelder O, Vosseberg K (2023) Nachhaltigkeit als Qualitätskriterium von Software – Den Blick auf ressourcen-sparsame Softwareentwicklung schärfen. In: Becker S, Gerth C Hg. (2023) SEUH 2023, Lecture Notes in Informatics (LNI), Gesellschaft für Informatik, Bonn, S. 67-75,
<https://dl.gi.de/server/api/core/bitstreams/0439150e-0efc-48a1-a30a-0e0f42376e7a/content>
- Right to repair (2024) Neue EU-Regeln sollen Reparaturen ausgewählter Produkte erschwinglicher machen; Aktivist:innen drängen auf ein umfassendes Recht auf Reparatur. <https://repair.eu/de/news/neue-eu-regeln-sollen-reparaturen-ausgewaehlter-produkte-erschwinglicher-machen-aktivistinnen-draengen-auf-ein-umfassendes-recht-auf-reparatur/>
- UBA (2020) BLAUER ENGEL – Das Umweltzeichen. Ressourcen- und energieeffiziente Softwareprodukte. DE-UZ 215. Vergabekriterien. Ausgabe Januar 2020. <https://produktinfo.blauer-engel.de/uploads/criteriafile/de/DE-UZ%20215-202001-de%20Kriterien-V4.pdf>
- Umweltdialog (2023) Open Source als wichtiger Hebel für mehr Nachhaltigkeit in der IT.
<https://www.umweltdialog.de/de/wirtschaft/digitalisierung/2023/Open-Source-als-wichtiger-Hebel-fuer-mehr-Nachhaltigkeit-in-der-IT.php>
- UN-Office of the Secretary-General's Envoy on Technology (2024) Konferenz-Website OSPOs for Good. <https://www.un.org/techenvoy/content/open-source-digital-transformation>

Stefan Hügel

Begrüßung

Lieber Herr Professor Papathanassis, liebe Mitglieder des Fiff, liebe Gäste,

im Namen des Fiff-Vorstands begrüße ich Sie und Euch herzlich zur Fiff-Konferenz 2024.

Wir stellen unsere diesjährige Fiff-Konferenz 2024 unter das Leitmotiv *Nachhaltigkeit in der IT: green coding – open source – green by IT*. Damit setzen wir unser Engagement für die Verbindung von IT und Ökologie fort, die wir bereits durch unsere Beteiligung an der Initiative *Bits & Bäume* in den Vordergrund unserer Aktivitäten rücken. Wir sind davon überzeugt, dass Umwelt- und Klimaschutz, in all ihren Varianten, eine existentielle Herausforderung für die Menschheit darstellen. Dazu muss auch die IT ihren Beitrag leisten – durch aktive Förderung umwelt- und klimapolitischer Initiativen und, im eigenen Hinterhof, durch ökologisch bewussten Umgang mit unseren Ressourcen, beispielsweise in Rechenzentren.

Leider scheinen die politischen Prioritäten derzeit andere zu sein: Verheerende Kriege, allen voran die Kriege in der Ukraine und im Nahen Osten, haben zu einer neuen Akzeptanz des Militärischen und damit verbundener Rüstung geführt – die neben ihrer prinzipiell menschenfeindlichen Ausrichtung auch Aus-

wirkungen auf Klima und Natur haben. Angesichts des zigttausendfachen menschlichen Leids in diesen Konflikten ist es nicht mehr möglich, sich aus den Diskussionen herauszuhalten und zu schweigen. Doch wir wissen auch, welcher großen historischen Verantwortung gerade wir Deutschen bei diesen Konflikten gerecht werden müssen.

Manche wollen gleichzeitig die Verantwortung für gesellschaftliche Fehlentwicklungen auf Menschen abwälzen, die bei uns Schutz suchen, vor Kriegen, politischer Verfolgung, Umwelteinflüssen – und damit nicht zuletzt vor den Auswirkungen unserer eigenen klimafeindlichen und militarisierten Außenpolitik. Die nominell sozialdemokratisch-liberal-ökologischen (und einst auch pazifistischen) Parteien, die unsere Bundesregierung bilden, lassen sich von Konservativen und Rechtspopulisten vor sich hertreiben und betreiben in diesen Fragen eine verstörende Politik.

Trotzdem erhält der Rechtsextremismus wieder Zulauf. Dabei ist besonders erschreckend, dass in einigen Bereichen die Jugend ihr zweifellos bestehendes Recht auf Protest gegen die herrschenden Verhältnisse ausgerechnet durch Unterstützung rechtsextremer Parteien ausübt – nachdem erst vor Kurzem noch die Bewegung *Fridays for Future* mit ihrer zentralen Figur

Greta Thunberg und der kompromisslosen Forderung nach Klimaschutz die Szene bestimmte. Gehört also jetzt dem Rechtsextremismus die politische Zukunft? Nein! Nein! Nein! Doch was ist zu tun? Verbot der den Rechtsextremismus tragenden Parteien? Bei der Diskussion darüber ist vieles zu bedenken: Reicht ein Organisationsverbot von Parteien aus, wenn die sie tragenden Ideen weiterschweben? Letztlich entscheidet nur das Bundesverfassungsgericht auf Basis rechtlicher Abwägung, welche Parteien und welche politischen Ideen als rechtsextrem im Sinne von verfassungsfeindlich einzustufen sind – und welche vielleicht schwer erträglich sind, aber als politische Meinung akzeptiert werden müssen.

Welche Risiken birgt eine Klage vor dem Bundesverfassungsgericht – und dessen mögliche Entscheidung für ein Parteienverbot – für die weitere Entwicklung rechtspopulistischer Parteien und für die Demokratie an sich? Der Rechtsextremismus muss auf jeden Fall politisch bekämpft werden: Mögliche juristische Maßnahmen müssen sorgfältig bedacht werden, taugen aber sicher nicht als Alibi für eine mangelhafte politische Auseinandersetzung.

Zurück zum Thema der Konferenz: Wir wollen uns an diesem Wochenende mit der Frage auseinandersetzen, wie wir IT ressourcenschonend betreiben können. Ich zitiere aus der Ankündigung: „Ein Einsparen von Hardwareressourcen gelingt am besten durch ressourcen- und energieeffiziente Softwareprodukte, also durch ‚Software, die schonend mit Hardware-Ressourcen umgeht, energiesparsam und auf älterer Hardware lauffähig und langfristig updatefähig ist.‘“

Und weiter: „Wie kann Software so programmiert werden, dass sie sparsam mit Software- und Hardwareressourcen umgeht? Wie kann das Handwerkszeug für das sogenannte ‚Grüne Coden‘ bereits in der Programmierausbildung vermittelt wer-

den? Wie können digitale Infrastrukturen nachhaltig gestaltet werden? Welche Rolle kann dabei Open-Source-Software spielen, die sich ja durch Transparenz, Anpassbarkeit und Austauschbarkeit auszeichnet?

Die ökologischen und sozialen Folgen der Rohstoffgewinnung für digitale elektronische Geräte stellen ein weiteres Problem der Digitalisierung dar. Um den Bedarf an neuen Geräten und Komponenten zu reduzieren, werden daher in immer mehr Bereichen Richtlinien für Reparierbarkeit, Wiederverwertbarkeit, modulares Design u.ä. eingeführt. Wie können repair-, share-, reuse-, refurbish-Ansätze bei Gestaltung und Nutzung digitaler Geräte etabliert werden?“

Dazu kommen der Rückblick auf unsere Aktivitäten des vergangenen Jahres und die Verleihung des Weizenbaum-Studienpreises, für die wir wieder hervorragende und für unsere Arbeit höchst relevante Arbeiten auswählen konnten. Besonders freue ich mich darauf, das 40-jährige Bestehen des FlfF zu feiern – 40 Jahre, in denen wir uns einen kritischen Blick auf die Informatik bewahrt und sie in politischen Fragen und Fragen der beruflichen Verantwortung begleitet haben. Gerne weise ich hier auf unsere Ausgabe 2/2024 der FlfF-Kommunikation hin, die es sicherlich lohnt, einmal durchzublättern. Doch auch frühere Jubiläumsausgaben sind lesenswert, auch der Blick zurück in die Ausgabe 4/2014 zum 30-jährigen Jubiläum lohnt sich.

Im Namen des Organisationskomitees und des FlfF-Vorstands wünsche ich Euch und Ihnen eine bereichernde Konferenz, gute Vorträge und Gespräche sowie viele neue Erkenntnisse und Einsichten. Besonders danke ich dem Organisationsteam hier in Bremerhaven und allen, die diese FlfF-Konferenz 2024 möglich gemacht haben.

Herzlichen Dank.

Anna Zagorski

Der Blaue Engel für Software – Ein Konzept für umweltverträgliche und transparente Software

In der heutigen, hochgradig vernetzten Welt sind Software und Hardware untrennbar miteinander verbunden. Software steuert die Funktionsweise von Hardware-Komponenten, weshalb bei der Analyse der Umweltwirkungen der Informationstechnologie (IT) zunehmend auch die Software in den Fokus rückt. Ein zentraler Aspekt ist die softwarebedingte Obsoleszenz, die dazu führt, dass funktionsfähige Geräte vorzeitig ersetzt werden müssen, was eine erhebliche Zunahme von Elektroschrott zur Folge hat. Im Jahr 2019 lag die durchschnittliche Menge an Elektroschrott pro Person in Deutschland bei etwa 10 kg (Umweltbundesamt, 2022). Ein maßgeblicher Faktor für softwarebedingte Obsoleszenz ist das Fehlen von Updates, wodurch ältere Systeme entweder unbrauchbar werden oder erhebliche Sicherheitsrisiken bergen. Zudem steigen die Hardwareanforderungen durch Software kontinuierlich an, was unter dem Begriff *Softwarebloat* bekannt ist. Ein prominentes Beispiel hierfür ist das Betriebssystem

Windows, dessen sukzessive Versionen zunehmend höhere Anforderungen an die Hardware stellen. Abbildung 1 illustriert diesen Anstieg der Hardwareanforderungen über verschiedene Windows-Versionen hinweg. Besonders kritisch ist die für Oktober 2025 angekündigte Einstellung der Updates für Windows 10, da hierdurch erneut große Mengen an Elektroschrott zu erwarten sind. Viele ältere Notebooks und Computer werden den steigenden Hardwareanforderungen nicht mehr genügen und daher außer Betrieb genommen.

Insbesondere im Bereich mobiler Anwendungen hat die Integration von Werbung stark zugenommen, was zu einem erhöhten Datenverbrauch und damit verbundenen Umweltwirkungen sowie einem gesteigerten Ressourcenverbrauch führt. Diese Aspekte haben erhebliche ökologische und ökonomische Konsequenzen und erfordern nachhaltige Lösungsansätze.

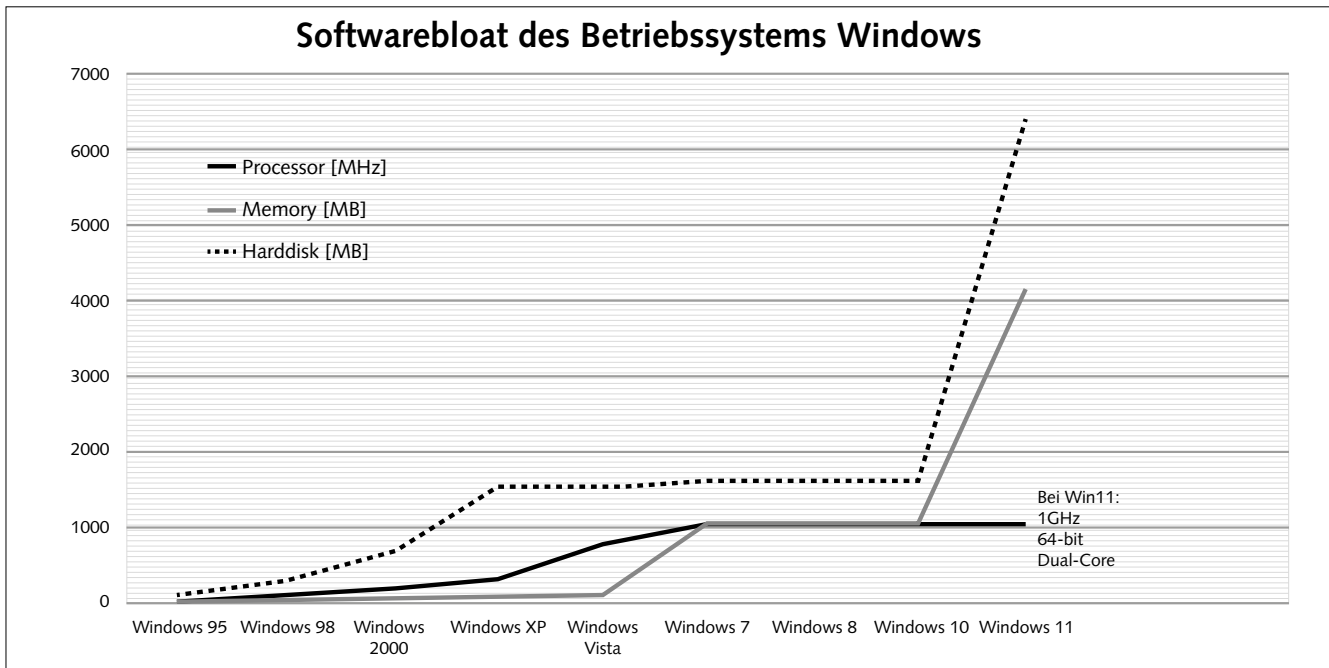


Abbildung 1: Softwarebloat des Betriebssystems Windows (eigene Darstellung nach wikipedia.org/software_bloat)

Bisher wurde bei der Bewertung der Umweltwirkungen von Informationstechnologien vornehmlich die Hardware berücksichtigt, während eine systematische Betrachtung von Software hinsichtlich ihres Energieverbrauchs und ihrer Hardwareanforderungen weitgehend ausblieb. Um dieser Forschungslücke zu begegnen, wurde mit dem Umweltzeichen *Blauer Engel für Software* erstmals ein umfassender Bewertungsansatz für die ökologischen Auswirkungen von Software eingeführt. Das Umweltbundesamt hat damit erstmalig die Umweltrelevanz von Software adressiert, indem es deren Energie- und Ressourcenverbrauch quantifizierbar gemacht und zentrale Merkmale für eine umweltfreundliche Software identifiziert hat. Ziel des Labels ist es, nicht nur Aspekte der Energieeffizienz zu berücksichtigen, sondern ein multikriterielles Umweltzeichen zu etablieren. Neben Energieverbrauch und Hardwareanforderungen werden weitere Kriterien wie die Nutzerautonomie berücksichtigt, die softwarebedingte Obsoleszenz vermeiden sollen.

Die Vergabekriterien des Blauen Engels für ressourcen- und energieeffiziente Software

Die drei zentralen Bewertungskriterien des Blauen Engels für nachhaltige Software werden im Folgenden beschrieben und können den Vergabekriterien des Blauen Engels für ressourcen- und energieeffiziente Softwareprodukte entnommen werden (Blauer Engel, o. D.).

1. Ressourcen- und Energieeffizienz

Softwareanbieter müssen den Energieverbrauch sowie die Inanspruchnahme von Hardware bei der Ausführung eines standardisierten Nutzungsszenarios offenlegen. Hierzu werden typische Nutzerinteraktionen über einen definierten Zeitraum mittels Emulationstools aufgezeichnet, mehrfach abgespielt und anschließend analysiert. Dabei werden insbesondere der CPU- und

Speicherverbrauch erfasst, um die Effizienz der Software hinsichtlich ihrer Ressourcennutzung zu bewerten.

2. Potenzielle Hardware-Lebensdauer

Zur Vermeidung softwarebedingter Obsoleszenz muss die Software auf Hardware-Systemen lauffähig sein, die mindestens fünf Jahre vor Antragsstellung auf den Markt gebracht wurden. Dadurch soll sichergestellt werden, dass ältere, funktionstüchtige Geräte weiterhin genutzt werden können und nicht aufgrund gestiegener Softwareanforderungen vorzeitig ersetzt werden müssen. Diese Anforderung gilt für die jeweilige Computerplattform, sei es ein PC, Smartphone oder Server.

3. Nutzerautonomie

Sicherheitsupdates: Hersteller müssen Sicherheitsupdates für einen Zeitraum von mindestens fünf Jahren gewährleisten, um die langfristige Nutzbarkeit und Sicherheit der Software zu gewährleisten.

Werbefreiheit: Insbesondere im Bereich mobiler Anwendungen ist die Werbefreiheit von hoher Relevanz. Software, die mit dem Umweltzeichen ausgezeichnet wird, darf keine Werbung enthalten, mit Ausnahme von Hinweisen auf weiterführende Versionen oder andere Produkte desselben Herstellers.

Vermeidung von Tracking: Softwareprodukte dürfen im Default-Zustand keine Tracking-Funktionen beinhalten, Softwarehersteller dürfen standardmäßig keine Tracking-Funktionen implementieren.

Offenlegung Datenformate: Die durch das Softwareprodukt erzeugten Daten sollen auch mit anderen Softwareprodukten weiter verarbeitbar sein, und es darf nicht zu einer Abhängigkeit von einzelnen Softwareherstellern kommen (*Vendor Lock-in*).

Transparenz des Softwareproduktes: Zur Erweiterung des Softwareproduktes um zusätzliche Funktionalitäten müssen (APIs) klar dokumentiert sein. Die APIs sollen offenen Standards entsprechen. Folgende Angaben müssen gemacht werden:

- Schnittstellendokumentation
- Nennung der Lizenz, unter der das Softwareprodukt vertrieben wird und der Rechte, die die Lizenz einräumt
- Teilweise dokumentierter Quellcode
- Was geschieht mit Softwareprodukt nach Supportende?

Dokumentation des Softwareproduktes: Folgendes muss für die Beantragung des *Blauen Engels Software* dokumentiert werden:

- Minimale Systemvoraussetzungen
- Dokumentation des Messsystems
- Messergebnisse im Leerlaufzustand
- Messergebnisse bei der Nutzung
- Kalenderjahr und Daten zur Abwärtskompatibilität
- Dokumentation der Datenformate
- Schnittstellendokumentation, ggf. Softwarequelle, Softwarelizenzen
- Hinweise auf Softwareupdates
- Beschreibung der Deinstallation
- Angaben zur Modularität und über Informationen zur Reduzierung von Ressourceninanspruchnahme
- Benennung der zulässigen Tracking-Funktionen

Deinstallierbarkeit: Ein Softwareprodukt muss am Ende seiner Nutzungsdauer rückstandsfrei von der Computer-Plattform entfernt werden können und darf keine unnötigen Datenspuren hinterlassen.

Modularität: Es ist anzustreben, Softwareprodukte modular zu gestalten, d.h. eine Basisfunktionalität anzubieten, die bei Bedarf durch die Installation weiterer Module ergänzt werden kann.

Anforderungen an Weiterentwicklung und Updates des Produktes

Bei Änderung des Produktes (bspw. durch Updates) während der Vertragslaufzeit zur Nutzung des Umweltzeichens ist sicherzustellen, dass alle Kriterien dieses Vergabedokuments weiterhin eingehalten werden. Insbesondere dürfen Änderungen am Softwareprodukt nicht dazu führen, dass die Hardware zur weiteren Nutzung der Software ausgetauscht werden muss.

Bei Änderungen ist weiterhin eine erneute Messung der Energieverbräuche notwendig. Die Energieverbräuche der neuen Messungen dürfen dabei nicht mehr als 10 % höher sein als zum Antragszeitpunkt. Die Gewährleistung der Abwärtskompatibilität muss weiterhin gegeben sein und eine Aktualisierung der Dokumentation des Softwareproduktes muss erneut abgegeben werden. Bei Änderung des Standardnutzungsszenarios/Messmethode ist ebenfalls eine erneute Dokumentation einzureichen (Blauer Engel, o. D.).

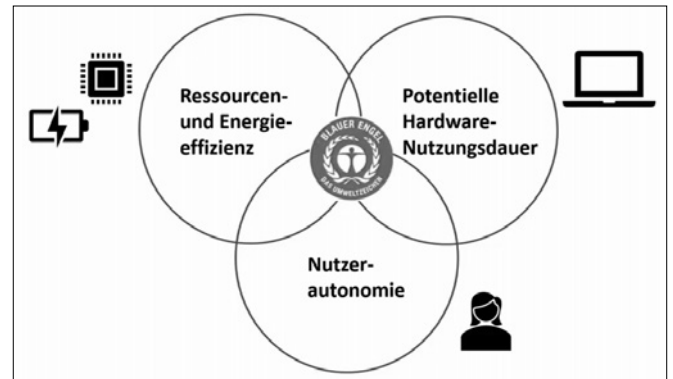


Abbildung 2: Die drei Kernkriterien des Blauen Engels für Software – Ressourcen- und Energieeffizienz, potentielle Hardwarenutzungsdauer und Nutzungsautonomie (eigene Darstellung)

Erweiterung des Geltungsbereichs des Umweltzeichens *Blauer Engel* für ressourcen- und energieeffiziente Softwareprodukte

Im Jahr 2024 wurde der Geltungsbereich des Umweltzeichens *Blauer Engel für Software* erweitert. Während die ursprüngliche Einführung im Jahr 2021 auf Desktop-Software beschränkt war, wurde im Rahmen eines Forschungsprojekts – durchgeführt in Kooperation mit dem Umwelt-Campus Birkenfeld, dem Öko-Institut e. V. sowie einem interdisziplinären Expertengremium aus Softwareentwicklerinnen und Wissenschaftlerinnen – eine Erweiterung des Anwendungsbereichs erarbeitet. Ziel dieser Anpassung war es, die Verbreitung des Umweltzeichens zu fördern und dessen praktische Anwendbarkeit zu erhöhen. Im Zuge dieses Forschungsprojekts wurden insbesondere folgende Aspekte überarbeitet:

Erweiterung des Geltungsbereichs: Die bestehende Kategorie *Desktop-Software* wurde um *Mobile Apps* und *Client-Server-Anwendungen* ergänzt, wodurch ein breiteres Spektrum von Softwareprodukten berücksichtigt wird.

Flexibilisierung der Messmethoden und -systeme: Aufgrund der Heterogenität verschiedener Softwaretypen wird keine starre Messmethodik vorgeschrieben. Stattdessen wurden Qualitätsanforderungen für die Messdurchführung und -infrastruktur definiert, die im Anhang A der Vergabekriterien des Blauen Engels festgehalten sind. Die Messungen müssen automatisiert, reproduzierbar, repräsentativ, nachvollziehbar und zwischen verschiedenen Softwareversionen vergleichbar sein. Bei Client-Server-Anwendungen sind Server und Client getrennt zu analysieren. Ein direkter Vergleich verschiedener Softwareprodukte hinsichtlich ihres Energieverbrauchs und ihrer Hardwareanforderungen ist jedoch nicht vorgesehen, da selbst ähnliche Softwarelösungen, wie beispielsweise Textverarbeitungsprogramme, in ihren Funktionalitäten variieren. Dennoch wird eine hohe Transparenz bezüglich der Energie- und Hardwareinanspruchnahme gefordert. Zudem darf der Energieverbrauch eines Softwareprodukts über die fünfjährige Zeichennutzungsdauer hinweg durch funktionale Erweiterungen um höchstens 10 % steigen.

Stärkung der Rolle der Auditor:innen: Die Überprüfung der Messqualität sowie der Anträge auf das Umweltzeichen erfolgt durch unabhängige Auditor:innen, die vom Umweltbundesamt

benannt werden und welche auf der Blauer-Engel-Software-Webseite veröffentlicht sind (Blauer Engel, o.D.). Softwarehersteller sind verpflichtet, ein Standardnutzungsszenario zu definieren und entsprechende Messungen hinsichtlich Energieverbrauch und Hardwareanforderungen durchzuführen sowie weitere relevante Systemangaben bereitzustellen.

Spezifische Anforderungen für mobile Apps: Im Gegensatz zu anderen Softwareprodukten müssen Anbieter von mobilen Anwendungen Sicherheitsupdates lediglich für einen Zeitraum von drei Jahren bereitstellen. Diese verkürzte Frist trägt den schnelleren Innovationszyklen im Bereich mobiler Applikationen Rechnung.

Durch diese Anpassungen soll das Umweltzeichen *Blauer Engel für Software* eine breitere Anwendbarkeit finden und die nachhaltige Softwareentwicklung weiter fördern.



Abbildung 3: Der Geltungsbereich des Blauen Engels für Software – Desktop-Software, Apps für mobile Geräte und Client-Server-Software (aus: Hintergrundbericht Blauer Engel Software)

Prozess zur Beantragung des Umweltzeichens *Blauer Engel für Software*

Die Beantragung des *Blauen Engels für Software* erfordert zunächst die Erstellung eines Standardnutzungsszenarios (SUS). Dabei werden typische Nutzerinteraktionen innerhalb der betrachteten Software identifiziert und analysiert. Im ersten Schritt erfolgt die Auswahl der zentralen Anwendungsfälle, die Nutzer:innen in der Software ausführen. Anschließend werden jene Funktionalitäten ermittelt, die einen besonders hohen Energieverbrauch oder eine intensive Ressourcennutzung verursachen. Auf Basis dieser Erkenntnisse wird ein Flussdiagramm erstellt, das die einzelnen Nutzeraktionen strukturiert abbildet. Zur objektiven Analyse der Softwareeffizienz werden diese Aktionen anschließend mithilfe eines Automatisierungswerkzeugs emuliert.

Vor der Zertifizierung durch den Blauen Engel erfolgt eine unabhängige Überprüfung der Standardnutzungsszenarien durch Auditor:innen, die vom Umweltbundesamt benannt werden. Die Softwarehersteller sind verpflichtet, diese Szenarien selbst zu definieren und entsprechend zu dokumentieren. Darüber hinaus werden weitere entscheidende Parameter geprüft, darunter der Energieverbrauch, die Hardwareinanspruchnahme sowie die Einhaltung der Kriterien zur Nutzerautonomie. Die abschlie-

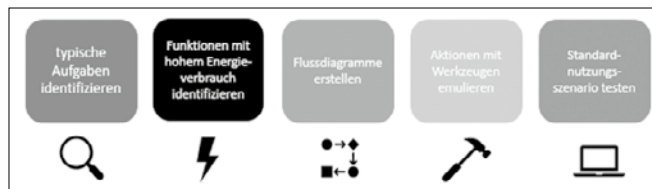


Abbildung 4: Vorgehensweise beim Erstellen eines Standardnutzungsszenarios (eigene Darstellung nach Bild aus dem KDE Eco Handbook, veröffentlicht unter einer CC BY-SA-4.0-Lizenz)

ßende Evaluierung erfolgt durch die RAL gGmbH, eine Tochtergesellschaft des RAL Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung.

Der Blauer Engel für Software als Leitlinie für die öffentliche Beschaffung

Das Umweltzeichen *Blauer Engel für Software* dient als Orientierungshilfe für eine nachhaltige öffentliche Beschaffung und soll insbesondere in Behörden, Universitäten und Hochschulen als Entscheidungskriterium etabliert werden. Bereits mehrere Softwareprodukte wurden mit dem Blauen Engel für ressourceneffiziente Software ausgezeichnet, darunter der PDF-Reader *Okular*, die Open-Source Kollaborationsplattform *Nextcloud* sowie das *Green Metrics Tool* – eine kostenlose Open-Source (FOSS) Tool-Suite zur Messung des Energie-/CO₂-Verbrauchs von Softwarearchitekturen. Die Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Beschaffung klimafreundlicher Leistungen (AVV Klima) verweist beispielsweise explizit auf Umweltzeichen wie den Blauen Engel als Grundlage für die nachhaltige Beschaffung von Softwareprodukten. Damit sollten auch zukünftig vorrangig diejenigen Softwareprodukte bei der öffentlichen Beschaffung bevorzugt ausgewählt werden, die mit dem Blauen Engel ausgezeichnet sind.

Referenzen

- Umweltbundesamt (2022) Elektroaltgeräte (Online: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/abfall-ressourcen/produktverantwortung-in-der-abfallwirtschaft/elektroaltgeraete#elektronikaltgerate-in-deutschland>, abgerufen am 12.02.2025)
- Blauer Engel (o. D.) Ressourcen- und energieeffiziente Softwareprodukte (Online: <https://www.blauer-engel.de/de/produktwelt/software>, abgerufen am 12.02.2025)
- Bundesregierung (2021) Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Beschaffung klimafreundlicher Leistungen (AVV Klima) (Online: https://www.verwaltungsvorschriften-im-internet.de/bsvvwbund_19102021_IB3.htm, abgerufen am 12.02.2025)

Anna Zagorski



Anna Zagorski ist Wissenschaftliche Mitarbeiterin für Green IT beim Umweltbundesamt, wo sie sich insbesondere mit der Einführung des Blauen Engels für Software befasst. Ihre weiteren Schwerpunkte sind nachhaltige Software, Green Coding, vernetzte Geräte und nachhaltige digitale Infrastrukturen.

Nachhaltige IT-Infrastrukturen

Ansätze für ressourcenbewusste Softwareentwicklung: SSH & Vim & VSCodium

Im Rahmen der FlfF-Konferenz 2024 haben wir, eine Studierendengruppe aus den Bachelorstudiengängen Informatik und Wirtschaftsinformatik der Hochschule Bremerhaven, im Workshop Ressourcenbewusste Softwareentwicklung: SSH & Vim & VSCodium unser Bachelor-Projekt vorgestellt, das sich mit der nachhaltigen Nutzung von IT-Ressourcen befasst. Ziel des Workshops war es, praktische Ansätze zur Ermittlung und Minimierung des Ressourcenverbrauchs in einer Testinfrastruktur aufzuzeigen und gemeinsam mit den Teilnehmenden zu erproben und zu diskutieren.

Hintergrund

In den Informatikstudiengängen in Bremerhaven werden Studierende von Beginn an in eine eigene *GNU/Linux*-Server-Infrastruktur eingeführt. Diese Infrastruktur ist über das Terminal und SSH für alle Studierenden zugänglich und bietet einen fertig konfigurierten sowie gemeinsam nutzbaren Unix-Workspace. Das Ziel besteht darin, eine offene, freie und niedragschwellige Arbeits- und Programmierumgebung für alle zu schaffen, die die folgenden Anforderungen erfüllt:

- Die Infrastruktur soll mit älteren oder kostengünstigen Geräten nutzbar sein, um Zugangshürden zu minimieren.
- Sie muss plattformunabhängig sein, da Studierende unterschiedliche Endgeräte und Betriebssysteme verwenden und niemandem ein spezifisches System vorgeschrieben werden soll.
- Zuverlässigkeit ist essenziell, insbesondere bei der Nutzung im Remote-Betrieb für die Lehre.
- *Open Source* soll die Freiheit in der Lehre unterstützen und praktische Hürden durch unübersichtliche Lizenzbedingungen vermeiden.
- Nachhaltigkeit spielt eine entscheidende Rolle, da der ökologische Fußabdruck von IT-Infrastrukturen reduziert werden soll und unsere Infrastruktur eine Vorbildfunktion einnehmen sollte.

Diese Anforderungen bilden die Grundlage für die Umsetzung ressourcenbewusster IT-Infrastrukturen, die sowohl für Bildungszwecke als auch für den praktischen Einsatz geeignet sind. Sie umfassen nicht nur technische, sondern auch soziale Aspekte. So erfordert die Gestaltung einer solchen Infrastruktur eine enge Zusammenarbeit zwischen Studierenden und Lehrenden, um sicherzustellen, dass alle Bedürfnisse berücksichtigt werden. Die Bereitstellung einer offenen Plattform fördert nicht nur die technische Bildung, sondern ermöglicht auch die Entwicklung kritischen Denkens im Umgang mit digitalen Ressourcen. Entscheidend ist, dass nachhaltige IT-Lösungen als praxisorientierte Lernobjekte dienen können, um technische Kompetenz mit ökologischer Verantwortung zu verbinden.

Das Bachelor-Projekt hat sich zum Ziel gesetzt, eine Testinfrastruktur auf den Ressourcenverbrauch in einem typischen Nut-

zungsszenario zu untersuchen und systematisch zu hinterfragen. Für diesen Zweck haben wir einen, der Informatik-Infrastruktur nachgebildeten, Remote-Workspace aufgebaut und führen automatisierte Tests durch, in denen ein vollständiger Entwicklungsprozess (Programmieren, Kompilieren, Testen, Deployment) simuliert wird.

Hier setzte der Workshop an, in dem die Teilnehmer:innen die Möglichkeit hatten, in einer Live-Demo und in praktischen Hands-On-Experimenten das Projekt-Setup zu erproben. Im Anschluss wurden die Zwischenergebnisse des Experimentier-Setups und weitere Aspekte einer nachhaltigen Infrastruktur diskutiert. Der Workshop setzte einen Schwerpunkt auf die Nutzung von Open Source Tools (*Vim* und *VSCodium*) und die Diskussion, wie gebrauchte und aufbereitete (refurbished) Hardware eingesetzt werden kann, um eine möglichst nachhaltige, effiziente und zugleich leistungsfähige Entwicklungsumgebung zu schaffen.

Das Projekt

Das Bachelor-Projekt *Konsequent Open-Source-basierte und nachhaltige Entwicklungsumgebung* widmet sich der Frage, wie IT-Infrastrukturen ressourcenschonend gestaltet und genutzt werden können, insbesondere im Kontext der akademischen Lehre. Ziel des Projekts ist, durch eine Kombination aus empirischen Messungen und theoretischen Analysen ein besseres Verständnis für die Energieeffizienz zentralisierter und dezentralisierter IT-Lösungen zu gewinnen. Wir beziehen uns dabei auf das in Köppl-Turyna et al. (2021) genutzte Modell der drei Effektebenen der Digitalisierung hinsichtlich Umwelt- und Klimawirkungen. Dieses Modell unterscheidet zwischen der Technologieebene (Lebenszyklus), der Mikroebene (Anwendungen) und der Makroebene (Reboundeffekt, Struktur und Verhaltensänderungen).

In unserem Projekt untersuchen wir auf der Mikroebene die Last und den Energiebedarf von End- und Servergeräten in konkreten Nutzungsszenarien (lokal und remote) sowie die Bewertung und Effizienz gängiger Software-Werkzeuge (*Vim* und *VSCodium*). Auf der Technologieebene ging es darum, mit einer Literaturrecherche die CO₂e-Emissionen (CO₂-äquivalenten-Emissionen) von Hardware über den gesamten Lebenszyklus besser zu verstehen und zu überprüfen, ob sich 1. der Einsatz gebrauchter Hardware günstig auf die CO₂e-Emissionen auswirkt und 2., ob geringere technische Anforderungen an Endgeräte deren Lebensdauer erheblich verlängern können. Reboundeffekte treten bei technischen Effizienzgewinnen regelmäßig auf und erfordern

strukturelle und Verhaltensänderungen, um systematisch adressiert zu werden.

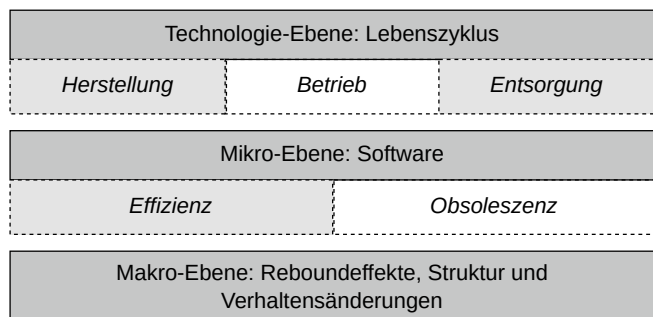


Abbildung 1: Nachhaltigkeits- und Effektebenen der Digitalisierung (in Anlehnung an Köppl-Turyna et al. 2021: S. 11)

Aufbau der Testinfrastruktur und Methodik

Im Rahmen des Studiums erfolgt die Einführung in den Umgang mit dem Terminal-Editor *Vim* sowie *VSCodium*, einem browser-basierten, erweiterbaren Open-Source-Texteditor, der u. a. in GitHub-Codespaces oder Gitlab verwendet wird.

Typischerweise verbinden sich Studierende im Terminal per SSH mit dem Workspace der Hochschul-Infrastruktur, um hier Projekte zu entwickeln. Dort stehen jedem Studierenden u. a. ein Container mit eigenem Apache- und Tomcat-Server, einer Verbindung zu einem zentralen Datenbankserver und eine große Auswahl an Software-Tools, Programmiersprachen und Compilern zur Verfügung.

Alternativ zum Terminal kann VSCodium mit der *Open Remote SSH-Extension* verwendet werden. Die Extension baut ebenfalls per SSH eine Verbindung zum Remote-Workspace auf. Dort wird zunächst ein VSCodium-Server heruntergeladen und installiert. Auch hier kann dann der vollständige Entwicklungsprozess auf dem Workspace-Server erfolgen.

Durch anwendungsspezifische Erweiterungen kann VSCodium von einem Texteditor in Anwendung und Funktionsumfang vergleichbar zu einer vollständigen integrierten Entwicklungsumgebung (IDE) aufgewertet werden. Hierzu gehört vor allem die Verwendung eines Language-Servers. In der Testdurchführung wird zwischen einem VSCodium ohne und mit Erweiterung unterschieden, ersteres wird als *VSCodium-Light*, letzteres als *VSCodium-Full* bezeichnet.

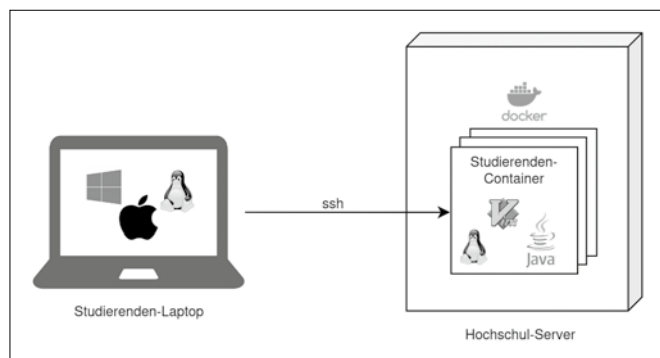


Abbildung 2: Vereinfachte Darstellung der Informatik-Infrastruktur an der Hochschule Bremerhaven

Damit wir miteinander vergleichbare Tests durchführen und genügend Last auf einem Server erzeugen können, um signifikant messbare Ergebnisse zu ermitteln, haben wir den Entwicklungsprozess eines Studierenden, der eine *Java-Web-App* programmiert, simuliert. Dieser Test soll dann in bis zu 100 Containern gleichzeitig durchgeführt werden.

Für die Simulation wurde für das Terminal ein Python-Skript programmiert, das über einen Parser auszuführende Befehle einliest und dann Tastenanschläge und Interaktionen im Terminal simuliert. Für VSCodium wurde eine entsprechende Extension entwickelt, die ebenfalls mit einem Parser dieselbe zugrunde liegende Web-App einliest, den Editor direkt steuert und dieselben Aktionen durchführt.

Die Simulation erfolgt in einem *Automation-Container*, von wo aus die Entwicklung der Java-Web-App in einem *Workspace-Container* gesteuert wird. Die *Workspace-Container* befinden sich auf dem zu testenden *System-under-Test* (SuT), je nach Testfall einem eigenen Server oder einem Laptop.

Damit unterschiedliche Plattformen und Systeme miteinander verglichen werden können, wird als Leistungsindikator des SuT die (erhöhte) Leistungsaufnahme in Watt gemessen, die in etwa proportional zur CPU-Auslastung steigt. Als Messinstrument dient eine *Smart-Steckdose* (*Shelly*), für die eine Messungenauigkeit von etwa 2 % ermittelt wurde.

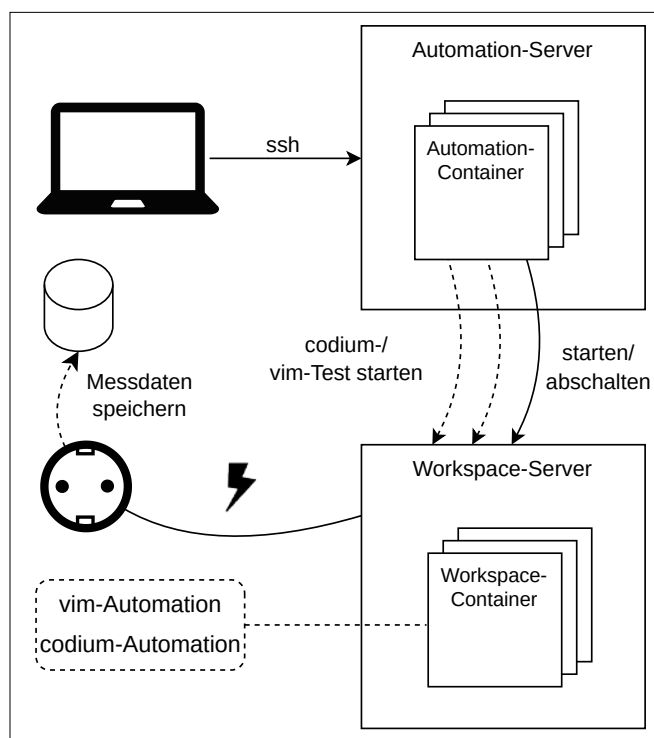


Abbildung 3: Vereinfachte Darstellung der Test-Infrastruktur

Testfälle

Zur Evaluierung der Energieeffizienz werden unterschiedliche Nutzungsszenarien definiert und getestet. Die Fragestellungen umfassen einen Vergleich der Leistungsaufnahme zwischen lokalem und serverbasiertem Arbeiten, die Untersuchung der Effizienz gängiger Software-Werkzeuge wie Vim und VSCodium

und (als Beispiel einer für VSCode typischen Extension) die Bewertung des Ressourcenbedarfs von Language-Servern, die durch Funktionen wie Auto-Vervollständigung und Code-Analyse den Entwicklungsprozess unterstützen.

Die Tests werden in je zwei Konfigurationen durchgeführt:

1. Laptop-basierte Tests: Die Leistungsaufnahme eines typischen Endgeräts wird gemessen, während Aufgaben entweder lokal oder remote auf dem Server ausgeführt werden.
2. Server-basierte Tests: Der Fokus liegt auf der Analyse des Ressourcenverbrauchs des Workspace-Servers, insbesondere bei der Verarbeitung von Aufgaben, die gleichzeitig von mehreren Nutzenden ausgeführt werden.

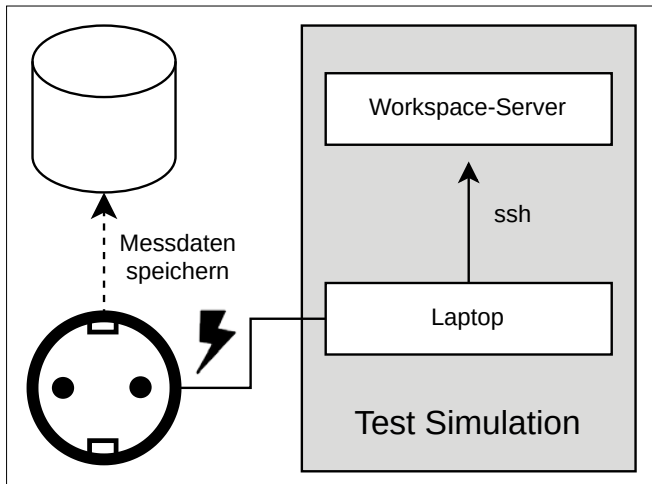


Abbildung 4: Testaufbau der Laptopmessung

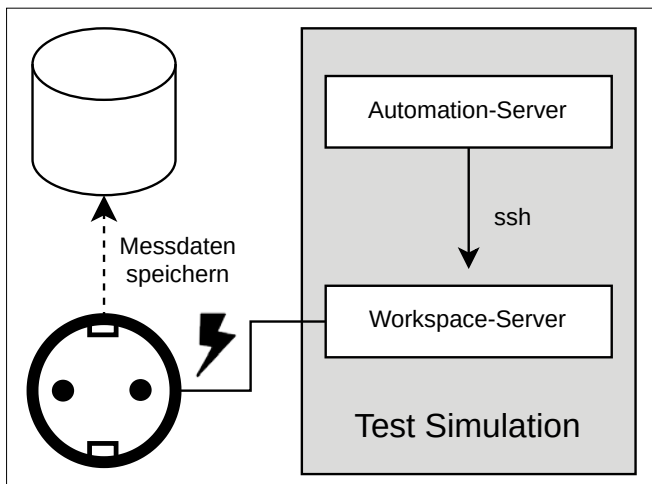


Abbildung 5: Testaufbau der Servermessung

Daraus wurden die folgenden Testfälle abgeleitet (vgl. Tabelle 1):

Für die Tests werden Geräte mit folgenden Spezifikationen genutzt:

- Workspace-Server: Intel Xeon Silver 4214 @ 12x2.20 GHz, 64 GB RAM, 2x 500 GB HDD
- Laptop: Intel Core i5-6300U @ 2x2.40 GHz, 8 GB RAM, 256 GB SSD

Fall	System		Workspace		Editor		
	Server	Laptop	remote	local	vim	codium light	codium full
1	✓		✓		✓		
2	✓		✓			✓	
3	✓		✓				✓
4		✓	✓		✓		
5		✓	✓			✓	
6		✓	✓				✓
7		✓		✓	✓		
8		✓		✓		✓	
9		✓		✓			✓

Tabelle 1: Testfälle

Im ersten Aufbau (vgl. Abbildung 4) wird die Leistungsaufnahme des Laptops gemessen, dieser ist an ein Messgerät angeschlossen. Eine direkte Verbindung zum Workspace-Server vom Laptop wird nur in den Testfällen 4 bis 6 hergestellt. Im zweiten Aufbau (vgl. Abbildung 5) wird der an das Messgerät angeschlossene Workspace-Server gemessen.

Erste Ergebnisse

Die ersten Messungen zeigen, dass Vim in allen Testfällen weniger Leistung benötigt als VSCode-Light (etwa 18 %). Besonders auffällig ist jedoch der höhere Ressourcenbedarf von VSCode-Full (also mit Language-Server), mit im Durchschnitt etwa 25 % höherer Leistungsaufnahme gegenüber VSCode-Light. Auch bei der Analyse der Graphen fällt auf, dass die Last auf dem Workspace-Server deutlich ansteigt, sobald Java-Dateien geöffnet und bearbeitet werden.

In bestimmten Testfällen zeigte sich, dass die Leistungsaufnahme des Laptops im Remote-Betrieb niedriger war als im lokalen Betrieb. Der Betrieb eines zentralen Workspace-Servers verursacht pro Container eine zusätzliche, durchschnittliche Leistungsaufnahme von 3 W, während auf dem Laptop durch das Auslagern des Workspaces etwa 2,5 W eingespart werden. Die Grundleistungsaufnahme des Servers beträgt 63 W, unabhängig von der Anzahl der aktiven Container (siehe Abbildung 6).

Die Untersuchungen zeigen Indizien dafür, dass serverbasierte Entwicklungsumgebungen im Vergleich zu lokalen Setups eine potenziell nachhaltigere Alternative darstellen. Während die Leistungsaufnahme auf dem Laptop durch das Verschieben der Rechenlast auf den Server reduziert wird, bleibt die Gesamtleistungsaufnahme nahezu konstant. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass insbesondere Vim energieeffizienter als VSCode ist, vor allem aber, dass der Einsatz von Language-Servern bei der Entwicklung einen signifikanten Unterschied ausmacht.

Einschränkend ist zu erwähnen, dass die Ergebnisse aufgrund der begrenzten Anzahl an Testläufen und simulierten Nutzer:innen nicht abschließend sind. Zudem bleibt der Einfluss der Netzwerkverbindung bisher unberücksichtigt. Zukünftige

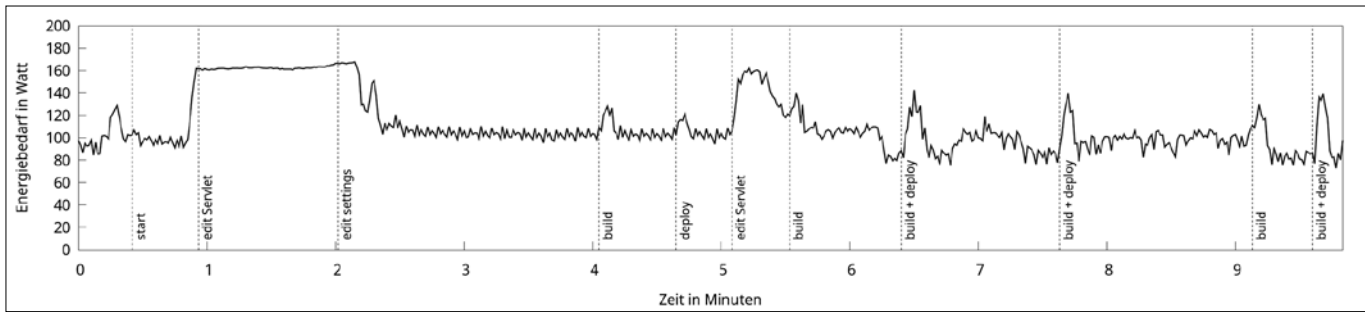


Abbildung 6: Leistungsaufnahme des Workspace-Servers bei 16 Containern mit VSCode Full (Fall 3)

Untersuchungen sollen eine größere Stichprobe und eine höhere Nutzer:innenzahl einbeziehen, um genauere Rückschlüsse zu ermöglichen.

Langfristig könnten serverbasierte Arbeitsweisen dazu beitragen, die Lebensdauer von Endgeräten zu verlängern, da diese weniger leistungsstarke Hardware benötigen. Zudem können Server durch geteilte Ressourcen (CPU, RAM etc.) effizienter eingesetzt werden.

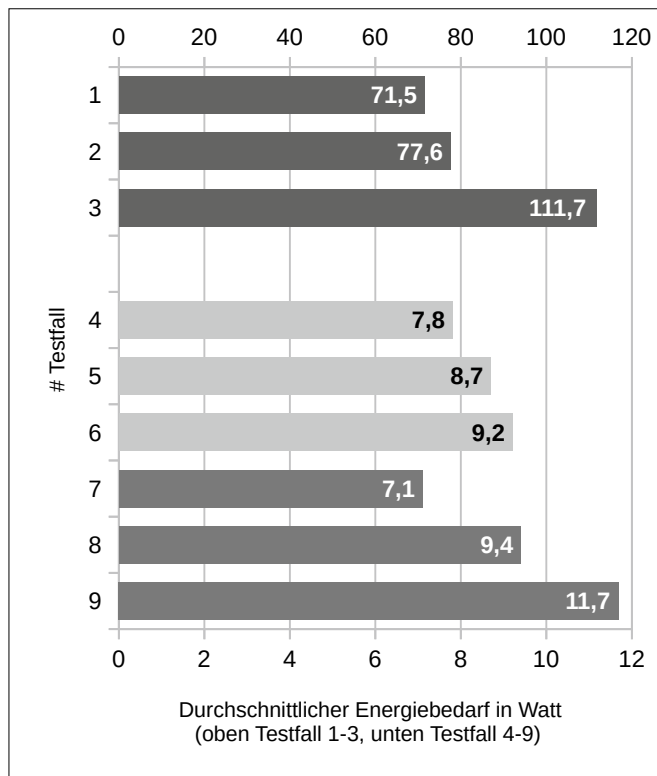


Abbildung 7: Durchschnittlicher Energiebedarf in Watt (oben Testfall 1-3, unten Testfall 4-9)

Nachhaltiges Handeln in der Informatik

Im Zusammenhang des Projekts und im Anschluss an den Workshop haben wir uns mit weiteren Nachhaltigkeitsaspekten befasst, die im Folgenden diskutiert werden. Der Open-Source-Gedanke war von Beginn an zentraler Gegenstand des Projekts. Insbesondere inspiriert durch die Diskussionen im Rahmen der FIF-Konferenz 2024 sowie die Reflexionen rund um den Workshop, haben wir uns zudem intensiv mit dem Thema *Green Coding* auseinandergesetzt.

In der Informatik-Infrastruktur wird, wenn möglich und sinnvoll, gebrauchte und refurbished Hardware eingesetzt. Um über diesen Aspekt fundierte Aussagen treffen zu können, haben wir uns in einer ausführlichen Literaturrecherche mit dem Stand der wissenschaftlichen Forschung zum Thema refurbished und gebrauchter Hardware im Endgerät- und Server-Bereich befasst.

Open Source und FLOSS

Es gibt zahlreiche Gründe, insbesondere im Hochschulkontext, ausschließlich auf Open-Source-Technologie zu setzen. Für das vorliegende Projekt ist Open Source im Wesentlichen ein Mittel, um nachhaltige Konzepte zu realisieren.

Wir verstehen Nachhaltigkeit als ein vielschichtiges, mehrdimensionales Konzept. Daher diskutieren wir Nachhaltigkeit und Open-Source nicht exklusiv unter ökologischen, sondern auch sozialen Gesichtspunkten. Das Paradigma hinter *Free/Libre and Open Source Software* (FLOSS) basiert auf den Prinzipien Offenheit, Zusammenarbeit und Gemeingutbildung. FLOSS versteht Software als ein öffentliches Gut, das allen zugänglich sein sollte, um Innovationen zu fördern und technologische Abhängigkeiten zu verringern. Die *Open Source Initiative* (2024) definiert FLOSS als Software, deren Quellcode einsehbar, veränderbar und weiter verteilbar ist. Es gibt gute Belege dafür, dass FLOSS einen wichtigen Beitrag zu ökologischerem Technologieeinsatz leisten kann (Viduka 2015). Exemplarisch hervorzuheben ist hier das Betriebssystem GNU/Linux, wodurch z.B. die Lebensdauer von Hardware erheblich verlängert werden kann. Unter sozialen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten trägt FLOSS u.a. dazu bei, technologische Abhängigkeiten zu reduzieren und die digitale Souveränität zu stärken.

Refurbished Hardware

Ein großer Hebel für die nachhaltige Konfiguration einer IT-Infrastruktur ist die richtige Auswahl der Hardware. Für den vorliegenden Anwendungszweck (HS-Informatik-Infrastruktur) argumentieren wir für gebrauchte bzw. refurbished Hardware, sowohl für End- als auch Server-Geräte.

Der Lebenszyklus von Hardware lässt sich in drei Phasen einteilen: Herstellung, Betrieb und Entsorgung. Insbesondere bei Endgeräten fällt der größte Teil der CO₂e-Emissionen in der Herstellungsphase an (vgl. Prakash et al. 2016: 21, 26). Allein die mikroelektronischen Komponenten eines Desktop-PCs machen bei einem Nutzungszeitraum von drei Jahren einen Anteil von über 60 % der gesamten CO₂e aus. Die Verlängerung der Le-

benszyklen eines Geräts reduziert somit nicht nur die Investitionskosten, sondern insbesondere auch die anfallenden CO₂-Emissionen. Zudem ist der Bedarf an seltenen Erden nicht zu vernachlässigen.

Für Server muss diese Bilanz differenzierter betrachtet werden, da hier weitere Aspekte wie Sekundärnutzung der Abwärme, Auslastung, Anwendungszweck etc. berücksichtigt werden müssen. Allerdings zeigen Bashroush et al. (2020), dass der Einsatz von refurbished Servern sich nicht nur aus ökologischer, sondern auch aus wirtschaftlicher Sicht lohnt. Das zugrunde liegende Kalkül ist hier, dass das historische Wachstum der Energieeffizienz durch *Moore's Law* in den letzten Jahren deutlich verlangsamt wurde und die meisten Server mit einer Auslastung von ca. 20 % laufen. Die Autoren analysieren verschiedene Szenarien zur Erneuerung von Servern und zeigen, dass der Austausch von Servern, die älter sind als fünf Jahre, durch refurbished Geräte wirtschaftlich und ökologisch sinnvoll ist. Für jüngere Server empfiehlt sich eine gezielte Optimierung, wie Speicher-aufrüstung.

Green Coding

Green Coding bezeichnet eine Herangehensweise in der Softwareentwicklung, die darauf abzielt, den Energiebedarf und die Umweltbelastung von Software zu minimieren. Das umfasst die Optimierung von Code, Algorithmen und Softwarearchitekturen, um den Ressourcenverbrauch, wie Prozessorleistung, Speicherplatz und Netzwerkbandbreite, zu reduzieren. Darüber hinaus bedeutet Green Coding eine bewusste Praxis und Haltung in Bezug auf den alltäglichen Entwicklungsprozess in der IT.

Ausgehend von den Diskussionen um die FlFF-Konferenz 2024 und auf Grundlage des Booklets *Green Coding, herausgegeben vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz* (2024) haben wir das vorliegende Projekt auf Green-Coding-Aspekte hin überprüft.

In der Green-Coding-Praxis unterscheiden wir zwei Kategorien von Maßnahmen: Erstens solche, die den Entwicklungsprozess und das Umfeld betreffen, und zweitens jene, die darauf abzielen, qualitativ hochwertige und leistungseffiziente Software zu entwickeln.

Zu den *prozessorientierten Ansätzen* zählen wir u. a.:

- **Monitoring und Verbrauchsanalyse:** Ressourcenverbrauch (CPU, RAM, Energie) wird erfasst und visualisiert, um Optimierungspotenziale zu erkennen.
- **Dokumentation für bessere Wartbarkeit:** Klare und umfassende Dokumentation von Architektur, Abhängigkeiten und Prozessen sichert die langfristige Wartbarkeit.
- **Schulung der Mitwirkenden:** Weiterbildung durch Fachliteratur, Onlinekurse und interne Schulungen.
- **Modular entwickeln, modular testen:** Eine modulare Softwarearchitektur ermöglicht effizientere Wartung und gezielte Optimierungen.

- **Lastspitzen auf grüne Tageszeiten legen:** Ausführung energieintensiver Prozesse in Zeiten hoher Verfügbarkeit erneuerbarer Energien.

Zu *produktorientierten Ansätzen* zählen u. a.:

- **Effiziente Programmierung:** Der Einsatz optimierter Algorithmen reduziert den Ressourcenverbrauch.
- **Echtzeitverarbeitung von Daten und dynamische Inhalte:** Es wird hinterfragt, ob Echtzeitverarbeitung notwendig ist, das Verarbeiten in größeren Intervallen und in Buffer kann viel Energie sparen, dynamische Inhalte sollten sparsam verwendet werden.
- **Modulare Entwicklung und Code-Reviews:** Softwarearchitektur wird modular aufgebaut, und regelmäßige Code-Überprüfungen sichern Effizienz und Qualität.
- **Datenbank-Indizes und Explain-Plans:** Die Optimierung von Datenbankabfragen reduziert die Rechenlast und verbessert die Performance.
- **Containerisierung:** Anwendungen laufen in separaten Containern, was Skalierbarkeit und Portabilität verbessert.

Wir konnten einige Aspekte identifizieren, die von Beginn an Teil unserer Arbeitspraxis waren. Unter diesen sind beispielsweise zu nennen: Schulung der Mitwirkenden, Containerisierung der Projektinfrastruktur oder Modularität und lose Kopplung der Komponenten. Letzteres ist konzeptionell angelehnt an das Prinzip der Orthogonalität in der Unix-Philosophie (vgl. Raymond 2004: 89).

Weiterhin haben wir Aspekte identifiziert, die wir bewusst in das Projekt integrieren (vgl. Abbildung 8). Beispiele sind: Als besonders sparsame Methode, um die automatisierten Tests zu beobachten, hat sich früh das Protokoll VNC etabliert. Über VNC wird der entfernte X-Server (auf einem Automation-Container) mit einem Client auf dem Endgerät verbunden. Das Protokoll ermöglicht durch einen Bildbuffer eine visuelle Übertragung, ohne einen kontinuierlichen Videostream zu übertragen.

Die Aspekte Datenerhebung, -verarbeitung und -speicherung erfordern zum einen sorgfältige und vorausschauende Planung, zum anderen auch eine fortwährende Überprüfung: Wir haben uns dafür entschieden, die Messdaten für den Zeitraum des Projekts auf einem Datenbank-Server abzulegen, um strukturiert auf die gesamten Testdaten zugreifen zu können. Insbesondere bei der Erhebung und Speicherung der Daten sehen wir Optimierungsbedarf: Anstatt die sekundlich erfassten Daten direkt an die Datenbank zu übertragen, wäre es effizienter, die Datenbank-Verbindung über einen längeren Zeitraum offen zu halten, die Daten z. B. in einem Buffer zwischenspeichern und minutlich an den Server zu übertragen.

Weiterhin sei hier auch auf den Open-Source-Gedanken verwiesen, da Quelloffenheit eine Voraussetzung für Anpassbarkeit und Überprüfbarkeit des Codes ist. Um valide Aussagen über die Qualität der eigenen Software treffen zu können, müssen zudem insbesondere externe Abhängigkeiten und Importe wohl bekannt, dokumentiert und gut verwaltet sein.

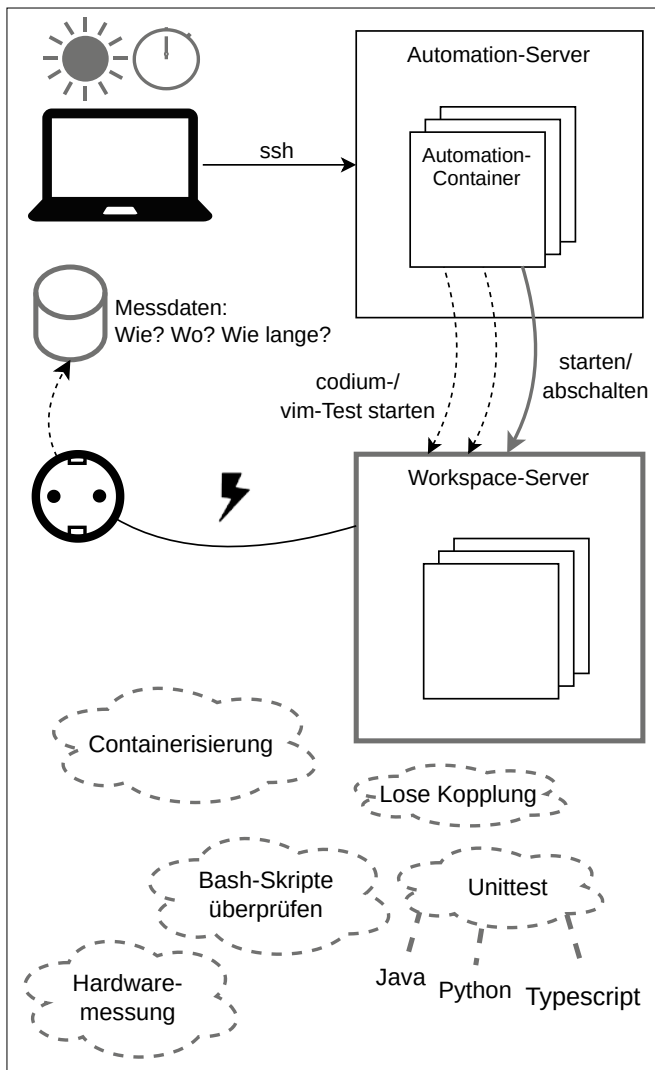


Abbildung 8: Green-Coding-Aspekte in unserer Architektur

Viele Aspekte, die hier unter dem Schlagwort *Green Coding* genannt werden, sind gängige Methoden der Qualitätssicherung. Dies kann und sollte ein Anknüpfungspunkt in der Softwareentwicklung sein. Insbesondere sollte Green Coding als Haltung und Alltagspraxis verstanden werden, in der Handlungen und etablierte Methoden regelmäßig hinterfragt und Entscheidungen anhand fundierter Kenntnisse abgewogen werden können.

Diskussion

Im vorliegenden Projekt haben wir zwei Hauptthemen untersucht: 1. Wie kann allgemein eine nachhaltige IT-Infrastruktur gestaltet werden und 2. Welche Auswirkungen hat im Beson-

deren ein Remote-Workspace auf den Ressourcenbedarf? Für letztere Fragestellung haben wir uns u.a. mit VSCode aus- einandergesetzt, da dies eine Konfiguration ist, die zunehmend in Anwendungen wie GitHub-Codespaces u.ä. verwendet wird.

Wir haben versucht, uns dem Konzept Nachhaltigkeit ganzheitlich zu nähern und dafür verschiedene Ebenen untersucht (vgl. Abbildung 1).

Auf der Technologieebene gibt es gute Indizien für das Nachhaltigkeitspotenzial von gebrauchten Endgeräten, refurbished Servern und ressourcensparender Programmierung zur Verlängerung der Lebensdauer von Hardware. Unberücksichtigt im Betrieb bleibt bisher die Kühlung von Server-Geräten, was insbesondere in unserer Hochschule ein großer Hebel sein könnte.

Auf der Mikroebene liefern die durchgeführten Experimente mit Vim und VSCode Hinweise auf die Energieeffizienz serverbasierter Entwicklungsumgebungen, was nicht nur Einfluss auf die Hardware-Anforderungen hat sondern auch die Leistungsaufnahme, z. B. im Akkubetrieb, reduziert – ein wichtiges Argument im Hochschulkontext. Hier ist, wie diskutiert, weiterer Forschungsbedarf gegeben, um den Einfluss von Netzwerkverbindungen zu untersuchen. Eine große Herausforderung für langlebige Hardware ist häufig das Thema rund um obsoleszente Soft- und Hardware, es lässt sich durch Open Source adressieren.

Für die praktische Anwendung bieten die Erkenntnisse aus dem Themenbereich *Green Coding* wertvolle Einsichten. Zwar fehlt bisher eine systematische Analyse möglicher Reboundeffekte, wir zeigen aber, dass Green Coding mehr ist als eine Anleitung zum Schreiben guter Programme (Mikroebene), dass es nämlich darüber hinaus in seiner Praxis – ebenso wie der durch Offenheit und Kollaboration geprägte Open-Source-Gedanke – ein Ansatz sein kann, Verhaltensänderungen zu gestalten und Reboundeffekte zu adressieren (Makroebene). Daher plädieren wir dafür, dass Green-Coding-Herangehensweisen und Open Source auch im Curriculum von Hochschulen fest verankert werden.

Literatur

Bashroush R, Rteil N, Kenny R, Wynne A (2022) Optimizing Server Refresh Cycles: The Case for Circular Economy With an Aging Moore's Law, IEEE Transactions on Sustainable Computing, 7(1), pp. 189-200, 1 Jan.- March. doi: 10.1109/TSUSC.2020.3035234. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2024) Green Coding – Booklet zur Workshopreihe. Available at: <https://www.bmu.de/fileadmin/>

Die Autor:innen

Die **Autor:innen** dieses Beitrags sind Studierende und Lehrende aus den Bachelorstudiengängen Informatik und Wirtschaftsinformatik der Hochschule Bremerhaven. Der Beitrag ist im Rahmen des Bachelorprojektes *Konsequent Open Source basierte und nachhaltige Entwicklungsumgebung* entstanden.

Daten_BMU/Download_PDF/Digitalisierung/das_green_coding_booklet_bf.pdf (Accessed: 23 January 2025).

Köppl-Turyna M, Briglauer W, Koch P, Wolf M, Schwarzbauer W, Gotsch M, Eberling E (2021) Digitalisierung und Emissionen. ECO Austria – Institut für Wirtschaftsforschung. Available at: <https://ecoaustria.ac.at/wp-content/uploads/2021/05/Studie-Digitalisierung-Emissionen.pdf> (Accessed: 24 January 2025).

Open Source Initiative (2025) Open Source Definition. Available at: <https://opensource.org/osd> (Accessed: 23 January 2025).

Prakash S, Antony F, Köhler A, Liu R (2016) Ökologische und ökonomische

Aspekte beim Vergleich von Arbeitsplatzcomputern für den Einsatz in Behörden unter Einbeziehung des Nutzerverhaltens. Umweltbundesamt. Available at: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/377/publikationen/endbericht_oko-apc_2016_09_27.pdf (Accessed: 1. February 2025).

Raymond ES (2004) The Art of Unix Programming. 1st edn. Addison-Wesley Professional. ISBN: 0131429019.

Viduka D, Baić A (2015) Impact of Open Source software on the environmental protection, Computational Ecology and Software, 5, pp. 113–118.

Josefine Kipke, Felix Kronlage-Dammers

Measure what you manage – Transparenter Energieverbrauch von Cloud-Infrastruktur

Cloud-Infrastruktur verursacht bis zu 4 % der weltweiten Kohlenstoffemissionen. Mit dem Trend zur Verlagerung von mehr und mehr Arbeitslasten in die Cloud-Infrastruktur ist es unerlässlich, dies nicht nur unter wirtschaftlichen, sondern auch unter ökologischen Überlegungen zu berücksichtigen.

Warum Green IT und Open Source zusammen gedacht werden müssen

What gets measured, gets managed. Dieser fälschlicherweise oft Peter Drucker zugeschriebene Satz wird leider viel zu häufig auf Sachverhalte angewendet, obwohl nur bedingt sinnvoll. Im Kontext von Energieverbrauch passt er, denn wir machen uns Gedanken über die technischen Aspekte der Digitalisierung und der Transformation einer digitalen Gesellschaft im Kontext der Klimakatastrophe. Es wird klar: Wir tragen eine große Verantwortung. Wir müssen sorgsamer mit unserem Planeten und seinen Ressourcen umgehen. Dabei gilt, was wir bilanzieren und messen können, das können wir besser steuern.

Die Umweltauswirkungen von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) stellen ein zunehmend ernstes Problem dar, das häufig unterschätzt wird. Mit der steigenden Nutzung und Komplexität von Software-Anwendungen wächst ihr Beitrag zu den globalen Umweltbelastungen. Um diese Auswirkungen effektiv zu reduzieren, ist es unerlässlich, sie systematisch und wissenschaftlich fundiert zu erfassen, präzise zu quantifizieren und die geeigneten Stellschrauben zu identifizieren.

Das Forschungsprojekt ECO:DIGIT und seine Ziele

Das Projekt *ECO:DIGIT*¹ (*Enabling Green Computing and Digital Transformation*) arbeitet an der Entwicklung einer umfassenden Methodik zur Ermittlung der wesentlichen Umweltauswirkungen von Software-Lösungen. Gemeinsam mit adesso SE, Siemens, dem Öko-Institut, der Gesellschaft für Informatik und den beiden OSBA-Mitgliedern ScaleUp und Plusserver ist die Open Source Business Alliance (OSBA)² seit Herbst 2023 Teil eines Konsortiums, das im Rahmen von ECO:DIGIT forscht. Das Projekt wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz gefördert. Ziel des Verbundprojekts ist die Entwicklung und Bereitstellung einer Bewertungsplattform,

nachfolgend auch als Prüfstand bezeichnet, die die Umweltwirkungen von Software-Anwendungen offenlegt. Diese automatisierte Plattform ermöglicht es, den Ressourcenverbrauch und die CO₂-Emissionen transparenter und standardisiert zu bewerten.

Die Rolle von Open Source in der Cloud-Bilanzierung

Dieser Forschungsansatz wird durch die Verwendung von Open-Source-Software und offenen Standards gestützt. Nur durch den Einsatz offener Technologien können Transparenz und Interoperabilität gewährleistet werden – die Grundlage, um eine präzise und ganzheitliche Erfassung der Verbrauchsdaten zu ermöglichen. Bei proprietären Plattformen stoßen Nutzende hierbei schnell an ihre Grenzen im Vergleich, da sie nur eingeschränkten Zugriff auf Energie- und Ressourcendaten von den Anbietern bekommen und diese sich im Detailgrad stark unterscheiden.

Zur Umweltbilanzierung von Cloud-Plattformen nutzt ECO:DIGIT eigens entwickelte Messmethoden, die den Ressourcenverbrauch auf Prozessebene erfassen und mit physischen Verbrauchsdaten durch Sensoren an der Hardware korrelieren. Open-Source-Cloud-Technologie bietet nicht nur eine gute Grundlage für transparente, standardisierte Messmethoden, sondern ermöglicht auch generell eine nachhaltigere digitale Infrastruktur.

Sovereign Cloud Stack – zertifizierbare Standards und modulare Open-Source-Referenzimplementierung

Mit dem *Sovereign-Cloud-Stack-Projekt*³ wurde in den vergangenen vier Jahren an zertifizierbaren Standards für interoperables Cloud-Computing gearbeitet sowie einer

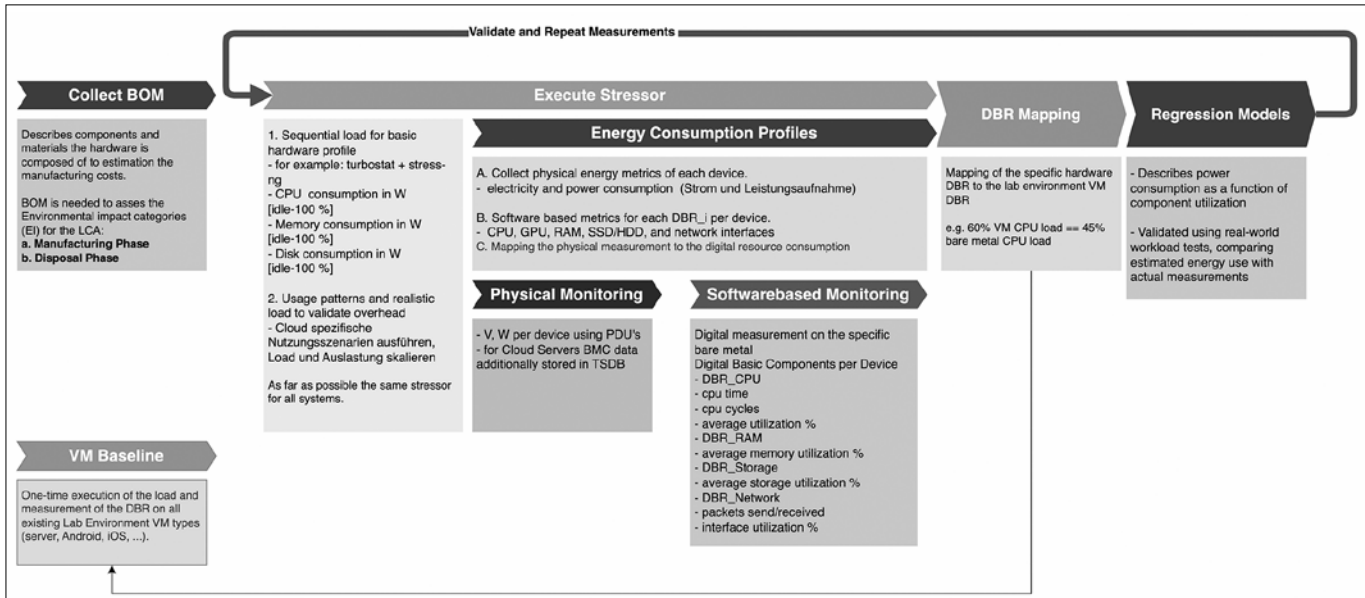


Abbildung 1: Workflow zur Profilerstellung und Bilanzierung

entsprechenden modularen, Open-Source-Referenzimplementierung eines digital souveränen Cloud-Stacks. Das Projekt war bei der *Open Source Business Alliance* beheimatet, wurde vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz von 2021 bis 2024 gefördert und konnte über den Förderzeitraum hinaus nachhaltig abgesichert werden. In der Konzeption von ECO:DIGIT wurde von Beginn an die offene Natur der Sovereign Cloud Stack (SCS) Standards und der Referenzimplementierung mitgedacht und dies als Alternative zu einer Bilanzierung auf den Hyperscalern positioniert. Hyperscaler sind typischerweise die Cloud-Plattform von Amazon (Amazon Web Services), Google (Google Cloud Platform) und Microsoft (Azure), wie auch ggf. andere dieser Größenordnung (Yandex, Ali Baba).

Durch die bereits erfolgte Adaption des Sovereign Cloud Stack am Markt bildet dies für das ECO:DIGIT Projekt eine ideale Basis für transparentes und standardisiertes Bilanzieren von Cloud Workloads. Die Referenzimplementierung ist im produktiven Einsatz bei mehreren Cloud-Service-Providern am Markt, bei IT-Anbietern der öffentlichen Hand und im akademischen Umfeld. Das offene Ökosystem des SCS ist ideal für eine gemeinsame Wertschöpfung und Kooperation. Insbesondere für das Einarbeiten und Bilanzieren von rechenzentrumsnahen Daten im Rahmen von ECO:DIGIT ist eine solche Zusammenarbeit mit Anbietern im Hinblick auf deren Know-how relevant.

Workflow zur Profilerstellung und Bilanzierung

Der Arbeitsablauf zur Energieprofilierung und Bilanzierung digitaler Systeme erfolgt in zwei Phasen: Hardware-Assessment und VM-Modellierung.

In Phase 1 werden Energieprofile für die verwendete Hardware erstellt. Dazu werden CPU, RAM, Speicher und Netzwerkschnittstellen systematisch belastet und deren Verbrauch gemessen. Parallel dazu erfassen digitale Messungen die Grundlast (P_{idle}) sowie den lastabhängigen Verbrauch (P_{load}). Ergänzend werden physikalische Messungen des Energieverbrauchs durch Stromleisten (englisch: Power Distribution Units (PDUs)) durchgeführt, um eine genaue Verbrauchskurve zu erhalten. Diese beschreibt die elektrische Leistung als Funktion der Ressourcennutzung. Der Energieverbrauch wird dann mit Emissionsfaktoren verknüpft, um Indikatoren für die Umweltauswirkung abzuleiten.

In Phase 2 wird untersucht, wie diese Hardware-Energieprofile auf virtualisierte Umgebungen übertragen werden können. Dazu wird ein sogenannter Stressor auf virtuellen Maschinen (VMs) ausgeführt, um Lastszenarien zu simulieren und Korrelationen zwischen VM- und Hardware-Ressourcennutzung herzustellen. Mithilfe von Regressionen wird modelliert, wie sich eine bestimmte CPU- oder Speicherauslastung auf einer VM im Vergleich zur physischen Hardware verhält. Diese Modelle werden in einen Prüfstand integriert, so dass sie automatisch geladen werden, wenn eine bestimmte Infrastruktur definiert wird.

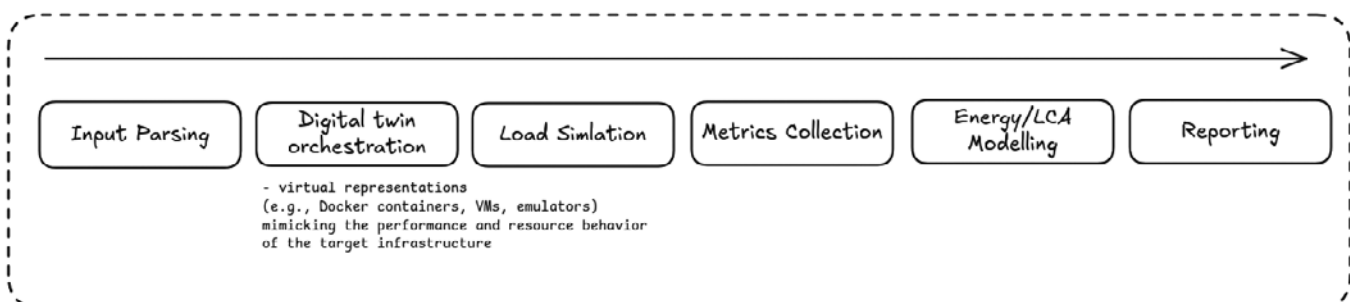


Abbildung 2: Workflow Prüfstand

Das Ergebnis ist eine skalierbare und standardisierte Methode zur genauen Analyse des Energieverbrauchs in virtualisierten Cloud-Umgebungen.

Unterschiede zwischen Hyperscalern (AWS) und offenen Cloud-Umgebungen (SCS)

Aktuelle Lösungen zur Umweltbilanzierung von Hyperscaler-Clouds haben verschiedene Einschränkungen. Prominente Lösungen wie Cloud Carbon Footprint⁴ (CCF) und Teads⁵ basieren auf Abrechnungsdaten, sowie Energieprofilen von Bare-Metal Geräten oder vergleichbaren Maschinen und bieten daher eine grobe Schätzung, die für schnelle Entwicklungszyklen mit täglicher Code-Änderung zu ungenau ist. Gleichzeitig können hier nur Teile der Cloudkomponenten abgebildet werden. Aspekte wie Management-Overhead oder Netzwerkaktivitäten werden nicht abgebildet. Teads könnte theoretisch feinere Messungen ermöglichen, ist jedoch ausschließlich für sogenannte EC2-Instanzen, virtuelle Maschinen, bei Amazon Web Services (AWS) verfügbar und bietet keine native Schnittstelle für das Monitoring der Emissionen.

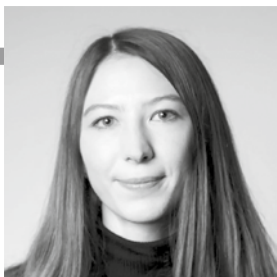
RAPL (Running Average Power Limit) ist eine Technologie in modernen x86-CPU von Intel und AMD, die eine präzise Messung und Steuerung des Energieverbrauchs verschiedener Prozessorkomponenten ermöglicht. Der kaum existierende Zugriff auf Modell-Spezifische-Register (MSR)-Daten in Umgebungen der Hyperscaler, beispielsweise RAPL-basierten Metriken, schränkt eine präzise Messung ein. Dies resultiert auch in einer fehlenden Granularität für den Management-Overhead. Im Vergleich zu Open-Source-basierten Clouds wie der Referenzimplementierung des Sovereign Cloud Stack (SCS) ist die Messung des IaaS-Overheads bei Hyperscalern unzureichend bis gar nicht dokumentiert (siehe Tabelle 1).

Ein präzises Energieprofil ermöglicht die Trennung von statischem (Idle) und dynamischem (Last-)Verbrauch. Im Vergleich

Aspekt	Proprietäre Cloud Umgebung	Offene, SCS-konforme Cloud
Datenzugang	Proprietär, eingeschränkt	Vollständiger Zugriff, standardisiert
Messmethodik	Basierend auf Abrechnungsdaten	Direktes Messen auf Hardware- und VM-Ebene
Virtualisierung	Kein direkter Zugriff auf Daten des Hypervisor	VM-Overhead ist messbar und zugänglich
Overhead-Bilanzierung	Schwer quantifizierbar	Detaillierte Messung durch offene Schnittstellen
Anpassbarkeit	Nicht gegeben	Im Rahmen eines eigenen Deployments möglich

Tabelle 1: Vergleich Hyperscaler und SCS

zu einzelnen Rechnern ist die Bilanzierung eines verteilten Systems sehr viel vielschichtiger. Zum einen enthält ein verteiltes System Managementkomponenten, zum anderen müssen die Effekte von Aktionen (beispielsweise die Schreiboperation auf einen virtualisierten Festplattenspeicher innerhalb einer virtuellen Maschine) durch das gesamte System nachvollzogen werden. Am Beispiel der Festplattenschreiboperation bedingt dies nicht nur den Netzwerkverkehr durch die Speicherung auf dem Netzwerkspeicher, sondern auch die verteilte Schreiboperation durch die Replikation des Speichers. Das Konzept und die daraus entwickelte Architektur sehen die Einbettung von entsprechenden Messpunkten in die Referenzimplementierung des SCS vor. An vielen Stellen wird hier auf bereits eingebaute Prometheus⁶-Exporter aufgebaut. Im Rahmen der Zusammenarbeit mit dem SCS Projekt wurde *Scaphandre*⁷, ein erweiterbarer Monitoring-



Josefine Kipke und Felix Kronlage-Dammers

Josefine Kipke ist seit November 2023 als System Engineer für Sustainability Monitoring im ECO:DIGIT Projekt bei der OSBA. Ihre Expertise umfasst Cloud-Technologien, mit einem Schwerpunkt auf der Infrastructure-as-a-Service Plattform OpenStack. Sie hat ihren Master in Informatik mit Spezialisierung auf verteilte Systeme an der TU Berlin im Jahr 2023 erfolgreich abgeschlossen. Aus ihrer Masterarbeit, in der Josefine einen Monitoring-Service zur Steigerung der regulatorischen Transparenz entwickelt hat, bringt sie zusätzlich tiefgehendes konzeptionelles und architektonisches Wissen in das Projekt ECO:DIGIT ein. Ihre Passion für Open-Source-Software hat Josefine seit Beginn ihres Studiums nebenberuflich ausleben können.

Felix Kronlage-Dammers baut seit den späten 1990er-Jahren (quelloffene) IT-Infrastrukturen auf. Von damals bis heute war Felix Teil verschiedener Open-Source-Entwicklungsgemeinschaften (von DarwinPorts, OpenDarwin zu OpenBSD und heute dem Sovereign Cloud Stack). Ein Unix- und Open-Source-Nerd im Herzen, ist er seit vielen Jahren Mitglied des erweiterten Vorstandes der Open Source Business Alliance. Am liebsten befähigt er Menschen und Organisationen, besser zu werden. Wenn er nicht arbeitet, Zeit auf Konferenzen oder mit seiner Familie verbringt, ist er normalerweise auf einem Rennrad anzutreffen.

Agent für Energieverbrauchsmetriken, in die SCS-Referenzimplementierung aufgenommen.

Eine weitere Herausforderung bei der Bilanzierung einer Cloud-Plattform ist die Abstraktion durch die Virtualisierung. Während die CPU-Last direkt gesteuert werden kann, sind Speicher-, Netzwerk- und I/O-Prozesse schwieriger zu quantifizieren. Die Herangehensweise sieht hier eine schrittweise Verfeinerung vor, unterlegt mit Echtzeitmessungen. In der aktuellen Projektphase wird *Kepler*⁸ (*Kubernetes-based Efficient Power Level Exporter*), ein Werkzeug zur Überwachung und Optimierung des Energieverbrauchs in Kubernetes-Umgebungen, eingesetzt. Hierbei handelt es sich um einen Prometheus-Exporter, der *eBPF* (extended Berkeley Packet Filter) verwendet, um CPU-Leistungszähler und Linux-Kernel-Tracepoints zu untersuchen. Kepler baut u. a. auf Technologien wie dem bereits erwähnten *RAPL* auf.

Zukunftsperspektiven: Open Source als Hebel für nachhaltige Cloud-IT

Thematisch ergänzt das ECO:DIGIT-Projekt die Bestrebungen rund um die Standardisierung des SCS um einen zunehmend

relevanten Bereich. Das bietet die Chance, dass Umweltbilanzen von Cloud-Diensten zukünftig in Beschaffungskriterien von Unternehmen und Organisationen einfließen. Durch die Standardisierung von Schnittstellen können Cloud-Umgebungen so transparent vergleichbar werden. Ziel ist es, Open-Source-Technologien zu etablieren, die eine nachhaltigere und transparentere digitale Infrastruktur ermöglichen. Mit offenen Standards, transparenten Metriken und einer stärkeren Kooperation zwischen Wissenschaft, Industrie und Open-Source-Community ist eine nachhaltigere IT-Landschaft möglich.

Anmerkungen

- 1 <https://ecodigit.de/>
- 2 <https://osb-alliance.de/>
- 3 <https://sovereigncloudstack.org/>
- 4 <https://www.cloudcarbonfootprint.org>
- 5 <https://engineering.teads.com/sustainability/carbon-footprint-estimator-for-aws-instances/>
- 6 <https://prometheus.io>
- 7 <https://github.com/hubblo-org/scaphandre/>
- 8 <https://sustainable-computing.io>

Stephan Frickenhaus

Nachhaltige Bereitstellung von Forschungsdaten am Beispiel der Polarforschung – Erfahrungen aus dem MOSAiC-Projekt

Das Thema nachhaltige Bereitstellung von Forschungsdaten kann aus unterschiedlichen Perspektiven betrachtet werden. Am Beispiel der ganzjährigen Arktisexpedition MOSAiC lässt sich die Community-Perspektive eindrücklich darstellen, wobei auch technische und organisatorische Aspekte zu berücksichtigen sind. Insbesondere die Tatsache, dass MOSAiC multi-national und multi-disziplinär aufgestellt wurde, erforderte in hohem Maße koordinierte Herangehensweisen, die in dieser Arbeit vorgestellt werden. Weitere Informationen mit Relevanz für die Informationswissenschaft können Aldenhoevel (2023) entnommen werden.

Für die nachhaltige Bereitstellung der Forschungsdaten aus MOSAiC wurden institutionalisierte Datenrepositorien, also solche mit Langzeitförderung vorgegeben. Dazu zählen in MOSAiC: PANGAEA (Felden et al., 2023), NSF Arctic Data Center (<https://arcticdata.io/>), UK Polar Data Centre (<https://www.bas.ac.uk/data/uk-pdc/>), Centre for Environmental data Analysis (<https://www.ceda.ac.uk/>), ARM (<https://adc.arm.gov/discovery/>), so wie das Joint Genome Institute (<https://data.jgi.doe.gov/>).

Einordnung

Nachhaltigkeit in der Wissenschaft bildete sich zunächst heraus durch wissenschaftliche Kommunikation und die Ausbildung wissenschaftlichen Nachwuchses. Durch digitale Technologien wie das Internet und die allgemeine Verfügbarkeit von Computern im wissenschaftlichen Arbeitsalltag wurde ein schnellerer und freier Austausch wissenschaftlicher Ergebnisse durch das Open-Access-Paradigma realisiert. Mit der weiteren Digitalisierung entwickelten sich zusätzliche Dienste, um Forschungsdaten und auch Software als weitere Produkte wissenschaftlichen

Arbeitens verfügbar zu machen (Paradigma *Open Science*). Mit nationalen Initiativen wie der NFDI (Nationale Forschungsdateninfrastruktur) werden darüberhinausgehend auch Infrastrukturen geöffnet, z. B. um Forschungsdaten weiter bearbeiten zu können (*Open Infrastructure*).

Die MOSAiC Expedition

MOSAiC war eine ganzjährige Expedition ins Nordpolarmeer von Oktober 2019 bis September 2020 mit multi-nationaler wissenschaftlicher und logistischer Beteiligung. Der Forschungseisbrecher POLARSTERN (Alfred-Wegener-Institut, 2017) sollte an eine Eisscholle gekoppelt von Sibirien aus in die Dänemarkstraße östlich von Grönland driften. Dabei wurden zahlreiche Messinstrumente auf und über der Eisscholle und in einem verteilten Netzwerk im Umfeld eingesetzt. Mess-Bojen wurden im Ozean ausgebracht, aber auch Fernerkundungsdaten von Satelliten aufbereitet und genutzt. Zahlreiche weitere Informationen zu MOSAiC können auf der Projekt-Seite <https://mosaic-expedition.org> gefunden werden.

Ziele für MOSAiC aus Sicht der IT-Organisation

Die erfolgreiche Unterstützung einer multi-nationalen Kooperation in Form eines gemeinschaftlichen Datenmanagements hängt entscheidend davon ab, welche Leistungen angeboten werden können und welche auch bereitwillig genutzt werden. Zudem gibt es je nach Ursprungsland der teilnehmenden Mess-Infrastrukturen unterschiedliche – jedoch verbindlich einzuhaltende – Anforderungen, wo und wann die Daten beispielsweise veröffentlicht werden müssen. Für MOSAiC wurde erstmals 2017 die Idee entwickelt, ein durchgehendes Datenmanagement von der Datengenerierung (Messung) – bis hin zur Publikation – umzusetzen (Immerz et al., 2020; MOSAiC Consortium, 2018). Ausgangspunkt des Datenmanagements ist dabei die Erfassung der Datenquelle in einem Web-Service zur Registrierung der messenden Sensoren, bzw. deren Einsätze während der Expedition. Die darin gehaltenen beschreibenden Daten (Metadaten) bilden die Grundlage für die Rückverfolgbarkeit der entstehenden Datenflüsse und Datenprodukte. Außerdem konnte der gesamte Datenbestand damit auf den Speichersystemen strukturiert angelegt und zur Verfügung gestellt werden. Das Datenmanagement wurde 2018 in dem Implementierungsplan verankert (MOSAiC Consortium, 2018).

Ziel des Datenmanagements in MOSAiC aus Sicht der Nutzenden

Die in MOSAiC formulierten interdisziplinären wissenschaftlichen Fragestellungen (MOSAiC science plan writing team, 2016), die durch Zusammenwirken der unterschiedlichen Science-Teams verfolgt wurden, erforderten ein frühzeitiges Teilen der entstandenen Daten. Ziel der an Bord von POLARSTERN mobilisierten Dateninfrastrukturen war es also auch, allen Forschenden während der Expedition schon an Bord und sobald wie möglich auch Beteiligten an Land, Zugriff zu allen in MOSAiC entstandenen Forschungsdaten zu geben. Dazu wurden zwei Datenspeicher – einer auf dem Schiff, einer an Land in Bremerhaven – betrieben: das MOSAiC Central Storage (MCS).

Akzeptanz des Datenmanagements

Ein technisches Schema für das Datenmanagement verbindlich in die Nutzung zu bringen gelang durch Maßnahmen und Vereinbarungen auf mehreren Ebenen:

1. Governance:

Eine von allen wissenschaftlichen Teams durch aktive Mitgliedschaft sogenannter Data-Speaker getragene Datengruppe wurde aufgestellt. Gegenüber dem leitenden Project Board vertrat die Datengruppe das Datenmanagementkonzept, aber auch dessen Umsetzung. Mit in der Gruppe wurden auch operativ tätige Daten Manager vom AWI-Rechenzentrum eingebunden.

2. Support:

Eine koordinierende Datenmanager-Stelle wurde als Projektstelle geschaffen. Der Einsatz von zwei sogenannten Data-Supportern auf den Fahrtabschnitten (Legs) wurde damit zentral koordiniert. Die Supporter waren Ansprechpartner und aktive Unterstützer für das Erfassen der Metadaten und der Daten an sich auf dem auf POLARSTERN installierten zentralen Speicher.

3. Policy:

Es wurde vor Gründung der Datengruppe 2017 erkannt, dass ein bindendes Dokument benötigt wird, um die Gemeinschaft der beteiligten Forschenden und assoziierte Datenmanager zur Einhaltung von Prinzipien des Datenmanagements und der Datenpublikation zu verpflichten. Mit der Formulierung „Data is the Legacy of MOSAiC“ wurde allen MOSAiC-Teilnehmenden der hohe Stellenwert der Daten bewusst gemacht. Damit wurde auch der Bedarf einer wirkungsvollen Regelung in Form einer Data-Policy (Immerz et al., 2019) bekräftigt. Die Dateninfrastrukturen wurden in der Data-Policy zur Nutzung durch alle Forschenden vorgeschrieben, aber auch die Zielsetzung, alle wissenschaftlich nutzbaren Daten bis 1. Januar 2023 zu veröffentlichen, wurde durch Unterschrift bekräftigt. Mit Unterschrift unter die Data-Policy wurde auch



Die Polarstern im arktischen Winter, Foto: © Alfred-Wegener-Institut / Esther Horvath, CC BY 4.0

die persönliche Mitgliedschaft im MOSAiC-Konsortium verknüpft. Weitere Inhalte: Grundsätze der Zusammenarbeit, insbesondere an wissenschaftlichen Veröffentlichungen, insbesondere zu Beteiligung und Co-Autorenschaft sowie Regeln für den Umgang mit Konflikten.

Community-Building

Ein wesentlicher Erfolgsfaktor für das Gelingen einer multinationalen Expedition unter Extrembedingungen – wie MOSAiC – liegt in der Gründung und dem Fördern einer lebendigen Gemeinschaft, die auf Vertrauen basiert, und deren Mitglieder sich aktiv gegenseitig unterstützen und für die gemeinsamen Ziele einsetzen. Nicht nur die jährlich stattfindenden Konferenzen (vorbereitende Konferenzen, sowie MOSAiC-Science-Conferences), sondern auch Aktivitäten in weiteren wissenschaftlichen Gemeinschaften und Projekten (wie Nansen Legacy, International Polar Year) ermöglichte ein breit angelegtes Community-Building.

Innovation in Open Science

Aus der wissenschaftlichen und Datenmanagement-Kooperation heraus wurde eine Wertschätzung aller MOSAiC ermöglichenden Personen vorgeschlagen, was zur Publikation eines Extended Acknowledgements (Nixdorf et al., 2021) führte. Durch Beteiligung der Datengruppe an der Freigabe von Manuskripten zur Publikation konnte sichergestellt werden, dass das Extended Acknowledgement in allen MOSAiC-Publikationen zitiert wurde.

Kritik

Moderne daten-basierende Wissenschaft erfordert eine Detailplanung des Datenmanagements in sogenannten Datenmanagementplänen (DMP). Für die in MOSAiC beantragten Teilprojekte lagen der Datengruppe nicht durchgängig DMP vor. Die darin wesentlichen Informationen über Datenvolumen und Datendiversität (Datentypen und Formate der Metadaten) nachträglich einzuholen, war nur mäßig erfolgreich. Der auf POLARSTERN für MOSAiC installierte Speicher war mit 700 TB jedoch ausreichend groß dimensioniert, um alle eingehenden Rohdaten aufzunehmen.

Schlussfolgerung

Um eine nachhaltige Bereitstellung von Forschungsdaten für Projekte zu ermöglichen, braucht es verbindliche Absprachen und eine Kultur der Zusammenarbeit. Voraussetzung dafür ist, den Stellenwert des Datenmanagements und der offenen Verfügbarkeit zu einem der Grundsätze der Kooperation zu machen, und diese auch in der Projekt-Governance zu verankern.

Referenzen

- Aldenhövel P (2023) Disziplinspezifisches Forschungsdatenmanagement am Beispiel von MOSAiC – Chancen und Herausforderungen für die Informationswissenschaften. Köln : Institut für Informationswissenschaft der Technische Hochschule Köln 2023, Bachelor Thesis. <https://openpolar.no/Record/ftfhkoeln2:oai:publicologne.th-koeln.de:2222>
- Alfred-Wegener-Institut / Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung (2017) Polar Research and Supply Vessel POLARSTERN Operated by the Alfred-Wegener-Institute. Journal of large-scale research facilities, 3, A119. DOI: <http://dx.doi.org/10.17815/jlsrf-3-163>
- Felden J, Möller L, Schindler U et al. (2023) PANGAEA – Data Publisher for Earth & Environmental Science. Sci Data 10, 347 (2023). DOI: <https://doi.org/10.1038/s41597-023-02269-x>
- Immerz A, Schäfer A and the AWI Data Centre MOSAiC Team (2020) MOSAiC goes O2A – Arctic Expedition Data Flow from Observations to Archives, EGU General Assembly 2020, Online, 4–8 May 2020, EGU2020-17516, DOI: <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu2020-17516>
- Immerz A, Frickenhaus S, von der Gathen P, Shupe M, Morris S, Nicolaus M, Schneebeli M, Regnery J, Fong A, Snoeijis-Leijonmalm P, Geibert W, Rabe B, Herber A, Krumpen T, Singha S, Jaiser R, Ransby D, Schumacher S, Driemel A, ..., Rex M (2019) MOSAiC Data Policy. Zenodo. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.4537178>
- MOSAiC science plan writing team (2016) MOSAiC Science Plan 2016, <https://iasc.info/images/news/MosaicSciencePlan2016.pdf>, EPIC-hdl:10013/epic.3f0e44e7-b75d-4757-aa8b-b32fed11913f
- MOSAiC Consortium (2018) MOSAiC Implementation Plan 2018, EPIC-hdl:10013/epic.ef9d4b5c-34e0-42c4-9519-167adb46b6f5
- Nixdorf U et al. (2021) MOSAiC Extended Acknowledgement. Zenodo. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.5179738>



Stephan Frickenhaus

Stephan Frickenhaus ist Leiter des Rechen- und Datenzentrums des Alfred-Wegener-Instituts (AWI), Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven, <https://orcid.org/0000-0002-0356-9791> und hat eine Kooperationsprofessur am Zentrum für Industriemathematik der Universität Bremen. Sein Forschungsinteresse besteht u.a. darin, in der Erdsystemforschung Analysen von Forschungsdaten aus unterschiedlichen Quellen zu ermöglichen. Er baut am AWI nachhaltige kollaborative Infrastrukturen für die wissenschaftliche Datenanalyse auf.

Refurbished Hardware als Beitrag zur nachhaltigen IT-Infrastruktur: Eine Fallstudie von Greenpeace Deutschland

Die Nutzung von wiederaufbereiteter beziehungsweise gebrauchter IT-Hardware (refurbished) ist bei privaten Endgeräten bereits viel diskutiert. Im Unternehmensbereich jedoch konnte sich das Konzept Refurbished Hardware noch nicht etablieren. Im vorliegenden Beitrag werden Planung, Umsetzung sowie Ergebnisse des Projekts Refurbished Hardware bei Greenpeace Deutschland e. V. beschrieben.

Einleitung

Die fortschreitende Digitalisierung erhöht kontinuierlich den Bedarf an IT-Hardware. Dieser Trend geht einher mit dem steigenden Verbrauch von Ressourcen, der Emission von Treibhausgasen und der Produktion von Elektroschrott. Bis zu vier Prozent der weltweiten Treibhausgasemissionen entstehen durch Herstellung und Betrieb digitaler Geräte (Technopolis & IÖW 2024). Die Herstellung neuer IT-Hardware erfordert den Einsatz kritischer Rohstoffe wie Seltener Erden und selten vorkommender Metalle. Hinzu kommt ein hoher Energieaufwand bei der Produktion und Distribution der Geräte. Durch die Nutzung von gebrauchten IT-Geräten sind signifikante Einsparungen an Primärressourcen und Emissionen möglich. So können bei der Aufbereitung eines einzelnen Smartphones 14 kg Primärressourcen und 58 kg Treibhausgase vermieden werden (Fraunhofer UMSICHT 2018).



Gesammelte gebrauchte Smartphones, bereit zur Wiederverwendung, Foto: Sarah Weyers, Fraunhofer Austria

Vor diesem Hintergrund gewinnen Konzepte zur Verlängerung der Produktlebenszyklen sowie zur Wiederverwendung von IT-Geräten zunehmend an Bedeutung. Nach einer Umfrage von Bitkom Research sind bereits 15 Prozent der befragten Unternehmen in Deutschland bereit, refurbished Hardware zu nutzen. Drei Viertel davon sehen darin einen wesentlichen Beitrag zum Umweltschutz (Bitkom Research 2024). Unter dem Begriff *Refurbished Hardware* werden hierbei generalüberholte Geräte verstanden, die nach ihrer ersten Nutzungsphase professionell aufbereitet und anschließend erneut in den Markt eingebracht werden.

Greenpeace Deutschland hat gemeinsam mit anderen Greenpeace-Länderbüros den Einsatz von refurbished Hardware über mehrere Jahre erprobt. Ziel war es, ökologische Nachhaltigkeit mit Kosteneffizienz und technischer Leistungsfähigkeit in Einklang zu bringen. Weiterhin sollten die Nutzer:innen eine positive Erfahrung bei der Verwendung der Hardware erfahren und keinen Unterschied zu klassischer neuer Hardware bemerken. Dieser Beitrag präsentiert den Stand, die konzeptionelle Herangehensweise, die projektspezifischen Ziele, die Implementierungsstrategien sowie die Resultate und Erkenntnisse dieses Vorhabens.

Projektplanung: Refurbished Hardware Lifecycle

Aufgrund der gesammelten Erfahrungen in der Hardwarebeschaffung, dem IT-Service-Desk und ersten Kenntnissen aus dem Refurbished-Hardware-Markt wurden folgende Fragen zum Projektstart formuliert:

- Inwieweit können durch den Einsatz von refurbished Hardware ökologische Einsparpotenziale hinsichtlich Ressourcenverbrauch und Emissionen realisiert werden?
- Welche Kosteneinsparungen ergeben sich im Vergleich zu Neuanschaffungen?
- Lassen sich refurbished Geräte nahtlos in bestehende IT-Infrastrukturen integrieren, ohne dabei Nutzungsqualität und Zuverlässigkeit zu beeinträchtigen?

In der *Marktanalyse und der Auswahl von Lieferant:innen* wurden Anbietende von refurbished Hardware auf Basis definierter Kriterien (Qualität, Zertifizierungen, Service-Level, Preis) evaluiert. Ziel war zunächst die Sicherstellung einer homogenen Hardware-Landschaft.

Im Schritt der *Standardisierung von Konfigurationen und Software* sollte durch die Etablierung einheitlicher BIOS-Konfigurationen, Software-Images sowie Rollen- und Rechtekonzepte der operative Aufwand bei Installation, Updates und Wartung minimiert werden.

Im Bereich *Betrieb, Wartung und Support* wurde das Ticket-System optimiert und mit einer *Configuration Management Database* (CMDB) verbunden, um eine effiziente Verwaltung und Minimierung von Ausfallzeiten zu gewährleisten. Dies sollte er-

möglichen, Gerätetypen mit höheren Ausfallraten zu identifizieren. Neben den quantitativen Indikatoren (Defekt-Typen) wurden qualitative Daten (Feedback der Nutzenden) erhoben.

Nicht mehr benötigte Geräte (*End-of-Life-Strategie*) wurden je nach Zustand an das Greenpeace-Ehrenamt oder andere NGOs gespendet (z.B. Computertruhe e.V.). Falls keine weitere Nutzung möglich ist, werden die Geräte professionell recycelt.

Ergebnisse

Durch den Einsatz von wiederaufbereiteten IT-Geräten können erhebliche Ressourcen- und Emissionseinsparungen erzielt werden. Frühere Studien, wie beispielsweise von Fraunhofer Austria (2023), zeigen, dass durch die Wiederverwendung von IT-Geräten bis zu 80 Prozent der CO₂-Emissionen eingespart werden können. In diesem Projekt wurden eine 100 %-ige Nutzung von refurbished Windows-Laptops und eine 90 %-ige Nutzung von Monitoren erreicht, wodurch Emissionseinsparungen in einer ähnlichen Größenordnung zu erwarten sind.

Auch aus ökonomischer Sicht ergeben sich Vorteile: Ein vollständig ausgestatteter Arbeitsplatz, bestehend aus Laptop, Monitor und Zubehör, konnte zum Projektstart für etwa 660 € bereitgestellt werden. Dies entspricht einer signifikanten Reduzierung der Kosten im Vergleich zur Anschaffung neuer Geräte.

Die Zuverlässigkeit der eingesetzten refurbished Hardware erwies sich ebenfalls als überzeugend. Von den 400 eingesetzten Geräten wurden im Jahr 2022 lediglich 31 Hardwareausfälle registriert, wobei die meisten betroffenen Geräte zu diesem Zeitpunkt bereits eine Nutzungsdauer von zehn Jahren aufwiesen. Zusätzlich zeigten regelmäßige Feedback-Erhebungen eine hohe Akzeptanz seitens der Nutzenden, was die Praxistauglichkeit der wiederaufbereiteten Geräte weiter unterstreicht. Die Bereitstellung einer zweijährigen Garantie bei allen Händlern war problemlos.

Lediglich die Homogenität der Hardware konnte nicht erreicht werden, da der Refurbished-IT-Markt für Organisationen in der Größenordnung häufig nicht genügend gleiche Endgeräte bereitstellen kann. Daher wurde von der Hardware-Homogenität auf eine Interface-Homogenität gewechselt. Dies bedeutet, dass Endgeräte über die gleichen Anschlüsse verfügen müssen, damit sie innerhalb des Büros an verschiedenen Arbeitsplätzen flexibel eingesetzt werden können.

Zusammenfassung

Die Ergebnisse zeigen, dass die potenziellen Vorteile von gebrauchter Hardware für Unternehmen und Organisationen beträchtlich sind. Die Kombination aus Ressourcenschonung, Emissionsreduktion und Kosteneffizienz steht im Einklang mit den wachsenden Forderungen nach nachhaltiger IT-Infrastruktur. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass eine erfolgreiche Implementierung von verschiedenen Faktoren abhängt, darunter die Verfügbarkeit qualitativ hochwertiger Geräte, die Sicherstellung einer passenden Hardware-Landschaft sowie die Akzeptanz seitens der Endnutzer:innen. Die Nutzer:innen-Akzeptanz hängt teilweise von kleinen Details wie z.B. einer vorhandenen Tastaturbeleuchtung ab und ist somit sehr individuell zu bewerten. Durch stetigen Austausch der älteren Modelle kann die Hardware individuell neu gestaltet werden, ohne dass auf einen Schlag alle Geräte ausgetauscht werden müssen.

Die vorliegende Untersuchung stützt sich auf Daten aus dem konkreten Anwendungsfall bei Greenpeace Deutschland e.V., ist jedoch in ihrer Übertragbarkeit potenziell auf weitere Organisationen anwendbar.

Bei Fragen und Anregungen kontaktieren Sie gerne Jonathan Niesel (jonathan.niesel@greenpeace.org).

Referenzen

- Bitkom Research (2024): Mehr Unternehmen nutzen Refurbished-IT, <https://www.bitkom-research.de/news/mehr-unternehmen-nutzen-refurbished-it>, abgerufen am 13.01.2025
- Fraunhofer Austria (2023): Refurbed I Verifiziertes Rechenmodell zur ökologischen Bewertung von mehr als 10.000 Produkten. <https://www.fraunhofer.at/de/presse/news/refurbed---verifiziertes-rechenmodell-zur-oekologischen-bewertun.html>, abgerufen am 13.01.2025
- Fraunhofer UMSICHT (2018): Entscheidender Beitrag zu effizienten Rohstoffkreisläufen: Wiederverwendung von IT-Geräten. Studie. <https://www.umsicht.fraunhofer.de/de/presse-medien/pressemitteilungen/2018/studie-it-refurbishment.html>, abgerufen am 13.01.2025
- Technopolis & IÖW (Institut für ökologische Wirtschaftsforschung) (2024): Metastudie „Nachhaltigkeitseffekte der Digitalisierung“, https://www.ioew.de/fileadmin/user_upload/BILDER_und_Downloaddateien/Publikationen/2024/Technopolis-IOEW_2024-Metastudie_Nachhaltigkeitseffekte-der-Digitalisierung.pdf, abgerufen am 13.01.2025

Jonathan Niesel



Jonathan Niesel ist Prozessmanager in der ICT bei Greenpeace Deutschland e.V. Nach seinem Studium der Meteorologie war er als Softwareentwickler und Data Scientist in verschiedenen Branchen tätig. Nun beschäftigt er sich unter anderem mit Nachhaltigkeitsfragen in der IT sowie dem Schwerpunkt KI für NGOs.

Value-based Transformation Management for Digital-sustainable Co-transformation

Greenpeace Germany e. V., like many other organizations, faces digital- and sustainability transformation. This article describes how Greenpeace considers these transformations as one digital-sustainable co-transformation. Specifically, we outline how Greenpeace identifies key value tensions that underpin this co-transformation as a prerequisite for value-based transformation management. The ideas on digital-sustainable co-transformation and the workshop method for identifying key value tensions that we present in this article were subject of a workshop at the FlFF-Conference 2024 in Bremerhaven.

What Is Digital Transformation?

We all experience digital transformation at societal, organizational, and individual levels. Digital transformation of society has changed, for example, political discourse, which nowadays occurs mainly online. The media, or digital technology, used reciprocally shapes this discourse. That is, X's (prev. Twitter) character limitation confines what politicians, NGOs, or citizens can express in one Tweet. Similarly, Instagram emphasizes photo sharing while TikTok evolves around short videos. In return, these technological confinements shape how thoughts and opinions become expressed, which coins their reception. However, digital technology can also contribute to democracy by enabling and facilitating digital participation.

At the individual level, we can observe behavioral changes because of new possibilities, for example, for interacting with loved ones, shopping online, or planning your next holiday. Rather than strolling the high streets, we often turn to online shops, and in between we check our friends' status. Hence, new possibilities of digital technology alter our behavior.

When organizations engage in *digital transformation*, they use digital technology to trigger changes to their organizational processes and core activities, that is, activities that directly contribute to accomplishing organizational goals. They seek these changes to create new digital services or products. These can build on or complement as well as supplement existing physical ones (Nambisan et al., 2019; Vial, 2019). For example, car-sharing companies offer a fleet of cars that customers can access and use via digital services. These services can show vehicle data (e.g., fuel level, transmission type, trunk measures, child seat, etc.), display availability and booking options or lock/unlock vehicles when starting/ending a trip. This transforms people's mobility behavior as they book mobility – the car they need, for example, small car vs. van – on demand instead of owning a car (or cars).

Indeed, organizational digital transformation mainly focuses on using digital technology to implement changes that lead to economic improvements (Zimmer et al., 2023). Organizations measure digital transformation success, for example, in performance indicators such as overall revenue, increase in customer base, productivity gains or by specifically measuring the financial performance of digital products or services (Barthel, 2021). This financial performance pertains to whether these digital products or services make more than they cost or lead to cost savings because of productivity gains. However, organizations not only face digital transformation but also must tackle their sustainability transformation to address their impact

on the environment and society, which increasingly becomes a strategic imperative – rather than a nice-to-have – considering the rising risk for climate-change-induced costs (Allianz SE, 2025).

Sustainability Transformation and Organizations' Triple Bottom Line

The Brundtland Report from 1987 defines sustainable development as “meeting the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs” (WCED, 1987, p. 16). In 2016, these efforts led to the current sustainable development goals (United Nations, 2016). During the late 2010s, climate change hit public and political discourse increasing consumers' awareness and demand for sustainable products and services. Governments issued policies like carbon dioxide taxes or the European Union's Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD) requiring organizations to report their emissions and assess their economic impact as investors increasingly demand details on sustainability practices to assess investment risks. This economic valence has turned sustainability transformation into a strategic concern for many organizations.

Sustainability transformation refers to organizational change efforts that seek to improve organizations' *triple bottom line*. Elkington introduced the triple bottom line in 1994. He proposed that organizations have not one, but three bottom lines. Accordingly, they should measure not only their revenue (or profit; that is, economic bottom line), but also their impact on the environment and society (that is, environmental and social bottom line) (Elkington, 1994). Hence, sustainability transformation requires changes to organizational processes and core activities that improve the net impact of these processes and activities on their organizations' environmental and social bottom line. This makes sustainability transformation a complex and multifaceted change effort because organizations must assess interdependencies among processes or core activities and possible rebound effects (Seidel et al., 2014).

The Digital-sustainable Co-transformation Framework

Organizations often face both digital- and sustainability transformation. Since choosing between the two presents not an either/or but a both/and, we must ask if and how the two transformations relate. Moreover, what implications does their relationship have for organizations and the management of

these transformations? For instance, are there synergies and, if so, how can organizations leverage them? Can managing both transformations as one reduce governance costs, or ensure that digital transformation positively affects organizations' sustainability footprint?

The German Federal Ministry of Education and Research as well as the World Economic Forum suggest that digital transformation can contribute to sustainability transformation (BMBF, 2019; World Economic Forum, 2021). Indeed, we defined both transformations as change efforts that target organizational processes and core activities. Accordingly, digital transformation – using digital technology to trigger such change efforts – can positively impact organizations' triple bottom line. For example, digital technology can be used to create more sustainable products or services, or support sustainable organizational processes and core activities (Rosati et al., 2024; Veit & Thatcher, 2023). Thus, digital transformation can present a means to accomplish sustainability transformation (Breiter et al., 2024; Hinsin et al., 2023; Zimmer & Järveläinen, 2022). However, digital technology and their use can also have negative impacts.

Manufacturing digital technology binds natural resources, especially micro-chips and batteries, which require scarce raw materials and create emissions during production. Processing operations, data collection, storage, and retrieval consume energy that, depending on the energy source, produces greenhouse-gas emissions. Required infrastructure development, such as larger energy networks, data centers, broadband, satellites, or cell-masts also binds resources, incurs costs, and contributes to emissions often attributed to the commons. Digital technology can also create digital divide excluding citizens without access or digital skills from society or governmental services. This brings to our attention the digital sustainability dilemma that organizations face when using digital technology for sustainability transformation. This dilemma emphasizes that digital technology can be used to positively affect organizations' triple bottom line while its use negatively affects this triple bottom line (Zimmer et al., 2024). Thus, if organizations are to unlock the potential of digital transformation for sustainability transformation, they must address this digital sustainability dilemma in digital-sustainable co-transformation.

Digital-sustainable co-transformation combines digital and sustainability transformation into a single strategic concern (Zimmer & Järveläinen, 2022). This places digital and sustainability in the relationship of digital being a means for accomplishing sustainability while sustainability provides a purpose for digital transformation (Graf-Drasch et al., 2023). Hence, the goal of digital-sustainable co-transformation is to improve organizations' triple bottom line by using digital technology to transform organizational processes and core activities. Depending on the emphasis of organizations' co-transformation on Elkington's (1994) triple bottom line, we can differentiate between digital transformation, social-digital transformation, green-digital transformation and co-transformation (Figure 1).

Digital transformation emphasizes improvements regarding organizations' economic sustainability. The environmental and social dimensions are subservient. *Social-digital transformation*

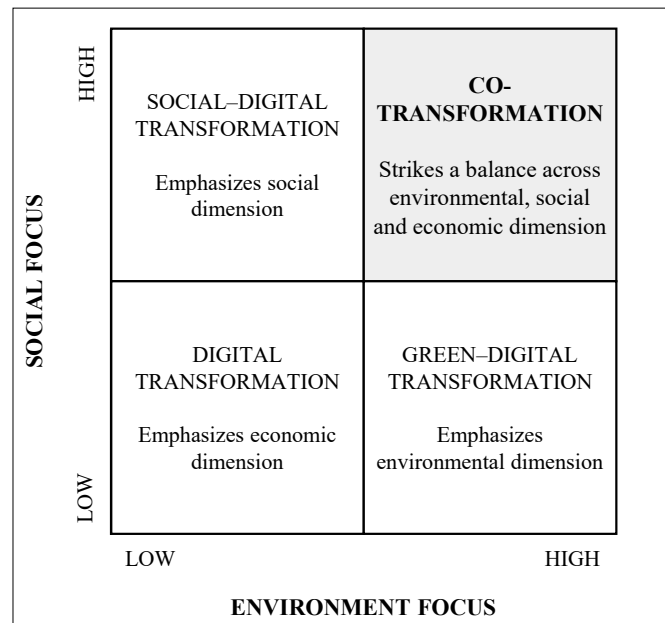


Figure 1: Digital-sustainable co-transformation framework adapted from Zimmer & Järveläinen (2022)

prioritizes change efforts that use digital technology to improve organizations' social sustainability while considering environmental and economic sustainability subservient. *Green-digital transformation* focuses on digital technology use that can improve organizations' environmental sustainability while treating social and economic sustainability subservient. *Co-transformation* strikes a balance on the triple bottom line. This means that no dimension is subservient, but the impact of change efforts based on digital technology balances organizations' environmental, social and economic bottom lines (Zimmer & Järveläinen, 2022). But what implications has this notion of co-transformation for organizations and their management of digital- and sustainability transformation?

Greenpeace's Co-transformation Unearthed Value-tensions of Digital Sustainability

Greenpeace Germany e.V., like many other organizations, faces digital and sustainability transformation. However, unlike many other organizations, they tackle these transformations as one co-transformation. This makes the non-governmental organization (NGO) an exemplary case for understanding organizational co-transformation. Here, we draw on insights from Greenpeace's co-transformation (for more details, see our case study Zimmer et al., 2024). We show how Greenpeace recognized that understanding digital and sustainability transformation as one co-transformation means balancing value tensions of digital sustainability when taking co-transformation decisions. Such *"decisions arise when organizations select digital technology to implement changes to their processes and core activities"* (Zimmer et al., 2024, p. 35).

For example, one of Greenpeace's co-transformation decisions pertained to their selection of a cloud service provider. Their IT department had calculated that moving parts of their IT systems and applications to a cloud provider would positively impact their environmental sustainability. Hosting IT systems

and applications with a cloud provider reduces the amount of hardware required and cloud providers have greater levers for optimizing data centers' energy consumption. Greenpeace also identified other benefits such as reduced operation costs and cybersecurity at a level that the NGO could only attain through significant investments. However, moving to the cloud meant choosing a cloud provider.

Greenpeace identified three options. Option A offered the best technical integration and functionality, for example, regarding collaboration and cybersecurity (technology dimension). Moreover, provider A offered the possibility to select hosting locations, for example, to select data centers that run on renewable energy (environment dimension). However, this provider runs its consumer business on questionable data and privacy policies (social dimension). Option B offered inferior functionality (technology dimension) than A and no option to choose hosting locations or to monitor the greenhouse-gas-emissions of Greenpeace's hosted IT systems or applications (environment dimension). That said, provider B operates on a more transparent business model than provider A (social dimension). Lastly, option C refused to render transparent the energy source of their data centers (environment dimension), which impeded assessing this option's environmental impact.

The cloud provider example shows that co-transformation introduces the triple bottom line of sustainability to organizational decisions on digital technology. While digital transformation focuses on the economic dimension, co-transformation involves value tensions among four dimensions: the triple bottom line (environment, social and economic dimension) and digital transformation's technology dimension (Figure 2).

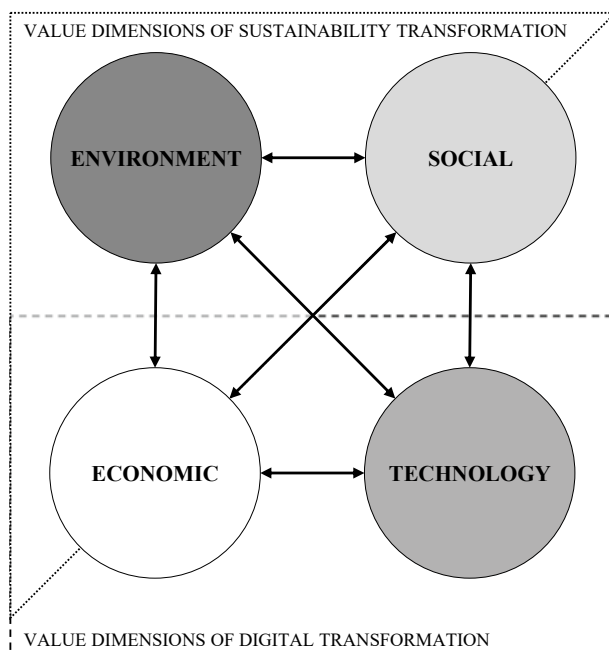


Figure 2: Value tensions of digital sustainability among the four co-transformation dimensions adapted from Zimmer et al. (2024)

If we identify the value tensions of digital sustainability for the three competing cloud provider options, we recognize that none of these options realizes all dimensions. Hence, co-

transformation requires decision makers to identify, which value dimensions competing options realize and then choose the option that best balances these four dimensions (or the least bad option). The precept in this approach: to strive for progress rather than perfection.

The co-transformation framework thus helps organizations recognize and balance value tensions that underlie organizational co-transformation decisions. But how to identify these value tensions and establish value-based transformation management?

Greenpeace's Value-based Transformation Management for Digital-sustainable Co-transformation

The cloud provider decision was not the only co-transformation decision at Greenpeace. Strategizing their co-transformation, the NGO held workshops at which their members discussed what Greenpeace intends to accomplish and to identify the key value tensions that they may face. Identifying these key value tensions should help their decision-makers to gain awareness and to recognize the value tensions of digital sustainability to choose the options that best balance these tensions. At the FlFF-Conference 2024 in Bremerhaven, we offered a workshop in which we invited participants to conduct the steps of Greenpeace's workshop method to identify key value tensions. Next, we outline this method's four steps (Figure 3).

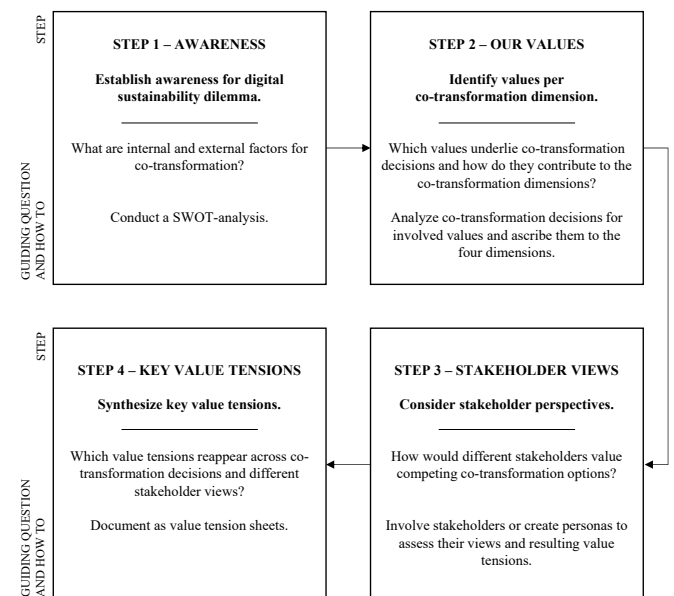


Figure 3: Workshop process for identifying value tensions of digital sustainability in organizational decisions

First, organizations should establish awareness for the four dimensions of co-transformation and the inherent digital sustainability dilemma. Greenpeace accomplished this step by conducting an analysis of strengths, weaknesses, opportunities, and threats (SWOT). SWOT analyses take a strategic view on internal – strengths and weaknesses – and external organizational factors – opportunities and threats. Assessing these factors in relation to co-transformation creates awareness

and transparency about organizations' status quo of handling digital- and sustainability transformation as well as how they may use strengths to leverage co-transformation opportunities but also how they may compensate for weaknesses or mitigate threats.

Second, organizations should identify and ascribe values that underlie their co-transformation decisions to the four co-transformation dimensions. For this, Greenpeace analyzed past and ongoing co-transformation decisions. They reflected which values these decisions realize (or impede) and then ascribed these values to the four co-transformation dimensions. For example, when Greenpeace deliberated on their social media use – which platforms to use – they realized that this decision involves values such as credibility, justice, or environmental-friendly use of digital technology. However, they recognized that these values not only emerge regarding social media use but whenever Greenpeace decides upon any digital technology use. This second step thus resulted in an overview of co-transformation decisions, involved values and their ascription to the four co-transformation dimensions.

Third, organizations should consider different stakeholders' perspectives on their co-transformation decisions. Greenpeace recognized that different stakeholders within and outside their organization value competing options for co-transformation differently. Thus, identifying values and balancing value-tensions requires involving different stakeholders and their views on co-transformation decisions. For example, while the head of IT and the head of sustainability may consider open-source solutions for customer relationship management the best option, the head of fundraising and engagement could take the view that other solutions provide better features, are more intuitive to use or make it easier to hire skilled employees who already know widespread systems. To consider these stakeholder views, Greenpeace either involved them or created different personas to assess how they would value competing co-transformation options.

Lastly, organizations should synthesize the results of their SWOT analysis, identified values, and different stakeholders into key value tensions that lie at the center of their co-transformation. Greenpeace, for example, compiled value sheets for the key tensions that they identified. One of these key tensions that reemerged across co-transformation decisions was how Greenpeace is, or is not, part of the technology system change. While Greenpeace aspires to use digital technology for the common good and proposes a circular economy, technology corporations have different business models. This produces a tension between not using digital technology that are based on these business models vs. solution-oriented use for impactful campaigning. This tension ties to values such as credibility and justice and emerges whenever Greenpeace campaigns against technology corporations but at the same time buys into their business models by using their technology. The value tension sheets also qualitatively define the target state for the respective value tension.

The described workshop method leads to an overview of key value tensions. This provides the basis for defining policies for value-based transformation management. These policies, for example, can pertain to how key value tensions should be handled, how respective decisions should be documented and whether (and if so, when) decisions should be re-evaluated because the aspired values failed to realize, or the external digital environment has changed.

Digital-sustainable co-transformation poses significant organizational challenges. The presented ideas and workshop method may not provide direct solutions, but at the FIF-Conference 2024 in Bremerhaven, they encouraged participants to appreciate the complexity of co-transformation. The method provides a means to make the complexity transparent within an organization, encourages cross-silo understanding and facilitates arriving at joint decisions. By identifying and reflecting key value tensions, we embrace rather than simplify the multi-faceted nature of digital- and sustainability transformation.

Markus P. Zimmer and Karen Paul



Dr. **Markus P. Zimmer** is postdoctoral researcher at the Institute of Information Systems at Leuphana University of Lüneburg. His research interest lies at the intersections of organizational change, digital technologies and responsibility. In particular, he studies Digital-Sustainable Co-Transformation, and Responsible Artificial Intelligence. His work builds on industry and practice collaboration and has been published in scientific journals, for example, Journal of Strategic Information Systems, Journal of the Association on Information Systems, or Information Systems Research.



Karen Paul is a Dipl. Wirtschaftsinformatikerin (Diploma in Business Informatics). After holding management positions in large retail and IT corporations, among others, she is head of IT of Greenpeace Germany and a member of the global technology committee of Greenpeace International. She is passionate about how digitalization can be used to advance environmental and climate protection while responsibly managing digital opportunities and risks.

This, and acknowledging that co-transformation does not mean finding the perfect option but progressing by choosing the best balanced – or best balance among a set of options – can enable organizations to transform toward a better future.

References

- Barthel P (2021) What is Meant by Digital Transformation Success? Investigating the Notion in IS Literature. *Wirtschaftsinformatik 2021 Proceedings*, March, 16.
- BMBF (2019) Natürlich. Digital. Nachhaltig. – Ein Aktionsplan des BMBF. Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF). https://www.bmbf.de/SharedDocs/Publikationen/DE/7/31567_Aktionsplan_Natuerlich_Digital_Nachhaltig.html
- Breiter K, Crome C, Oberländer AM, Schnaak F (2024) Dynamic Capabilities for the Twin Transformation Climb: A Capability Maturity Model. *Information Systems Frontiers*. <https://doi.org/10.1007/s10796-024-10520-y>
- Elkington J (1994) Towards the Sustainable Corporation: Win-Win-Win Business Strategies for Sustainable Development. *California Management Review*, Winter, 90–102.
- Graf-Drasch V, Kauffeld L, Kempf L, Oberländer AM, Teuchert A (2023, May 11) Driving Twin Transformation—The Interplay of Digital Transformation and Sustainability Transformation. *ECIS 2023 Proceedings*. European Conference on Information Systems, Kristiansand, Norway. https://aisel.aisnet.org/ecis2023_rp/255
- Hinsen S, Huber F, Pantzer J, Schleich E, Wilkens H, Oberländer AM, Graf-Drasch V (2023) Digital und nachhaltig die Zukunft sichern: Wie Unternehmen die Twin Transformation als Vorreiter meistern können (p. 54). Ernst & Young GmbH. https://assets.ey.com/content/dam/ey-sites/ey-com/de_de/noindex/ey-studie-digital-und-nachhaltig-die-zukunft-sichern-februar-2023.pdf?mkt_tok=NTIwLVJYUC0wMDMAAGKzMqPw0EZD-sFUT63ROS1TjkWFOeBe8o7SxEjrLByk5_y3HvkfDCCWsqueTvF2dAKbplSuanwrxZITjzpbfd0PdP0uiV_4mYhytnpQ8io8zFA0-2A
- Nambisan S, Wright M, Feldman M (2019) The digital transformation of innovation and entrepreneurship: Progress, challenges and key themes. *Research Policy*, 48(8), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2019.03.018>
- Rosati P, Lynn T, Kreps D, Conboy K (2024) Digital Sustainability: Key Definitions and Concepts. In T. Lynn, P. Rosati, D. Kreps, & K. Conboy (Eds.), *Digital Sustainability* (pp. 1–24). Palgrave Macmillan.
- Seidel S, Recker J, Pimmer C, vom Brocke J (2014) IT-enabled sustainability transformation-the case of SAP. *Communications of the Association for Information Systems*, 35, 1–17. <https://doi.org/10.17705/1cais.03501>
- Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development, A/RES/70/1 41 (2016) sustainabledevelopment.un.org
- Veit DJ, Thatcher JB (2023) Digitalization as a problem or solution? Charting the path for research on sustainable information systems. *Journal of Business Economics*. <https://doi.org/10.1007/s11573-023-01143-x>
- Vial G (2019) Understanding digital transformation: A review and a research agenda. *The Journal of Strategic Information Systems*, 28(2), 118–144. <https://doi.org/10.1016/j.jsis.2019.01.003>
- WCED (1987) Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future. World Commission of Economic Development (UN).
- World Economic Forum (2021, March) Here's how digital transformation and sustainability can flourish together. <https://www.weforum.org/agenda/2021/03/here-s-how-digital-transformation-and-sustainability-can-flourish-together/>
- Zimmer MP, Järveläinen J (2022) Digital–Sustainable Co-transformation: Introducing the Triple Bottom Line of Sustainability to Digital Transformation Research. In D. Kreps, R. Davison, T. Komukai, & K. Ishii (Eds.), *Human Choice and Digital by Default: Autonomy vs Digital Determination* (Vol. 656, pp. 100–111). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-15688-5_10
- Zimmer MP, Järveläinen J, Stahl BC, Mueller B (2023) Responsibility of/in digital transformation. *Journal of Responsible Technology*, 16, 100068. <https://doi.org/10.1016/j.jrt.2023.100068>
- Zimmer MP, Paul K, Drews P (2024) Greenpeace's Digital Transformation: A Case of Digital–Sustainable Co-Transformation. Leuphana University Lüneburg and Greenpeace e. V. <https://doi.org/10.48548/pubdata-1530>

Peter Kämmerling für das TDRM- und FlfF-Umweltsensorstation Team

Citizen Science – Citizen Sensing by FlfF

gemessene statt alternative Fakten

wissenschaftlich nachvollziehbare Bewertungen statt Fake News



Bürger:innen beantworten gesellschaftsrelevante Fragen. Sie erfassen Parameter unserer Lebenswelt, speichern und stellen sie bereit, werten sie aus, bewerten sie und stellen sie in einen gesellschaftlichen Kontext. Erhebung von Daten, Information und wissenschaftliche Auswertungen dienen zivilgesellschaftlicher Argumentation. Dies fördert zivilgesellschaftliche Aktivitäten, vermittelt Wissen über Natur und Technik, weckt Umweltbewusstsein, zeigt Zusammenhänge auf und fördert Verantwortung. Dies stärkt fakten- und wissenschaftsbasiertes, demokratisches, gesellschaftliches, politisches Engagement und Kompetenz.



Gefördert durch

Deutsche Stiftung für Engagement und Ehrenamt

Nachdem wir mittlerweile im achten Jahr TDRM¹ zur Messung atmosphärischer Radioaktivität um die Kernkraftwerk-Parks Thiege, Doel und Chooz sowie deren minütlich aktuelle Darstel-

lung per Webseite betreiben, nahmen wir uns vor, den Ansatz auf *Citizen Science – Citizen Sensing* zu erweitern².

Dafür müssen wir eine neue Umweltsensorstation als Nachfolger der TDRM-Station entwerfen

- d. h. deren Hard- und Software selbst neu entwickeln,
- es sollen beliebige Sensoren anschließbar sein, welche zur Fragestellung des:r Anwender:in passen sollen, und gleich-

zeitig wird damit ein Vendor Lock-in auf Sensoren vermieden,

- sie soll vollständig mit Open-Source-Tools entwickelt und offen dokumentiert werden, d. h. sie soll folgende Eigenschaften aufweisen:
 - reparierbar und langfristig wiederverwendbar,
 - niedrigschwellig weiterentwickelt,
 - vermeidet Vendor Lock-in in eine vorgegebene Cloud sowie unerwünschten bzw. exklusiven Datenabfluss,
 - vermeidet Vendor Lock-in auf seine Hardware/Software, weil alle Schnittstellen und insbesondere die Programmier-Schnittstelle dokumentiert werden,
 - sie soll frei im Außenbereich aufstellbar sowie robust sein,
 - einfach zu benutzen sein,

sowie eine neue Software-Kette entwickeln:

- Unterstützung der User zur Konfiguration Ihrer Sensoren / Sensorstation(en),
- kostenfreie Datenübertragung per Funk,
- zur flexiblen Speicherung und öffentlichen Bereitstellung beliebiger Zeitreihen-Sensordaten,
- eine neue Zeitreihen-orientierte und damit effizientere Datenbank als bei TDRM,
- die Datenbank muss in Zukunft statt wie bisher fest installierter, dann (fast) beliebige Datenformate sowie auch deren Metadaten zur korrekten Interpretation speichern können,
- Auswertetools bereitstellen, um Sensordaten zusammenzuführen und gemeinsam auswerten zu können.

Das FIF e. V. erhielt zwei Förderungen zur Entwicklung von Prototypen der Umweltsensorstation von 2022 bis Ende 2024 von DSEE³.

Im ersten Prototyp gingen wir erste Schritte in die vorgesehene Richtung

- Microcontroller (MC) statt Raspberry Pi
- preiswerter
- robuster
- geringerer Energieverbrauch => mit kleinem Akku und kleinem Solarmodul betreibbar
- LoRaWAN-Datenübertragung statt LAN / WLAN,
- geringerer Energieverbrauch
- Reichweite von ca. 2 ... 10 km
- lizenz(kosten)frei nutzbar
- über TTN⁴ weltweite Funk-Datenübertragung ohne monatliche Providerkosten
- wetterfestes Gehäuse
- per KiCad⁵ selbst konstruiertes Mainboard
- zehn unterschiedliche Stecker auf dem Mainboard zum Anschluss diverser Sensormodule
- Test verschiedener embedded Realtime-Betriebssysteme (eRTOS) wie FreeRTOS/AzureRTOS, Mbed, ThreadX sowie auch barebone. Mbed wurde von ARM aufgegeben, FreeRTOS und ThreadX wurden zunächst kommerzialisiert, um IoT-Devices (Internet der Dinge) leicht an große kommerzielle Cloud-Anbieter anbinden zu können und inzwischen teilweise wieder zu Open-Source.

Schließlich fanden wir das eRTOS ZEPHYR⁶:

- embedded Realtime-Operationsystem für Microcontroller,
- vollständig Open-Source, d. h. vom Entwicklungs-Host, der Toolchain sowie Quellen,
- von der Linux Foundation und einer großen Community,
- basiert vollständig auf bekannten Linux Tools / Toolchains / in C/C++ implementiert,
- inzwischen das am dynamischsten weiterentwickelte und wachsende eRTOS,
- enthält bereits sehr viele Libraries und Treiber u.a. für Schnittstellen, Sensoren und Protokolle; deren APIs sind unabhängig vom verwendeten Target-MC,
- es können Hersteller- und Familien-übergreifend Target-MC eingestellt werden, weitestgehend ohne Anpassung des Anwendungsprogramms,
- nutzt devicetree⁷ zur Auslagerung der Hardware-Konfiguration aus dem Anwendungsprogramm in eine Konfig-Datei. Damit ist der bereits größte Entwicklungs-Schritt hin zu einer (halb-)automatischen Konfiguration der an einer Umweltsensorstation angeschlossenen Sensormodule für das zu compilierende Betriebssystem der Station getan.

Exemplare des ersten Prototyps sind inzwischen als Teil des TDRM mit ZEPHYR in Betrieb.

Damit durften wir viel Erfahrung in der Entwicklung, Anbindung neuer Sensoren sowie im Feldbetrieb gewinnen – und sind an etlichen Stellen an unseren hohen Zielen absehbar „geseitert“.



Erster Prototyp der FIF-Umweltsensorstation

Daraus lernen wir und entwickeln aus diesen Erfahrungen zur Zeit den zweiten Prototyp der Hardware und Software der Umweltsensorstation. Benannt haben wir ihn „fs1“ – FIF Sensorstation 1.

Das neue Konzept sieht vor

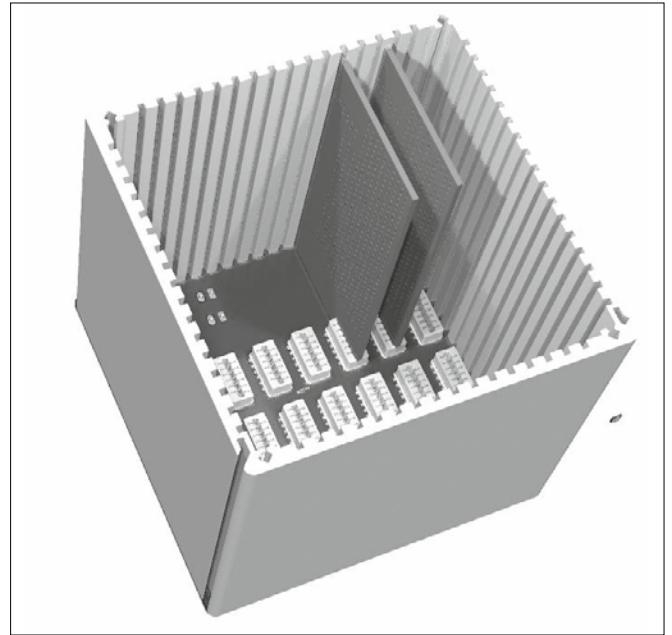
- weitgehend universelle Slots für möglichst simple Adapterkarten. Mit diesen können Stecker, Pinbelegungen, elektrische Parameter, Protokolle etc. an (fast) beliebige Sensormodule angepasst werden.

- Adapterkarten, die jeweils einen eigenen kleinen Speicher für Karten- und Sensorkonfigurationen enthalten. Diese werden vor Compilation des Betriebsprogramms der Sensorstation ausgelesen, in das devicetree-Konfigurationsfile geschrieben und somit die angeschlossenen Sensoren zur Datengewinnung berücksichtigt. So wird mit vorkonfigurierten Adapterkarten ein Plug-&-Play möglich.
- eine Software zum Managen von Adapterkarten-Konfiguration. Anschließend muss das Anstoßen der Compilation und Upload der Sensor-spezifischen Betriebs-Firmware in eine Umweltsensorstation implementiert werden. Die weitaus meisten Werkzeuge dazu sind bereits in ZEPHYR vorhanden.⁸
- ein neues, hochwertiges Tubus-Gehäuse aus Aluminium, welches die Adapterkarten gleichzeitig mechanisch in Nute fixiert. Adapterkarten können dann
- mit Sensoren bestückt sein,
- als Trägerboard für Sensormodule dienen oder
- Schnittstellen nach Außen für Sensormodule anbieten.
- Die beiden Enden des Tubusgehäuses sollen entweder mit passenden Frontblechen oder 3D-gedruckten Hauben verschlossen werden.

Damit wird die Umweltsensorstation noch mehr zu einem Plug-&-Play-Gerät, weil der:die Benutzer:in noch weniger mechanische handwerkliche Arbeiten zum Zusammenbau vornehmen muss.

Den zweiten Prototyp fs1 inklusive einiger Adapterkartentypen möchten wir ca. April 2025 konstruieren, einige Exemplare fertigen, testen, in Betrieb nehmen sowie die Sourcen veröffentlichen.⁹ Danach möchten wir die Software zur automatischen Konfiguration implementieren.

Maßgeblich für Reparierbarkeit ist die Verwendung möglichst üblicher Bauteile, für Reparier- und Wiederverwendbarkeit die öffentliche Dokumentation aller Sourcen, für Langlebigkeit die Verwendung von Feststoff- statt Elektrolytkondensatoren sowie qualitativ hochwertiger Bauteile mit hoher Spannungsfestigkeit, und maßgeblich für alles ist die Konstruktion. Ausgasende Elektrolytkondensatoren in Netzteilen sind einer der Hauptgründe für Defekte. Darauf achten wir.



3D-Visualisierung des geplanten zweiten Prototyps der FIFF-Umweltsensorstation fs1

Die weiteren Schritte wie die Definition eines flexiblen Protokolls zur Übertragung beliebiger Sensordaten und deren Metadaten, die Entwicklung einer dazu passenden Datenbankstruktur, das Aufsetzen einer neuen Zeitreihen-orientierten Datenbank, Definition und Implementation einer offenen Schnittstelle zur öffentlichen Bereitstellung der Daten und später ggf. noch die Einbettung von Tools zur Auswertung in die FIFF-Seiten werden wir angehen, sobald der zweite Prototyp der Umweltsensorstation sowie dessen Betriebs- und Konfigurations-Software fertig sein werden.

Vorgestellt hatten wir den ersten Prototyp sowie das Konzept auf der FIFF-Konferenz 2024 in Bremerhaven und auf dem 38C3 in Hamburg.

Anmerkungen

- 1 <https://tdrm.fiff.de/>
- 2 Siehe FIFF Kommunikation 4/2023, S.24 und <https://blog.fiff.de/weiterentwicklung-einer-universellen-umweltsensorstation/>
- 3 <https://www.deutsche-stiftung-engagement-und-ehrenamt.de/>



Peter Kämmerling

Peter Kämmerling ist Industrie-Elektroniker, Dipl.-Informatiker und hat BWL und VWL im Nebenfach studiert. Als wissenschaftlicher Mitarbeiter des Forschungszentrum Jülich ist er für die Instrumentierung von Neutronenstreu-Experimenten zuständig. Als langjähriges Vorstandsmitglied des *Eine Welt Forum Aachen* e.V. sowie als FIFF-Mitglied engagiert er sich für Demokratie, internationale Solidarität, Frieden und Nachhaltigkeit. Seit über acht Jahren betreibt das TDRM-Team sein Netzwerk und entwickelt es nun zu einem Citizen-Science-Netzwerk mit einer offenen, universellen und wiederverwendbaren Sensorstation weiter.

4 <https://www.thethingsnetwork.org/>

5 <https://de.wikipedia.org/wiki/KiCad>

6 Siehe <https://zephyrproject.org/> und [https://de.wikipedia.org/wiki/Zephyr_\(Betriebssystem\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Zephyr_(Betriebssystem))

7 <https://docs.zephyrproject.org/latest/build/dts/index.html>

8 <https://docs.zephyrproject.org/latest/develop/west/index.html>

9 https://gitlab.com/fiff_ev/citizen-science

Henrik Lipskoch

Mikrocontroller-Programmierung mit Open-Source-Software

Um Verständnis zu fördern, möchten wir in der Lehre an der Hochschule Bremerhaven in die verwendeten Werkzeuge hineinschauen können. Mitunter ist es auch nötig, Einstellungen oder Anpassungen vorzunehmen. Im Workshop gingen wir einen abgegrenzten Teil des Entwicklungsprozesses für eingebettete Systeme durch, um die Zusammenhänge von Softwarelizenzen und Hardwarenutzung am konkreten Beispiel greifbar zu machen.

Workshopaufgaben

Die Teilnehmenden bekamen ein Mikrocontroller-Entwicklungsboard und eine eigens entwickelte Hardware als Display. Die erste Aufgabe war es, auf dem Display bestimmte Werte anzuzeigen. Der Entwicklungsprozess beginnt dabei, kompilierbare Software herzustellen, zu simulieren und die Simulation zu prüfen und diese Schritte solange zu wiederholen, bis die Simulation die Spezifikation (Erwartung) trifft, um Sicherheit zu gewinnen, dass die Hardware sich wie erwartet verhalten wird. Dann wird die Software auf die Hardware gebracht und die Erwartung auch dort geprüft. Dies orientiert sich an dem für eingebettete Systeme üblichen Entwicklungsvorgehen, zuerst mit der Spezifikation zu beginnen und in weiteren Schritten zu dieser zurückzukehren, bis die Erwartungen getroffen werden und so der nächste Schritt Richtung Hardware gegangen werden kann (siehe z. B. Marwedel und Wehmeyer 2008).

Für die zweite Workshopaufgabe sollte herausgefunden werden, welche Software eingesetzt wurde und welche davon freie Software ist. Für die Schritte waren Editor, Compiler, Simulator, Waveform-Analysator und Boardprogrammierer notwendig.

Ergebnisse

Die Entwicklung mit den gegebenen Werkzeugen stellte keine hohe Hürde dar. Es war weder eine intensive Einarbeitung noch ein komplexes Setup nötig, um die eigenen Wünsche an die Ausgabe umzusetzen oder die eingesetzte Software zu bedienen.

Als Entwicklungsplattform diente ein Laborrechner auf Basis eines Raspberry Pi 4, betrieben mit dem Open-Source-Betriebssystem Raspbian, welches Software mit den Lizenzen GPLv3, GPLv2 (z. B. XFCE4-Terminal, siehe XFCE4 2024), LGPL (z. B. glibc, siehe Free Software Foundation 2024) und anderen freien Lizenzen enthält, da die Basis das Debian-GNU-Linux-Betriebssystem ist.

Für die Entwicklung selbst kamen als Editoren GNU Emacs und Vim zum Einsatz. Ersteres steht unter der Lizenz GPLv3 (Free Software Foundation 2024) und Letzteres unterliegt der Vim-Lizenz (Molenaar 2024). Zum Kompilieren dienten die unter GPLv3 stehenden Werkzeuge GNU C-Compiler, gcc, speziell avr-gcc und GNU Make (siehe Free Software Foundation 2024). Ebenfalls zum Kompilieren diente die unter angepasster BSD-Lizenz stehende Bibliothek avr-libc (avr-libc 2024). Für die Simulation diente die unter GPLv3 stehende Software simavr (Pollet 2024) und für die Waveform-Analyse die unter GPLv2 stehende Software GTKWave (Bybell u. a. 2024). Und zum Übertragen des kompilierten Programms auf die Hardware diente die unter GPLv2 stehende Software avrdude (Wunsch 2024).

Somit lässt sich aus Software-Sicht der Entwicklungspfad rein mit Open-Source-Werkzeugen abdecken.

Bei Betrachtung des Laborrechners fällt auf, dass die Raspberry-Pi-Firmware (Spezialsoftware für den Betrieb der Hardware) nicht quelloffen ist (Raspberry Pi 2024): die auf dem installierten System befindliche Datei `/boot/LICENCE.broadcom` enthält die Lizenzinformation und besagt, dass die Firmware nur in kompilierter Form weitergegeben, nicht geändert und nur auf Rasp-



Henrik Lipskoch

Henrik Lipskoch ist Professor in den Informatikstudiengängen der Hochschule Bremerhaven und unterrichtet Mathematik, Theoretische Informatik, Rechnerarchitektur und Eingebettete Systeme. Er beschäftigt sich seit Langem mit Elektronik und Programmierung.

berry Pis ausgeführt werden darf; während der Betriebssystemkern mit seinen Modulen freie Software unter GPLv2 ist, siehe Datei `/boot/COPYING.linux`.

Die Mikrokontroller-Hardware ist insofern offen, dass der Schaltplan und die verwendeten Bauteile einer veröffentlichten Board-Anleitung entnommen werden können (Pollin 2014). Damit sind die Platinenherstellungsinformationen nicht offen (sog. Gerber-Daten), jedoch ließe sich diese nachbauen. Für den verwendeten Mikrokontroller ATmega644pa sind Register, Verhalten und Befehlssatz veröffentlicht (Microchip 2020 und Microchip 2024). Damit lässt sich der Chip nicht nachbauen und doch reichen solche Dokumente, um freie Software herzustellen, um den Chip zu programmieren, sonst wäre Software wie avrdude oder avr-gcc nicht möglich.

Diskussion

Beim Beispiel des Raspberry Pi wird deutlich, dass Software und Hardware eng verbunden sein können und die Softwarelizenz einen Einfluss auf die Hardwarenutzung hat. Solange in dem Beispiel die Firma Broadcom die Nutzung erlaubt, solange lässt sich der Raspberry Pi betreiben. Ein Firmware-Update könnte demnach eine Lizenzänderung enthalten, die die Nutzung weiter einschränkt. Auf diese Weise entscheiden Hersteller über Nutzungsdauer und Zweck, Garantie-, Gewährleistungs- und Support-Verlust sowie Preis und Preisänderungen. Insbesondere bei Integration mit Hardware erstreckt sich Lizenz und Nutzung von Software auch auf Hardware, mit der Folge, dass Nutzungseinschränkungen und Verlust bei Produktauslauf oder bei Insolvenz oder Firmenübernahme durch Andere eintreten können.

Open-Source-Lizenzen wie GPLv2 und GPLv3 enthalten einen Passus, dass die Rechte der Lizenz beibehalten werden müssen, wenn die Software verbreitet oder angepasst wird (Abschnitt 2 in der GPLv2 und Abschnitte 4 und 5 in der GPLv3). Damit bleibt eine einmal unter dieser Lizenz herausgegebene Software frei und unter der jeweiligen Lizenz.

Referenzen

- avr-libc, URL <https://github.com/avrdudes/avr-libc/blob/main/LICENSE> abgerufen am 17.12.2024
- Bybell T u. a.: GTKWave, URL <https://github.com/gtkwave/gtkwave/blob/master/LICENSE> abgerufen am 17.12.2024
- Free Software Foundation (2024) GNU Compiler Collection, URL: <https://gcc.gnu.org/onlinedocs/gcc-14.2.0/gcc/Copying.html> abgerufen am 17.12.2024
- Free Software Foundation (2024) GNU Emacs, URL <https://www.gnu.org/software/emacs> abgerufen am 17.12.2024
- Free Software Foundation (2024) GNU Libc, URL <https://www.gnu.org/software/libc/#license> abgerufen am 17.12.2024
- Free Software Foundation (2024) GNU Make, URL <https://www.gnu.org/software/make/#license> abgerufen am 17.12.2024
- Marwedel P, Wehmeyer L (2008) Eingebettete Systeme. korr. Nachdruck. Berlin: Springer
- Microchip Technology (2020) ATmega164A/PA/324A/PA/644A/PA/1284/P megaAVR Data Sheet – DS40002070B URL: https://ww1.microchip.com/downloads/aemDocuments/documents/MCU08/ProductDocuments/DataSheets/ATmega164A_PA-324A_PA-644A_PA-1284_P_Data-Sheet-40002070B.pdf abgerufen am 14.01.2025
- Microchip Technology (2024): AVR Instruction Set Manual – DS40002198C, URL: <https://ww1.microchip.com/downloads/aemDocuments/documents/MCU08/ProductDocuments/ReferenceManuals/AVR-InstructionSet-Manual-DS40002198.pdf> abgerufen am 14.01.2025
- Molenaar B: Vim the editor, URL <https://vimdoc.sourceforge.net/html/doc/uganda.html#license> abgerufen am 17.12.2024
- Pollet M: simavr, URL <https://github.com/busererror/simavr/blob/master/COPYING> abgerufen am 17.12.2024
- Pollin Electronic: ATMEL Evaluations-Board Ver. 2.0.1, Stand 03.09.2014
- Raspberry Pi: Document licensing, Software licensing, Design file licensing, URL <https://www.raspberrypi.com/licensing/> abgerufen am 14.01.2025
- Raspberry Pi: raspberrypi firmware, URL <https://github.com/raspberrypi/firmware> abgerufen am 17.12.2024
- Wunsch J: avrdude, URL <https://github.com/avrdudes/avrdude/blob/main/COPYING> abgerufen am 17.12.2024
- XFCE4: XFCE4-Terminal, URL <https://gitlab.xfce.org/apps/xfce4-terminal/-/blob/master/COPYING> abgerufen am 17.12.2024

Laura Bieker-Walz

Entwicklung nachhaltiger Verkehrsstrategien mit der Open-Source-Verkehrssimulation SUMO

Die Entwicklung von nachhaltigen Verkehrssystemen und Strategien ist eine große Herausforderung. Der Transportbereich macht weltweit 15 % der Treibhausgas-Emissionen aus (Bokschi 2024). Daher ist es wichtig, bereits bei der Planung und Weiterentwicklung von Städten darauf zu achten, möglichst umweltschonende Mobilität zu ermöglichen. Beim Workshop der FlFF-Konferenz in Bremerhaven wurden die Verkehrssimulation SUMO, ihre Grundlagen und Beispiele für Verkehrsstrategien zur Reduzierung von Verkehrsemissionen vorgestellt und diskutiert.

Die Verkehrssimulation SUMO (Simulation of Urban MObility) bietet ein umfangreiches Open-Source-Werkzeug, um den bodengebundenen Verkehr zu modellieren und simulieren. Dadurch ist es möglich, die komplexen Dynamiken von verschiedenen Verkehrsteilnehmenden abzubilden und die Auswirkung von nachhaltigen Verkehrsstrategien zu analysieren.

Grundlagen der Verkehrssimulation mit SUMO

SUMO ist eine Open-Source-Software, die detaillierte Simulationen von verschiedenen Verkehrsmitteln ermöglicht. Die Software kann verschiedene Verkehrsmodi simulieren wie z. B. PKW, LKW, Fahrräder, Fußgänger und öffentliche Verkehrsmittel. Da

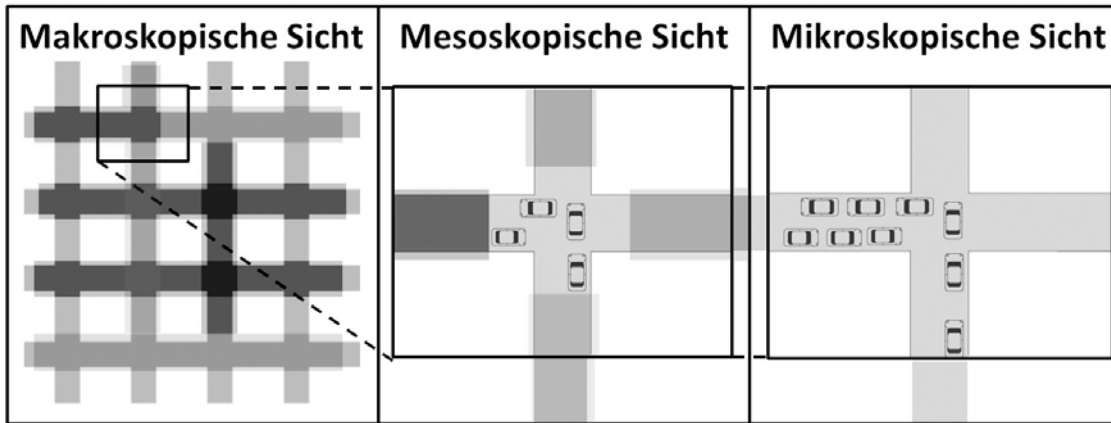


Abbildung 1: Detailgrad von Verkehrssimulationen. Laura Bieker-Walz, CC BY 4.0 Lizenz

nicht der Verkehrsfluss, sondern jeder Verkehrsteilnehmende separat abgebildet wird, erlaubt die Simulation die Analyse von Emissionen, Verkehrstaus und Energieverbrauch. Damit kann wiederum ausgewertet werden, welchen Effekt Verkehrsmaßnahmen auf die produzierten Emissionen hat.

Bei Verkehrssimulationen wird hierbei zwischen verschiedenen Sichten auf den Verkehr unterschieden (siehe Abbildung 1):

- **Makroskopische Sicht:** Es werden nicht einzelne Verkehrsteilnehmende simuliert, sondern Verkehrsflüsse. Makroskopische Simulationen erlauben eine sehr schnelle Ausführung von großen Gebieten.
- **Mikroskopische Sicht:** Alle Verkehrsteilnehmenden werden einzeln simuliert als eine Art selbstständiger Agent. Dadurch lassen sich detaillierte Aussagen zu Routenverhalten und Emissionen treffen.
- **Mesoskopische Sicht:** Es wird versucht, die Vorteile von mikroskopischen Simulationen (hoher Detailgrad) und makroskopischer Sicht (schnelle Ausführung) durch die Kombination beider Ansätze zu erreichen, z.B. werden lange Straßenabschnitte makroskopisch und Kreuzungsbereiche mikroskopisch simuliert.

Während durch SUMO bereits eine Software zur mikroskopischen und mesoskopischen Verkehrssimulation bereit gestellt wird, werden noch verschiedene Daten benötigt, um den Verkehr auch wirklich realistisch abbilden zu können:

- Informationen zum Straßennetz: Mit OpenStreetMap (OpenStreetMap, 2025) steht eine weitere Open-Source-

Plattform bereit, die eine große und hochwertige Basis für Straßennetze zur Verfügung stellt und deren Daten direkt in SUMO importiert werden können.

- Informationen über den Verkehrsfluss: Diese Daten sind häufig nicht frei verfügbar. Trotzdem gibt es meistens über Städte und Gemeinde Daten über Zähl Schleifen an verschiedenen Streckenabschnitten, die über SUMO dazu verwendet werden können, den Verkehr auf das gesamte Straßennetz umzulegen.
- Informationen über Ampelanlagen und Verkehrszeichen: Auch diese Daten sind häufig nicht frei verfügbar und können über Städte und Gemeinden nachgefragt werden.

Entwicklung nachhaltiger Verkehrsstrategien

Simulationen können vielfältig dafür eingesetzt werden, den Verkehr zu verbessern und zu planen. Ein Anwendungsgebiet ist die Entwicklung und Analyse von nachhaltigen Verkehrsstrategien. Hierbei gibt es verschiedene Anwendungsbereiche, bei denen Strategien zur Reduzierung von Emissionen entwickelt werden können, z. B.:

1. Verkehrsflussoptimierung
2. Indem der Verkehrsfluss optimiert und Staus reduziert werden, können Emissionen verringert werden. Ein Ansatz hierbei könnte die dynamische Ampelschaltung mit Fokus auf Reduzierung der Emissionen sein. Ebenso kann der Einsatz von Eco-Routing dafür genutzt werden, die individuellen Emissionen zu reduzieren (Krajewicz 2010). Zum Beispiel

Laura Bieker-Walz

Laura Bieker-Walz ist Professorin in den Studiengängen Informatik, Wirtschaftsinformatik und Digitale Medienproduktion der HS Bremerhaven. Sie hat langjährige Erfahrungen in der Open-Source-Entwicklung im Rahmen der Verkehrssimulation SUMO gesammelt. Website: <https://informatik.hs-bremerhaven.de/lbiekerwalz>

können Forschungsfragen untersucht werden wie: Wie wirken sich der Einsatz von Tempo-30-Zone oder autofreie Innenstädte auf die Emissionen aus.

3. Förderung nachhaltiger Mobilität:

Zur Reduzierung der Emissionen ist es sinnvoll, insbesondere nachhaltige Verkehrssysteme wie Fahrräder, Fußgänger und ÖPNV zu stärken. Entsprechende Strategien und deren Wirksamkeit können mit einer Simulation analysiert und ausgewertet werden. Hierbei können Fragen dazu untersucht werden, wie ÖPNV und Routen für Fahrräder attraktiver gestaltet werden können.

4. Auswirkung von alternativen Antriebsarten:

Ebenso können alternative Antriebsarten wie der Einfluss von Elektromobilität im Vergleich zu Verbrennungsmotoren auf die Emissionen untersucht werden (Flötteröd 2024).

Fazit

Die Open-Source-Verkehrssimulation SUMO ist ein leistungsfähiges Werkzeug zur Entwicklung nachhaltiger Verkehrsstrategie.

gen. Durch die detaillierte Analyse von Verkehrsflüssen, Emissionen und Mobilitätskonzepten ermöglicht SUMO datenbasierte Entscheidungen für umweltfreundlichere und effizientere Verkehrssysteme.

Referenzen

- Alvarez Lopez P, Behrisch M, Bieker-Walz L, Erdmann J, Flötteröd YP, Hilbrich R, Lücken L, Rummel J, Wagner P, Wießner EM (2018) Microscopic Traffic Simulation using SUMO in IEEE Intelligent Transportation Systems Conference (ITSC), IEEE. The 21st IEEE International Conference on Intelligent Transportation System, Seiten 2575-2582.
- Boks R (2024) Woher kommen die Treibhausgas-Emissionen?, <https://de.statista.com/infografik/33333/weltweite-treibhausgasemissionen-nach-sektor/> [abgerufen am 03.02.2025].
- Flötteröd YP, Behrisch M, Brockfeld E, Sohr A, Bei XX (2024) Exploring the environmental potential of battery electric vehicles using the case study ITS Huainan. In: Proceedings of the 30th ITS World Congress. 30th ITS World Congress.
- Krajzewicz D, Bieker L (2010) Investigating Ecological Impacts on selected Traffic Management Methods. NEARCTIS 3rd Workshop, Lausanne, Schweiz.
- OpenStreetMap (2025) <https://www.openstreetmap.org> [abgerufen am 03.02.2025].

Malik Calisir, Ines Deh, Julia Kaeten, Fabian Lignitz, Steffen Lüpke, Daniel Melchers, Violetta Pauli, Christof Seyffert, Oliver Radfelder, Karin Vosseberg

Herausforderungen, digitale Souveränität in der öffentlichen Verwaltung umzusetzen

Am Beispiel eines Open-Source-Projektes mit dem Magistrat Bremerhaven

Der Begriff der digitalen Souveränität tritt zunehmend im Kontext der Digitalisierung auf und etabliert sich in Politik, Wirtschaft und Gesellschaft. Doch welche Herausforderungen entstehen, um diese auch umzusetzen? Im Rahmen der FlfF-Konferenz 2024 hatte die Projektgruppe DiSo des Masterstudiengangs Digitalisierung, Innovation und Informationsmanagement der Hochschule Bremerhaven die Möglichkeit, über Erfahrungen in der Umsetzung digitaler Souveränität in der öffentlichen Verwaltung zu diskutieren. Am Beispiel eines Open-Source-Projektes in Kooperation mit dem Magistrat Bremerhaven wurde beschrieben, wie digitale Souveränität in der Verwaltung gestaltet werden kann. Der Workshop lieferte ein Bild über die praktischen Herausforderungen, aber auch über die Potenziale von Open-Source-Software in der öffentlichen Verwaltung. Trotz verschiedener technischer und regulatorischer Hindernisse gibt es Ansätze und eine wachsende Bereitschaft, Open-Source-Lösungen als nachhaltige, zukunftsfähige und digital souveräne Alternativen zu proprietären Systemen zu etablieren.

Was bedeutet digitale Souveränität?

Als Grundlage für die Diskussion im Workshop wird digitale Souveränität als die Fähigkeit von Individuen, Organisationen und Staaten verstanden, digitale Ressourcen und Daten eigenständig sowie selbstbestimmt zu verwalten und zu nutzen. Eine zentrale Rolle spielt dabei Open-Source-Software. Durch Transparenz und Anpassungsfähigkeit ermöglicht Open-Source-Software technologische Unabhängigkeit und eine bessere Kontrolle über die Nutzung der eigenen Daten. Dies trägt zur Förderung persönlicher digitaler Selbstbestimmung bei, indem sie Betreibenden erlaubt, Systeme entsprechend der jeweiligen Anforderungen anzupassen und die Integrität der Software jederzeit durch eine öffentliche Community zu überprüfen. Digitale Souveränität umfasst zudem die Förderung der Unabhängigkeit von großen Technologieunternehmen sowie die Unterstützung einer gerechteren Verteilung digitaler Ressourcen und Chancen. Diese Definition orientiert sich maßgeblich an den Ausführungen von Julia Pohle [1] und den Erfahrungen der Teilnehmenden aus dem Workshop.

Darüber hinaus fördert die digitale Souveränität die wirtschaftliche Autonomie, indem sie Abhängigkeiten von internationalen Techkonzernen verringert und nationale sowie innereuropäische

Technologiemärkte stärkt. Sicherheitsaspekte spielen ebenfalls eine große Rolle, da digital souveräne Systeme besser vor Cyberangriffen und Spionage geschützt werden können. Auch die politische Unabhängigkeit wird durch digitale Souveränität gewahrt, da sie Manipulationen von außen erschwert. Langfristig trägt digitale Souveränität dazu bei, Innovationen zu fördern, die kulturelle Identität zu bewahren und eine zukunftsfähige digitale Infrastruktur aufzubauen. Sie ist somit ein zentraler Baustein für die digitale Selbstbestimmung und Sicherheit in einer global vernetzten Welt [2].

Das Potenzial von Open-Source-Software

Der Einsatz von Open-Source-Software bietet vielfältige Chancen. Mit der Entscheidung für Open-Source-Systeme eröffnen sich einige Freiheiten. Dazu zählt unter anderem auch die Flexibilität bei der Wahl der Software-Anbieter:innen. Durch offenen Quellcode wird die Anpassbarkeit der Software und die Interoperabilität zwischen verschiedenen Softwaresystemen unterstützt. Softwarewerkzeuge von unterschiedlichen Anbieter:innen können besser miteinander kombiniert werden. Ein wichtiger Aspekt, welcher im Kontext der Nutzung von Open-Source-Software in der öffentlichen Verwaltung betrachtet werden sollte, ist das Einer-für-Alle-Prinzip. Dieses bedeutet Lösungen, die von einer öffentlichen Verwaltung eines Landes entwickelt werden, auch anderen Ländern zur Verfügung zu stellen.

Neben diesen Punkten ist das Thema des Datenschutzes ein zentraler Aspekt innerhalb der digitalen Souveränität. Durch einen offenliegenden Quellcode kann die unabhängige Kontrolle über die Verarbeitung der Daten sichergestellt werden. Aufgrund dieser Transparenz und Kontrollfähigkeit ist gewährleistet, dass die Daten nicht unbemerkt an Dritte weitergegeben werden oder unautorisierte Personen Zugriff erlangen. Open-Source-Software unterstützt damit ein hohes Datenschutzniveau und Informationssicherheit sowie deren Kontrollierbarkeit [2].

Die Forderung nach digitaler Souveränität in der öffentlichen Verwaltung

Gerade die hohen Anforderungen an Datenschutzbestimmungen und das informationelle Selbstbestimmungsrecht der Bürger:innen befördern die Diskussionen zur digitalen Souveränität in der öffentlichen Verwaltung. Damit erhöht sich auch das Interesse an Open-Source-Software und die Bereitschaft, Open Source als Möglichkeit gesellschaftlicher Teilhabe zu unterstützen.

Eine von der Bundesverwaltung in Auftrag gegebene Studie aus dem Jahr 2019 [3] kommt zum Ergebnis, dass in der Bundesverwaltung auf allen Ebenen der Digitalisierung eine starke Abhängigkeit von einer kleinen Anzahl von Software-Anbieter:innen besteht. Durch die Oligopolstellung von einigen wenigen, international agierenden Techkonzernen ist die öffentliche Verwaltung stark abhängig von proprietären Software-Anbieter:innen. Aufgrund von Lizenzen und Reglementierungen von Nutzungsrechten sowie der Zuordnung von Eigentumsrechten in sogenannter Closed-Software wird eine eigenständige Gestaltung der Systeme durch die öffentliche Verwaltung und die Kontrolle



Bremerhavens Stadtmitte zwischen Geeste und Weser,
Foto: Ra Boe / Wikipedia, CC BY-SA 3.0 de

über die Verwendung der Daten erschwert. Gerade die fehlende Transparenz und unterschiedlichen Rechtsgrundlagen global agierender Techkonzerne bedrohen die Souveränität des Staates. Durch die Verwendung von Open-Source-Software kann sichergestellt werden, dass die von der öffentlichen Verwaltung genutzten Systeme unabhängig überprüfbar, gestaltbar und austauschbar sind. Das informationelle Selbstbestimmungsrecht der Bürger:innen kann durch die Transparenz unterstützt werden [4].

Die öffentliche Bekanntgabe der Open-Source-Strategie des Landes Schleswig-Holstein in 2024 zur Entwicklung eines digital souveränen Arbeitsplatzes [5] zeigt, dass Bewegung in die Diskussionen kommt und eine Offenheit für Open-Source-Software wächst.

Erfahrungen aus dem Kooperationsprojekt mit dem Magistrat Bremerhaven

Im Rahmen des Projektes DiSo wird gemeinsam mit dem BIT (Betrieb für Informationstechnologie Bremerhaven) eine Deskshare-Anwendung für den Magistrat Bremerhaven entwickelt. Es wird auf Brot-und-Butter-Technologien gesetzt. Dies bedeutet, auf den Einsatz von umfangreichen Frameworks und komplexen Abstraktionen wird bewusst verzichtet. Zudem wird die Anwendung als Open-Source-Projekt umgesetzt und veröffentlicht. Die Umsetzung der digital souveränen Deskshare-Anwendung zeichnet sich durch die folgenden Eigenschaften aus:

- Eine Sensibilisierung aller Projektbeteiligten für digitale Souveränität steht im Vordergrund.
- Die minimale Datenerhebung der Nutzenden war oberste Prämisse.
- Zugriffsrechte auf die Daten werden eingeschränkt, um Überwachung vorzubeugen.
- Die Daten werden auf lokalen Servern im Rechenzentrum des Magistrats verwaltet.
- Durch den Einsatz von Open-Source-Software und die Verwendung von verstehbaren Technologien wird Transparenz und langfristige Wartbarkeit erzeugt.

Die Bedenken hinsichtlich eines geringen Interesses für alternative Open-Source-Lösungsansätze haben sich nicht bestätigt. Im Verlauf der ersten Gespräche mit allen Projektbeteiligten konnte ein gemeinsames Verständnis für digitale Souveränität erarbeitet werden. Für alle identifizierten Problembereiche wurden gemeinsam praktikable Lösungen implementiert, so dass die Entwicklung ohne wesentliche Schwierigkeiten erfolgte. Es lässt sich festhalten, dass bei hinreichendem Interesse und Motivation der Beteiligten Open-Source-Lösungen in der öffentlichen Verwaltung umgesetzt werden können. Die Umsetzung digitaler Souveränität in neuen Lösungen ist dabei sicherlich leichter zu realisieren als bei der Ablösung etablierter Fachprozesse, die bereits eng verwoben sind mit proprietären Lösungen.

Diskussionen im FlfKon-Workshop

Im Zusammenhang mit der Entwicklung von Open-Source-Software in der Verwaltung wurde die Bedeutung von *Vanilla Code* und *Brot-und-Butter-Technologien* hervorgehoben. Diese einfachen und bewährten Technologien stellen sicher, dass die Systeme langfristig wartbar und robust sind. Zudem waren sich die Teilnehmenden einig, auf den sogenannten *Featurismus* zu verzichten und sich in der Entwicklung nicht verleiten zu lassen, alle denkbaren Funktionalitäten zu integrieren. Mehr Komplexität der Software führt zu einer geringeren Akzeptanz unter den Nutzenden der Systeme. Viele Teilnehmende berichteten von ähnlichen Erfahrungen und appellierten daran, sich möglichst auf die Kernfunktionalitäten zu fokussieren. Aus den Reihen der Teilnehmenden wurde angemerkt, dass es oft schwierig ist, Open-Source-Projekte langfristig zu warten. Dabei wurde ein Beispiel aus der Stadt München genannt, wo ein Open-Source-Projekt für ein Desksharing aufgrund der fehlenden politischen Unterstützung nicht weiterverfolgt wurde.

Darüber hinaus wurde die Problematik angesprochen, dass es für Software-Anbieter:innen oft lukrativer ist, mit Lizenzmodellen einen monetären Mehrwert zu erwirtschaften als mit Auftragsarbeiten in Open-Source-Projekten. Dies unterstreicht die Bedeutung von Rechercharbeiten, um sich im Vorfeld über mögliche Ausschreibungen und Lösungen zu informieren. Grundsätzlich besteht kein Problem, Open-Source-Software als Teilhabe an der Gesellschaft zu betrachten, aber die derzeitigen Regeln für Ausschreibungen stellen nach wie vor ein großes Hindernis dar.

Eine teilnehmende Person berichtete positiv über die Entwicklung von Nextcloud. Auch die Entwicklungs-Community von Nextcloud plant, eine Basis für eine Deskshare-Anwendung anzubieten. Dies zeigt, dass durch bestehende Open-Source-Plattformen Anwendungen nicht immer von Grund auf neu entwickelt werden müssen, sondern bestehende Lösungen adaptiert und weiterentwickelt werden können.

Es wurde zudem darauf hingewiesen, dass viele Ämter in der Vergangenheit die digitale Transformation „verschlafen“ hätten. Oft sind es Einzelkämpfer:innen, die in den jeweiligen Ämtern versuchen, die Digitalisierung voranzutreiben. Ein weiterer interessanter Aspekt war es, dass viele Prozesse, die schon im analogen Bereich nicht funktionierten, jetzt in den digitalen Bereich überführt wurden, ohne die zugrunde liegenden Probleme zu lösen.

Fazit

Das zentrale Ergebnis des Workshops ist die Erkenntnis, dass Open-Source-Software die Flexibilität öffentlicher Institutionen stärkt. Behörden können durch den offenen Quellcode die Software-Anwendungen an ihre spezifischen Bedürfnisse anpassen und die Interoperabilität zwischen verschiedenen Systemen verbessern. Dies schafft nicht nur technologische, sondern auch wirtschaftliche Vorteile, etwa durch die Möglichkeit, Lösungen für mehrere Behörden nutzbar zu machen. Gleichzeitig wird der Datenschutz durch die transparente Umsetzung der Prozesse gestärkt. Behörden behalten stets die Kontrolle über die verwalteten Daten. Zusätzlich kann die Transparenz in der Umsetzung die gesellschaftliche Teilhabe durch den öffentlichen Diskurs stärken. Folgende Rahmenbedingungen wurden für eine erfolgreiche Umsetzung digitaler Souveränität in der Verwaltung zusammengetragen:

- Der Dialog mit allen Beteiligten und die Entwicklung eines gemeinsamen Verständnisses von digitaler Souveränität ist entscheidend.
- Ein gutes Change-Management ist notwendig, um die Abhängigkeiten von proprietären Lösungen abzulösen.
- Die Vermeidung von Featurismus erhöht die Akzeptanz der Nutzenden und der Betroffenen.
- Vanilla-Code und die Verwendung von Brot-und-Butter-Technologien unterstützt die Transparenz in der Umsetzung und die Wartbarkeit der Systeme.
- Die konsequente Nutzung von Open-Source-Software stärkt die gesellschaftliche Teilhabe in der Gestaltung der Prozesse.

Die während des Workshops eingefangenen Perspektiven haben den eingeschlagenen Weg in dem Projekt DiSo bestätigt und zusätzliche Argumentationshilfen geliefert, insbesondere die Diskussion, dass weniger manchmal mehr ist und Software nicht für sämtliche Anwendungsfälle aufgeblasen werden muss.

Die Autor:innen

Die **Autor:innen** dieses Beitrags sind Studierende und Lehrende aus dem Masterstudiengang *Digitalisierung, Innovation und Informationsmanagement* der Hochschule Bremerhaven. Der Beitrag ist im Rahmen des Masterprojektes *Digitale Souveränität in der Verwaltung* in Kooperation mit dem Magistrat Bremerhaven entstanden.

Die praxisnahe Kooperation mit dem Magistrat Bremerhaven hat gezeigt, wie eine produktive und ergebnisoffene Zusammenarbeit aussehen kann. Insgesamt gibt es jedoch in der Umsetzung digitaler Souveränität komplexe und vielseitige Herausforderungen, die ein gemeinsames Vorgehen von Politik, Wirtschaft und Gesellschaft erfordern. Die Bemühungen konzentrieren sich darauf, durch technologische Unabhängigkeit und den Schutz persönlicher Daten eine selbstbestimmte und sichere digitale Zukunft zu gewährleisten. Inwieweit wir dies gemeinsam gestalten können, wird die Zukunft zeigen.

Referenzen

[1] Pohle J (2020) Digitale Souveränität. In: Handbuch Digitalisierung in Staat und Verwaltung. Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 242–243, 2020.

- [2] Pohle J (2023) Digitale Souveränität in Deutschland und Europa: Slogan oder Strategie? Frauen machen Informatik 47 (10), S. 10–12, 2023.
- [3] strategy& (2019) „Strategische Marktanalyse zur Reduzierung von Abhängigkeiten von einzelnen Software-Anbietern. Abschlussbericht August 2019“, August 2019, https://www.cio.bund.de/SharedDocs/downloads/Webs/CIO/DE/digitale-loesungen/marktanalyse-reduzierung-abhaengigkeit-software-anbieter.pdf?__blob=publicationFile&v=1 (letzter Aufruf: 02/2025)
- [4] Seyffarth M (2023) Mehr digitale Souveränität für die öffentliche Verwaltung: Mit Open Source! Frauen machen Informatik 47 (16), S. 16–18, 2023.
- [5] Landesportal Schleswig Holstein: Der digital souveräne Verwaltungsarbeitsplatz. <https://www.schleswig-holstein.de/DE/landesregierung/themen/digitalisierung/linux-plus1/Projekt> (letzter Aufruf: 02/2025)

Rainer Rehak, Weizenbaum-Institut Berlin, Sebastian Jekutsch, Hamburg

Zukunft der AG Faire Computer plus Bits & Bäume im FlfF

Seit Jahrzehnten „fördert das FlfF die Entwicklung von ökologisch verträglichen Wirtschaftskreisläufen mit Hilfe von Informationstechnik“ und „setzt der Vorherrschaft der Ökonomie eine humane und ökologische Orientierung entgegen“ (<https://blog.fiff.de/about/>). Bislang wurde diese Arbeit u. a. von der AG Faire Computer und jüngst zusätzlich von der Bits & Bäume-Arbeitsgruppe gemacht. Nun wollen wir diese beiden Stränge bündeln und die nachhaltigkeitsrelevanten Aktivitäten gemeinsam

und koordiniert angehen. Im Workshop wurde die bisherige Arbeit in den beiden Arbeitsgruppen vorgestellt und diskutiert.

Wer in Zukunft gern dabei wäre, an den Aktivitäten der AG interessiert ist und/oder wer Ideen, Inhalte oder Vorschläge für das weitere Vorgehen beitragen möchte, melde sich gerne bei Rainer Rehak rainer.rehak@fiff.de.

Friederike Spiecker

Ökonomie und Politik im Zeichen von Nachhaltigkeit?

Ein Beitrag im Nachgang zur Podiumsdiskussion auf der FlfF-Konferenz 2024

Seit Oktober 2024, als das FlfF seine Jahrestagung abhielt, hat sich politisch vieles verändert – die Ampelkoalition in Berlin ist zerbrochen, Donald Trump ist erneut zum Präsidenten der USA gewählt worden, in wenigen Tagen stehen Neuwahlen zum Deutschen Bundestag an und Themen wie Klima- und Umweltschutz sowie Nachhaltigkeit der Ressourcennutzung spielen für viele eine untergeordnete Rolle, für manche erscheinen sie sogar als Hindernis, aus der wirtschaftlichen Misere, in der sich Deutschland befindet, herauszukommen.

Was sich nicht verändert hat, ist die Dringlichkeit praktikabler Lösungen für die ökologischen und sozialen Krisen in weiten Teilen der Welt. Das ist nicht nur eine Frage der Gerechtigkeit gegenüber den vulnerabelsten Gruppen, die zu den Krisen am wenigsten beigetragen haben. Es ist auch im wohlverstandenen, gar nicht mehr so langfristigen Interesse der Verursacher und bisherigen Profiteure der Krisen.

Viel Zeit ist mit der Diskussion verbracht worden, bis wann welche Ziele erreicht werden sollen. Inzwischen wird immer sichtbarer, dass viel zu wenig über die konkreten Maßnahmen verhandelt wurde, mit denen die Ziele verwirklicht werden sollen.

Eines der prominenten Beispiele für dieses Versagen ist das Pariser Klimaabkommen von 2015, dessen internationale Vereinbarung des 1,5-Grad-Ziels als Obergrenze der Erderwärmung gefeiert wurde und das sich bereits jetzt als kaum mehr realisierbar erweist.

Was zu klären ist

Erfolgversprechende Maßnahmen zum Schutz der planetaren Grenzen und der Stabilisierung von Gesellschaften, wie sie das Bild der Donut-Ökonomie¹ beschreibt, setzen ein umfassendes

Verständnis der Systeme voraus, in denen sie eingesetzt werden sollen. Es genügt nicht, Einigkeit auf normativer Ebene zu demonstrieren, wenn sie nicht mit konkreten, sich nicht widersprechenden Instrumenten unterfüttert ist. Dabei bedarf es nicht nur des Verständnisses naturwissenschaftlicher Zusammenhänge, die mittlerweile soweit erforscht sind, dass Ursachen und Folgen der Überschreitung planetarer Grenzen relativ klar benannt werden können. Es geht auch nicht nur um technisches Wissen, das für den Umbau unserer Lebensweise weg von der Verwendung fossiler Energie hin zu erneuerbaren Energien, hin zu Recyclingverfahren zur Schonung und Regeneration natürlicher Ressourcen nötig wäre.

Was vor allem verstanden werden muss, sind die ökonomischen und politischen Zusammenhänge, die bislang verhindern, dass das, was ökologisch und sozial geboten und heute bereits umsetzbar wäre, auch im erforderlichen Umfang geschieht. Steht unser gegenwärtiges Wirtschaftssystem in grundsätzlichem Widerspruch zum Ziel der Nachhaltigkeit? Blockiert das Ineinandergreifen unseres politischen Systems mit den Vorstellungen über unser Wirtschaftssystem notwendige Veränderungen? Und wie fallen die Antworten auf beide Fragen im internationalen Kontext aus?

Ist die Marktwirtschaft systematisch unvereinbar mit den planetaren Grenzen?

Ob die Marktwirtschaft mit der Einhaltung der planetaren Grenzen vereinbar ist, ist eine logisch-systematische Frage. Seit dem ersten Bericht des Club of Rome 1972 steht die Vermutung im Raum, die Marktwirtschaft sei kein auf Dauer für das Überleben der Menschheit geeignetes Wirtschaftssystem. Denn sie sei auf permanentes Wachstum angewiesen, was in einer Welt begrenzter Ressourcen die Lebensgrundlagen auf Dauer zwangsläufig zerstöre.

Die Begründung für diese Sichtweise verläuft entlang folgender Linie: Wachstum beruht im Wesentlichen auf Produktivitätssteigerung. Sie ist großenteils gebunden an eine Vermehrung des Kapitalstocks durch Investitionen. Seit es Arbeitsteilung gibt und sich der Einsatz eines Kapitalstocks als Mittel potenzieller Wohlfahrtssteigerung erwiesen hat, existiert ein Investitionsgütersektor. Dessen Auslastungsgrad gibt den Ausschlag für die konjunkturelle Entwicklung und liefert das Potenzial für die Produktivitätsveränderungen einer Volkswirtschaft.

Ohne Wachstum sinkt die Kapazitätsauslastung der Investitionsgüterindustrie, die einen quantitativ wesentlichen Teil jeder industrialisierten Volkswirtschaft ausmacht. Eine schrumpfende Investitionsgüterproduktion bedeutet sinkende Einkommen und steigende Arbeitslosigkeit in den entsprechenden Branchen. Aufgrund des einzelwirtschaftlichen Rationalverhaltens aller Wirtschaftssubjekte wirkt das negativ auf andere Wirtschaftszweige – jeder wartet ab, ob und wann es wieder aufwärts geht. Die gegenseitige Abhängigkeit der Märkte zieht so eine ökonomische Abwärtsbewegung in der Gesamtwirtschaft nach sich. Um sie von vornherein abzuwenden oder wieder umzukehren, muss es Wachstum geben.

Ist Null-Wachstum auf Dauer praktisch möglich?

Einen Punkt, an dem die Auslastung der Investitionsgüterindustrie hinreichend ist, sie nicht schrumpfen zu lassen, zugleich aber *kein* Wachstum zu generieren, gibt es allenfalls theoretisch, wenn die Investitionsgüterproduktion gerade ausreicht, den Verschleiß des Kapitalstocks im Zuge der produktiven Aktivitäten aller Branchen wettzumachen. Dann würde netto nicht neu investiert, sondern nur in Höhe der Abschreibungen, so dass kein Produktivitätszuwachs zustande käme.

Praktisch gibt es diesen Punkt nicht. Denn es wird so gut wie nie exakt ersetzt, was verschlissen wurde. Immer finden kleinere oder größere Veränderungen statt. Irgendwann kommt irgendwo irgendwer auf eine neue Idee – sei es eine qualitative Verbesserung eines bereits vorhandenen Produkts, eine Produktneuheit oder ein Ressourcen einsparendes neues Produktionsverfahren. Setzt sich die neue Idee im Wettbewerb durch, entwertet das den Kapitalstock anderer Anbieter, die ihrerseits mit eigenen Ideen nachziehen, den Pionier nachahmen oder aus dem Markt ausscheiden. Das ist der von Joseph Schumpeter² als „Prozess der schöpferischen Zerstörung“ bezeichnete zentrale Motor einer Marktwirtschaft.

Eine stabile Gesamtwirtschaft mit anhaltendem Null-Wachstum ist unrealistisch. Im dauernden Auf und Ab der Märkte, in laufenden Verschiebungen bei Produktpaletten und Produktionsprozessen liegt die Dynamik einer Marktwirtschaft. Sie ist eng mit der Vorstellung von Freiheit verbunden – Freiheit zu entdecken, zu erfinden, zu verbessern. Es ist unmöglich, den Menschen zu verbieten, neue Ideen zu haben und sie im Rahmen des Erlaubten auch umzusetzen. Man denke an die Entwicklung des Internets in den letzten 40 Jahren oder an die der KI, für die Europa aktuell einen institutionellen Rahmen sucht.

Aus der Erkenntnis, dass die Marktwirtschaft kein langfristig stabiles Nullwachstum ermöglicht, ziehen ihre Kritiker den Schluss, dass sie im Durchschnitt der Zeit auf Wachstum angewiesen sei und daher die planetaren Grenzen *systematisch* nicht einhalten könne. Man müsse sich deshalb von diesem System verabschieden und das arbeitsteilige Wirtschaften anders organisieren, vor allem nicht profitorientiert, eher gemeinwirtschaftlich und partizipativ.

Entwicklung statt mehr desselben

Diese radikale Schlussfolgerung beruht auf einem Missverständnis. Sie trifft nur zu, wenn man unter Wachstum generell „mehr desselben“ versteht. Dann ist es eine simple Rechnung, dass in absehbarer Zeit der Ressourcenverbrauch unserer westlichen Lebensweise die natürlichen Lebensgrundlagen so stark zerstört haben wird, dass an ein „Weiter so“ nicht mehr zu denken ist.

Geht man allerdings von einem weniger eingeschränkten Wachstumsbegriff aus, stellt sich die Sache anders dar.³ Wie oben beschrieben, führt Wettbewerb in einer Marktwirtschaft zu permanenten Veränderungen. Veränderungen sind aber nicht das Gleiche wie ein „Mehr desselben“ und keineswegs auf dauerndes Wachstum in dem beschriebenen, engen Sinn angewiesen.

Der Wettbewerb, wenn er denn marktwirtschaftlich und nicht machtwirtschaftlich organisiert ist, sorgt dafür, dass sich die Unternehmen am Markt durchsetzen, die knappe Ressourcen effizienter einsetzen. Dazu passt die Bezeichnung „Entwicklung“ besser als „Wachstum“, weil unter ersterer offenbleibt, wohin die Reise geht, was neu entsteht.

Es ist nicht zielführend, die Freiheit, neue Wege zu versuchen, und die Anreize, die die Marktwirtschaft für dieses Wagnis bietet, abzuschaffen. Das erschwert nämlich den Strukturwandel Richtung Schonung des Planeten. Dann ließen sich, pointiert ausgedrückt, humane Lebensbedingungen nur durch den Untergang möglichst vieler Menschen retten.

Wohlgemerkt: An dieser Stelle soll nicht behauptet werden, es bedürfe lediglich der Entwicklung grüner Technologien, wozu freie Märkte die besten Anreize böten, dann käme mit der Natur schon alles wieder in Ordnung und es seien keine privaten Einkommenseinbußen zu erwarten. So einfach ist es nicht und so ungeschoren können sich die westlichen Industrieländer nicht aus der vor allem von ihnen angerichteten Katastrophe herausmanövrieren. Aber umgekehrt verkennt die Vorstellung, alle müssten im Durchschnitt nur weniger konsumieren, um die planetaren Grenzen einzuhalten, die realen ökonomischen und politischen Zusammenhänge.

Der Rahmen für die Marktwirtschaft wird politisch gesetzt

In welche Richtung sich Produktionsweisen, Produkte und Verbrauchsmengen ändern, ist eine Frage der Präferenzen der Verbraucher, der technischen Möglichkeiten und – damit eng verbunden – der realen Knappheiten von Ressourcen. Welchen institutionellen Vorschriften die Nutzung von Ressourcen unterliegt, ist nicht abhängig von der Marktwirtschaft oder allgemein vom Wirtschaftssystem, sondern vom politischen System.

Beschließt eine Gesellschaft, z. B. die Ausbeutung der im Land vorhandenen Bodenschätze zu stoppen oder scharf zu reglementieren, macht sich das in einer (geschlossenen) Marktwirtschaft in einem Anstieg der Preise für die entsprechenden Bodenschätze und der mit ihnen gefertigten Waren bemerkbar. Je teurer die Rohstoffe werden, desto unattraktiver wird ihr Einsatz in der Produktion. Die Suche nach alternativen Stoffen, anderen Produktionstechniken und anderen Gütern wird auf diese Weise lukrativer – das Angebot reagiert. Auf der Nachfrageseite ändern die produktspezifischen Preissteigerungen das Konsumverhalten der Endverbraucher zwangsweise durch die Einkommensrestriktion: Man kann sich die relativ teurer gewordenen Endprodukte nicht mehr im gleichen Umfang leisten wie zuvor.

Privater Wohlstandsverlust für öffentlichen Wohlstandsgewinn?

An dieser Stelle wird das eigentliche Problem sichtbar: Eine Einschränkung der Nutzung der natürlichen Lebensgrundlagen ist mit Einbußen verbunden, und zwar mit eindeutig zuordenbaren,



*Paneldiskussion: Blick auf globale Zusammenhänge von Nachhaltigkeit, Diskussion mit Friederike Spiecker (Ökonomin) und Jürgen Scheffran (Nachhaltigkeits- und Friedensforscher):
Wie kann eine ökologisch nachhaltige Ressourcenverteilung global und sozial gerecht geregelt werden?
Moderation: Rainer Rehak, FlfF*

d. h. privaten Einkommensrückgängen – etwa der Kapitalstockeigentümer, deren private Renditen sinken, weil die in ihrer Produktion benötigten Ressourcen teurer geworden sind; oder der Arbeitnehmer in den entsprechenden Branchen, deren Arbeitsplätze und Einkommensmöglichkeiten unsicherer geworden sind wegen des preisbedingten Nachfragerückgangs bei den von ihnen hergestellten Gütern; oder der Verbraucher, die die entsprechenden Güter bislang konsumiert haben und deren Realeinkommen durch deren Verteuerung gesunken ist.

Im Gegenzug steigen die Marktchancen derjenigen, die Substitute für die knapper gewordenen Ressourcen anbieten, die in den entsprechenden Branchen beschäftigt sind, die neue Ideen für andere Güter haben. Neben dieser Verschiebung privater Einkommenschancen kann ein höherer Schutz der natürlichen Lebensgrundlagen erreicht werden, der einen Wohlstandszuwachs darstellt. Aber der kommt erst *nach und nach* zustande (auch abhängig davon, wie viele Länder beim Schutz mitmachen, siehe die beiden vorletzten Abschnitte dieses Beitrags) und kommt prinzipiell *allen* in einem Land oder sogar weltweit zugute, nicht nur denen, die aufgrund der getroffenen Maßnahmen Einkommensverluste erleiden. Das bedeutet, dass dieser Wohlstandszuwachs nicht privat und damit exklusiv, sondern öffentlich und damit inklusiv ist.

Das erschwert seine politische Durchsetzbarkeit: Wer erklärt sich mit der Entwertung seines privaten Kapitalstocks einverstanden? Wer nimmt Arbeitsplatzunsicherheit und Lohneinbußen freiwillig auf sich, ohne zu wissen, wo der Strukturwandel neue Arbeitsplätze schaffen wird, die möglichst zur eigenen Qualifikation passen? Und welcher Verbraucher befürwortet einen persönlichen Realeinkommensverlust und eine daraus resultierende Anpassung seiner Konsumstruktur?

Bei der Änderung der Rahmenbedingungen, innerhalb derer privat gewirtschaftet werden darf, geht es um sichere private Einkommensverluste bei den einen in Verbindung mit potenziellen privaten Einkommenszuwächsen bei anderen und potenziellen

öffentlichen Wohlstandsgewinnen für alle. Jeder Wähler bedenkt, ob er sich eher auf der Seite der potenziellen Gewinner oder der sicheren Verlierer wiederfinden wird. Den öffentlichen Wohlstandsgewinn ziehen die meisten nicht explizit in Betracht, weil er eben nicht exklusiv, dafür aber schwer zu beziffern und unsicher ist (siehe die beiden vorletzten Abschnitte dieses Beitrags).

Demokratische Mehrheiten zugunsten von Nachhaltigkeit?

Man könnte argumentieren, dass die Existenz eines Steuer- und Sozialversicherungssystems der Nachweis ist, dass es in einer Demokratie sehr wohl möglich ist, sich mehrheitlich auf die Finanzierung öffentlicher Güter einschließlich sozialen Schutzes auf Kosten privat erzielter Einkommen zu einigen. Das ist richtig. Doch der Streit um Höhe und konkrete Ausgestaltung des Abgaben- und Transfersystems zeigt, dass sehr unterschiedliche Auffassungen über faire Lastenverteilung und darüber herrschen, welche Wirkungen von Umverteilung ausgehen und welche öffentlichen Güter in welchem Umfang bereitgestellt werden sollen.

Glaubt eine Mehrheit der Wähler, dass der Schutz der natürlichen Lebensgrundlagen für sie mehr Wohlstandseinbußen als Wohlstandszuwachs mit sich bringt, wird sie sich tendenziell gegen eine Politik entscheiden, die für diesen Schutz sorgt. Schlimmer noch: Wie gerade die politische Entwicklung in Deutschland der letzten Jahre zeigt, genügt für einen Schwenk in der Politik Richtung weniger Rücksichtnahme auf die Umwelt eine stagnierende Wirtschaft und erst recht eine Rezession.

Lastet man also der Marktwirtschaft die Überschreitung der planetaren Grenzen an, schlägt man den Sack (das Wirtschaftssystem), obwohl man den Esel (das politische System) meint. Diese Feststellung ist kein Angriff auf die Demokratie und soll keiner „Ökodiktatur“ das Wort reden. Vielmehr besteht die Hoffnung, dass die Mehrheit der Menschen den Wert des öffentlichen Gutes „natürliche Lebensgrundlagen“ erkennt, weil sie seinen Rückgang immer deutlicher zu spüren bekommt – sei es in Form von Überschwemmungen, Dürren, Bränden, Stürmen oder Lebensmittel- und Trinkwasserknappheit sowie dadurch bedingter Migrationsströme.

Gerade in einem demokratischen System kann sich die Mehrheit dafür entscheiden, einen erheblichen Teil der vorhandenen Wirtschaftskraft, nämlich *ihrer Arbeitskraft*, für den Erhalt der natürlichen Lebensgrundlagen einzusetzen, um die Verschlechterung ihres gemeinsamen, öffentlichen Wohlstands aufzuhalten. Denn der parallel dazu notwendige Verzicht auf exklusives privates Einkommen fällt aufgrund der Folgen der fortschreitenden Klimakrise und des zunehmenden Artensterbens relativ gesehen immer geringer aus: Der negative Saldo einer Rahmenänderung zugunsten der natürlichen Lebensgrundlagen schlägt dadurch bei einer immer kleiner werdenden Gruppe zu Buche, während sich für eine laufend größer werdende Gruppe ein positiver Saldo ergibt.

Wissen über wirtschaftliche Zusammenhänge unabdingbar

Doch die Hoffnung, dass sich diese Verschiebung von Vor- und Nachteilen auch in demokratischen Mehrheiten niederschlägt, setzt voraus, dass die Mehrheit folgendes versteht. Erstens: Nicht das Wirtschaftssystem als solches steht einer Anpassung an die planetaren Grenzen entgegen, sondern die Profiteure der gegenwärtig gültigen Rahmenbedingungen, die sich vehement gegen eine Änderung stemmen, weil sie wissen, dass diese in erster Linie zu ihren Lasten geht. Das mag vielen noch einleuchten.

Schwieriger ist das Verständnis für den zweiten zentralen Punkt: Es gibt keinen kausalen Zusammenhang zwischen strengeren Schutzmaßnahmen zugunsten der natürlichen Lebensgrundlagen und wirtschaftlicher Schwächephase einschließlich steigender Arbeitslosigkeit und Wohlstandsverlusten. Der Strukturwandel Richtung umweltverträglicherer Produktionsprozesse und Konsumstrukturen, den es zu beschleunigen gilt, ist nämlich *kein* Programm zur Verarmung der Massen. Es gibt genug zu tun, um diesen Strukturwandel zu bewältigen, d. h. an Beschäftigungsmöglichkeiten wird es nicht fehlen, und folglich muss auch niemand befürchten, von der Wohlstandsentwicklung abgehängt zu werden. Auch das durchschnittliche Wohlstandsniveau wird nicht sinken, wenn man es, wie oben beschrieben, nicht allein anhand der Verfügbarkeit *privater* Güter misst. Allerdings wird sich die Zusammensetzung des Wohlstands aus privaten Einkommen und öffentlich verfügbarem Wohlstand ändern: weniger private Güter, mehr öffentliche Güter.

Das gelingt nur durch eine stärkere Umverteilung. Schließlich erfordert jede Bereitstellung öffentlicher Güter ein Umlenken eines Teils der Ressourcen weg von der Produktion privater Güter. Und da die Besteuerung privater Wirtschaftsergebnisse nach Leistungsfähigkeit erfolgen muss, wenn der soziale Zusammenhalt in der Gesellschaft nicht zerstört werden soll, müssen die Bezieher hoher Einkommen deutlich stärker zur Finanzierung des erforderlichen Strukturwandels herangezogen werden als die weniger Betuchten.

Aus den Reihen der Bezieher hoher Einkommen stammen aber genau diejenigen, die von den herrschenden Verhältnissen am meisten profitieren, die zur Zerstörung der natürlichen Lebensgrundlagen durch Produktion und Konsum am meisten beitragen und die sich zugleich den direkten Folgen dieser Zerstörung am leichtesten entziehen können. Kein Wunder, dass in dieser Einkommensgruppe die größten Gegner staatlicher Regulierung und staatlicher Umverteilung sitzen.

Die Ungleichverteilung zementiert die herrschenden Verhältnisse

Die Erzählung von den Arbeitsplatzkillern Umwelt-, Arten- und Klimaschutz ist für diese Gruppe essentiell, um die eigenen Interessen zu verschleiern. Das Argument, Arbeitsplätze zum Wohle der Masse der Bevölkerung sichern zu wollen und dafür den Schutz der natürlichen Lebensgrundlagen vertagen zu müssen, ist vorgeschoben. Es dient dazu, Unterstützung für die eigene

Position bei der eben dadurch geschädigten Masse zu organisieren. Aus Unwissen und aus Angst um die eigene Existenz ist sie erpressbar und nach dem altbekannten Motto „divide et impera“ („teile und herrsche“) leicht spaltbar, so dass demokratische Prozesse zur Veränderung der Rahmenbedingungen zum Wohle aller nur schwer in Gang kommen.

Über den eigentlichen Arbeitsplatzkiller Ungleichverteilung der Arbeitseinkommen und der Vermögen bzw. unzureichende Verteilung der Produktivitätszuwächse in den Lohnzuwächsen wird vielerorts hingegen geschwiegen. Der Henry Ford zugeschriebene Satz „Autos kaufen keine Autos“ aus den siebziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts hat an Richtigkeit und Relevanz nichts eingebüßt, wird aber kaum noch verstanden. Wenn man die wirtschaftliche Entwicklung durch ein systematisch falsch betriebenes System erodiert, ist der Ruf mancher nach einem ganz anderen System verständlich. Er ist aber ebenso hilflos wie das Bemühen redlicher, aber uninformatierter Befürworter des gegenwärtigen Systems, die Misere durch noch mehr Ungleichverteilung – bekannt unter den Slogans „Leistung muss sich wieder lohnen“, „Mehr fordern statt fördern“, „Wer nicht arbeitet, soll auch nicht essen“, „Wir müssen unsere internationale Wettbewerbsfähigkeit erhöhen“ – beheben zu wollen.

Hinzu kommt: Wären bereits die *Markteinkommen* (vor Steuern und Sozialabgaben) fairer verteilt und die Ausgangspositionen beim privaten Vermögen durch Erbschaften dank Besteuerung näher beieinander, bräuchte man weniger staatliche Umverteilung zur Korrektur sozialer Schiefen: Jeder ordentlich bezahlte Arbeitsplatz zieht sozusagen ein sozial benachteiligtes Kind und einen verarmten Rentner weniger nach sich. Der Spielraum für staatliche Umverteilung zugunsten des Schutzes der natürlichen Lebensgrundlagen wäre so automatisch größer.

Die Verschränkung von sozialer und Klimakrise

Die soziale Krise, die mit der Ungleichverteilung hier und andernorts einhergeht, stärkt die Abwehrhaltung gegen den Schutz der planetaren Grenzen. Um es plakativ auszudrücken: Wie soll sich ein im Niedriglohnsektor beschäftigter Arbeitnehmer eine gut gedämmte Wohnung mit Wärmepumpe leisten? Wie soll ein kleinbäuerlicher Betrieb in Bayern auf Öko-Anbau umstellen, wenn die Agrarindustrie in Brandenburg Subventionen nach Hektargröße kassiert?

Doch das Problem besteht weit über unsere Landesgrenzen hinaus. In Deutschland ist die merkantilistische Methode, durch Gürtel-enger-Schnallen bei den Löhnen Wachstum mittels Handelsüberschüssen zu generieren, zum Erliegen gekommen: Es wurden stark zugunsten der Exportwirtschaft verzerrte Industriestrukturen aufgebaut und zugleich technologische Trends in diesem Bereich, namentlich der Autoindustrie verschlafen. Die im Gefolge der Coronakrise und der kriegsbedingten Energiekrise entstandene internationale Investitionsschwäche hat die deutsche Wirtschaft daher empfindlicher getroffen als andere Industrieländer – von den negativen Wirkungen der europäischen Geldpolitik und der deutschen Schuldenbremse auf die ökonomische Entwicklung hierzulande ganz abgesehen.

Die Folgen der verfehlten merkantilistischen Wirtschaftsstrategie werden aber oft den Bemühungen angelastet, den Schutz der natürlichen Lebensgrundlagen voranzutreiben. Obendrein tritt jetzt die andere Medallenseite des deutschen Exportüberschusses, die jahrelange Unterlegenheit des internationalen Handelspartners USA, offen zu Tage: Donald Trump droht Europa mit Zöllen. Wie viel Erfolg er damit für sein Land haben wird, steht auf einem anderen Blatt. Ein Handelskrieg würde sicher beide Seiten schädigen, ganz gewiss aber die deutsche am meisten.

Die EU-Kommission hat mit ihrem „*Kompass für mehr Wettbewerbsfähigkeit*“, der Europa aus der Investitions- und Wachstumsschwäche helfen soll, eine Antwort auf diese Herausforderung parat, die den deutschen Irrweg eins zu eins kopiert. Der deutsche Wirtschaftsminister Robert Habeck fordert im Zusammenhang mit Trumps Zolldrohung sogar europäische Solidarität ein (so geschehen auf der Pressekonferenz zum Jahreswirtschaftsbericht am 29. Januar 2025, im *Video ab Minute 15:20*). Das zeigt, dass auch tatsächlich oder vermeintlich um den Klimaschutz Bemühte (man denke an das deutsche Heizungs-gesetz oder den *European Green Deal*) nicht verstanden haben, dass das Streben nach nationaler oder gar kontinentaler Wettbewerbsfähigkeit eine Kriegserklärung auf dem Feld der Wirtschaft an den Rest der Welt ist. Sie befeuert die sozialen Krisen andernorts. Wie sollte man da erreichen können, was für einen effektiven Klimaschutz und Nachhaltigkeit unabdingbar nötig ist, nämlich *internationale Kooperation*?

Wann bleiben fossile Rohstoffe im Boden?

Und damit zur internationalen Ebene der Antwort auf die beiden eingangs gestellten Fragen, ob das System Marktwirtschaft mit der Einhaltung der planetaren Grenzen in grundlegendem Widerspruch steht und inwieweit das politische System eine Veränderung der Rahmenbedingungen für mehr Erfolg in Sachen Nachhaltigkeit verhindert. Sie soll anhand des prominenten Beispiels fossiler Brennstoffe gegeben werden.

Oben wurde behauptet, dass der politische Beschluss eines Landes A, bestimmte Rohstoffe nicht mehr zu fördern, einen Preisanstieg nach sich zöge, der eine Änderung der Produktionsweise und der Nachfrage in Richtung mehr Nachhaltigkeit mit sich brächte. Das stimmt nur dann, wenn die Anbieter aus anderen Ländern auf den knappheitsbedingten Preisanstieg in A nicht mit einem Anstieg ihrer Angebotsmengen reagieren, die dann teilweise als Importe nach A wandern. Die ausländischen Angebotsmengen nehmen aber zu, spätestens wenn durch den Preisanstieg zuvor unrentable Explorationsmöglichkeiten nun lukrativ werden. Das ist etwa beim Fracking von Erdöl und Erdgas der Fall: Der Produktionsrückgang fossiler Energie in einem Land wird durch eine Mehrförderung anderswo ausgeglichen, so dass der nationale Alleingang für den Klimaschutz nichts bringt.

Dem privaten Einkommensverlust auf nationaler Ebene steht dann kein öffentlicher Wohlstandsgewinn gegenüber. Das dürfte alle gutwilligen Klimaschutzbefürworter enttäuschen und dem Klimaschutz letzten Endes politisch einen Bärendienst erweisen. Ein nationaler Rückgang fossiler Extraktion hat nur dann einen positiven Effekt auf das Klima, wenn parallel zu ihm auch

ein Verbrauchsrückgang in gleicher Höhe stattfindet. Dann ändern sich nämlich die internationalen Preisverhältnisse nicht, die eine Angebotsausweitung mit sich brächten.

Umgekehrt gilt, dass auch ein einseitiger national oder kontinental beschlossener Nachfragerückgang ohne einen Extraktionsrückgang in gleicher Höhe nichts in Sachen Klimaschutz bewirkt: Europa fördert im Vergleich zu seinem Verbrauch relativ wenig fossile Rohstoffe selbst, importiert jedoch immer noch beachtliche Mengen. Das Vorhaben der Europäischen Kommission, Europas Wirtschaft komplett auf regenerative Energien umzustellen, hat eine für Europa handelspolitisch vorteilhafte Unabhängigkeit von Importen fossiler Rohstoffe zur Folge. Der dadurch entstehende Angebotsüberschuss fossiler Rohstoffe auf den internationalen Märkten wird aber die Anbieter zu Preisreduktionen bewegen. Diese helfen Nachfragern fossiler Rohstoffe anderswo auf der Welt, billiger an diese Rohstoffe zu gelangen – eine Art (unfreiwilliger) europäischer Entwicklungshilfe: Arme, auf fossile Rohstoffimporte angewiesene Länder werden sie nutzen, um ihre eigene industrielle Entwicklung voranzutreiben. Zugleich werden regenerative Energien wieder relativ teurer gegenüber fossilen, was ihren Ausbau in anderen Weltregionen bremst.

Ohne internationale Kooperation keine Nachhaltigkeit in Sicht

Es zeigt sich: Der Preismechanismus, den es auf allen internationalen Märkten unabhängig davon gibt, welches Wirtschaftssystem in welchem Land herrscht, erschafft ein System kommunizierender Röhren, das darauf angelegt ist, Engpässe und Überschüsse anzuzeigen und zu beseitigen. Daher kann dieser Mechanismus keine sinnvolle Lösung in Sachen Nachhaltigkeit generieren. Der *parallele* Rückgang der Förderung fossiler Rohstoffe und ihres Verbrauchs muss daher *politisch* auf *internationaler* Ebene beschlossen und durchgesetzt werden. Der institutionelle Rahmen muss so gesetzt werden, dass marktwirtschaftliche Prozesse auf dem Gebiet fossiler Rohstoffe ausgehebelt werden und sich auf den Gebieten der Substitute abspielen.

Eine Möglichkeit dazu ist die Vereinbarung eines kontinuierlich steigenden Preises für fossile Rohstoffe bei gleichzeitig verbindlicher Reduktion der Fördermengen. Doch werden dazu die bereits an den internationalen Märkten agierenden und potenzielle zukünftige Förderländer fossiler Rohstoffe politisch nur bereit sein,

wenn ihnen die Einnahmen aus den künstlich erhöhten Preisen jahrelang zugutekommen. Und die ärmeren Nachfrager können sich die Verteuerung fossiler Brennstoffe nur leisten, wenn ihnen regenerative Energien bzw. grüne Technologien durch technische Transfers und finanzielle Subventionen bereitgestellt werden. Die dafür nötige Umverteilung müssen die Wohlhabenden dieser Welt, darunter vor allem die gut Betuchten aus den reichen Industrieländern tragen, die dazu nicht aus eigener Einsicht bereit sind. Sie auf politischem Weg dazu zu bewegen, um nicht zu sagen: zu zwingen, wird selbst in reichen Demokratien nicht zügig gelingen, in Diktaturen ist es praktisch ausgeschlossen.

Fazit

In einer Welt, in der viele Wirtschaftswissenschaftler:innen und -politiker:innen den Strukturwandel zugunsten eines größeren öffentlichen Güterangebots namens „Schutz der natürlichen Lebensgrundlagen“ als wohlstandsmindernd, wegen der dafür notwendigen Umverteilung als leistungs- und obendrein beschäftigungsfeindlich ansehen und in der ihnen von weiten Bevölkerungsteilen genau das geglaubt wird, sind die Chancen für demokratische Mehrheiten in Richtung mehr Nachhaltigkeit bereits im nationalen Rahmen gering. Kommt hinzu, dass die Stärkung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit eines Landes als oberstes Gebot wirtschaftlicher Vernunft propagiert und wiederum von vielen gutgläubig akzeptiert wird, ist der Ausweg internationaler Kooperation zur Bewahrung der natürlichen Lebensgrundlagen politisch so gut wie ausgeschlossen. Das Fazit lautet daher: Ohne wirtschaftspolitische Aufklärung großer Bevölkerungsteile in den Industrieländern ist ein Umsteuern in Sachen (Wieder-)Einhalten der planetaren Grenzen unter friedlichen und demokratischen Bedingungen unwahrscheinlich.

Anmerkungen

- 1 Vgl. Raworth K (2017) *Doughnut Economics: Seven Ways to Think Like a 21st Century Economist*. New York: Random House.
- 2 Vgl. Schumpeter J (1934) *Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung*. 9. Aufl., unveränderter Nachdruck der 1934 erschienenen 4. Auflage, Berlin: Duncker & Humblot, 1997.
- 3 Vgl. Levermann A (2023): *Die Faltung der Welt – Wie die Wissenschaft helfen kann, dem Wachstumsdilemma und der Klimakrise zu entkommen*. Berlin: Ullstein

Friederike Spiecker



Friederike Spiecker ist Diplom-Volkswirtin. In der Konjunkturabteilung des Deutschen Instituts für Wirtschaftsforschung, Berlin, sowie in langjähriger Zusammenarbeit mit Heiner Flassbeck lernte sie die wesentlichen Bausteine einer für die Wirtschaftspolitik relevanten theoretischen und empirischen Makroökonomik. Heute arbeitet sie als freie Wirtschaftspublizistin, lehrt an der Hochschule für Gestaltung in Schwäbisch Gmünd und ist in der wirtschaftspolitischen Beratung von Parteien, Gewerkschaften und Verbänden tätig. Zusammen mit Heiner Flassbeck und Stefan Dudey veröffentlichte sie den *Atlas der Weltwirtschaft 2020/2021*, und zusammen mit Heiner Flassbeck und Constantin Heidegger den *Atlas der Weltwirtschaft 2022/23*. Das jüngst erschienene Buch von Heiner Flassbeck *Grundlagen einer relevanten Ökonomik* hat sie in wesentlichen Teilen mitgestaltet. Website: www.fspiecker.de/

Triggerpunkte zwischen Krise und Transformation: Technische und soziale Innovationen als Beitrag zum nachhaltigen Frieden

Im Anthropozän prägt die Menschheit zunehmend das Gesicht der Erde. Kolonialisierung, Industrialisierung und Globalisierung haben zu einer „großen Beschleunigung“ menschlicher Entwicklung geführt, getrieben von einer Allianz aus Wachstum, Macht und Gewalt und verstärkt durch die wissenschaftlich-technische Dynamik. Wege aus der Polykrise können positive Triggerpunkte und Innovationen in Technik und Gesellschaft für die Transformation zum nachhaltigen Frieden nutzen.

Polykrise, Konflikte und Triggerpunkte zwischen Wachstum, Macht und Gewalt

Das expansive Wachstumsmodell stößt an planetare Grenzen, verbunden mit ökonomischen, sozialen und politischen Grenzen. Die daraus folgende globale Polykrise (Lawrence et al. 2024) des Anthropozäns, des fossilen Kapitalismus und der westlichen Weltordnung zeigt sich in Klimawandel, Artensterben und knappen natürlichen Ressourcen, globaler Ungleichheit und Gewaltkonflikten, autoritären Strömungen und Gefährdung der liberalen Demokratie (Scheffran 2023). Diese Entwicklung zeichnet sich seit drei Jahrzehnten ab: „Die Herausforderung des 21. Jahrhunderts wird sein, ob die sozialen Strukturen stark genug sind, den weiter wirkenden mächtigen Wachstumskräften Einhalt zu gebieten und zugleich den Frieden gegen Katastrophen und Gewaltkonflikte zu erhalten“ (Scheffran 1996). Die Kette miteinander vernetzter Krisenereignisse reicht von der Finanzkrise 2008 über den Arabischen Frühling 2011 und seine Folgen bis zu Coronakrise, Ukrainekrieg und rechtspopulistischen Regierungen in USA und Europa. Die liberale Weltordnung nach dem Kalten Krieg ist einer multipolaren Machtkonstellation gewichen, deren Zukunft auch von drei Trends abhängt: die Transformation des fossilen Kapitalismus, Machtverschiebungen im Nord-Süd-Verhältnis und der Einfluss von Zivilgesellschaft und sozialen Netzwerken auf Demokratie und Autokratie. Diese Trends werden durch wissenschaftlich-technische Entwicklungen verstärkt und durch geopolitische Spannungen herausgefordert.

Im Fokus der Forschung stehen eskalatorische Wechselwirkungen zwischen systemischen Verbundrisiken, Kippunkten und Kaskadeneffekten, die über sensible „Triggerpunkte“ beeinflusst werden können. In der Klimadebatte wird dies durch die Klimasensibilität repräsentiert, also die Empfindlichkeit der Erdtemperatur gegen CO₂-Emissionen, die an Kippunkten ein kritisches Maß erreicht. Entsprechend bedeutet Konfliktsensibilität, dass Klimawandel oder -politik Konflikte und andere Reaktionen verstärken oder anstoßen (triggern) können (Nadiruzzaman et al. 2022): „Der Verlust menschlicher Lebensgrundlagen und Entwicklungsmöglichkeiten kann Zwangsmigration und gewaltsame Konflikte triggern“ (Scheffran 2020, S. 55).

In den Sozialwissenschaften geht das Konzept der Triggerpunkte davon aus, dass es „sensible Bereiche des öffentlichen Diskurses gibt, wo Menschen stark und affektiv reagieren“ sowie „neuralgische Stellen, an denen besonders aufgeladene Konflikte aktiviert werden“. Zu typischen Beweggründen starker Reaktionen gehören „wahrgenommene Ungleichbehandlungen, Normalitätsverstöße, Entgrenzungsbefürchtungen und Verhaltenszumutungen“ (Mau et al. 2024).

Triggerpunkte sind nicht allein auf negative Reaktionen beschränkt, sondern können auch im normativ positiven Sinne erwünschte Systemänderungen und Transformationsprozesse anstoßen, die das System kippen können. Um unerwünschte Trigger- und Kippunkte zu vermeiden und positive anzustoßen, braucht es wirksame Hebel, etwa technische und soziale Innovationen, die eine Transformation ermöglichen und beschleunigen.

Kippunkte, Kaskaden und Konfliktrisiken

Damit die Funktions- und Überlebensfähigkeit eines Systems gegen Krisen, Konflikte und Katastrophen gewährleistet werden kann, muss das Überschreiten kritischer Toleranzgrenzen vermieden werden. Jenseits von Kippunkten führen selbst verstärkende Rückkopplungen zu qualitativen Systemänderungen, Risikokaskaden und Kettenreaktionen, aus denen es oft keine Rückkehr gibt (Lenton et al. 2023). Wenn die Handlungen der Akteure sich aufschaukeln, wird die Stabilität der sozialen Interaktion untergraben, bis hin zu Gewalteskalationen. Die Wahrscheinlichkeit des Systemwechsels kann durch die Kombination mehrerer Stressoren verstärkt werden (Scheffran 2024, Zscheischler et al. 2018).

Ein Beispiel ist der Arabische Frühling, mit ausgelöst auch durch klimabedingte Wetterextreme und Ernteeinbußen in anderen Regionen: „Die steigende Nachfrage nach Weizen und enge Beziehungen zwischen geografisch weit entfernten Regionen bewirkten einen Anstieg der weltweiten Weizenpreise, zusammen mit anderen Faktoren wie Ölpreise, Bioenergienutzung und Börsenspekulationen. Dies traf vor allem die MENA-Region als wichtigen Weizenimporteur und brachte Menschen mit geringem Einkommen in finanzielle Bedrängnis. In einer Bevölkerung, die schon lange mit den Versäumnissen der Regierung unzufrieden war, triggerten ‚Brotunruhen‘ politische Proteste in der gesamten Region“ (Scheffran 2020, S. 59). Dies bewirkte eine Kette von Regierungsumstürzen, Vertreibungen, Terroranschlägen und Bürgerkriegen wie in Syrien, die den Mittelmeerraum erfassten und in Europa nationalistische Reaktionen über Migration und Terrorismus auslösten.

Ein resilientes System kann sich nach einem externen Schock wiederherstellen bzw. eine stabilisierende Veränderung herbeiführen. Im Leitplankenkonzept (Tolerable-Windows) werden existenzbedrohende Klimafolgen früh erkannt und durch geeignete Maßnahmen und Synergien vermieden, die positive Kippunkte auslösen (Eker et al. 2022).

Integrative Strategien nachhaltiger Entwicklung

Nachdem der Club of Rome 1972 die *Grenzen des Wachstums* untersuchte, formulierte die Brundtland-Kommission 1987 das Ziel, die Bedürfnisse der heutigen Generationen zu befriedigen, ohne die Bedürfnisse künftiger Generationen zu gefährden (WCED 1987). Auf der Rio-Konferenz 1992 wurde der Schutz globaler Gemeinschaftsgüter (Klima und Biodiversität) vereinbart, und in der Agenda 21 wurden Leitlinien für nachhaltige Entwicklung formuliert, die zu den 17 Sustainable Development Goals (SDGs) führten. Diese schaffen ein Regelwerk, um den Konflikt zwischen Natur und Gesellschaft zu entschärfen, die Bewohnbarkeit im gemeinsamen Haus der Erde zu ermöglichen und den verfügbaren Umweltraum für alle Bewohner zu nutzen (Scheffran et al. 2024). Es geht darum, ein stabiles Mensch-Natur-Verhältnis erhalten, entfalten und gestalten zu können und die Soziosphäre dauerhaft in die begrenzte Ökosphäre einzubetten. Maßstab für nachhaltige Entwicklung sind menschliche Bedürfnisse, die auf Erfordernissen (z. B. Wasser- und Nahrungsbedarf) und Ansprüchen (z. B. Eigentum und soziale Beziehungen) beruhen. Um eine nachhaltige Balance zwischen natürlichen Ressourcen und menschlichen Bedürfnissen herzustellen, gibt es verschiedene Schlüsselstrategien, die Triggerwirkung entfalten können (vgl. Scheffran 1998):

1. Umweltschutz und Schonung natürlicher Ressourcen: Um den Ressourcenverbrauch mit den natürlichen Stoff- und Energieflüssen in Einklang zu bringen, muss die Verfügbarkeit der Ressourcen durch Umweltschutz und Erhaltung ihrer Regenerationsfähigkeit bewahrt werden. Konkrete Maßnahmen betreffen die Einrichtung von Naturschutzgebieten, die Beschränkung von Nutzungs- und Erntemengen, die Stärkung der Regenerationsfähigkeit und Erhaltung gefährdeter Arten. Gleichzeitig müssen Abfallmengen reduziert und die Aufnahmefähigkeit der Natur verbessert werden.

2. Effizientere Ressourcennutzung: Wie effektiv eine Ressource Bedürfnisse befriedigt, hängt von der Effizienz ihrer Gewinnung, Umwandlung, Nutzung und Regeneration ab. Die Ressourcennutzung wird durch Erhaltung, strukturelle Veränderungen, technische Mittel, Innovation und Einfallsreichtum effizienter, so dass die Bedürfnisse weniger Ressourcen erfordern (Entkopplung von Ressourcennutzung und Wohlstand/Lebensqualität).

3. Risikovermeidung: Wenn der Ressourcenverbrauch mit Gefahren und Schäden für die menschliche Sicherheit verbunden ist (z. B. durch freigesetzte Umweltschadstoffe und Radioaktivität), muss die Schadensursache vermieden oder beseitigt werden, z. B. durch Vereinbarungen, Katastrophenhilfe und Kooperation, die die Folgen auf ein erträgliches Maß begrenzen.

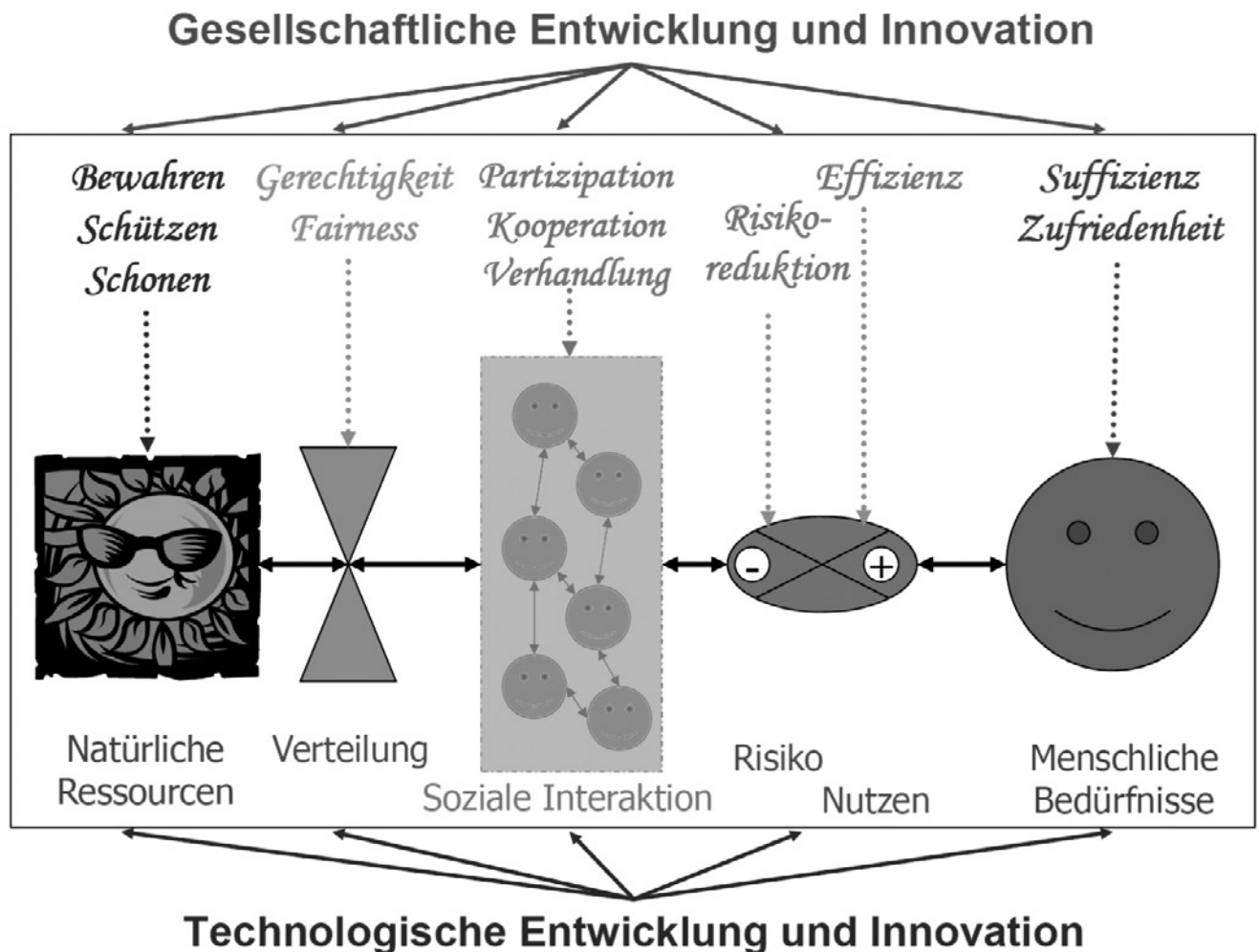


Abbildung 1: Nachhaltigkeits-Strategien für die Balance von Ressourcen und Bedürfnissen

4. Gerechte Ressourcenverteilung: Demokratie, Recht und soziale Systeme ermöglichen eine gerechte und faire Verteilung natürlicher Ressourcen, die extreme Differenzen beim ökologischen Fußabdruck verringert. Die Überwindung ungerechter Machtverhältnisse erfordert Auseinandersetzungen und die Konkretisierung von Gerechtigkeits- und Solidaritätsprinzipien, die einen Ausgleich zwischen Arm und Reich, Nord und Süd, heutigen und zukünftigen Generationen ermöglichen.

5. Suffiziente Bedürfnisbefriedigung: Die vorhandenen Ressourcen können als ausreichend (suffizient) angesehen werden, so dass keine weiteren Anstrengungen erforderlich sind, oder es können alternative Bedürfnisse verfolgt werden, über Grundbedürfnisse hinaus, die kaum beeinflussbar sind. Das Bedürfnisspektrum wird durch äußere Grenzen (Einkommen, Ressourcen, Zeit, soziale Rahmenbedingungen) und innere Grenzen (Selbstbeschränkung, Degrowth, Trägheit, mangelndes Wissen) beeinflusst.

6. Partizipation: Die Umstellung auf nachhaltige, ressourcenschonende, naturverträgliche Handlungen, Verhaltensweisen und Lebensstile erfordert die Beteiligung und Zusammenarbeit großer Teile der Bevölkerung. Alternative Konsum- und Produktionsmuster in ökonomischen Märkten, demokratische Entscheidungsfindung und gesellschaftliche Verhandlungen sind ein Schlüssel zur Nachhaltigkeit. Dies erfordert einen sozialen Kontext von gegenseitigem Verständnis, Lernfähigkeit, Mediation, Konfliktlösung und Kooperation.

Während sich wissenschaftliche und technische Maßnahmen auf Effizienz, Umweltschutz, Risikovermeidung und Katastrophenhilfe konzentrieren, zielen Strategien für Gerechtigkeit, Suffizienz und Partizipation auf soziale Nachhaltigkeit ab.

Ambivalenz, Innovation und Gestaltung von Wissenschaft und Technik

Wissenschaft und Technik gelten als *Force Multiplier* (Kräfteverstärker) mit einem erheblichen Triggerpotential, um natürliche und gesellschaftliche Prozesse in der einen oder anderen Richtung zu beeinflussen. Aufgrund ihrer Ambivalenz können sie Produktiv- oder Destruktivkraft sein (Scheffran 2018). Sie haben einen Anteil an der Wachstumsdynamik, indem Wissenschaft unbekannte Wissensbereiche erforscht, während technische Mittel die Welt verändern. Technik kann negative Auswirkungen verstärken und zu Katastrophen wie Reaktor- und Chemieunfällen, Staudammbrüchen oder Flugzeugabstürzen führen, aber auch die Risiken durch Sicherheitsmechanismen oder den Ressourcenbedarf durch nachhaltige und kohlenstoffarme Energiesysteme verringern.

Wissenschaft und Technik entwickeln sich zu Machtfaktoren zur Sicherung von Herrschaft, aber auch zu deren Überwindung, wenn neue Akteure sie sich zunutze machen. Neben der intensiveren Ausbeutung von Ressourcen, der Beschleunigung des Wirtschaftswachstums und der Zunahme von Gewaltmitteln können sie auch zur Problemlösung eingesetzt werden. Je mehr die wissenschaftlich-technische Zivilisation zum Problem wird, desto größer sind die Versuchungen für technische Eingriffe, die

wiederum neue Probleme mit sich bringen können. Das zeigen kritische Diskurse über Gentechnik, Geoengineering oder Künstliche Intelligenz. Im postfaktischen Zeitalter der *Fake News*, die Zweifel an ihrem Wahrheitsgehalt und ihrer Gültigkeit nähren, gerät das wissenschaftliche Wissen unter Druck. Die Komplexität der konstruierten Welt nimmt zu, was die soziale Kontrolle und politische Steuerung erschwert. Komplexe Systeme neigen zu Überraschungen, reagieren empfindlich auf Schwankungen, machen die Zukunft unsicher und eröffnen viele Optionen, was dem Wissen Grenzen setzt und Entscheidungen erschwert (Scheffran 2008).

Technik wird auch selbst zum Konfliktgegenstand (Scheffran 2015): der Streit über die Richtung der technischen Entwicklung, um Interessensgegensätze oder den Umgang mit Risiken. Protest, Widerstand und Whistleblowing können negative Entwicklungen in die Öffentlichkeit bringen, um inakzeptable Folgen und Risiken zu vermeiden oder Win-Win-Lösungen zu stärken. Entsprechende Auseinandersetzungen gibt es in nahezu allen Technikfeldern, auch in Klimapolitik und Energiewende. Trotz einer weitgehenden Zustimmung für erneuerbare Energien gibt es lokale Widerstände gegen einzelne Komponenten des Energiesystems: Staudämme, Bioenergie, Windenergie, Solarenergie und Wasserstoff, sowie kritische Mineralien und Metalle für die Energiewende. Um Konflikte zu minimieren, braucht es Mechanismen für Entscheidung, Regulierung und Konfliktlösung im Lebenszyklus der Technikentwicklung, unterstützt durch Technikfolgenabschätzung.

Statt Wissenschaft und Technik erst in Krisen, Katastrophen und Konflikten zu Hilfe zu rufen, geht es darum, die treibenden Kräfte vorbeugend zu vermeiden. Zur wissenschaftlichen Verantwortung gehört, praktische Vorschläge für die Implementierung nachhaltiger Entwicklung auszuarbeiten, einschließlich traditionellen und indigenen Wissens. Dies leistet Beiträge für positive Kipppunkte, z. B. die Kostensenkung von erneuerbaren Energien, die deren zunehmende Nutzung fördert, was die Kosten weiter senkt (Eker et al. 2024). Die nachhaltige Nutzung von Smartphones kann einen wichtigen Beitrag zu den SDGs und zum Pariser Klimaabkommen leisten (Kögler et al. 2024).

Soziale Nachhaltigkeit, gesellschaftliche Innovation und sozial-ökologische Transformation

Die Integration der Nachhaltigkeitsstrategien ist eine Herausforderung. Partizipativ-interaktive Ansätze lassen sich einsetzen, um das Konfliktpotenzial einer „großen Transformation“ vom fossilen Kapitalismus zu einer nachhaltigen Gesellschaft zu bewältigen. Risikominderung, Partizipation und Gerechtigkeit betreffen die Interessen und Machtstrukturen der Gesellschaft. Widerstand ist von denjenigen zu erwarten, die bisher von der Ausbeutung natürlicher Ressourcen und nicht-nachhaltigen Produktions- und Konsumweisen profitiert haben. Auf der anderen Seite versuchen potenzielle Nutznießer einer Nachhaltigkeitswende, den Druck zu erhöhen, indem sie Interessenbündnisse zur Umsetzung des Rio-Prozesses bilden.

Nachhaltige Governance-Maßnahmen zur Stabilisierung der Mensch-Natur-Interaktion reichen von Klimaschutz und Anpas-

sung bis zu Katastrophenmanagement, Krisenprävention, Konfliktlösung und Friedensförderung durch Umweltkooperation (environmental peacebuilding). Die Anpassung von Ökosystemen und menschlichen Werten können sich gegenseitig unterstützen, darunter die Einrichtung von Naturschutzgebieten, eine nachhaltige Landnutzung, der Schutz gefährdeter Arten und natürlicher Kohlenstoffvorräte. In bestimmten Grenzen können sich Ökosysteme an den Klimawandel anpassen, sofern die Belastungen ihre Tragfähigkeit nicht überschreiten. Integratives und interdisziplinäres Wissen hilft, gefährliche Pfade zu vermeiden, kritische Entscheidungspunkte zu beeinflussen und kollektive Anpassungsstrategien zu entwickeln.

Während die SDGs nur innerhalb der planetaren Grenzen zu verwirklichen sind, muss eine globale Transformation auf lokale Bedingungen und verschiedene Gemeinschaften zugeschnitten sein. Dialoge bringen Synergien verschiedener Entwürfe sozialer Naturbeziehungen zusammen, die sich auf das Leben, gemeinsame Güter und Bedürfnisse, Kooperation und Umverteilung, Selbstbestimmung und Anerkennung der Vielfalt sowie das Vorsorgeprinzip konzentrieren. Eine sozial-ökologische Transformation ist auf die Unterstützung und Mobilisierung der Gesellschaft angewiesen, repräsentiert durch Multiakteurs-Konstellationen und soziale Netzwerke von der lokalen bis zur globalen Ebene (Regionen, Länder, Unternehmen, Gemeinden, Individuen). Diese haben eigene Entscheidungs- und Verhandlungsverfahren zur Festlegung von Zielen und Durchführung von Maßnahmen. Um Umweltprobleme und soziale Dilemmata innerhalb planetarer Grenzen zu bewältigen, Spannungen konstruktiv zu lösen und kooperativ-partizipative Strukturen zu schaffen, braucht es Regeln, Normen, Institutionen und Netzwerke, die tragfähig, belastbar, kooperativ, friedlich und nachhaltig sind. Sozial-ökologische Transformation und Konflikttransformation müssen sich ergänzen (Froese et al. 2023).

Von negativen zu positiven Triggerpunkten für nachhaltigen Frieden

Dazu ist es unabdingbar, geopolitische Auseinandersetzungen zu vermeiden und Gewaltmittel durch Konfliktprävention, Rüstungskontrolle und Abrüstung zu begrenzen, allen voran die Atombombe, die für ungehemmtes Wachstum in der nuklearen Kettenreaktion, äußerste Gewalt und Machtprojektionen steht. Entmilitarisierung und Abrüstung sind auch wichtig, um den ökologischen Fußabdruck und die Umweltauswirkungen des Mi-

litärs zu verringern. Die Logik des Krieges ist durch eine Logik des Friedens zu ersetzen (Scheffran 2023b). Zivilklauseln dienen zur Eindämmung militärischer Forschung und Technik; nachhaltige und effiziente Ressourcennutzung verringern die Belastung für Mensch und Natur auf der Verursacher- und Folgenseite; vernetzter Frieden stärkt soziale Kompetenz und ermöglicht gemeinsames Handeln zur Problem- und Konfliktbewältigung; Partizipation fördert demokratisch legitimierte Entscheidungen und einen Interessenausgleich zwischen Stakeholdern. Betroffene sind durch Sicherung ihrer Grundbedürfnisse und materiellen Existenzbedingungen „zufrieden“ zu stellen. Nachhaltiger Frieden zielt auf Solidarität und Dialog, Kooperation und Konfliktlösung.

Integrierte Strategien vermeiden globale Risikoverstärker, negative Kippunkte und Kaskaden, stärken die Widerstandsfähigkeit und Anpassungsfähigkeit kritischer Infrastrukturen für Energie, Wasser, Lebensmittel, Gesundheit usw. Um eine positive Transformation zu erleichtern, muss die Menschheit zusammenarbeiten und geeignete Institutionen, Verhandlungsprozesse und Governance-Strukturen aufbauen. Eine stärkere Nord-Süd-Kooperation etwa in der Klimapolitik würde Ungleichheiten abbauen, Entwicklung fördern und Umwelt schützen (climate matching) (Scheffran 2022). Um die doppelte Bedrohung durch Atomwaffen und Klimawandel zu beseitigen, sind Abrüstung und Dekarbonisierung erforderlich, mithilfe internationaler Normen wie das Pariser Klimaabkommen und den Atomwaffenverbotsvertrag. Friedens- und Umweltbewegungen können hier zusammenarbeiten, wie die Internationale Kampagne zur Abschaffung von Atomwaffen (ICAN) und Fridays for Future.

Um den Teufelskreis der Probleme zu überwinden, braucht es einen Nexus sich verstärkender Synergien von Nachhaltigkeit, Entwicklung und Frieden (Scheffran 1998). Während sich Nachhaltigkeit auf die Erhaltung natürlicher Ressourcen als Lebensgrundlage der Gesellschaft und Voraussetzung menschlicher Existenz bezieht, bedeutet Entwicklung die Entfaltung von Möglichkeiten und Fähigkeiten zur Verbesserung menschlichen Wohlstands. Entsprechend beruht Frieden auch auf Bewahrung und Schutz menschlicher Existenz, Integrität und Identität durch Ausschluss von Gewalt, zum anderen menschliche Entfaltung und Selbstverwirklichung durch gleichmäßige Verteilung von Entwicklungschancen. Während nachhaltige Entwicklung Ressourcenkonflikte vermeidet und zum Frieden beiträgt, verringert die Erhaltung des Friedens die Zerstörung von Umwelt und Klima und erleichtert nachhaltige Entwicklung. Das Konzept des nachhaltigen Friedens zielt auf die Gestaltung der Zukunft, so-

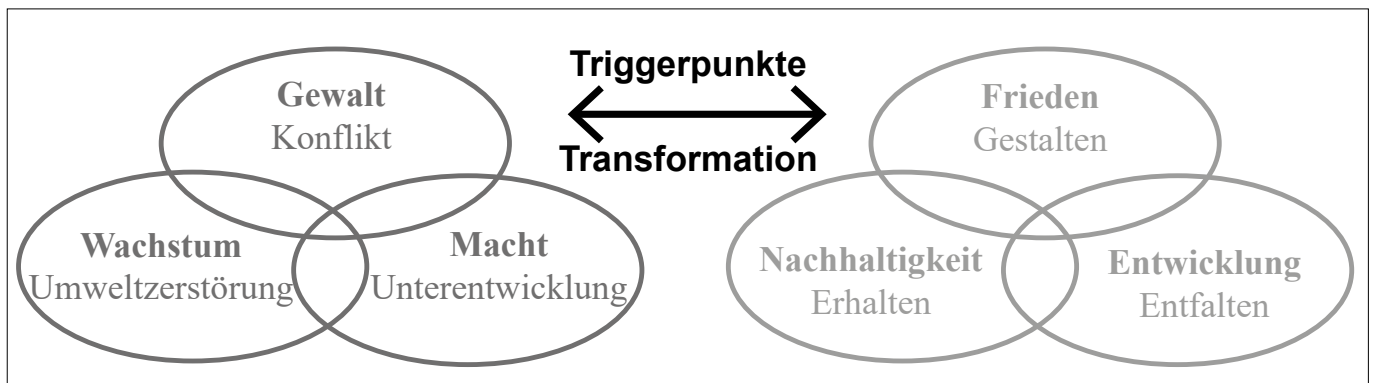


Abbildung 2: Transformation vom negativen Problemnexus zum positiven Lösungsnexus

dass Erhaltungsbedürfnisse und Entwicklungschancen miteinander vereinbar sind (Hardt & Scheffran 2019; Brauch et al. 2016). Philosophen wie Klaus Michael Meyer-Abich und Carl-Friedrich von Weizsäcker haben schon frühzeitig Zusammenhänge über den Frieden zwischen Menschen und den Frieden mit der Natur diskutiert (Meyer-Abich 1986). UNO-Generalsekretär Antonio Guterres forderte, den Krieg gegen die Natur zu beenden und zu einem Frieden mit der Natur zu kommen (Mishra 2024).

Die Herausforderung besteht darin, in verschiedenen Politikfeldern von Nachhaltigkeit und Frieden gemeinsame Wege für eine sozial-ökologische Transformation zum nachhaltigen Frieden zu finden (Froese et al. 2023) und dabei Triggerpunkte für eine lebensfähige und lebenswerte Welt (viable world) zu nutzen, die eine Koexistenz von Natur und Gesellschaft im gemeinsamen Haus der Erde ermöglichen. Damit verbundene Strategien umfassen einen ökologischen Fußabdruck innerhalb planetarer Grenzen, erneuerbare Energien und sauberen Wohlstand für Alle, sowie die Kohabitation der Nationalstaaten (Scheffran et al. 2024). Der jüngste Bericht an den Club of Rome macht viele weitere Vorschläge (Dixon-Decleve et al. 2022). Dazu ist trotz der angespannten Weltlage ein hohes Maß an internationaler Kooperation und Diplomatie erforderlich, die einen wichtigen Beitrag für Frieden und gemeinsame Sicherheit leisten.

Referenzen

- Brauch HG, Oswald Spring Ú, Grin J, Scheffran, J Eds. (2016) Handbook on Sustainability Transition and Sustainable Peace. Cham: Springer.
- Dixon-Decleve S et al. (2022) Earth for All: A Survival Guide for Humanity. Report to the Club of Rome, New Society Publisher.
- Eker S et al. (2024) Cross-system interactions for positive tipping cascades. *Earth System Dynamics*, 15(3), 789–800.
- Froese R, Hussak M, Pastoors D, Scheffran J (2023): Erhalten, Entfalten, Gestalten: Mittel der Konflikttransformation für Wege aus der Klimakrise einsetzen. *Wissenschaft & Frieden*, 4/2023: 43–46.
- Hardt JN, Scheffran J (2019) Environmental Peacebuilding and Climate Change: Peace and Conflict Studies at the Edge of Transformation. Policy Brief 68 (Dec.), Toda Peace Institute.
- Kögler M, Paulick K, Scheffran J, Birkholz M (2024) Sustainable use of a smartphone and regulatory needs. *Sustainable Development*. 32(6): 6182–6200.
- Lawrence M et al. (2024) Global Polycrisis: The Causal Mechanisms of Crisis Entanglement. January 2024; *Global Sustainability* 7: 1–36.
- Lenton Timothy M et al. (2023) Global Tipping Points Report 2023. University of Exeter.
- Mau S, Lux T, Westheuser L (2024) Triggerpunkte: Konsens und Konflikt in der Gegenwartsgesellschaft. Berlin: suhrkamp.
- Meyer-Abich KM (1986) Wege zum Frieden mit der Natur. Dtv.
- Mishra V (2024) At COP16, Guterres urges world to 'choose wisely ... make peace with nature'. <https://news.un.org/en/story/2024/10/1156261>.
- Nadiruzzaman MD, Scheffran J, Shewly HJ, Kley S (2022) Conflict-Sensitive Climate Change Adaptation: A Review. *Sustainability* 14(13): 8060.
- Scheffran J (1996) Leben bewahren gegen Wachstum, Macht, Gewalt – Zur Verknüpfung von Frieden und nachhaltiger Entwicklung. *Wissenschaft & Frieden* 3/1996, S. 5–9.
- Scheffran J (1998) Wege zu einer nachhaltigen Entwicklung des Friedens. In: Scheffran J, Vogt W Hg. (1998) Kampf um die Natur – Umweltzerstörung und die Lösung ökologischer Konflikte. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, S. 291–301.
- Scheffran J (2008) The Complexity of Security. *Complexity*, 14, 1: 13–21.
- Scheffran J (2015) Technikkonflikte in der vernetzten Welt. *Wissenschaft & Frieden*, 2/2015: 6–10.
- Scheffran J (2018) Militarisierung oder Zivilisierung? – Ambivalenz der Wissenschaft in der Krise. *Wissenschaft & Frieden*, 2/18, S. 15–20.
- Scheffran J (2020) The Geopolitical Impact of Climate Change in the Mediterranean Region: Climate Change as a Trigger of Conflict and Migration. *Mediterranean Yearbook 2020*, pp. 55–61.
- Scheffran J (2022) Climate Matching: Verstärkte Nord-Süd-Zusammenarbeit in der Globalen Energiewende. In: Beck RU, Töpfer K, Zahrt A Hg. (2022) Flucht: Ursachen bekämpfen, Flüchtlinge schützen, München: Oekom-Verlag), 45–51.
- Scheffran J (2023a) Limits to the Anthropocene: geopolitical conflict or cooperative governance? *Frontiers in Political Science* 5: 1–18.
- Scheffran J (2023b) Vom andauernden Krieg zum nachhaltigen Frieden: Aufgaben einer kritischen Friedensforschung – Quo vadis Friedensforschung? *Wissenschaft & Frieden*, 2021/01 (Dossier 96): 21–24.
- Scheffran J (2024) Klimawandel als Risikoverstärker: Kippunkte, Kettenreaktionen und komplexe Krisen. In: Brasseur GP, Jacob D, Schuck-Zöllner S Hg. (2024) Klimawandel in Deutschland, S. 361–371. Springer Spektrum. [h<https://doi.org/10.1007/978-3-662-66696-8_27](https://doi.org/10.1007/978-3-662-66696-8_27)
- Scheffran J, Schürmann E, Weber R, Newfields T (2024) A Viable World in the Anthropocene: Living Together in the Common Home of Planet Earth. *Anthropocene Science*, 3, 131–142.
- Vinke, K et al. (2024) Zivile Krisenprävention durch Environmental Peacebuilding. Umwelt- und klimaschutzorientierte Ansätze für nachhaltigen Frieden. Beirat Zivile Krisenprävention und Friedensförderung, Studie 7, Berlin.
- WCED (1987) Our Common Future. World Commission on Environment and Development, Oxford University Press.
- Zscheischler J et al. (2018) Future climate risk from compound events. *Nature Clim. Change* 8: 469–477.



Jürgen Scheffran

Jürgen Scheffran ist Physiker und Geographie-Professor (em.) für Klimawandel und Sicherheit an der Universität Hamburg. Seine Forschungsschwerpunkte liegen in der Komplexitäts-, Nachhaltigkeits- und Friedensforschung. In vielen Publikationen, Projekten und Initiativen befasst er sich mit Themen wie Klimawandel, Sicherheit und Ressourcenkonflikte, Erneuerbare Energien und nachhaltige Landnutzung, Rüstung und Abrüstung.

Cyberpeace – Für Frieden, Freiheit und eine lebenswerte Welt

Cyberpeace-Workshop auf der FfFKon2024



Cyberpeace-Workshop: Informatiker:innen für Frieden. *Unter diesem Titel haben wir auf der FfF-Konferenz 2024 einen Workshop zur Cyberpeace-Kampagne des FfF angeboten. Nach einem Impulsbeitrag von Hans-Jörg Kreowski (siehe Extrakasten) wurden in drei Kleingruppen von jeweils sechs bis acht Personen drei Fragen diskutiert: Welche Themen und Inhalte der Cyberpeace-Kampagne sind den Workshop-Teilnehmer:innen wichtig? Welche Aktionen können sie sich vorstellen? Was brauchen interessierte Menschen persönlich, um aktiv zu werden? Die Ergebnisse fassen wir hier zusammen.*

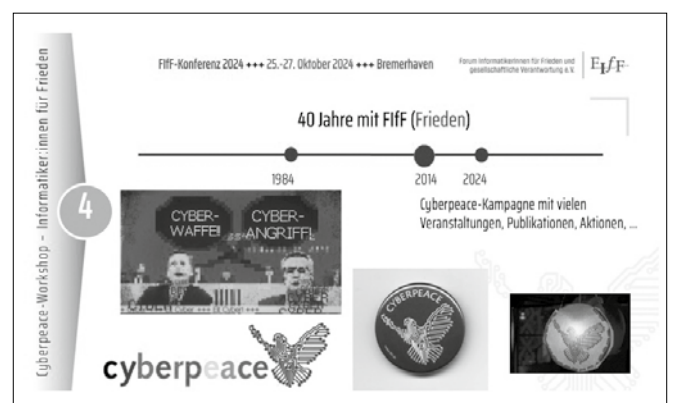
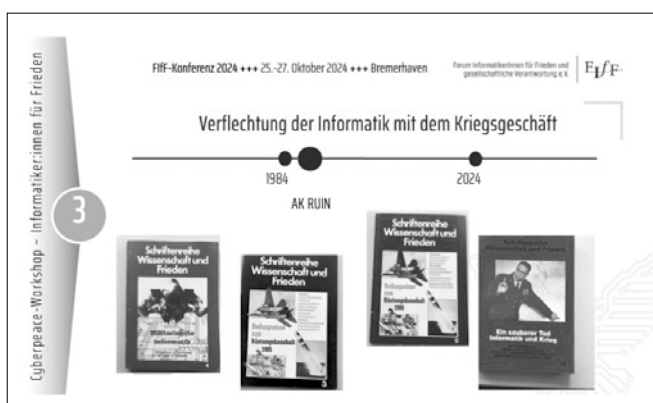
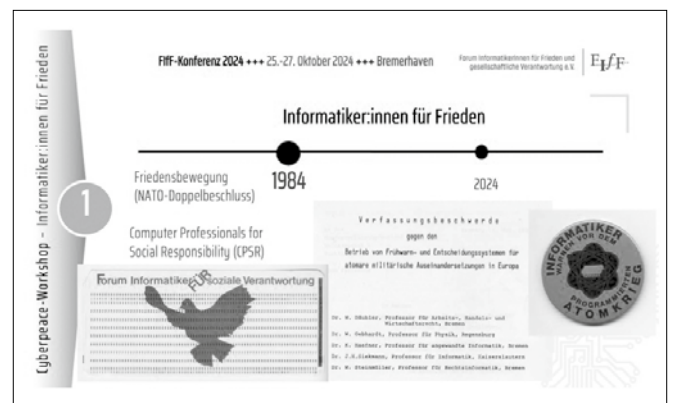
Die Diskussionen in den Kleingruppen über die **Themen und Inhalte** der Cyberpeace-Kampagne griffen viele Themen auf, mit denen sich das FfF und die Cyberpeace-Kampagne in der Vergangenheit beschäftigt haben und aktuell beschäftigen. Benannt wurden aber auch Aspekte, denen das FfF mehr Aufmerksamkeit schenken sollte.

- Der Schwerpunkt der Cyberpeace-Kampagne sollte auf der Art und dem Einsatz der neuen Waffen und Kriegsführung liegen. Gemeint sind hiermit insbesondere Cyberwaffen und Cyberangriffe, die einen „grauen“ (sichtbar-unsichtbaren) Krieg ermöglichen. Dazu gehört auch die Auseinandersetzung mit autonomen Systemen (insbesondere Drohnen) und die dadurch zunehmend entmenslichte Art des Tötens. Die aktuelle Entwicklung ist durch eine Vernetzung von Kriegsgeräten und massenweise erhobene und eingesetzte Sensordaten geprägt, was der Begriff „gläsernes Schlachtfeld“ beschreibt. Zudem sollte die Cyberpeace-Kampagne aufnehmen, dass die Systeme nicht nur im Kriegsgeschehen zum Einsatz kommen: Viele Staaten setzen sie ein, um Migration zu verhindern.

- Wichtig sind auch die Themen der Produktion, Forschung und Entwicklung. Wo und wie werden die militärischen Systeme entwickelt? Bei der Diskussion dieser Fragestellung ging es immer wieder um die Dual-Use-Problematik bzw. -Strategie: Den derzeitigen Versuchen, militärische Forschung in zivilen Einrichtungen zu etablieren, müsse entgegengewirkt werden, und es brauche mehr Universitäten, Forschungseinrichtungen und Unternehmen mit Zivilklauseln. Als weiteres Anliegen wurde die Notwendigkeit einer besseren Transparenz der Forschungsförderung herausgestellt. So sind Finanzströme zu analysieren, um versteckte Rüstungsforschung aufzudecken.

Im Hinblick auf mögliche Umsetzungsstrategien und **Aktionsformate** ging es immer wieder darum, dass ein breiteres Problembewusstsein geschaffen werden muss und Desinformation sowie Zensur zu begegnen ist.

- Die Teilnehmer:innen setzen auf eine Aufklärung der Bevölkerung über den Einsatz von IT-Anwendungen im militärischen Bereich sowie über die davon ausgehenden Gefahren



auch für zivile Strukturen. Angeregt wurden beispielsweise Erklärungen des militärischen Einsatzes von Drohnen sowie eine Posteraktion zur bildlichen Verdeutlichung von Dual-Use. Auch müsse die Militarisierung von Großforschungsinstituten detaillierter aufgezeigt werden.

- Zudem wurden auf Cyberpeace ausgerichtete Maßnahmen im Bildungsbereich für erforderlich gehalten – etwa Projekte in Schulen, Ergänzungen des Lehrplans, Infostellen für Studierende.
- Eine Gruppe schlug vor, dass es ein niederschwelliges Bekenntnis der Kriegsdienstverweigerung brauche, dem sich viele anschließen könnten.
- Wie notwendig es ist, mehr junge Menschen zu erreichen, wurde in allen drei Gruppen dadurch hervorgehoben, dass Social-Media als aktuell wichtiger Raum des Agierens benannt wurde. Wie könnte hierbei eine Social-Media-Kampagne zum Cyberpeace-Thema auf junge Zielgruppen ausgerichtet werden? Wichtig sei es aber auch, die Cyberpeace-Webseite (des FIFF) zu aktualisieren und zu pflegen.
- Um ein breites Publikum anzusprechen, wurden Cyberpeace-Podcasts vorgeschlagen, wobei der Aufwand für eigene Podcasts vielleicht durch eine Nutzung etablierter Podcasts vermindert werden könnte.

Erfahrungsgemäß leidet nicht nur die Cyberpeace-Kampagne darunter, dass es zwar viele problembewusste und interessierte Menschen gibt, die aktiv mitmachen wollen, aber dann doch das sichtbare Engagement nachlässt. Deswegen wollten wir im

Workshop nicht nur über Inhalte und Aktionen diskutieren, sondern auch über die individuellen Bedingungen politischer Aktivitäten. Hierzu wurde in dem Workshop wieder deutlich, dass die anstehenden Aufgaben oft einfach als zu groß erscheinen, um sie mit dem Studium, dem Job oder der Familie im Alltag vereinbaren zu können.

Übereinstimmend äußerten die Gruppen zu der gesamten Problematik, dass sowohl soziale Beziehungen als auch Verbindlichkeiten etwa durch regelmäßige Online- und Präsenz-Treffen geschaffen werden müssen. Zudem findet der Austausch nicht immer im Rahmen deutschlandweit agierender Organisationen wie dem FIFF statt, sondern in vielfältiger lokaler Vernetzung.

Wir haben uns über das große Interesse der mehr als zwanzig Teilnehmer:innen an dem Workshop sowie die regen Diskussionen gefreut. In den 90 Minuten, die zur Verfügung standen, konnten erwartungsgemäß viele Aspekte nur angesprochen und nicht weiter vertieft werden. Wichtig ist uns jedoch, dass sich die Aufmerksamkeit für Cyberpeace und die Cyberpeace-Kampagne wieder erhöht, nachdem die anfangs enorm breite Beteiligung im Laufe der Jahre abgenommen hatte. Seit 2022 ist Cyberpeace wieder ein deutlicher sichtbares Thema – etwa in Workshops, der FIFF-Kommunikation und auf der FIFF-Jahrestagung 2023.

In den nächsten Wochen will das FIFF seine neue Website veröffentlichen, und in dem Kontext wollen wir das Cyberpeace-Thema aufbereiten und aktualisieren. Bei Interesse am Thema und für Beiträge oder Ankündigungen kann auch die moderierte Mailing-Liste cyberpeace@lists.fiff.de genutzt werden.

Der Kurzvortrag am Anfang des Workshops war ein illustrierter Impuls, der an der Einladung zum Workshop in der FIFF-Kommunikation 3/2024 orientiert war. Die Gründung des FIFF 1984 war nicht nur, aber zu großen Teilen ein Zusammenschluss von Friedensinitiativen an Hochschulstandorten mit Informatik-Fachbereichen. Die hatten sich im Rahmen der Friedensbewegung gebildet, die als zivilgesellschaftliche Reaktion auf den NATO-Doppelbeschluss zur Stationierung von Mittelstreckenraketen entstanden war.

Spezifisch für das FIFF war die Auseinandersetzung mit der engen Verflechtung von Informatik und militärischem Komplex, die das zentrale Thema der ersten Jahre nach der Gründung war. Organisatorisch wurde diese Problematik vom Arbeitskreis Rüstung und Informatik (RUIN) verfolgt, der sich regelmäßig getroffen hat, viele Publikationen herausgegeben hat und dessen Mitglieder viele Vorträge gehalten haben. Die Verflechtung von Rüstung und Informatik ist bis heute ein Hauptthema des FIFF geblieben, das durch Edward Snowdens Enthüllungen der weltweiten Überwachung digitaler Kommunikation einen neuen Schub bekommen hat.

Das FIFF hat als Reaktion die Cyberpeace-Kampagne gestartet, um darauf hinzuweisen, dass Ausspähung, Spionage und der Einbruch in die Privatsphäre nicht nur von Geheimdiens-

ten betrieben werden, sondern dass die eingesetzten Informatikmethoden und -techniken weltweit zu einer gigantischen Aufrüstung für den Cyberkrieg geführt haben. Im Kontext der Kampagne wurden viele Vorträge gehalten, viele Veranstaltungen durchgeführt und viele Artikel geschrieben. Die für die Kampagne entworfene digitalisierte Friedenstaube ist inzwischen zum FIFF-Logo avanciert. Mit Hilfe einer Förderung durch die *Stiftung bridge* konnte 2017 in Zusammenarbeit mit dem Animationsstudio Motion Ensemble von Alexander Lehmann und Lena Schall das sehenswerte Erklärvideo *Cyberpeace statt Cyberwar* gedreht werden (<https://blog.fiff.de/cyberpeace/>).

Die Notwendigkeit der Cyberpeace-Kampagne ist heute eher noch größer als vor zehn Jahren. Cyberangriffe nehmen zu, das Cyberkriegsarsenal wird ständig erweitert. Waffen- und Kriegsplanningssysteme auf der Basis von Informations- und Kommunikationstechnik spielen eine dominierende Rolle in der weltweiten Rüstung. Bewaffnete Drohnen gehören schon zum Kriegsalltag. Die ersten Eskalationsschritte zu autonomen Waffen sind getan. Wenn es nach dem Willen vieler Militärs und Politiker:innen geht, wird der Krieg der Zukunft ein Krieg mit Künstlicher Intelligenz im großen Maßstab. Dem muss Einhalt geboten werden: **Informatiker:innen für Frieden.**

Grußbotschaft zum 40. Geburtstag des FlfF

Liebe FlfFler und FlfFlerinnen,

seid ganz herzlich begrüßt bei diesem schönen Anlass: Unser FlfF wird 40 Jahre alt und kann sich als lebendige technisch basierte Friedensinitiative sehen lassen. Das FlfF ist lebendig durch das langjährige, hohe Engagement seiner Mitglieder, dafür danke ich als Gründungsvorsitzende.

Sein tolles Geschenk hat das FlfF schon bekommen: die Jubiläumsausgabe der FlfF Kommunikation. Da steckt viel Arbeit drin! Was für ein Spektrum an hochwertigen Beiträgen: große Kompetenz, reiche Vielfalt und hohe Relevanz. Gratuliere allen Beteiligten! Das FlfF wird Euer Engagement weiter brauchen.

Heute folgt die Feier. Erinnern wir uns zuerst an die Gründung vor 40 Jahren.

Damals ging die Initiative von der Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung in St. Augustin bei Bonn aus und war in der Friedensbewegung verankert. Die Schlüsselfiguren, Helga Genrich, Hartmann Genrich und Werner Langenheder, sowie der Schirmherr Joseph Weizenbaum sind nicht mehr unter den Lebenden. Das FlfF war nicht zentral organisiert, sondern verteilt in zahlreichen Gruppen mit verschiedenen Ausrichtungen und Schwerpunkten in der alten Bundesrepublik und in Westberlin. Von Anfang an waren die Universitäten, die Softwarepraxis und die Gewerkschaften eingebunden. Sehr bald gab es auch Kontakte an die Humboldt-Universität und zur Friedensbewegung in der DDR. Das FlfF befasste sich mit Informatik und Rüstung und weitete seinen Blick auf Fragen des Datenschutzes und des DV-Einsatzes im Arbeitsleben aus.

Damals herrschte ein tiefes Misstrauen der formal-technisch orientierten Wissenschaft gegenüber sozial und politisch begründeter Kritik. Eine große Leistung des FlfF war es, dieses Misstrauen abzubauen und eine Plattform zu schaffen, um eine praxisnahe, fachlich fundierte Bewertung technischer Lösungen nach transparenten Kriterien zu leisten.

Damals schien der Kalte Krieg ohne Ende, die Teilung Deutschlands fest zementiert und die nukleare Bedrohung omnipräsent. Und doch war diese scheinbar fest gefügte Welt bloß ein Konstrukt, das binnen fünf Jahren zerfiel. Die Anfangsjahre des FlfF, oft an der Seite der Initiative *Verantwortung der Naturwissen-*

schaftler, waren dramatisch. 1989 hatte die Entspannungspolitik scheinbar gesiegt, ein dauerhafter Frieden in Europa schien greifbar. Das FlfF wandte sich vor allem zivilen Themen zu.

Doch nun stellt sich der Gründungsauftrag des FlfF aufs Neue in aller Schärfe.

- Was ist die Rolle der Informationstechnik in den Kriegen heute und wie stellen wir uns dazu?
- Was meinen wir mit einem gerechten Frieden und wie sehen wir den Weg dahin?
- Wie lassen sich Verteidigungsfähigkeit und Friedensorientierung miteinander verbinden?
- Wie kann Hochrüstung begrenzt und in einen demokratischen Prozess eingeordnet werden?

Auch im zivilen Bereich geht es um große Anliegen:

- Wissenschaft und Technik nachhaltig zu gestalten;
- die KI in eine menschenzentrierte Techniknutzung zu integrieren;
- die Datensouveränität von Einzelnen und Gruppen zu gewährleisten;
- Fakes, Hassbotschaften und Verzerrungen in Social Media zu minimieren ...

Das alles sind Anliegen, für die Ihr Jüngeren Euch einsetzen könnt. Dazu wünsche ich Euch Kraft und Mut, Zuversicht und Freundschaft miteinander.

Hoch sollst Du leben, liebes FlfF: Viel Erfolg für Deine Zukunft!

Mit guten Wünschen für eine schöne Feier,

Christiane

Christiane Floyd



Christiane Floyd promovierte 1966 nach einem Mathematik-Studium an der Universität Wien. Nach verschiedenen Informatik-bezogenen Tätigkeiten in der Industrie und im Computer Science Department der Stanford University wurde sie 1978 auf eine Professur für Informatik an die TU Berlin berufen. 1991 folgte sie einem Ruf an die Universität Hamburg, wo sie bis zu ihrer Emeritierung die Fachgruppe Software-Technik leitete. Christiane Floyd war Gründungsmitglied des FlfF und dessen erste Vorsitzende (von 1984 bis 1987). Bis heute ist sie Mitglied des FlfF-Beirats. 2021 wurde ihr vom FlfF die Weizenbaum-Medaille verliehen.

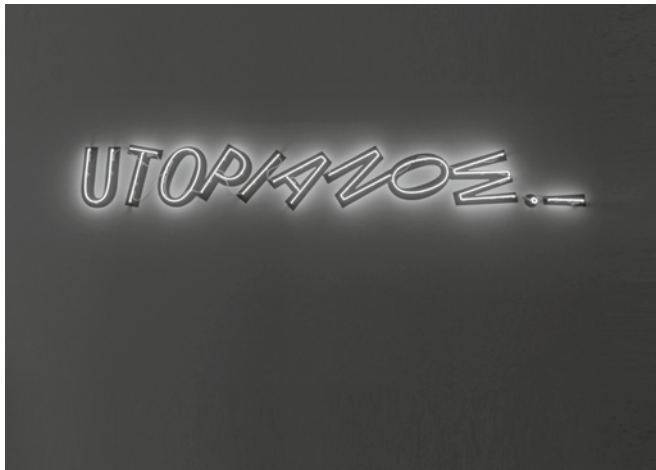
40 Jahre FlfF – (Ge-)danken

zur FlfF-Konferenz 2024 in Bremerhaven

Es berührt mich, wenn Menschen an einem gemeinsamen Ziel arbeiten und einander dabei respektieren und wertschätzen, wie ich es im FlfF erlebt habe. Dafür möchte ich mich bedanken bei allen, die sich einsetzen und denen ich meine Wertschätzung und Anerkennung nicht oft genug ausgedrückt habe. Dieses Grußwort sollte Euch das vermitteln, mit der Hilfe künstlerischer Aussagen. In Schwarz-Weiß sind sie wohl nicht ganz so wirkungsvoll wie sie sein könnten, dafür ist mein Text aber etwa so knapp wie bei unserer Konferenz.

UTOPIA NOW

Yael Bartanas Ausstellungstitel im Weserburg-Museum für moderne Kunst und das gleichnamige Neon zielen in die Zukunft und unterstreichen die „Dringlichkeit, die Dinge endlich anders und besser zu machen. [...] – lässt sich die Überwindung globaler Krisen doch nicht unendlich verschieben [...]“.



Yael Bartana: Utopia Now! 2024, Neon¹

Vielleicht habt Ihr ähnliche Assoziationen zu den abgebildeten Werken wie ich? Dieses Graffito will zur Achtsamkeit anregen.



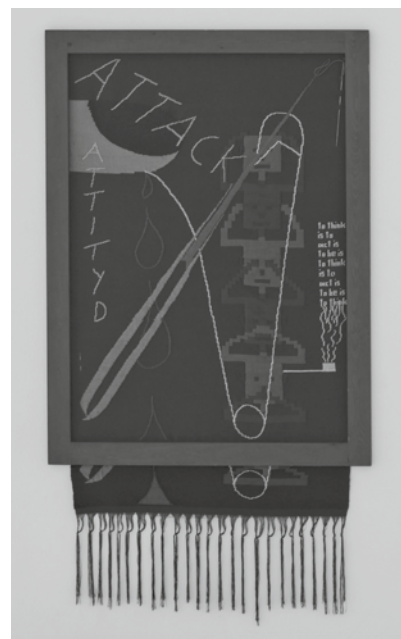
Real Queens Fix Each Other's Crowns (2024). Graffito in Hamburg, Signatur Rafi die Erste, Foto privat

Unsere Satzung mit den „Änderungen vom 29. Juni 1985, 17. Oktober 1987 und 18. November 1995 eingearbeitet“ scheint mir etwas in die Jahre gekommen. Die Welt hat sich seitdem sehr verändert. Damals gab es noch nicht mal StudiVZ, das wurde erst 2005 gegründet.

In §3, 2 wird als ein Ziel des Vereins (unter anderen) genannt:

[...] „die Verantwortung für die gesellschaftlichen Auswirkungen von Informationstechnologie mit der Verantwortung für die Forschung und Entwicklung von Informationstechnologien zu koppeln.“

Als ich 1987er zum FlfF kam, waren IKT noch keine Techniken für den Alltag. Nicht einmal in großen Unternehmen, im Militär und der Wissenschaft. Ich finde, dass sich seit 1995 die Kultur und vielleicht sogar die Natur des Menschen verändert haben.



Installationsansicht: Charlotte Johannesson, Attack Attityd, 1977, in: Key Operators. Weben und Coding als Mittel feministischer Geschichtsschreibung²

Bei unserer letzten Satzungsänderung 1995 gab es Google noch nicht, das WorldWideWeb war zwar 1992 erfunden worden, aber noch kaum verbreitet. 1994 startete amazon, 2006 Twitter und 2009 WhatsApp und sie veränderten die Welt. Inzwischen sind IKT fast überall existenzielle Infrastruktur und geradezu Organe des menschlichen Körpers, weit verbreitet in den Industriestaaten wie im globalen Süden.

Hier hätte ich gern ein Bild gesehen, für das ich aber leider die Rechte zum Abdruck nicht bekommen konnte. Es zeigt einen Jungen, der wie der indische Gott Shiva viele Arme hebt und sich so mit Smartphones umgibt.

Diesen Ausbreitungs-Effekt haben weniger die Nutzerinnen und Nutzer angestrebt als vielmehr Tech-Konzerne, bei denen weder Kartellrecht noch Datenschutz oder Regeln des *ehrbaren Kaufmanns* wirken konnten. Gemeinwohl spielte keine Rolle. Google, amazon, Meta & Co haben die IKT vorangetrieben nach allen Regeln der Profitmaximierung, ungeachtet der Warnungen und Mahnung von NROs, Sozialwissenschaftlerinnen, Juristinnen oder anderen nachdenklichen Menschen. – Ganz erfolglos waren die nicht, denn ohne ihre und unsere Aktivitäten wäre es heute wohl schlimmer.

Die Entwicklung unserer Kultur seit 1995? Schön wär's!



Foto privat

Angesichts des Siegeszugs der sogenannten sozialen Medien haben die Institutionen des Rechtsstaats weitgehend versagt. Andererseits sind seit 1995 Barrieren auch mit Hilfe der Informations- und Kommunikationstechnik gefallen, haben Frauen, Migrantinnen, queere Menschen und andere sich mehr Rechte erkämpft. IKT in den falschen Händen ist aber gefährlich und diese Sorge muss uns heute umtreiben, wenn beispielsweise eine AfD Falschnachrichten, Hassrede und Verleumdung höchst effizient einsetzt.

Yael Bartana weist hin auf die „Gleichzeitigkeit globaler Krisen. [...] totalitäre und rechte Systeme sind auf dem Vormarsch und weltweit werden feministische Kämpfe für die Gleichberechtigung von Menschen aller Geschlechter geführt. Die Zeit scheint knapp zu werden [...], die Hoffnung auf eine lebenswerte Zukunft zu schwinden.“



Yael Bartana: *Crisis – Crysis – Crycis*, 2021, Neon

Die BRD ist jetzt 75 Jahre alt. Was kann FlfF e.V. im Systemwechsel/Transformations-Prozess leisten? Rechte Parteien wie

die AfD wollen die Kunst auf eine nationalistisch-engstirnige Linie bringen, den Öffentlich-Rechtlichen Rundfunk demolieren, das *Sodom und Gomorrah* in den Städten (nach Ansicht ihrer Wählerinnen) in eine geistlose nationalistische Monotonie verwandeln. Unsere Mitmenschen und wir selbst sind bedroht.

Die AfD nicht zu verbieten, wäre in meinen Augen unterlassene Hilfeleistung.

Der „Rechtsruck im EU-Parlament ist [...] ein Desaster für digitale Freiheitsrechte, das wird sich rächen.“³



Yael Bartana: *Four Angels (Homage to Max Adolph Warburg)*, 2019, Neon

Yael Bartanas vier Engel demontieren das Hakenkreuz. Wir im FlfF sind fast alle privilegiert und fühlen uns mit verantwortlich für diese Gesellschaft, wie sie heute ist und morgen sein kann. Lasst uns die Vielfalt feiern, mit denen, die *die anderen* sind.

Dafür wollen wir auch auf uns selbst und aufeinander achten. Dann macht unsere Zusammenarbeit große Freude.



Foto privat

Anmerkungen

- 1 alle Fotos von Yael Bartanas Werken privat aus dem Weserburg-Museum für moderne Kunst, Bremen, 2024
- 2 Kunstverein München, 2024. Courtesy die Künstlerin und Kunstverein München e. V.; Foto: Maximilian Geuter.
- 3 Patrick Breyer in der DANA 4/2024, S. 129

Verleihung des Weizenbaum-Studienpreises 2024 – Einleitung

Auch 2024 haben wir wieder den Weizenbaum-Studienpreis verliehen, gewidmet Professor Joseph Weizenbaum, der die Gründung des FlfF gefördert hat, dem wir 1998 einen Ehrenpreis des FlfF für seinen Einsatz für Verantwortung in der Informatik verliehen haben und der dessen langjähriges Vorstandsmitglied war.

Der Journalist, Unternehmensgründer und Investor Azeem Azhar sagte vor einiger Zeit in einem Interview: „Technology is too important to be left to technologists.“ Dieser Aussage können wir nur zustimmen. Für uns ist die gesellschaftliche Aufgabe der Informatikerinnen und Informatiker, technische Systeme auch von ihren ethischen, sozialen und rechtsstaatlichen Anforderungen her zu denken. Wir wollen eine Technik verhindern, die zum Selbstzweck wird und schädliche Nutzung als „Sachzwang“ etabliert. Mit unserem Studienpreis wollen wir Arbeiten auszeichnen, die dieser Aufgabe gerecht werden.

Wir bedanken uns herzlich für alle Arbeiten, die in 2024 bei uns eingereicht wurden. Die dieses Mal prämierten Arbeiten befas-

sen sich mit Technologie-Assessment von Dual-Use-Informationssystemen und Kommunikationssystemen, mit der friedlichen Entwicklung des Cyberspace und mit Tests für Flow-Korrelationsangriffe auf verschlüsselte Messenger-Anwendungen. Dazu mehr in den folgenden Beiträgen.



Für ihre Mitarbeit in der diesjährigen Jury bedanke ich mich herzlich bei:

1. Professorin Britta Schinzel aus Freiburg,
2. Professor Jochen Koubek aus Bayreuth,
3. Professor Dietrich Meyer-Ebrecht aus Aachen und
4. Frieder Strauß aus München,

die mit mir gemeinsam in der Jury die Arbeiten ausgewählt haben, die wir 2024 prämiert haben.

Weizenbaum-Studienpreis – Laudatio von Stefan Hugel¹

Thea Riebe: Technology Assessment of Dual-Use ICTs – How to Assess Diffusion, Governance and Design² Dissertation an der Technischen Universität Darmstadt

Nicht nur amerikanische und europäische Ethik-Kommissionen, sondern auch ein deutsches Komitee aus DFG und Leopoldina sehen die Notwendigkeit, die Risiken von Dual-Use ICTs für zivile und militärische Anwendungen abzuschätzen. Für Informatik-Anwendungen kümmern sich *Value Sensitive Design* (VSD) und *Critical Security Studies* (CSS) um Sicherheits-Anliegen. Zwar gibt es bereits etliche Arbeiten zu Dual-Use-ICTs und auch ein allgemeineres Rahmenwerk, den *Technology Assessment Decision Framework* von Tucker (2012) mit den Schritten Monitoring, Governance und Design, jedoch hat die ICT spezifische Anforderungen. Auch existieren dazu einige Forschungslücken, die **Thea Riebe** zu schließen unternimmt. Z. B. gibt es zwar Dual Use-Analysen zu ICT, aber bisher dafür keine Dual-Use Assessments, von einzelnen Ausnahmen, etwa für die Kryptographie, abgesehen.

Die interdisziplinär entwickelte, kumulative Doktorarbeit *Technology Assessment of Dual-Use ICTs – How to Assess Diffusion, Governance and Design*, die am Institut PEASEC der Technischen Universität Darmstadt entstanden ist, trägt sowohl in methodologischer als auch in empirischer Hinsicht zum Assessment von Dual-Use ICTs bei: Indem sie 8 Studien vorstellt, die 1. das Monitoring von Innovation und Wissenstransfer zwischen industriellen Sektoren untersuchen, 2. die Governance durch Normen und Regulierungen unter den Bedingungen von trade-offs zwischen verschiedenen Sicherheitskonzepten analysieren und

3. die Bewertung des *Value Sensitive Design* zur Abschätzung von möglichen Schäden und deren Konsequenzen für das Design von Dual-Use ICT aufzeigen. Die Beantwortung dieser drei Forschungsfragen mündet in ein von ihr vorgeschlagenes mehr-fach-methodisches Analyse-System CySecAlert.

Auch wenn es zahlreiche Dual-Use ICTs Untersuchungen gibt, fehlt ein umfassendes Methodenarsenal und ein systematischer Ansatz für eine entsprechende Folgenforschung. Konkret sieht Riebe einige Forschungslücken, die noch zu schließen sind, so zur Messung der Verbreitung von Innovationen zwischen dem zivilen und dem militärischen Sektor. Diese könne zwar in Form von Zitaten und Anwendungen, z. B. Patenten, gemessen werden, aber eine wesentlich aussagekräftigere Messung ist mit bereits genutzten Technologien möglich, etwa mithilfe von Social-Media-Analysen (hier LinkedIn) und *Open Source Intelligence* (OSINT). Eine weitere Forschungslücke ist die umfassende Untersuchung der ambivalenten Auswirkungen der Dual-Use-Governance von ICT, da weder VSD-Studien noch HCI-Design-Forschung dazu durchgeführt worden sind.

Nach einer Einführung in die Friedens- und Konfliktforschung und Definitionen unterschiedlicher Disziplinen für Dual-Use stellt sie die vorliegenden Forschungen zu Monitoring, Governance und Design für ICT vor.



Laudator Stefan Hügel

In schier unglaublicher Differenziertheit analysiert sie Texte zu innovativem Wissen, Legislatur, Gebrauch und Design von Dual-Use Systemen mit den vielfältigen Methoden. So untersucht sie etwa Beschreibungen von Dual Use-Systemen „vertrauenswürdiger“ KI für zivile und militärische Anwendungen, indem wertbehaftete Wortstämme, Worthäufigkeiten, Zitate von Patenten etc. in zivilen und militärischen Textkorpora gezählt werden, sie mithilfe von Graphen, Tabellen und Netzwerkdarstellungen repräsentiert. Aber sie führt auch eigene quantitative und qualitative Studien zu Design, Gebrauch und Haltungen zu Technologien für Cybersicherheit durch, die später ihrem eigenen System CySecAlert zugute kommen. Nach einer weiteren Analyse der Literatur zu den in Deutschland gebräuchlichen Sicherheitskategorien je nach Plattformen, Zertifizierungen, Protokollen etc. befassen sich ihre eigenen quantitativen empirischen Studien mit Bewertungen, Trade-offs und Wertkonflikten bei Design und Gebrauch von OSINT-Technologien für Cybersicherheit, und zwar je nach Kategorien für ihre Analyse von Benutzungsgruppen und -szenarien, Technologie-Eigenschaften, algorithmischen Zugängen, Machine Learning und Datenquellen. Einer zugrunde liegenden Studie über in der Literatur verwendete Kategorien zur qualitativen Inhaltsanalyse (nach Kuckartz 2016) gemäß wurde ein Fragebogen (im Anhang³) zu Wertkonflikten, Präzision, Sicherheit, Effizienz, Zurechenbarkeit, Verantwortung, Autonomie, Transparenz, Privatheit, Besitz (von Rechten oder Profit), Bias und Vertrauen aufgestellt, dessen Ergebnisse die Berücksichtigung von Privatheit (Datenschutz) und die Akzeptanzfaktoren von OSINT für die Cybersicherheit beschreiben.

Die Arbeit beinhaltet am Ende nichts weniger als ein ereignisbasiertes Rahmenwerk, CySecAlert, um wichtige neue Cybersicherheits-Ereignisse aus dafür gelabelten Daten einer für sicher gehaltenen Grunddatenmenge aufzuzeigen. Die Grunddatenmenge für ihr Alerte erzeugendes System für Ereignisse von Cybersicherheit entnimmt sie dafür zur Verfügung gestellten „intelligenten“ Open-Source-Daten.

Im Vergleich dazu wird das CySecAlert-System von Twitter diskutiert. Dieses sammelt Tweets von vertrauenswürdigen Nutzer:innen-accounts, filtert sie nach Relevanz, clustert sie gemäß topischer Ähnlichkeit, und gibt solche Alerts heraus, die eine durch Signifikanz definierte Schranke passieren. Auf diese

Weise soll ein Netzwerk von Expertenaccounts für OSINT aufgestellt werden, so dass Experten-Gemeinschaften wie etwa *Computer Emergency Response Team (CERT)* diese leicht aufnehmen und mit nur geringem Labelling schnell trainieren können.

Für ihr eigenes CySecAlert-System hat Frau Riebe jedoch OS „ground truth“-Daten händisch gelabelt, um zeigen zu können, dass sie zum Training eines von ihr durch Vergleiche evaluierten Klassifikators⁴ die notwendige Anzahl solcher gelabelter Daten durch Anwendung von „uncertainty sampling“ drastisch reduzierbar ist – im Vergleich zu Zufallssampling bei Twitter (X).

Die in englischer Sprache abgefasste/n Arbeit/en, aufgrund der Interdisziplinarität mit Koautor:innen, sind klar und verständlich geschrieben. Sie befassen sich mit gerade für die zivilen Anwendungen wegen der Diffusion in den militärischen Bereich äußerst relevanten Forschungsfragen, gerade auch sehr passend für das FlFF und den *Weizenbaum-Studienpreis*. Sie fassen die bestehende Literatur dazu aus den unterschiedlichsten Disziplinen sehr ausführlich zusammen; die Veröffentlichungsliste in renommierten Zeitschriften und Verlagen dokumentiert die wissenschaftliche Qualität. Riebe und ihre Mitautor:innen bewerten sie mit eigener Empirie, wobei die Breite der verwendeten Forschungsmethoden in den 8 Studien sehr beeindruckt: Netzwerkanalysen in sozialen Medien/LinkedIn und Patenten, Diskursanalysen zu rechtlichen Auseinandersetzungen, historische Betrachtungen der Sicherheitspolitik. Dazu kommen eigene Ergebnisse aus einer quantitativen empirischen Studie zu OSINT und einer qualitativen empirischen Studie mit CERTS zu OSINT. Das Ganze gipfelt in der Entwicklung eines eigenen OSINT-Systems CySecAlert.

In Summe wünscht sich die Jury des *Weizenbaum-Studienpreises* ebenfalls eine breite Rezeption und Wirkung der Dissertation von Thea Riebe, die auch bereits in Buchform⁵ erschienen ist. Die Jury hat sich einhellig für die Auszeichnung dieser Arbeit entschieden.

Herzlichen Glückwunsch, Thea Riebe, zum *Weizenbaum-Studienpreis* 2024.

Anmerkungen

- 1 Vielen Dank an Britta Schinzel, die den wesentlichen Teil des Textes beige tragen hat.
- 2 <https://tuprints.ulb.tu-darmstadt.de/22849/>
- 3 Fragebogen über wahrgenommene Bedrohung der Freiheit und von Privatheit durch Regierung, soziale Netzwerke, über online-Aktivitäten mittels Überwachung und Kontrolle, Datendiebstahl und -missbrauch, spam, cyber-Attacken, malware, Identitätsdiebstahl, stalking, ransomware etc., aber auch die Kenntnis, Wertschätzung, Akzeptanz und Nutzung von Schutzmöglichkeiten dagegen mittels OSINT-Technologien, und das eigene Verhalten zur Wahrung von Sicherheit, Privatheit, etc.
- 4 Anhand einer repräsentativen Experimentierdatenmenge vergleicht sie unterschiedliche Klassifikatoren, Bayes, kNN, aktives Lernen mit einem RF Klassifikator, und entscheidet sich demgemäß für den letzteren.
- 5 Riebe T (2023) *Technology Assessment of Dual-Use ICTs*, Wiesbaden: SpringerVieweg



Von der Innovation zur Gefahr? Technikfolgen und Dual-Use in der Informatik

Forschung und Entwicklung (F&E) sicherheitskritischer Technologien findet in einem Spannungsfeld statt. Auf der einen Seite wird an die eigene Verantwortung als Forscher:in appelliert, während man sich auch davon überfordert fühlen kann, Teil eines komplexen sicherheitspolitischen Systems zu sein, über das man als Individuum wenig Kontrolle hat. Meine Dissertation beschäftigt sich mit diesem Spannungsfeld und lotet aus, an welchen Punkten verantwortungsvolle Forschung und IT-Design ansetzen können.

Die Arbeit mit dem Titel *Technology Assessment of Dual-Use ICTs – How to assess Diffusion, Governance and Design* (Riebe, 2023) beschäftigt sich mit drei Teilfragen:

1. Wann werden Informationstechnologien als Dual-Use, d.h. sicherheitsrelevant, eingestuft?
2. Wie kann man diese Relevanz erkennen und mit den Risiken umgehen?
3. Wie können Forscher:innen und Entwickler:innen im F & E-Prozess Einfluss nehmen?

Bewertung und Gestaltung von Dual-Use Technologien

Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT), welche für die nationale, internationale und menschliche Sicherheit als entscheidend bewertet werden, sind Dual-Use. Diese Risiken ergeben sich u.a. in den Bereichen der Künstlichen Intelligenz (KI), Robotik sowie Cybersicherheit aus ihrer schnellen Verbreitungsmöglichkeit und Anpassung an neue Kontexte, sowie aus dem möglichen Einsatz als Teil von improvisierten Waffen oder Waffensystemen. Die Technologien, Risiken und Regulierungsansätze sind dabei sehr vielfältig. Während kryptographische Anwendungen bereits aus sicherheitspolitischen Überlegungen in ihrer Verbreitung eingeschränkt wurden (Riebe et al., 2022), sind Autonome Waffensysteme (AWS) noch weitgehend unreguliert (Riebe et al., 2020).

Wann eine Technologie als besonders sicherheits-kritisch verstanden wird und wie diese reguliert wird, ist das Ergebnis eines politischen und gesellschaftlichen Aushandlungsprozesses, indem Expert:innen, Interessengruppen und politische Entscheidungsträger:innen die Vorteile, Nachteile und Umsetzbarkeit abwägen (Tucker, 2012).

Wie leicht sich Technologien verbreiten, lässt sich durch den *Spill-over* messen. In meiner Arbeit habe ich die Verbreitung von (KI-)Innovationen über verschiedene Forschungs- und Wirtschaftssektoren hinweg mithilfe von sozialen Medien und Patentzitationsnetzwerke untersucht. Der *Spill-over* konnte quantitativ im Patentnetzwerk nicht gezeigt werden, was verschiedene Ursachen haben kann. So ist es so, dass die Anforderungen sich zwischen zivilen und militärischen Kontexten deutlich unterscheiden. So zeigte sich, dass einerseits F&E Projekte mit KI in militärischen Anwendungskontexten stärker auf Robustheit und Effizienz abzielten, und andererseits zivile Projekte F&E Mensch-zentrierte Werte fokussierten, wie Erklärbarkeit (Schmid et al., 2022). Eine neuere Studie zu den Visionen von militärischer Mensch-KI Interaktion deuten aber darauf hin, dass es hier auch eine Verschiebung gibt, und Erklärbarkeit zunehmend in militärischer KI in Verbindung gebracht wird (Riebe et al., 2024b).

Widersprüchliche Anforderungen und Zielkonflikte sind ein Merkmal der Ambivalenz von Dual-Use. Deswegen ist der diskursive Umgang mit widersprüchlichen Anforderungen und Interessen zentral, um rechtzeitige und iterative Technikfolgen abzuschätzen und gesellschaftlich akzeptierte Lösungen und Risiken zu identifizieren. Hier kann mithilfe von Ansätzen mensch-zentrierter Technikentwicklung, wie dem *Value Sensitive Design*, als gestaltungsorientierte Form der Technikfolgenabschätzung, ein partizipativer Entwicklungsprozess dazu beitragen, die Akzeptanz und Funktionalität von sicherheitskritischen Systemen zu erhöhen und Missbrauchspotentiale mithilfe von technischen und organisationalen Hürden zu reduzieren (Riebe et al., 2024a).

Aktuelle Herausforderungen

Die Diskussion um die Zeitenwende in Deutschland hat dazu geführt, dass Dual-Use als eine Möglichkeit zur Effizienzsteigerung verstanden wird. Zivilklauseln wurden an vielen Universitäten in Frage gestellt, da sie der Freiheit der Forschung im Wege stün-

Thea Riebe

Dr. **Thea Riebe** ist Postdoktorandin am Lehrstuhl Wissenschaft und Technik für Frieden und Sicherheit (PEASEC) im Fachbereich Informatik der Technischen Universität Darmstadt. Sie ist Mitarbeiterin im BMBF-Projekt CYWARN (2020-2023, BMBF) zu Entwicklung von Strategien und Technologien zur Analyse und Kommunikation der Sicherheitslage im Cyberraum. Sie studierte Internationale Studien/Friedens- und Konfliktforschung (M.A.) in Frankfurt, Darmstadt und Lausanne. Zwischen 2017-2021 war sie überdies wissenschaftliche Mitarbeiterin in dem Forschungsprojekt *KontiKat* (2017-2021, BMBF) am Lehrstuhl Computerunterstützte Gruppenarbeit und Soziale Medien an der Universität Siegen.





den. Differenzierte Zivilklauseln leiten Forscher:innen jedoch dabei an, sich mit den sicherheitsrelevanten Implikationen ihrer Forschung kritisch auseinander zu setzen. Statt die Zivilklausel als Forschungsverbot zu dämonisieren, sollte sie vielmehr als ein Baustein begriffen werden, der wichtig ist, um sich auf allen Ebenen der F & E mit den Implikationen auseinander zu setzen. Dieser Prozess, ähnlich dem Ethikantrag, kann zur Professionalisierung dieser Auseinandersetzung beitragen.

Referenzen

Riebe T (2023) *Technology assessment of Dual-Use ICTs: How to assess diffusion, governance and design*. Springer Nature, 2023.

Riebe T, Bäuml J, Kaufhold MA, Reuter C (2024a) Values and value conflicts in the context of OSINT technologies for cybersecurity incident

response: A value sensitive design perspective. *Computer Supported Cooperative Work (CSCW)*, 33(2), 205-251.

Riebe T, Gonsior AL, Reichert L, Reuter C (2024b) Envisioning Human-Machine Interaction in Future Warfare: Defence Industry Narratives on Human Control of Autonomous Weapon Systems. *Global Society*, 1-25.

Riebe T, Kühn P, Imperatori P, Reuter C (2022) US Security Policy: The Dual-Use Regulation of Cryptography and its Effects on Surveillance. *European Journal for Security Research*, 7(1), 39-65.

Riebe T, Schmid S, Reuter C (2020) Meaningful human control of lethal autonomous weapon systems: The CCW-debate and its implications for VSD. *IEEE Technology and Society Magazine* 39.4 (2020): 36-51.

Schmid S, Riebe T, Reuter C (2022) Dual-use and trustworthy? A mixed methods analysis of AI diffusion between civilian and defense R&D. *Science and engineering ethics* 28.2 (2022): 12.

Tucker, JB ed. (2012) *Innovation, dual use, and security: managing the risks of emerging biological and chemical technologies*. MIT press.

Weizenbaum-Studienpreis – Laudatio von Frieder Strauß

Linus Kurz: Testbed für Flow-Korrelationsangriffe auf verschlüsselte Messenger-Anwendungen

Bachelorarbeit an der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

Bereits 2015 forderte der Menschenrechtsrat der UN in einer Resolution, dass nationale Gesetze das Recht aller Menschen auf eine verschlüsselte und anonyme Kommunikation anerkennen sollen. Anstatt die Technologien und Werkzeuge, die dies ermöglichen, einzuschränken und zu schwächen, sollten die Staaten Menschenrechtsaktivist:innen und Journalist:innen dabei unterstützen, diese Kommunikationsmittel zu nutzen. Daher sind Angriffe auf Anwendungen – z. B. Messenger wie Signal, Threema usw. –, die solche Dienste bereitstellen, äußerst besorgniserregend.

Linus Kurz verweist auf Veröffentlichungen¹, die einen Handlungsbedarf zur Verhinderung von Angriffen (bzw. deren Erfolg) auf Messengerdienste aufzeigen: Zhang und Ye erläutern Risiken des Tor-Netzwerks:

*Tor is vulnerable to flow correlation attacks, adversaries who can observe the traffic metadata (e.g., packet timing, size, etc.) between client to entry relay and exit relay to the server will deanonymize users by calculating the degree of association. A recent study has shown that a deep-learning-based approach called DeepCorr provides a high flow correlation accuracy of over 96 %.*²

Eine andere Forschungsarbeit stellt einen vollständig passiven Angriff auf verschlüsselte Messenger-Anwendungen vor, die es ermöglichen, die Anonymität der kommunizierenden Parteien offenzulegen. Passiver Angriff heißt hier, dass nur Kommunikationskanäle überwacht werden – ohne die Daten zu entschlüsseln. Mithilfe von Traffic-Analyse können Nutzer:innen von Messaging-Anwendungen mit einer Erkennungsgenauigkeit von 97 % als Mitglied eines IM-Kanals identifiziert werden, wenn man Zugang zu diesem Kanal hat bzw. feststellen kann, wann Daten in welcher Größe ausgetauscht werden.³

Linus Kurz hat sich in seiner praktischen Bachelor-Arbeit vorgenommen, ein Testbed für diese Flow-Korrelationsangriffe auf Messenger Anwendungen zu konzipieren und zu entwickeln. Es zielt darauf ab, Flow-Korrelationsangriffe auf IM-Anwendungen zu untersuchen und dabei die Auswirkungen von Hardwarekonfigurationen sowie spezifischen Anwendungs- und Firmware-Einstellungen in den im Testbed angedockten Smartphones zu analysieren. Mit diesem Testbed können ggf. Maßnahmen (z. B. Einstellungen im Smartphone) identifiziert werden, die den Erfolg eines Flow-Korrelationsangriffs reduzieren.

Das entwickelte Testbed zeichnet sich durch die Integration verschiedener physischer Geräte wie Desktop-PCs und Smartphones aus, um realitätsnahe Umgebungsbedingungen zu simulieren. Einige zentrale Technologieentscheidungen wurden zudem im Hinblick auf kostengünstige und quelloffene Nutzung getroffen.

In der Arbeit wird eine systematische Anforderungsanalyse für das Testbed durchgeführt, das die drei wesentlichen Komponenten verwalten muss: 1. Das Gerät des Opfers, auf dem die zu untersuchende IM-Anwendung installiert ist, 2. Den Zielkanal – zum Beispiel eine Gruppe in der IM-Anwendung und 3. Das Angriffssystem, das den Netzwerkverkehr des Opfers mitschneidet und parallel die Nachrichten aus einem Zielkanal der IM-Anwendung beobachtet.

Im Rahmen der Bachelor-Arbeit wurde das Testbed vollständig implementiert. Linus Kurz hat zudem die von Bahramali et al. veröffentlichte Analyse von Messengerkommunikation in seinem Testbed nachgestellt. Er konnte die veröffentlichten Ergebnisse anhand der Github-Implementierung aber zuerst nicht nachvollziehen, im Kontakt mit dem Autor der Studie wurde deutlich, dass die veröffentlichte Github-Version nicht den für die Studie final genutzten Erkennungsalgorithmus darstellt. Nach einigen

Anpassungen des Codes und eigenen Verbesserungen konnte er das Ergebnis von Bahramali et al. im Grundsatz reproduzieren und zusätzlich feststellen, dass auch Smartphone-Einstellungen die Erkennungsrate deutlich reduzieren können.

So wurde ermittelt, dass ein gesperrtes Display eines Smartphones und das Ausführen des Messengers im Hintergrund signifikante Auswirkungen auf die Erkennungsrate hat, und die typischerweise übertragenen Informationen – reine Textnachrichten – oder auch Bilder mit größerem Datenvolumen die Erkennungsrate zusätzlich beeinflussen. Größere Datenmengen vereinfachen die Korrelationsanalyse, was grundsätzlich erwartbar war.

Er fasst zusammen, dass „mit dieser Forschungsarbeit die Hoffnung verbunden wird, dass solche Angriffe weiterführend untersucht werden – nicht nur, um ein größeres Bewusstsein für derartige Bedrohungen zu schaffen, sondern auch, um die Forschung im Bereich der Gegenmaßnahmen voranzutreiben.“

Diese praktische Bachelor-Arbeit greift ein für das FIFF wichtiges Thema der anonymen Kommunikationsmöglichkeit auf – siehe hierzu auch unsere Snowflake-Aktion.⁴ Wir hoffen, dass das Testbed hier einen hilfreichen Beitrag leisten kann, erfolgreiche Gegenmaßnahmen zu dieser „passiven“ Überwachung bezüglich der Kommunikationspartner zu erforschen. Die ersten

Ergebnisse der Untersuchung von Herrn Kurz könnte schon ein kleiner Baustein sein. Vielleicht wird das ja auch Thema einer Masterarbeit ...

Herzlichen Glückwunsch, Linus Kurz zum Weizenbaum-Studienpreis 2024.

Anmerkungen

- 1 Zhang Z, Ye D (2022) *Defending against Deep-Learning-Based Flow Correlation Attacks with Adversarial Examples*. In: *Security and Communication Networks 2022*, Mar, S. 2962318. – URL <https://doi.org/10.1155/2022/2962318>. – ISSN 1939-0114
- 2 *Tor ist anfällig für Flow-Correlation-Attacken*. Angreifer, die die Metadaten des Datenverkehrs (z. B. Timing, Größe der Pakete, etc.) zwischen Client und Entry-Relay und Exit-Relay zum Server beobachten, können Nutzer deanonymisieren, indem sie den Grad der Assoziation berechnen. Eine kürzlich durchgeführte Studie hat gezeigt, dass der auf Deep Learning basierende Ansatz namens DeepCorr eine hohe Genauigkeit der Datenflusskorrelation von über 96 % bietet.
- 3 Bahramali A, Houmansadr A, Soltani R, Goeckel D, Towsley D (2020) *Practical Traffic Analysis Attacks on Secure Messaging Applications*, NDSS Symposium 2020, <https://dx.doi.org/10.14722/ndss.2020.24347>
- 4 <https://snowflake.fiff.de>



Weizenbaum-Studienpreis – Laudatio von Stefan Hügel

Thomas Reinhold: Towards a Peaceful Development of Cyberspace¹

Dissertation an der Technischen Universität Darmstadt

Neben den „klassischen“ Bereichen des Militärs – Land, Wasser, Luft und inzwischen zunehmend der Weltraum – gilt der *Cyberspace*, die weltweit vernetzte Hardware- und Software-Infrastruktur und die darin enthaltenen, verarbeiteten und übertragenen Informationen, inzwischen als ein Kernbereich militärischer Operationen. In den aktuellen militärischen Konflikten werden verstärkt Cyberwaffen eingesetzt: Angefangen mit der Infiltration von Netzen durch Schadsoftware, der Nutzung von (teil-) autonomen Waffen und Drohnen bis hin zu Systemen, die Verfahren der Künstlichen Intelligenz zur Zielfindung und Operationsplanung einsetzen. Bereits in den 1980er-Jahren gab es Bestrebungen, den Waffeneinsatz zu automatisieren, auch angesichts der immer kürzeren Reaktionszeiten durch Stationierung von (atomaren) Waffen in Grenznähe.

Das *Tallinn Manual* – eine umfassende, aber nicht bindende Analyse, wie das Völkerrecht auf den *Cyberspace* anzuwenden ist, definiert *Cyber warfare* als:

cyber weapons, and their associated cyber systems [...] that are by design, use or intended use capable of causing (i) injury to, or death of, persons; or (ii) damage to, or destruction of, objects, that is, causing the consequences required for qualification of a cyber operation as an attack. [...] Cyber means of warfare therefore any cyber device, material, instrument, mechanism, equipment, or

*software used, designed, or intended to be used to conduct a cyber attack.*²

Auch wenn die letzte Entscheidung über einen tödlichen Angriff – oder die Abwehr eines gegnerischen Angriffs – in der Regel dem Menschen überlassen bleibt, hat diese Automatisierung einen erheblichen Einfluss auf das militärische Geschehen.

Das FIFF setzt dem das umfassende Konzept des *Cyberpeace* entgegen:

*... die Ächtung jeglicher Form des Cyberwarfare, die Garantie der Integrität des Internets, der Primat der friedlichen Nutzung, der Schutz vor militärischem und politischem Missbrauch, die Unterbindung menschenrechts- und verfassungswidriger Ausspähung der Zivilgesellschaft, eine Abkehr von einer Sicherheitsdoktrin, die alle Menschen unter Generalverdacht stellt.*³

Bestimmte Praktiken des Cyberwar hält das FIFF darüberhinaus für ein Kriegsverbrechen, wie wir in einer Stellungnahme zum Einsatz von Praktiken der Künstlichen Intelligenz im Krieg in Gaza betont haben.⁴

Die Forderung nach der Ächtung des Cyberwar und seiner Instrumente führt zur Frage der Rüstungskontrolle im *Cyberspace*.



Damit sind wir bei der Arbeit von *Thomas Reinhold: Towards a Peaceful Development of Cyberspace*, die wir heute mit dem Weizenbaum-Studienpreis auszeichnen. Wie eine weitere Arbeit, die wir heute auszeichnen, ist sie am Institut PEASEC an der Technischen Universität Darmstadt entstanden.

Der Autor behandelt in seiner Arbeit die Kernfrage:

Wie können Maßnahmen zur Deeskalation staatlicher Konflikte im Cyberspace und der Rüstungskontrolle von Cyberwaffen entwickelt werden?

Dabei sind mehrere Teilfragen zu beantworten, insbesondere, welche domänenspezifischen Charakteristiken es erschweren, die bereits etablierten Methoden zur Verifikation in anderen Waffentechnologien wie nuklearen, biologischen, chemischen und konventionellen Waffen in den Cyberspace zu transferieren, und was die Gründe dafür sind. Die besonderen Herausforderungen aufgrund böswilliger staatlich gesteuerter Aktivitäten im Cyberspace, seiner Militarisierung und aktueller technologischer Trends werden daraufhin analysiert, wie ihnen durch Rüstungskontrolle und Maßnahmen zur Deeskalation und Demilitarisierung begegnet werden kann. Weiter wird untersucht, welche bestehenden Verfahren aus anderen Bereichen der Informatik übernommen und angewendet werden können, um Rüstungskontroll- und Deeskalationsmaßnahmen im Cyberspace zu entwickeln. Dabei wird untersucht, welche technischen Parameter, technischen Voraussetzungen und Einschränkungen für die Umsetzung solcher Maßnahmen geeignet sind.

Diese Fragestellungen werden in der Arbeit behandelt, die kumulativ aufgebaut ist und sich im Kern – neben einer zusammenfassenden Synopse – aus elf Forschungspapieren zusammensetzt, die in drei Hauptabschnitte gegliedert sind:

1. *Konzepte und Herausforderungen für den Frieden im Cyberspace*, in dem die unterschiedlichen Aspekte von Frieden, Krieg und die Militarisierung des Cyberspace behandelt werden. Hier werden bestehende Ansätze zur Rüstungskontrolle auf ihre Übertragbarkeit auf den Cyberspace untersucht, dabei wird speziell die Entwicklung im Krieg in der Ukraine betrachtet. Technische Eigenschaften werden analysiert, die Ansätze zur Rüstungskontrolle behindern und weitere Herausforderungen zur Implementierung solcher Ansätze bewertet.
2. *Bedrohungen durch böswillige Aktivitäten im Cyberspace und technologische Trends*, in dem die Bedrohungen durch böswillige Aktivitäten und ihre Unterscheidung von physischen Bedrohungen untersucht wird. Dies umfasst die Frage, was eine Cyberwaffe eigentlich ist und wie Software als solche bewertet und klassifiziert werden kann. Dafür wird ein Modell entwickelt, das auf Vorhersagen über Angreifer und ihre Ziele verzichtet. Danach wird das Attributionsproblem als Herausforderung analysiert und in einem weiteren Artikel die Bevorratung von Schwachstellen und deren Reduzierung als Maßnahme zur Abrüstung untersucht. Die Untersuchung wird auf die physische Infrastruktur ausgedehnt, indem der Autor Gefährdungen optischer Unterseekabel betrachtet. Den Abschluss dieses Abschnitts bildet die Analyse der Künstlichen Intelligenz und ihres Einflusses auf die Bewaffnung des Cyberspace.

3. *Ansätze für die friedliche Entwicklung des Cyberspace*, in dem reale Ansätze für die friedliche Entwicklung des Cyberspace untersucht werden. Dort wird ein technisches Konzept entwickelt, mit dem die nicht-Beteiligung eines Akteurs plausibel nachgewiesen werden kann, der Ansatz exTRUST vorgestellt, mit dem Staaten ihren Vorrat an Schwachstellen vergleichen können, ohne geheime Informationen oder die Schwachstellen selbst preiszugeben und abschließend die Möglichkeiten und Beschränkungen von Maßnahmen zur Verifikation diskutiert.

In seinem Fazit betont Thomas Reinhold die Bedeutung des Know-Hows, der Rolle und der Verantwortung von Informatiker:innen und die Wichtigkeit ihrer Beiträge zur Friedens- und Konfliktforschung. Er weist aber auch darauf hin, dass Fragen der Rüstungskontrolle auf der politischen Ebene verhandelt werden und der Dialog auf dieser Ebene gesucht werden muss.

Die Arbeit bietet eine umfassende Darstellung eines wichtigen Themas, das für das FIFF (nicht nur) im Rahmen seiner Cyberpeace-Kampagne eine bedeutende Rolle spielt. Sie verbindet interdisziplinär Sichtweisen der Politikwissenschaft und der Informatik, wobei sie auf die entscheidende Rolle der Politik für die Rüstungskontrolle (auch) im Cyberspace hinweist, die Bedeutung technischer Ansätze zur Unterstützung politischer Initiativen betont und einzelne dieser Ansätze beschreibt und diskutiert. Anzumerken ist, dass der Autor zeitweise an der Cyberpeace-Kampagne beteiligt war.

Thomas Reinhold legt mit seiner Dissertation eine umfassende und fundierte Analyse der Situation vor, gestützt auf eine Vielzahl wissenschaftlicher Publikationen unter seiner Autorenschaft oder verantwortlichen Mitautorenschaft. Als kumulative Promotion – das liegt in der Natur dieser Veröffentlichungsform – ist sie eher für den interdisziplinären wissenschaftlichen Diskurs bestimmt. Dabei gebietet es die Dringlichkeit des Themas, das es Eingang in die aktuelle politische Debatte um „Zeitenwende“ und „Kriegstüchtigkeit“ findet, denn nur dort können Handlungsoptionen erarbeitet werden. Damit seine hervorragende Aufarbeitung der Thematik hier als Grundlage genutzt wird, möchten wir Thomas Reinhold motivieren und ermutigen, den Stoff zu einem kompakten, auch für Nicht-Experten gut verständlichen Buch auszuarbeiten. Die Arbeit hat es verdient, eine breite Leser:innenschaft zu finden. Und dem Thema tut es Not, seine Weg in die öffentliche Debatte zu finden. Die Jury hatte allen Grund, sich einhellig für die Auszeichnung der Arbeit zu entscheiden.

Herzlichen Glückwunsch, Thomas Reinhold, zum Weizenbaum-Studienpreis 2024.

Anmerkungen

- 1 <https://tuprints.ulb.tu-darmstadt.de/24559/>
- 2 Schmitt M (2013) *Tallinn Manual on the International Law Applicable to Cyber Warfare*. New York NY: Cambridge University Press, hier zitiert nach Reuter C, Aldehoff L, Riebe T, Kaufhold MA (2019) *IT in Peace, Conflict, and Security Research*, in: Reuter C (2019) *Information Technology for Peace and Security*. Wiesbaden: SpringerVieweg
- 3 *FIFF-Kampagne – Cyberpeace* (2014) *Forderungen zum Cyberpeace*. *FIFF-Kommunikation* 4/2014, S. 62
- 4 *AK bewaffnete Drohnen, IMI, FIFF* (2024) *Targeted Killing*. *FIFF-Kommunikation* 2/2024, S. 7



Segmentierung des Cyberspace?

Chinas und Russlands Decoupling-Bestrebungen und ihre Konsequenzen

Der Cyberspace ist längst zu einer Domäne geworden, die auch von militärischen Akteuren – seien dies offizielle Armeen eines Staates oder Gruppen, die von staatlichen Einrichtungen wie Nachrichtendiensten gelenkt werden – für schädigende Aktivitäten genutzt werden. Dem gegenüber steht ein internationales politisches System, das durch neuerliche Block-Konfrontationen weitestgehend gelähmt ist und in dem die Aushandlung verbindlicher Regeln, die den Cyberspace als globale, gemeinsam genutzte Domäne schützen könnten, nur sehr schleppend vorankommt. Verstärkend kommt hinzu, das etablierte sicherheitspolitische Ansätze zu weltpolitischer Stabilisierung, wie die Rüstungsbegrenzung und Rüstungskontrolle, im Cyberspace oft an dessen besonderen Eigenschaften scheitern – Bits lassen sich schlecht zählen. Mit meiner Dissertation Towards a peaceful development of Cyberspace habe ich versucht, Konzepte zu entwickeln, die dieser Entwicklung entgegen gestellt werden können, angefangen bei der Frage, mit welcher Form von Bewertungs- und Klassifikationsschema sich Schadsoftware als Cyberwaffe bewerten lässt, bis hin zur Frage, wie die gegenseitige Reduktion von Sammlung von Sicherheitslücken zwischen Staaten funktionieren kann.

Neben diesen Ansätzen, die praktisch umsetzbare IT-Verfahren aufzeigen, die für die Reduktion des Eskalationspotentials von Cyberkonflikten und die Abrüstung eingesetzt werden können, bedroht aber noch eine weitere Entwicklung den essentiellen Schutz der Domäne Cyberspace und zwar dessen infrastrukturelle Zersplitterung: Autoritär geprägte Staaten entkoppeln sich zunehmend von den globalen Internet-Infrastrukturen durch den Aufbau eigener IT-Systeme und -Infrastrukturen. Mittelfristig könnte diese Entwicklung zu einer Aufteilung des Cyberspace in unabhängig voneinander funktionierende Teile führen. Eine solche *Segmentierung* kann Bestandteil strategisch-außenpolitischer Interessensdurchsetzung sein. Damit wird die ohnehin brüchige Stabilität des Cyberraums nachhaltig untergraben und das Risiko schwerwiegender Cyberattacken erhöht.

Die globale Struktur des Internets und Segmentierungs-Tendenzen

Der Cyberspace ist eine Ansammlung unzähliger miteinander verbundener IT-Netzwerke, die auf Grundlage global einheitlicher, verbindlicher technischer Vorgaben – sog. *Protokolle* – funktionieren, die sämtliche technischen Abläufe der Datenübertragung im Internet regeln. Diese Verfahren wurden und werden durch internationale besetzte und partizipativ organisierte zivilgesellschaftliche Gremien, wie der Internet Engineering Task Force (IETF) sowie der Internet Corporation for Assigned Names and Numbers (ICANN) entwickelt und gemeinsam verwaltet. Aufgrund des stark in den USA und in Westeuropa angesiedelten Ursprungs des Cyberspace sind dabei in gewissem Maße auch Werte abgebildet, die nicht von allen Staaten geteilt werden, wie der freie Zugang zu Informationen, Anonymität im Cyberspace und der Schutz vor Überwachung. Insbesondere autokratisch geprägte Staaten sehen damit ihre nationale Souveränität untergraben und bauen seit einigen Jahren parallele Infrastrukturen auf. Ein Beispiel dafür sind die umfangreichen IT-Systeme für die DNS-Namensauflösung sowie die Steuerung des nationalen Datenverkehrs (das sog. Routing), die in China für die Kontrolle der Informationsverbreitung und des Zugangs zum weltweiten Internet aufgebaut worden sind und kontinuierlich weiterentwickelt werden¹. Gleichzeitig propagiert China seit einigen Jahren vor allem im Rahmen der International Telecommunication Union (ITU), einer UNO-Sonderorganisation, eine von Huawei konzipierte und als IPv6+

oder auch *New IP* bezeichnete Weiterentwicklung des weltweiten Standards für die Datenübertragung im Internet, die unter anderem eine Durchsetzung nationaler Informationsbeschränkungen ermöglicht. Parallel weitet China seinen Einflussrahmen im Cyberspace mit der Finanzierung neuer Internet-Glasfaser-Anbindungen und der unternehmerischen Kontrolle über dafür benötigte IT-Infrastrukturen im Zuge der „Digitalen Seidenstraße“² auf Schwellen- und Entwicklungsländer aus, die oftmals nicht über ausreichende Anbindungen an den globalen Cyberspace verfügen³, um den Verlust von Übertragungskapazitäten durch Störungen einzelner Kabel zu kompensieren (die sog. *Redundanz*). Als weiteres Beispiel kann Russland angesehen werden, das mit *RuNET*⁴ seit einigen Jahren unabhängige Infrastrukturen aufbaut. Diese Bestrebungen sind nach Russlands Angriff auf die Ukraine erheblich intensiviert worden⁵, sowohl im Rahmen der nationalen Informationskontrolle, aber auch dezidiert als Reaktion auf internationale Sanktionen⁶, um beispielsweise unabhängig vom global verwalteten DNS-System zu werden⁷.

Implikationen für die Architektur des Cyberspace und dessen Regulation

Beiden Fallbeispielen ist gemeinsam, dass in einem ersten Schritt global verwaltete, aber innerhalb der staatlichen Jurisdiktion befindliche Infrastrukturen und Internet-Dienstleistungen durch national kontrollierte und ausschließlich national verwaltete Systeme ersetzt werden. Diese bereits feststellbaren Tendenzen schaffen die Voraussetzungen dafür, in einem weiteren Schritt innerhalb des national kontrollierten Cyberspace globale Protokolle abzulösen und durch eigene technische Vorgaben zu ersetzen. Da eine solche Umstellung aufgrund funktioneller Zusammenhänge und technischer Abhängigkeiten in aller Regel weitere IT-Systeme betrifft, könnten so in den nächsten ein bis zwei Jahrzehnten⁸ innerhalb des globalen Cyberspace *Segmente* entstehen, die von den globalen Funktionsprinzipien und Diensten entkoppelt sind. Gleichzeitig sorgt diese Konzentration auf die Nutzung nationaler IT-Dienste dafür, dass mehr und mehr Daten nur noch ausschließlich innerhalb des Segmentes übertragen werden, und mindert die Erfordernisse, das betreffende Segment weiterhin eng mit dem Rest des Cyberspace zu verbinden. Dies gefährdet die Redundanz von Datenverbindungen als eine der wesentlichsten infrastrukturellen Stärken des Cyber-





space, während die Abhängigkeiten von den verbleibenden Verbindungen zunimmt⁹.

Bislang wurde der Cyberspace weitestgehend als globales Gemeingut betrachtet, an dem alle Staaten partizipieren und von dessen geregelter Nutzung sie auf Grundlage gemeinsamer Vereinbarungen profitieren. Der daraus resultierende, implizite Schutz dieses Raumes verliert jedoch an Wirksamkeit, je unabhängiger einzelne Segmente werden und je mehr unterschiedliche Wertauffassungen ohne negative Konsequenzen durchgesetzt werden können. Dieser Trend nationaler Sonderwege behindert die Weiterentwicklung global wirksamer Normen für den Cyberspace und erschwert zusätzlich die bereits ohnehin schwierige Ausgestaltung verbindlicher Regeln für staatliches Verhalten im Cyberspace. Divergierende technische Verfahren stehen des Weiteren einer einheitlichen globalen Regulierung der Funktionsprinzipien im Wege und können zu einem „Flickenteppich“ an potentiell inkompatiblen technischen Protokollen führen, die durch aufwendige „Übersetzungsprotokolle“¹⁰ konvertiert werden müssten, um den Datenaustausch über Segmentgrenzen hinweg zu ermöglichen. Die Herausbildung unabhängiger Segmente, deren technische Infrastrukturen sich immer weiter voneinander entfernen, könnte auch die international weitestgehend gefestigte Auffassung¹¹ untergraben, was kritische Infrastrukturen im Cyberspace sind, und den Konsens gefährden, solche IT-Systeme nicht durch absichtliche oder unabsichtliche Aktivitäten im Cyberspace zu gefährden.

Perspektivisch besteht außerdem die Herausforderung, dass Segmente und deren Protokolle zum Bestandteil staatlicher *Power Projection* werden können, etwa im Rahmen strategischer Wirtschaftsförderungsprojekte und den damit verbundenen globalen Expansionsbestrebungen. Gerade Schwellen- und Entwicklungsländer könnten vor die Frage gestellt werden, ob sie sich beispielsweise im Zuge der Unterstützung beim immens kostenintensiven Aufbau und Betrieb von IT-Systemen und -Infrastrukturen dem Segment des unterstützenden Staates anschließen und dessen Protokolle übernehmen. Staaten, die diese Zuordnung nicht eingehen wollen, müssten unterschiedliche Übersetzungssysteme implementieren, um mit verschiedenen Segmenten sowie dem Rest des Cyberspace interagieren zu können.

Implikationen für die Zukunft des Cyberwar

Bisher bot der Umstand, dass sich schadhafte Aktivitäten eines Akteurs im Cyberspace schnell auch zu seinen eigenen Ungunsten entwickeln können, einen Anreiz, von allzu offensiven Maßnahmen mit ungewissem Eskalations- und Ausbreitungspotential abzusehen. Obgleich die Herausbildung unterschiedlicher technischer Funktionsprinzipien aus Sicht des einzelnen Segments oberflächlich betrachtet eine Verbesserung der Resilienz darstellt, erodiert diese Entwicklung jedoch massiv den Schutz des Cyberspace vor schwerwiegenden und großflächigen Cyberattacken. Während schadhafte Aktivitäten bislang auch deswegen maßgeschneidert werden, damit ihre Wirkung auf das intendierte Ziel begrenzt bleibt und sich nicht unkontrolliert ausbreitet¹², muss ein Akteur, dessen IT-Systeme vom Rest der Welt entkoppelt sind, nicht mehr das unbeabsichtigte Übergreifen auf diese befürchten. Mit dem Fortschreiten dieser

Entwicklung könnten auch die globalen IT-Infrastrukturen, die das technische Rückgrat des Cyberspace bilden, zum Ziel von Cyber-Angriffen oder auch physischen Zerstörungen werden, wenn ein angreifender Akteur von deren Funktion nur noch begrenzt oder gar nicht mehr abhängt. Dadurch wird die Herausforderung des physischen Schutzes der global verteilten Datenübertragungs-Infrastrukturen weiter verschärft. Diese beruhen zu großen Teilen auf unterseeischen Glasfaserverbindungen, von denen ca. 80 % in einer Tiefe liegen, die nicht mehr effektiv durch direkte physische oder technische Maßnahmen geschützt werden kann¹³. Debatten um Abschreckungsmaßnahmen und Vergeltungsandrohungen bei Angriffen auf diese Systeme könnten dadurch Auftrieb erhalten.

Im Gegenzug kommt dem Schutz der Segment-eigenen Infrastrukturen eine enorme Relevanz zu. Dies gilt insbesondere für Staaten, die einem Segment zugehörig sind, von dessen „Kern-Infrastruktur“ sie aber geographisch weit entfernt sind. Inselstaaten im Pazifik sind beispielsweise bereits jetzt infrastrukturell von eingeschränkten, zum Teil singulären Zugriffsmöglichkeiten auf den Cyberspace abhängig. Mit Blick auf derartige „Segment-Inseln“ steigt für feindliche Akteure der Anreiz, die Schwachpunkte der fehlenden oder unzureichenden Redundanzen auszunutzen und anzugreifen. Es wird massiver Investitionen bedürfen, um redundante Strukturen – entweder auf Basis bestehender Glasfasertechnologie oder durch alternative Versorgungswege per Satellit – aufzubauen und gegen Angriffe und Störungen abzusichern.

Neben dieser Entwicklung in Bezug auf offene gewalttätige Konflikte werden mutmaßlich auch in Friedenszeiten die verdeckten Cyber-Aktivitäten in fremden Segmenten zunehmen, um diese zu überwachen und nach ausnutzbaren Fehlern in den technischen Protokollen und den IT-Systemen zu suchen. Diese Schwachstellen werden benötigt, um Handlungsmöglichkeiten für Wirtschaftsspionage, nachrichtendienstliche Bedarfe oder militärische Operationen zu etablieren.

Neben diesen Formen von offensiven Cyberangriffen werden mutmaßlich auch informationsbasierte, hybride Angriffe weiter zunehmen – als Ausdruck der politischen Konfrontation sowie als Mittel der Delegitimierung, Destabilisierung und Störung. Ebenso ist zu erwarten, dass auch die schadhafte Aktivitäten zwischenstaatlicher Akteure im Cyberspace, wie sie insbesondere im Zuge des russischen Angriffskrieges gegen die Ukraine zu Tage getreten sind¹⁴, weiter zunehmen werden, entweder in klarer politischer Zuordnung zu einem Segment oder in Form Segment-übergreifender, opportunistischer Akteure.

Fazit und Handlungsempfehlungen

Die zunehmenden Entkopplungsbestrebungen einzelner Staaten können dazu führen, dass sich innerhalb des Cyberspace Segmente entwickeln, bis hin zu einer Herausbildung divergierender und mutmaßlich inkompatibler Infrastrukturen und Funktionsprinzipien. Die Verringerung der globalen Abhängigkeit vom Cyberspace erodiert den impliziten Schutz dieser Domäne vor großflächig angelegten, schadhafte Aktivitäten einzelner Akteure. Damit rücken kritische, teilweise nur schwer zu schützende IT-Infrastrukturen in den Fokus von Cyberangriffen und

Störungsversuchen. Gleichzeitig wird fraglich, welche gemeinsamen Interessen staatlicher Akteure den friedlichen Fortbestand eines funktionierenden, globalen Datennetzes ermöglichen können.

Von diesen Überlegungen ausgehend ergeben sich folgende Handlungsempfehlungen:

1. Globale IT-Infrastrukturen sollten weiter gestärkt und deren Rolle für das Funktionieren des Cyberspace international hervorgehoben werden. Deren Schutz und Unverletzlichkeit sollte explizit in internationalen Normen und nationaler Rechtsprechung verankert und Cyberoperationen in fremden Netzwerken sollten vermieden werden.
2. Die Verwaltung des Cyberspace sollte weiterhin durch eine möglichst breite internationale Basis aus Staaten, Wirtschaft und Zivilgesellschaft auf Grundlage partizipativer Entscheidungsfindung erfolgen. Die Eingliederung bestehender Verwaltungsgremien unter dem Dach der Vereinten Nationen sollte als Maßnahme für deren Legitimierung geprüft werden.
3. Verwundbarkeiten durch Engpässe der globalen Infrastrukturen sollten durch den Aufbau von Redundanzen ausgeglichen werden. Schwellen- und Entwicklungsländer sollten weiterhin beim Aufbau von Verbindungen zu den globalen Cyberspace-Infrastrukturen auf multilateraler Basis unterstützt werden.
4. Initiativen zur Verbesserung der Cybersicherheit sollten durch den weiteren Ausbau multilateraler Kooperationen massiv gestärkt werden, um insbesondere kritische Infrastrukturen abzusichern. Technologische Abhängigkeiten von Herstellern aus Staaten, die sich zu diesem Schutz nicht verpflichten, sollten evaluiert und nach Möglichkeit reduziert und vermieden werden.

Disclaimer: Dieser Beitrag erschien zuerst als PRIF Spotlight 3/2024 unter dem Titel Segmentierung des Cyberspace? Chinas und Russlands Decoupling-Bestrebungen und ihre Konsequenzen“ (<https://www.prif.org/publikationen/publikationssuche/publikation/segmentierung-des-cyberspace>) am 30. April 2024. Er steht unter einer Creative Commons Namensnennung – Keine Bearbeitungen 4.0 International Lizenz (<https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/>).

Anmerkungen

- 1 Siehe „Chandel, Sonali & Jingji, Zang & Yunnan, Yu & Jingyao, Sun & Zhipeng, Zhang. (2019). The Golden Shield Project of China: A Decade Later—An in-Depth Study of the Great Firewall. 111-119. 10.1109/CyberC.2019.00027.“
- 2 Siehe “N. Kassenova and B. Duprey, Eds., Digital silk road in Central Asia: present and future. Cambridge, MA: Davis Center for Russian and Eurasian Studies, 2021.“
- 3 siehe „J. Franken, T. Reinhold, L. Reichert, and C. Reuter, “The Digital Divide in State Vulnerability to Submarine Communications Cable Failure,” *International Journal of Critical Infrastructure Protection*, vol. 38, p. 100522, 2022, doi: 10.1016/j.ijcip.2022.100522.“
- 4 Siehe <https://www.atlanticcouncil.org/in-depth-research-reports/issue-brief/reassessing-runet-russian-internet-isolation-and-implications-for-russian-cyber-behavior/>
- 5 Siehe <https://dgap.org/en/research/publications/russias-quest-digital-sovereignty>
- 6 Siehe exemplarisch <https://www.heise.de/hintergrund/Russlands-Trennung-vom-Internet-Warum-sie-irreversibel-sein-koennte-6586583.html>
- 7 Mattijs Jonker, Gautam Akiwate, Antonia Affinito, kc Claffy, Alesio Botta, Geoffrey M. Voelker, Roland van Rijswijk-Deij, and Stefan Savage. 2022. Where .ru? assessing the impact of conflict on russian domain infrastructure. In *Proceedings of the 22nd ACM Internet Measurement Conference (IMC '22)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 159–165. <https://doi.org/10.1145/3517745.3561423>
- 8 Die zeitliche Einschätzung basiert auf den Zeiträumen bei der Planung und Errichtung von IT-Infrastrukturen, wie bspw. Seekabeln.
- 9 Siehe dazu die Stellungnahme der Internet Society <https://www.internetsociety.org/resources/internet-fragmentation/russias-national-dns/>
- 10 Solche Übersetzungsprotokolle wären notwendig, wenn Daten in ein Netzwerk transferiert werden, in dem andere technische Regeln zur Übertragung verwendet werden. Daten werden dabei „digital umverpackt“, sodass sie für die Übertragung im Zielnetzwerk geeignet sind.
- 11 Solche Übersetzungsprotokolle wären notwendig, wenn Daten in ein Netzwerk transferiert werden, in dem andere technische Regeln zur Übertragung verwendet werden. Daten werden dabei „digital umverpackt“, sodass sie für die Übertragung im Zielnetzwerk geeignet sind.
- 12 ki/WannaCry
- 13 Submarine Telecoms Forum, Submarine Telecoms Industry Report 2020/2021 Edition, Submarine Telecoms Forum, 2020 <https://subtel-forum.com/products/submarine-telecoms-industry-report/>
- 14 Siehe u. a. Reinhold, T., Reuter, C. Zur Debatte über die Einhegung eines Cyberwars: Analyse militärischer Cyberaktivitäten im Krieg Russlands gegen die Ukraine. *Z Friedens und Konfliktforsch* 12, 135–149 (2023). <https://doi.org/10.1007/s42597-023-00094-y>



Thomas Reinhold

Dr. **Thomas Reinhold** ist Researcher am Programmbereich *Internationale Sicherheit* und im Cluster *Natur- und Technikwissenschaftliche Rüstungskontrollforschung* (CNTR) am PRIF (Leibniz-Institut für Friedens- und Konfliktforschung). Er forscht zur Militarisierung des Cyberspace, KI und Möglichkeiten zur Rüstungsbegrenzung, -kontrolle und Abrüstung dieser Technologien.

NETZPOLITIK • ORG

Max Freitag – Interview mit Lisa Ling

„Wie ein Internet der höllischen Dinge“

8. Februar 2025 – Lisa Ling war Technikerin im US-Drohnenprogramm. Im Interview spricht sie über die unsichtbare „Kill Cloud“ hinter den Drohnen und wie sich die gleiche Technik im Büroalltag und im Krieg wiederfindet.

Max Freitag: Auf Ihrem T-Shirt ist zu lesen: „Weil ich Veteranin bin, bin ich gegen den Krieg.“ Welche Erfahrungen haben Sie beim Militär gemacht?

Lisa Ling: Ich möchte klarstellen, dass ich nie für den Krieg war. Ich wurde zur Sanitäterin, zur Krankenpflegerin und zur chirurgisch-technischen Assistentin ausgebildet. Ich erinnere mich, wie ich jemandem eine Schraube in den Knöchel gesetzt habe und er wieder laufen konnte. Das war ein tolles Gefühl.

Eines Tages kam ich an einigen hochrangigen Soldat:innen vorbei, die vergeblich versuchten, etwas zu drucken. Ich sah, dass ein Komma fehlte. Ich fügte eins hinzu und der Drucker startete. Damals war es mir nicht bewusst, aber das hat meine militärische Laufbahn nachhaltig verändert. Von diesem Moment an kamen Leute mit ihren Computerfragen zu mir. Es hat Spaß gemacht. Ich liebe Technik.

Nach einer Weile gab es weniger medizinische Arbeit und mehr Computerarbeit zu tun. Ich wurde zur Air Force versetzt, um in der Kampfkommunikation zu arbeiten. Dann wurde meine Einheit ins Drohnenprogramm integriert.

Was ich im Drohnenprogramm gesehen habe, zeigte mir, dass das US-Militär keine Kraft des Guten in der Welt ist. Heute bin ich zwar auch kein Kriegsfan, wenn Soldat:innen physisch entsandt werden. Aber ich ziehe den physischen Einsatz definitiv der Drohnenkriegsführung vor. Ich werde nie glauben, dass es in Ordnung ist, per Fernsteuerung in den Krieg zu ziehen.

Max Freitag: Was waren Ihre Aufgaben im Drohnenprogramm?

Lisa Ling: Wenn etwas repariert werden musste, Software und Hardware, habe ich daran gearbeitet. Es gab Computer, Server, Programme und Menschen. Die Cloud ist im Grunde ein Haufen von Computern, Speichern, Daten. Dazu kommen die Flugwerke und Kommunikationsgeräte. All das wuchs, während ich dort war.

So etwas zu regulieren, ist wie der Versuch, das Internet zu regulieren. Die Drohne selbst ist nur ein Peripheriegerät. Genauso wie eine Maus ein Peripheriegerät ist, das mit einem System verbunden ist.

Max Freitag: Sie sprechen sich gegen eine Erzählung aus, die Sie den „Drohnenmythos“ nennen. Was hat es damit auf sich?

Lisa Ling: Als die Drohnen kamen, wurde vor allem von der Obama-Regierung, aber auch von anderen, behauptet, dass ihre Angriffe chirurgisch seien¹. Dass sie präzise seien. Dass es weniger Kollateralschäden gäbe. Dass sie die Natur des Krieges verändern und Kriege kürzer und sicherer machen würden.

Ich glaube schon, dass all diese Technologien die Art des Krieges verändern. Aber sie verändern nicht den Krieg selbst. Krieg ist immer noch Krieg. In Gaza werden Drohnen eingesetzt und fast 70 Prozent der gebauten Strukturen sind zerstört². Abertausende Menschen wurden getötet.

„Dass der Krieg kürzer wird, ist ein Mythos“

Die für die Drohnen eingesetzte Künstliche Intelligenz³ zielt auf Familienhäuser, Kinder, Zivilist:innen. Was hat diese Technologie den Palästinenser:innen gebracht? Hat sie die Versprechen der Drohnenmythologie gehalten? Die Vorstellung, dass der Krieg durch den Einsatz von Technologie kürzer und sicherer wird, ist ein absoluter Mythos.

In den USA sind die Menschen von Flugzeugen fasziniert. Sie konzentrieren sich auf die Drohne selbst. Niemand betrachtet das gesamte Netzwerk dahinter, das sozio-technologische Konstrukt oder die personell hochbesetzten Systeme, die die Drohne zum Laufen bringen.

Max Freitag: Sie und der ehemalige Luftwaffentechniker Cian Westmoreland schlagen dafür das Konzept der „Kill Cloud“ vor. Was genau meinen Sie damit?

Lisa Ling: Wir können Cian für den Namen danken. Für das Konzept gab es bisher keine verständliche Beschreibung. Es ist kompliziert. Es ist wie ein Internet der höllischen Dinge, eine Kill Cloud. Wenn man es sich als eine mörderische Cloud vorstellt, ist es verständlicher.

Heutzutage machen wir alles in der Cloud. Wenn wir ein Überrufen, ist das die Cloud. Wenn wir auf unsere Software zugreifen, etwa auf Azure, das auch von Israel in Palästina eingesetzt⁴ wird, dann ist das Cloud-Technologie.

Menschen nutzen sie im Büro, um alltägliche Dinge zu erledigen. Jetzt wird im Grunde dieselbe Technologie auch zum Töten eingesetzt.

Max Freitag: *Automatisierung soll menschliche Fehler und Vorurteile vermeiden. Im Kriegskontext ist das entscheidend. Gllauben Sie, dass das gelingt?*

Lisa Ling: Nein, es verschlimmert die Situation. Die großen Sprachmodelle, die vom US-Militär eingesetzt werden, durchforsten das Internet nach all unseren Daten. Das bedeutet, dass Informationen normaler Menschen für kriegsrische Zwecke verwendet werden.

In der Wissenschaft werden Daten strukturiert gesammelt, um jeglichen Bias zu vermeiden. In der Kill Cloud sammeln wir erstmal alle Daten, Eingrenzung und Markierung erfolgen im Nachhinein. Es gibt dieses Gerede vom „Human in the Loop“. Aber keine Anzahl an Menschen könnte jemals die Datenmenge überblicken, die in Zielauswahl-Systemen verwendet wird.

Datenbasierte Tötungen

Die Systeme spucken viele Ziele aus. Ich halte es nicht für unwahrscheinlich, dass im *US-Drohnenangriff vom 29. August 2021⁵* in Afghanistan mit KI experimentiert wurde. Hochrangige Militärs erklärten, es habe sich um einen „gerechten Schlag“ gehandelt. Die anschließende Untersuchung wurde weitgehend von Journalist:innen vor Ort durchgeführt. Es wurde bewiesen, dass es sich nicht um einen gerechten Schlag handelte und dass zehn unschuldige Menschen getötet wurden.

Die Entscheidung wurde wahrscheinlich mit Hilfe von Daten getroffen, von denen einige aus sozialen Netzwerken und dem Internet stammen oder die von Datenmaklern verkauft wurden. Offensichtlich spiegeln viele der gesammelten Daten Vorurteile wieder.

Max Freitag: *OpenAI, das Unternehmen hinter ChatGPT, arbeitet jetzt mit dem Militärdienstleister Anduril zusammen, um „defensive“ Drohnentechnologie zu entwickeln. Könnte es sein, dass ich eines Tages einen Chat-Bot nutze und meine Daten dazu verwendet werden, Algorithmen zu trainieren, die dann zum Töten von Menschen eingesetzt werden?*

Lisa Ling: Sicherlich ist es möglich, sogar wahrscheinlich, dass alles, was von einem vernetzten Gerät an die Cloud gesendet wird, sei es eine Kredittransaktion oder eine Uber-Fahrt, letztendlich als Waffe eingesetzt werden könnte.

Aber das ist keine brandneue, hochentwickelte Technologie. Wir haben mittlerweile nur mehr Speicherplatz, mehr Rechenleistung, mehr Übertragungsmöglichkeiten. Grundsätzlich hat sich an der Technologie nicht viel geändert, außer dass Geschwindigkeit und Kapazität zugenommen haben.

Tech-Unternehmen und Waffenhersteller

Und immer mehr Tech-Unternehmen sind daran beteiligt, Waffensysteme zu entwickeln, aber sie werden nicht als Waffenhändler gesehen. Dabei trägt Microsoft ebenso zu Militärtechnologie bei wie Raytheon. Google ist genauso ein Militärdienstleister wie Anduril oder Boeing.

Es gibt dabei viel Geld zu verdienen. Unternehmen sind dazu da, Geld für ihre Aktionär*innen zu verdienen, nicht um Frieden zu schaffen. Krieg ist profitabel. Frieden ist es nicht.

Wie Edward Snowden sagte: Vielleicht müssen sich die Anreize ändern. Aber die Menschen an der Macht haben noch nicht den Willen, die Dinge zu ändern.

Max Freitag: *Heißt das, dass die Kill Cloud genau so funktioniert, wie sie soll?*

Lisa Ling: Sie funktioniert wie beabsichtigt. Es gibt Menschen, die wollen, dass sich was ändert. Viele von ihnen haben sich zu Wort gemeldet. Viele sind von ihren Posten im Außenministerium oder bei Google zurückgetreten.

Aber diejenigen, die die Infrastruktur besitzen, wie Amazon Web Services, Microsoft, Google oder die Risikokapitalgebenden, die Tech-Start-ups unterstützen, sind auch diejenigen, die jetzt die Waffen bauen.

Lisa Ling und Max Freitag

Lisa Ling war als Technikerin im Drohnenprogramm der US Air Force tätig. Während ihrer militärischen Laufbahn wurde sie an verschiedenen Standorten eingesetzt, darunter im Hauptquartier des Distributed Common Ground System der Luftwaffe auf der Joint Base Langley-Eustis in Virginia, an einem Standort der Air National Guard in Kansas sowie in mehreren Auslandseinsätzen. Nach ihrem Militärdienst reiste sie nach Afghanistan, um sich aus erster Hand ein Bild von den Auswirkungen ihrer Einsätze zu machen. Seitdem bietet sie kritische Einblicke in die Vorgänge des US-Militär, besonders in Bezug auf Drohnenkriegsführung.

Im Rahmen ihrer Kollaboration mit dem Disruption Network Lab in Berlin hat sie 2021 das *Konzept der Kill Cloud⁷* geprägt. Als Fellow des *Disruption Institute⁸* veröffentlichte sie vor kurzem einen Artikel, in dem sie die Schwierigkeiten der Regulierbarkeit dieser Art der Kriegsführung darlegt.

Max Freitag ist studierter Philosoph und Journalist aus Berlin. Er interessiert sich für Innenpolitik, Ideologien, soziale Bewegungen und Überwachung. Manchmal wagt er sich zu seinen Wurzeln zurück, um über politische Theorie zu schreiben.

Max Freitag: *Trump ist wieder im Amt und hat sofort jede Menge Dekrete unterzeichnet, darunter eine Abschaffung der KI-Richtlinien⁶. Er kündigte auch an, dass die USA sich wieder als „wachsende Nation“ betrachten sollten, die ihr Territorium ausdehnen. Was halten Sie davon?*

Lisa Ling: Wieder eine wachsende Nation? Das hat sich im Grunde nie geändert. Wir müssen die rein parteipolitische Brille ablegen und verstehen, wer hier wirklich an der Macht ist und woher das Kapital kommt.

Folgen wir dem Geld, um das Problem an der Wurzel zu packen. Mir scheint, dass die Leute, die hier das Sagen haben, die Elon Musks dieser Welt sind. Wir müssen uns die Googles dieser Welt oder das Risikokapital, das sie finanziert, anschauen.

Alle reden davon, dass sich unsere Länder weiter nach rechts bewegen. Irgendwas hat uns dorthin gebracht, und vielleicht ist es an der Zeit, sich mit den Ursachen zu befassen, nicht mit den Symptomen.

Referenz: <https://netzpolitik.org/2025/drohnenprogramm-whistleblowerin-wie-ein-internet-der-hoellischen-dinge/>

Anmerkungen

- 1 <https://www.cfr.org/blog/how-obama-administration-justifies-targeted-killings>
- 2 <https://www.zdf.de/nachrichten/politik/ausland/gazastreifen-zerstoerung-haeuser-landschaft-israel-100.html>
- 3 <https://netzpolitik.org/2024/interview-mit-rainer-rehak-die-nutzung-solcher-ki-systeme-muss-als-kriegsverbrechen-eingestuft-werden/>
- 4 <https://www.theguardian.com/world/2025/jan/23/israeli-military-gaza-war-microsoft>
- 5 https://en.wikipedia.org/wiki/August_2021_Kabul_drone_strike
- 6 <https://netzpolitik.org/2025/donald-trump-mit-vollgas-in-eine-dunkle-zukunft/>
- 7 <https://www.disruptionlab.org/book>
- 8 <https://disruption.institute/>



Constanze Kurz, Friederike Hildebrandt

Klimaschädlich by Design

30. Januar 2025 – *Dass die generative KI wegen ihrer exorbitant hohen Rechenleistungen sehr viel Energie verbraucht, weiß jeder, der es wissen möchte. Aber wie hoch die ökologischen Kosten des KI-Investment-Booms tatsächlich sind und wie stark sie künftig wachsen werden, darüber reden noch zu wenige.*

Keine Geldsumme ist offenbar zu groß, um den verbreiteten Glauben an die generative Künstliche Intelligenz zu untermauern. In den nächsten Jahren wollen die US-amerikanischen Tech-Konzerne rund eine Billion US-Dollar in Rechenzentren, Chips, Infrastrukturen und Stromnetze investieren.

Auch US-Präsident Donald Trump kündigte wenige Tage nach seinem Wiedereinzug ins Weiße Haus das „mit Abstand größte KI-Infrastrukturprojekt der Geschichte“ an. Das Projekt läuft unter dem Namen *Stargate* und soll in den kommenden vier Jahren bis zu 500 Milliarden US-Dollar¹ in KI-Infrastruktur wie Rechenzentren pumpen.

Auch Europa will in diesem „AI Race“ nicht zurückfallen. Anfang Februar lädt Emmanuel Macron zum AI Action Summit² nach Paris – allerdings mit kritischerem Blick auf ökologische und soziale Auswirkungen. Bereits vergangenes Jahr warnte der ehemalige italienische Ministerpräsident Mario Draghi davor, dass die EU im globalen Wettbewerb zurückfallen³ könnte, wenn sie nicht enorm investiere.

Hohe Rechenleistungen bedeuten sehr viel Energie

Doch es gibt eine andere Seite der Medaille: Dass die generative KI wegen ihrer exorbitant hohen Rechenleistungen sehr viel Energie verbraucht, weiß jeder, der es wissen möchte. Mittlerweile zeigt sich zwar auch, dass generative KI overhyped ist – aber selbst wenn sie ein vergängliches Phänomen ist, liegen die

ökologischen Kosten hoch und wachsen stetig an. Der KI-Investment-Boom, der politisch kräftig unterstützt wird, benötigt so hohe Rechenkapazitäten – und damit Energie –, dass er die Klimaneutralität zu verhindern droht.

Weltweit regen sich Proteste gegen den Bau von Hyperscale-Rechenzentren – von Zeewolde in den Niederlanden bis Montevideo in Uruguay. Und das nicht ohne Grund: In Uruguay wird das Trinkwasser knapp, eine Folge der sich zuspitzenden Klimakrise, die jedes Jahr neue Höhepunkte erreicht. 2024 überschritt die globale Temperatur erstmals 1,5 Grad. Bei dem jetzigen weltweiten CO₂-Verbrauch wird das Weltklima in den nächsten vier Jahren die Marke von 1,5 Grad wohl endgültig überschreiten. Eine neue energiehungrige Technologie sollte also einen möglichst hohen gesellschaftlichen Nutzen haben, um in Zeiten der Klimakrise vertretbar zu sein.

Die tatsächlichen Ausmaße des Energieverbrauchs generativer KI kommen in den öffentlichen Debatten derzeit nur am Rande vor. Daher ist ein Blick auf die Dimensionen und Ressourcen angebracht, welche die von KI-Gläubigen förmlich angebotene Technologie frisst.

Anbieter generativer KI wie Microsoft räumen ein, dass die Expansion solcher KI und der dazugehörige Strombedarf die früheren Emissionsversprechen der Konzerne torpedieren. Der Software-Konzern versprach beispielsweise vollmundig, bis 2030 CO₂-negativ zu werden. Microsoft-Vizechef Brad Smith nannte nun die generative KI als Hauptgrund dafür, dass die Konzerne-

missionen im Vergleich zum Jahr 2020 um etwa dreißig Prozent angestiegen seien.

Microsoft plant nach Angaben von Smith⁴ aktuell, achtzig Milliarden US-Dollar allein im Jahr 2025 in generative KI zu investieren, um seine Vision einer „American AI“ voranzubringen. Mit dieser Summe will das Unternehmen „KI-fähige Rechenzentren aufbauen, in denen KI-Modelle trainiert sowie KI- und Cloud-basierte Anwendungen“ weltweit bereitgestellt werden. Die Energie für diese Investitionen soll unter anderem aus dem stillgelegten Atomkraftwerk Three Mile Island⁵ stammen, das Microsoft 2028 wieder in Betrieb nehmen will.

Wie der hohe Energieverbrauch der generativen KI entsteht

Lange wurde das Training der großen Sprachmodelle als wesentlicher Faktor des Energieverbrauchs diskutiert. Bereits 2020⁶ zeigten Emma Strubell und andere Fachleute, dass allein das Training eines Large Language Models (LLM) etwa 284 Kilogramm CO₂-Emissionen verursacht. Das LLM verfügte über die inzwischen geradezu winzig anmutende Zahl von 213 Millionen Parametern und eine Trainingsdauer von etwa dreieinhalb Tagen.

Die heutigen LLMs weisen hunderte Milliarden Parameter auf, und der Energieverbrauch von US-Rechenzentren ist im Jahr 2023 auf insgesamt 176 Terawattstunden angestiegen. Er macht damit erstaunliche 4,4 Prozent des landesweiten Gesamtstromverbrauchs aus. Ausschlaggebend ist aber nicht mehr nur das Training. Spätestens seit den Nachrichten über steigende Strompreise⁷ durch KI-Einsatz in den Vereinigten Staaten wird klar, dass für die großen generativen Sprachmodelle der gesamte Lebenszyklus – insbesondere die Nutzung – viel relevanter ist.

Das liegt auch daran, dass die Nachfrage erst am Anfang stehen dürfte, sie zumindest aber stetig steigt. Derzeit sind die überwiegenden Anwendungen der generativen KI textbasiert. Doch die multimodalen Anwendungsfälle nehmen sichtbar zu, beispielsweise auch Text-zu-Video. Solche Anwendungsfälle sind unzweifelhaft wesentlich rechenintensiver. Grob berechnet erfordert die Erstellung eines solchen Videos mit generativer KI etwa die hundertfache Energie im Vergleich zu einem entsprechenden textbasierten Output.

Eine im Juni 2024 veröffentlichte Studie⁸ errechnete, dass ein-tausend Anwendungen von Textgeneratoren durchschnittlich 0,047 Kilowattstunden benötigen. Bei Bildgeneratoren landet man schon bei 2,907 Kilowattstunden. Damit brauchen eintausend KI-generierte Bilder also fast so viel Energie, als würde man zwanzig Kilometer mit dem Elektroauto fahren oder 200 Tassen Kaffee kochen.

Zwar bleibt das einzelne LLM-Training weiterhin um Größenordnungen energie- und kohlenstoffintensiver als die einzelne Nutzung der LLMs. Allerdings zeigt schon die sichtbare Allgegenwart von generativer KI und die milliardenfache tägliche Verwendung, dass der Energieverbrauch der Nutzung wegen ihrer Popularität enorm zunimmt.

Milliarden-Investitionen in Rechenzentren

Die Debatte um den ökologischen Fußabdruck von großen Sprachmodellen sollte selbstverständlich nicht auf eine persönliche Verbrauchsdiskussion verkürzt werden. Natürlich kann man sich täglich für oder gegen die Generierung von KI-Bildern entscheiden. Aber es wäre zu kurz gesprungen, auf bloße persönliche Entscheidungen abzustellen. Denn es zeichnet sich ab, dass der breite Einsatz von generativer KI schon bald keine individuelle Entscheidung mehr sein wird. Microsoft beispielsweise plant längst, generative KI in seine Betriebssysteme zu integrieren, so dass eine Nutzung künftig schwerer zu vermeiden oder gar unumgänglich wird.

Die geplanten Investitionen von Microsoft in Höhe von achtzig Milliarden US-Dollar pro Jahr sind nur ein Beispiel. Die Aufrüstung der Rechenzentren und der damit einhergehende Energieverbrauch sind so enorm, dass die Umstellung der Energieproduktion hin zu Erneuerbaren dadurch buchstäblich aufgefressen wird.

Besonders gut lässt sich das in Europa illustrieren. Irland ist schon lange einer der beliebtesten Standorte für Rechenzentren, weil Energiekosten dort vergleichsweise niedrig sind. Einige Rechenzentren sind sogar direkt an das dortige Gasnetz angeschlossen, um eine konstante Stromversorgung zu sichern.

Wo die Rechenzentren mit anderen Branchen um erneuerbare Energien konkurrieren, kaufen sie häufig Zertifikate für Erneuerbare auf, ohne eigene grüne Energie einzuspeisen. Diese Energie fehlt dann anderswo. Selbst konservative Berechnungen zeigen, dass die KI-bedingte Energienachfrage von Rechenzentren so schnell wächst, dass der Ausbau der Erneuerbaren Energien nicht mithalten kann.

Damit droht der Energiehunger der Rechenzentren die europäische Klimaneutralität zu gefährden. Das gilt umso mehr, wenn sich der absehbar massiv steigende Bedarf an Rechenzentren noch weiter auf die Energiewende auswirkt.

Elektroschrottmassen

Aber nicht nur Energie wird massenhaft für den von Marketing getriebenen KI-Boom⁹ verbraucht. Für generative KI spielen Graphikprozessoren (GPUs) eine besondere Rolle, die in riesiger Anzahl benötigt werden. Allein der Konzern Meta will bis Ende 2025 sage und schreibe mehr als 1,3 Millionen GPU-Beschleuniger betreiben, wie Marc Zuckerberg jüngst mitteilte¹⁰.

Der wichtigste Player bei GPUs ist der Konzern Nvidia, von dem fast die gesamte Branche abhängt. Nvidia veröffentlicht zwar keine Lifecycle-Analysen – aber bekannt ist mittlerweile auch hier: Der Ressourcenverbrauch für die Chips ist hoch und die Lieferkette alles andere als sauber.

Einerseits werden die Rohstoffe für Chips wie Silizium und für den Bau von Rechenzentren – von Lithium bis Kobalt – global unter umweltschädlichen und menschenrechtsverletzenden Umständen abgebaut. Andererseits wird die Hardware kaum recy-

celt. Erste Berechnungen gehen davon aus, dass allein der Elektroschrott durch das Aussortieren von Servern und anderen Computern von etwa 2.550 Tonnen im Jahr 2023 durch das Anwachsen der generativen KI auf – je nach Szenario – fast schon unglaubliche 0,4 bis zu 2,5 Millionen Tonnen im Jahr 2030¹¹ ansteigen könnte.

Die LLM-bezogene Elektromüllmasse wüchse nach diesen Berechnungen bis zum Jahr 2030 um 129 Prozent bis 167 Prozent an. Allerdings sind die gebauten und geplanten KI-Rechenzentren keineswegs gleich auf der Welt verteilt. Sondern sie befinden sich geographisch am häufigsten in Nordamerika (58 Prozent), gefolgt von Ostasien (25 Prozent) und Europa (14 Prozent). Hier fallen dann auch entsprechend die Elektroschrottmassen an. Verschifft und abgelagert werden sie jedoch vor allen Dingen im Globalen Süden, etwa auf der größten Elektroschrotthalde der Welt in Ghana¹².

GPU-Hersteller wie Nvidia haben bisher nur wenige Anreize, um ihre Produktionsbedingungen offenzulegen und etwa konkrete Angaben zu verwendeten Metallen und Mineralien zu machen. Eine Forderung liegt daher auf der Hand: Künftig sollten die Nachhaltigkeitsberichte der GPU-Hersteller zu mehr Transparenz beitragen. Dann hätten etwa Betreiber von Rechenzentren die Möglichkeit, sich für Hardware zu entscheiden, die nachhaltiger hergestellt wurde.

Zwar gibt es in Europa neue Regeln zur Beschaffung von verantwortungsvoll produzierten Mineralien. Die EU-Richtlinien zur Nachhaltigkeitsberichterstattung (CSRD) und zur Nachhaltigkeitsprüfung (CSDDD) brachten ab dem 1. Januar 2024 neue Rechenschaftspflichten für Unternehmen bei Umwelt-, Nachhaltigkeits- und Sozialfragen. Seither sind alle großen europäischen Unternehmen sowie alle EU-börsennotierten Unternehmen auskunftspflichtig. Allerdings gibt es derzeit noch zu wenig Transparenz, um willigen Betreibern von Rechenzentren nachhaltigere Entscheidungsalternativen nahelegen zu können. Das betrifft sowohl den Bergbaubereich, Metalle und Mineralien als auch die Menschenrechte.

Aber kann KI nicht das Klima retten?

Künstliche Intelligenz kann im Kampf gegen die Klimakrise sinnvoll eingesetzt werden – aber nicht unbedingt generative KI. Selbst der beste Chatbot kann schließlich kein CO₂ aus der Luft ziehen.

So gibt es kluge technische Lösungen, die etwa wichtige Daten zur Klimakrise auswerten. Wenn aber die Ergebnisse eines KI-Systems oder einer anderen Software nicht direkt mit einer Handlung verbunden sind, sondern zunächst nur Informationen liefern, dann ist das vielleicht ein Fortschritt, bringt im Klimakampf aber wenig.

Generative KI ist inhärent ein nicht nachhaltiges System. Sie kann zu den Klima- und Nachhaltigkeitszielen wenig bis nichts beitragen. Schlimmer noch: Sowohl die Schaffung großer Sprachmodelle als auch deren Nutzung sind nicht nur nicht nachhaltig, sondern in hohem Maße umweltschädlich. Generative KI bringt also keine Lösung für die Klimakrise, sondern heizt sie massiv an, insbesondere wenn alle weiter kopflos dem Marketingversprechen folgen, wonach generative KI so gut wie alle Branchen quasi revolutionieren werde.

Gegen den KI-Glauben gibt es bisher nur wenig öffentlichen Gegenwind. Doch weltweit wehrt sich die Zivilgesellschaft: von indigenen Bewegungen im schwedischen Teil Sapmís, die gegen Metas Rechenzentren demonstrieren, bis hin zu Protestierenden in Montevideo, die ihr Trinkwasser gegen Verschmutzungen durch Googles Rechenzentren schützen wollen. Doch die Diskussionen um den Energie- und Wasserverbrauch¹³, die problematischen Arbeitsbedingungen¹⁴ oder auch die kolonialen Kontinuitäten beginnen erst.

Mit Blick auf Deutschland lassen sich im Vorfeld der Bundestagswahl drei zentrale Forderungen in Bezug auf die ökologischen Kosten der generativen KI erheben: Erstens braucht es strenge Transparenz über den Energie- und Ressourcenverbrauch von Rechenzentren. Zweitens sollte staatliche Förderung nur an spezifische KI-Modelle gehen, die explizit Nachhaltigkeitskriterien erfüllen. Und drittens brauchen wir eine breite gesellschaftliche Debatte darüber, ob und wie wir uns umweltschädliche KI-Systeme in Zeiten der Klimakrise leisten können – und wollen.

Friederike Hildebrandt und Constanze Kurz

Friederike Hildebrandt ist Ökonomin, beschäftigt sich mit Klima- und Stadtpolitik und koordiniert das *Bits & Bäume*-Bündnis. Zusammen mit Constanze Kurz hielt sie Ende Dezember 2024 für das Bündnis einen gleichnamigen Vortrag beim Chaos Communication Congress¹⁵. Das Bündnis hat Forderungen zu Digitalisierung und Nachhaltigkeit¹⁶ zur Bundestagswahl 2025 (siehe in diesem Heft) vorgelegt.

Constanze Kurz¹⁷ ist promovierte Informatikerin, Autorin und Herausgeberin¹⁸ von Büchern¹⁹, zuletzt *Cyberwar*²⁰. Ihre Kolumne *Aus dem Maschinenraum*²¹ erschien von 2010 bis 2019 im Feuilleton der FAZ. Sie lebt in Berlin²² und ist ehrenamtlich Sprecherin²³ des Chaos Computer Clubs. Sie war Sachverständige der Enquête-Kommission *Internet und digitale Gesellschaft* des Bundestags. Sie erhielt den Toleranz-Preis²⁴ für Zivilcourage und die Theodor-Heuss-Medaille.

Kontakt: E-Mail²⁵ (OpenPGP²⁶)

Anmerkungen

- 1 <https://www.tagesschau.de/wirtschaft/digitales/stargate-ki-trump-100.html>
- 2 <http://aiconference.ip-paris.fr/>
- 3 https://commission.europa.eu/topics/strengthening-european-competitiveness/eu-competitiveness-looking-ahead_en
- 4 <https://blogs.microsoft.com/on-the-issues/2025/01/03/the-golden-opportunity-for-american-ai/>
- 5 <https://www.tagesschau.de/ausland/amerika/usa-atomkraftwerk-microsoft-100.html>
- 6 <https://arxiv.org/pdf/1906.02243>
- 7 <https://www.levernews.com/biden-boosts-ai-despite-energy-dept-warning/>
- 8 <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/3630106.3658542>
- 9 <https://netzpolitik.org/2022/neue-signal-chefin-kuenstliche-intelligenz-ist-vor-allem-ein-marketinghype/>
- 10 <https://www.threads.net/@zuck/post/DFNf8bvpP2I>
- 11 <https://www.nature.com/articles/s43588-024-00712-6.epdf>

- 12 <https://www.tagesschau.de/ausland/ghana-elektroschrott-101.html>
- 13 https://sdgs.un.org/sites/default/files/2024-05/Gupta%2C%20et%20al._Als%20excessive%20water%20consumption.pdf
- 14 https://sdgs.un.org/sites/default/files/2024-05/Rani;%20Gobel;%20Dhir_Development%20of%20AI.pdf
- 15 <https://media.ccc.de/v/38c3-klimaschdlich-by-design-die-kologischen-kosten-des-ki-hypes>
- 16 <https://bits-und-baeume.org/posts/bundestagswahl-2025-forderungen/>
- 17 https://de.wikipedia.org/wiki/Constanze_Kurz
- 18 <https://nowyouknow.eu/>
- 19 <http://gewissensbits.gi.de/constanze-kurz/>
- 20 <https://www.randomhouse.de/Buch/Cyberwar-Die-Gefahr-aus-dem-Netz/Constanze-Kurz/C.-Bertelsmann/e537921.rhd>
- 21 <http://www.faz.net/aktuell/feuilleton/aus-dem-maschinenraum/>
- 22 <https://wirsindderosten.de/menschen/constanze-kurz/>
- 23 <https://www.youtube.com/watch?v=hj3gAsqrB18>
- 24 <http://www.ev-akademie-tutzing.de/toleranz-preis-fuer-christian-wulff-und-constanze-kurz/>
- 25 <mailto:constanze@netzpolitik.org>
- 26 <https://keys.openpgp.org/vks/v1/by-fingerprint/58ACBDA9D67D462D249605444A13B8EE269F8A45>



Redaktion netzpolitik.org

Welche ihrer Ziele hat die Ampel erreicht – und welche nicht?

30. Januar 2025 – Zu Anfang ihrer Regierungszeit hatten sich SPD, Grüne und FDP viel vorgenommen. Welche Vorhaben zu Netzpolitik, Datenschutz, digitaler Infrastruktur und Bürgerrechten hat die Ampel umgesetzt? Was bleibt auf der Strecke? Wir ziehen Bilanz.

Eine Fortschrittskoalition wollten SPD, Grüne und FDP bilden, als sie Ende 2021 ihre gemeinsame Regierungsarbeit aufnahmen¹. Die Koalition endete im vergangenen November, als Bundeskanzler Olaf Scholz (SPD) vorzeitig seinen Finanzminister Christian Lindner (FDP) rausschmiss.

Seitdem müssen SPD und Grüne allein weitermachen, bis die Neuwahl am 23. Februar über die Zusammensetzung des nächsten Bundestags entscheidet – sieben Monate vor dem ursprünglich geplanten Termin im Herbst 2025.

Knapp drei Wochen vor der Wahl ziehen wir Bilanz: Welche Vorhaben haben die Ampelparteien aus dem Koalitionsvertrag umgesetzt, bevor die Streitigkeiten um den Haushalt jegliches Weiterkommen jäh stoppten? Welche nicht? Und welche nur so halb? Ein Überblick.

- ☒ Umgesetzt.
- ☐ In Teilen oder unzureichend umgesetzt.
- ☒ Nicht umgesetzt.
- ☐ Das Vorhaben ist so schwammig formuliert, dass eine Umsetzung nicht überprüfbar ist.

Überwachung und Bürgerrechte

● Die Überwachungsgesamtrechnung wurde zwar in Auftrag gegeben² und das Max-Planck-Institut zur Erforschung von Kriminalität, Sicherheit und Recht soll sie noch vor dem Wahltermin fertigstellen. Konsequenzen daraus wird es aber nicht mehr geben.

✗ Ein Expertengremium namens „Freiheitskommission“³ hat die Ampelregierung nicht geschaffen. Es sollte bei Sicherheitsgesetzen einbezogen werden, es gab aber Streit um die Verbindlichkeit der Gremienstellungnahme.

✗ Innerhalb der EU wollte sich die Regierung einsetzen⁴, „biometrische Erkennung im öffentlichen Raum“ auszuschließen. Das hat bei der KI-Verordnung nicht geklappt⁵, sie enthält zahlreiche Ausnahmen. Und zuletzt forderte⁶ vor allem Innenministerin Nancy Faeser (SPD) eine deutliche Ausweitung bei der biometrischen Suche für Ermittler:innen.

✗ Die Absage an die Vorratsdatenspeicherung hat zu einem langen Streit führt, obwohl ein grundrechtsschonender Entwurf⁷ für das Quick-Freeze-Verfahren aus dem FDP-Justizministerium seit 2022 vorliegt. Auch an dieser Stelle beharrte das Innenministerium auf der Speicherung von IP-Adressen. Am Ende ist nichts davon passiert. Pläne für eine Login-Falle wurden zudem vollständig begraben.

✗ Den Sprung aus dem Justizministerium hat ebenfalls der Entwurf eines Gesetzes zur Begrenzung der Eingriffsbefugnisse im Rahmen der Quellen-Telekommunikationsüberwachung und der Online-Durchsuchung nicht geschafft. Der sollte unter anderem Vorgaben des Bundesverfassungsgerichts nachziehen.

Digitale Infrastruktur und Breitbandausbau

☑ Umgesetzt hat die Ampel ein bundesweites Gigabit-Grundbuch. Zwar hätte das sperrig benannte TK-Netzausbau-Beschleunigungs-Gesetz (TK-Nabeg)⁸ die Informationsplattform rechtlich stärker verankern und auch sonst punktuell verbessern sollen. Dazu ist es aber nicht gekommen, da die FDP den Gesetzentwurf auf den letzten Metern im Bundestag abgewürgt hat – zum Leidwesen des inzwischen aus der FDP ausgetretenen Digitalministers Volker Wissing.

● Mit einer Mischung aus privaten und staatlichen Investitionen ging der Breitbandausbau weiter⁹. Erfreulich ist, dass sich Deutschland der einst von Angela Merkel versprochenen Vollversorgung mit 50 MBit/s nähert, selbst wenn die Fortschrittskurve inzwischen asymptotisch abgeflacht ist und sich die 100 Prozent wohl niemals erreichen lassen¹⁰. Kaum helfen dürfte dabei, dass sich das Infrastrukturministerium zuletzt entschlossen hat¹¹, die Unterstützung für Kommunen auf nur rund ein Drittel der bisherigen jährlichen Fördersumme zurechtzustutzen.

● Den Verbraucherschutz sollten garantierte Bandbreiten stärken, zur Not durch pauschalierte Schadensersatzansprüche, wenn Netzbetreiber nicht liefern. Dafür wäre das ruhmlos verendete TK-Nabeg geeignet gewesen, allerdings hat es die versprochene Pauschale nicht einmal in den Gesetzentwurf geschafft. An anderer Stelle haben angehobene Mindestbandbreiten das Recht auf eine Mindestversorgung mit Internet verbessert¹², auch wenn noch nicht ganz klar ist, wie effektiv das Instrument tatsächlich ist¹³.

● Bei der Versorgung mit dem neuesten 5G-Mobilfunkstandard nimmt Deutschland eine ungewöhnliche Rolle ein: Das Land nähert sich langsam einer weitgehend flächendeckenden Abdeckung und liegt damit im europäischen Spitzenfeld. Etwas Sand ins Getriebe hat das Verwaltungsgericht Köln gestreut, als es im vergangenen Jahr die 5G-Auktion – noch unter Andi Scheuer (CSU) abgehalten – für rechtswidrig erklärt¹⁴ hat. Eine dauerhafte Lösung muss die Bundesnetzagentur erst noch finden.

✗ Außer vagen und unverbindlichen Berichten hat es so gut wie keine Fortschritte beim Thema Open Access¹⁵ gegeben. Zumindest kooperieren Netzbetreiber aber zunehmend freiwillig miteinander – während gleichzeitig die sogenannte Überbauproblematik¹⁶ weiterhin Unruhe in Teilen der Branche stiftet. Ebenfalls ungeklärt sind all die teuflischen Details rund um die anstehende Migration von Kupfer- auf Glasfasernetze.

✗ In weiten Teilen krachend gescheitert sind die Pläne, den Ausbau unter anderem mit schlanken digitalen Antrags- und Genehmigungsverfahren sowie alternativen Verlegetechniken voranzutreiben – der Kern des TK-Nabeg. Nicht einmal den teils ähnlichen *Gigabit Infrastructure Act* kann sich die abgewählte

Koalition auf ihre Fahnen schreiben. Zwar hat die Ampel das EU-Gesetz in Brüssel mitverhandelt und dabei eine Extrawurst für kleine deutsche Betreiber¹⁷ herausgeholt. Für die Umsetzung in Deutschland hat es dann aber nicht mehr gereicht.

Verwaltungsmodernisierung und digitaler Staat

● Das Onlinezugangsgesetz 2.0 gibt's zwar jetzt¹⁸, nicht aber die „umfassende Digitalisierung der Verwaltung“, die die Ampel versprochen hatte. Denn am Ende haben sich – nach zähem Hick-Hack und einem Veto des Bundesrats – die Bundesländer durchgesetzt. Einheitliche Standards sind nun freiwillig, der Software-Wildwuchs greift weiter um sich und die Ende-zu-Ende-Digitalisierung darbt. Verzettelte Verwaltungsdigitalisierung.

✗ Mit einer *Multi-Cloud-Strategie* wollte die Ampel die Daten der Bürger:innen über offene Schnittstellen in der „digital-souveränen“ Cloud ablegen, das Ganze garniert mit Open Source. Der Bund aber verschleppte Beteiligungsprozesse der Länder, setzte vielerorts den Rotstift an und entzog versprochene Unterstützung. Nach der Legislatur ist die öffentliche Verwaltung noch abhängiger von Microsoft¹⁹, Oracle²⁰, Broadcom²¹ und Delos²² als davor. Dafür soll KI die Verwaltung effizienter machen²³. Immerhin bekommt²⁴ der *Sovereign Tech Fund*, eines der größten Förderprogramme für Open Source, etwas mehr Mittel. Die bewilligten 19 Millionen Euro für 2025 sind aber ein Witz im Vergleich zu den milliardenschweren Rahmenverträgen mit Big Tech.

IT Sicherheit

✗ Das Ziel, eine klarere Haftung für Hersteller einzuführen, wenn fahrlässig Schäden durch IT-Sicherheitslücken entstehen, hätte durch die Umsetzung der NIS2-Richtlinie der EU erreicht werden können. Ebenso war hier mehr Unabhängigkeit für das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik geplant. Doch dann platzte die Regierung, bevor das Umsetzungs-gesetz²⁵ durch den Bundestag gegangen ist.

✗ Eine Einigung zum Schwachstellenmanagement mit einer klaren Festlegung, dass staatliche Stellen keine Sicherheitslücken ankaufen oder offenhalten dürfen, fehlt weiterhin²⁶.

✗ Beim geplanten *Recht auf Verschlüsselung* machte Digitalminister Volker Wissing (mittlerweile parteilos) einen Aufschlag²⁷, der scheiterte jedoch am erwartbaren Widerstand des SPD-geführten Innenministeriums.

✗ Um die sogenannten Hackerparagrafen zu reformieren und Rechtssicherheit für ethische IT-Sicherheitsforschende zu schaffen, war am Ende nicht mehr genug Zeit. Immerhin gab es schon einen Gesetzentwurf²⁸.

✗ Für die Hackerbehörde ZITIS (Zentrale Stelle für Informationstechnik im Sicherheitsbereich) sollte es eine gesetzliche Grundlage mit klaren Aufsichtsregeln geben. Mehr als Eckpunkte²⁹ sind dabei nicht herausgekommen. ZITIS kann unterdessen dieses Jahr seinen 8. Geburtstag feiern.

✗ Das Technische Hilfswerk sollte³⁰ nach dem Willen der Ampel seine „Kompetenzen in der Cyberhilfe erweitern“. Konkrete Maßnahmen dazu gab es nicht, dafür aber eine Machbarkeitsstudie, die noch bis Ende 2025 läuft.

Polizei

☑ Zumindest die angekündigte Einführung eines unabhängigen Polizeibeauftragten als Anlaufstelle beim Deutschen Bundestag hat die Ampel umgesetzt³¹: Seit dem 20. März 2024 bekleidet der ehemalige Polizist und bis dato SPD-Bundestagsabgeordnete Uli Grötsch das Amt. Ob er mit ausreichend Kompetenzen ausgestattet ist, damit das Amt Wirkung entfalten kann, wird sich erst zeigen³².

✗ Mit der Bundesbeauftragten für Datenschutz und Informationsfreiheit³³ gibt es bereits eine Behörde, die die Polizeien des Bundes zumindest auf einigen Gebieten beaufsichtigt und in der Theorie auch sanktionieren kann. In der Praxis stellt sich das oft als schwer heraus, auch weil entsprechende Anordnungsbefugnisse fehlen. Die Ampel versprach deshalb, sie wolle die BfDI in dieser Hinsicht „deutlich stärken“. Erfolgt ist das nicht.

✗ Die angekündigte pseudonyme Kennzeichnungspflicht der Polizistinnen und Polizisten des Bundes wurde nicht eingeführt.

✗ Eine grundlegende Revision der umfangreichen Polizeidatenbanken, wie sie der Koalitionsvertrag versprochen hatte, ist ebenso wenig umgesetzt worden wie eine Präzisierung der Verarbeitungsregeln. Vielmehr treiben die Polizeien von Bund und Ländern mit dem Projekt Polizei 2020 eine weitere Verknüpfung polizeilicher Datenbanken voran. Nach dem Anschlag von Solingen hat die Ampel zudem versucht³⁴, neue Datenbanken für die biometrische Erkennung einzuführen und auch die automatisierte Analyse polizeilicher Datenbanken auszubauen. Gescheitert³⁵ ist das letztlich am Widerstand der Unionsparteien im Bundesrat, denen der Überwachungs Ausbau nicht weit genug ging.

✗ Das Bundesverfassungsgericht hat im Oktober vergangenen Jahres das BKA-Gesetz teilweise für verfassungswidrig erklärt³⁶ – und damit die Rechtsgrundlage für die Datei *Gewalttäter Sport* gekippt. In Letztere können Fußballfans schon wegen des Vorwurfs eines Bagatelldelikts hineingeraten. Eigentlich wollte die Ampel die Verbunddatei „im Hinblick auf Rechtsstaatlichkeit, Löschfristen, Transparenz und Datenschutz“ reformieren. Das Bundesinnenministerium (BMI) verschob die Reform jedoch auf die Zeit nach der Fußball-Europameisterschaft der Männer, die im vergangenen Sommer in Deutschland stattfand. Getan hat sich danach nichts mehr.

Datenschutz und Datenpolitik

● Wichtiger als Fortschritte beim Datenschutz war der Ampel die Verfügbarkeit von Daten für die kommerzielle und wissenschaftliche Nutzung. So richtig geklappt hat das nur beim Gesetz zur verbesserten Nutzung von Gesundheitsdaten³⁷, das von SPD-Gesundheitsminister Karl Lauterbach gegen die Bedenken von Datenschützer:innen durchgedrückt wurde. Andere Initia-

tiven wie ein Mobilitätsdatengesetz³⁸ und Forschungsdatengesetz sind – wie so³⁹ vieles⁴⁰ – dem verfrühten Ende der Koalition zum Opfer gefallen. Auch die nationale Umsetzung wegweisen der EU-Datengesetze wie dem *Data Governance Act* und dem *Data Act* gelang der Ampel vor dem Koalitionsbruch nicht.

● Große Hoffnungen setzten manche in ein neues Dateninstitut, das solche Prozesse begleiten, vordenken, in der Praxis erproben, Standards setzen, Konflikte befrieden und überhaupt den häufig immer noch bestehenden Widerspruch zwischen Datenschutz und Datennutzung auflösen sollte. Nach einem ambitionierten Start ist bis heute nicht geklärt, was das Institut eigentlich soll⁴¹. Ein Ausschreibungsverfahren läuft, zivilgesellschaftliche Organisationen wie die Open Knowledge Foundation hatten sich unter Protest nicht beteiligt, unter anderem weil die Gemeinwohlorientierung auf der Strecke blieb⁴².

✗ Beim Datenschutz war schon der Koalitionsvertrag maximal unambitioniert. Für eine bessere Durchsetzung und kohärentere Auslegung des Datenschutzes sollte die Zusammenarbeit zwischen den 18 Datenschutzbehörden von Bund und Ländern reformiert werden. Die angekündigte Institutionalisierung der bislang informellen Datenschutzkonferenz (DSK) hat es dann nicht mal in den Gesetzentwurf des BMI zur Überarbeitung des Bundesdatenschutzgesetzes geschafft⁴³. Dort wird die DSK lediglich erstmals genannt, nicht aber mit einem Budget oder einer Geschäftsstelle versehen. Dafür gibt es aber eine Abschwächung der Auskunftsrechte von Betroffenen, wenn dies Unternehmen zu viel Arbeit macht. Beschlossen wurde die Novelle vor dem Ende der Ampel-Koalition aber nicht mehr.

✗ Die Ampel wollte immerhin zwei Empfehlungen der jahrelang arbeitenden Datenethik-Kommission umsetzen und Anonymisierungstechniken fördern sowie die rechtswidrige De-Anonymisierung von Daten strafbar machen. Beides ist nicht erfolgt.

✗ Um Nutzer:innen endlich besser vor der Datensammelwut der Online-Werbeindustrie, vor ungewolltem Tracking und Profilbildung zu schützen, wollte sich die Ampel in der EU für eine „ambitionierte“ ePrivacy-Verordnung einsetzen. Das Vorhaben ist inzwischen endgültig gescheitert, in Brüssel redet niemand mehr von der Verordnung, die eigentlich schon seit 2018 nervigen Cookie-Bannern ein Ende hätte bereiten sollen. Die Bundesregierung ist deshalb einen eigenen Weg gegangen: Sie setzt im Rahmen des Telekommunikation-Digitale-Dienste-Datenschutz-Gesetzes auf sogenannte Dienste zur Einwilligungsverwaltung. Das sollen technische Helfer sein, die Nutzer:innen das Management ihrer Cookie-Einstellungen erleichtern. Eine entsprechende Umsetzungsverordnung hat die Ampel im Oktober 2024 noch beschlossen⁴⁴. Ob die Einwilligungsverwaltungsdienste wirklich etwas zum Schutz der Nutzer:innen beitragen werden, steht in den Sternen. Es steht den Anbietern digitaler Dienste frei, ob sie diese auf ihren Websites zulassen.

Digitaler Verbraucherschutz

✗ Im Juli 2024 trat eine EU-Richtlinie zum sogenannten Recht auf Reparatur in Kraft. Sie könnte den Preis für Reparaturen deutlich senken sowie Praktiken unterbinden, die Reparaturen erschweren oder gar verbieten. In ihrem Koalitionsvertrag hatte

die Ampel ein Recht auf Reparatur aufgenommen, das Bundesumweltministerium plante ein nationales *Reparaturgesetz*. Doch das Vorhaben versandete. Es obliegt nun der kommenden Regierung, die EU-Richtlinie bis Ende Juni 2026 in nationales Recht zu gießen.

✗ Fast Wort gehalten hätte die Ampel bei der Transparenz über Kredit-Scoring durch Unternehmen wie die Schufa. Nach einem entsprechenden EuGH-Urteil formulierte sie eine neue Passage in die Novelle des Bundesdatenschutzgesetzes. Die aber wurde nicht verabschiedet.

Informationsfreiheit und Transparenz

☑ Die Ampelregierung hat beim Lobbyregister wie versprochen „nachgeschärft“. Interessensvertreter:innen müssen nun etwa angeben, auf welche Regulierungsvorhaben sich ihre Lobbyarbeit bezieht und wesentliche Dokumente im Lobbyregister hochladen.

☑ Auf Ebene der Geschäftsordnung hat das Bundeskabinett einen „exekutiven Fußabdruck“ eingeführt, der offenlegen soll, wie Gesetzentwürfe beeinflusst wurden. Transparenzorganisationen kritisieren diese Maßnahme als unzureichend, da unter anderem eine Verzahnung mit dem Lobbyregister fehlt⁴⁵.

☑ Im selben Zug wie den exekutiven Fußabdruck führte⁴⁶ die Regierung auch eine Synopsenpflicht ein, bei der Änderungen an Gesetzentwürfen nachvollziehbarer werden.

● Noch aus dem Jahr 2019 stammte die EU-Richtlinie, die Whistleblowing sicher machen soll. Nach langem Gezerre mit den unionsgeführten Ländern hat die Ampel ein Hinweisgeberschutzgesetz verabschiedet⁴⁷, das über die EU-Vorgaben hinausgeht, aber hinter die Versprechen des Koalitionsvertrags zurückfällt.

✗ Die zwei großen Vorhaben eines Rechtsanspruchs auf Open Data und die Einführung eines Bundestransparenzgesetzes sind beide im Bundesinnenministerium stecken geblieben. Die beiden Themen sollten gemeinsam behandelt werden, doch weiter als zu einem Diskussionsentwurf aus dem BMI ging es nicht⁴⁸.

✗ Um einen Auskunftsanspruch der Presse gegenüber Bundesbehörden abzusichern, sollte es ein Bundespresseauskunftsgesetz geben. Das hätte im Januar 2025 im Bundestag beraten werden sollen⁴⁹, dazu kam es nicht mehr.

✗ Ebenso vergeblich wartete man auf ein „digitales Gesetzgebungsportal“, das sichtbar machen sollte, in welcher Phase sich Vorhaben befinden. Der gestartete Regierungsmonitor, der seit Dezember nicht mehr aktualisiert⁵⁰ wurde, kann das nicht erfüllen.

Kultur und Bildung

● Die Förderung von Games stand lange still, wurde jedoch Ende 2024 neu gestartet. Der Verband der deutschen Games-Branche begrüßte das, kritisierte⁵¹ jedoch die Einschränkungen.

● Auf den letzten Drücker – und bereits nach dem Aus der Ampelkoalition – haben sich Bund und Länder noch auf einen Digitalpakt 2.0 geeinigt⁵². Was das genau bedeutet, werden jedoch erst die konkreten Vereinbarungen während der nächsten Legislaturperiode zeigen.

✗ Aus der Idee für eine mögliche *Bundeszentrale für digitale Bildung* ist nichts geworden. Nach wie vor geistert der Begriff als Forderung⁵³ durch die Medien.

Digitalisierung und Nachhaltigkeit

● Es war eine niedrig hängende Frucht und die Ampel-Regierung hat sie gepflückt: Seit November 2023 ist das neue Energieeffizienzgesetz in Kraft. Das Gesetz sieht unter anderem für Rechenzentren weitreichende Anforderungen bei Energieeffizienz- und Abwärmenutzungspflichten vor. Ein Effizienzregister für Rechenzentren ist im Aufbau⁵⁴. Allerdings ist die Abwärmenutzung mit dem Energieeffizienzgesetz nur für große Rechenzentren verpflichtend, kleinere fallen hingegen nicht darunter. Zudem besteht die Verpflichtung für die großen Rechenzentren nur für zehn bis zwanzig Prozent der Abwärme. Da wäre also noch Luft nach oben gewesen.

● Seit Mai 2023 gibt es das Deutschlandticket. Es ist mit 49 Euro nicht nur deutlich teurer als das Vorgängermodell für 9 Euro, sondern birgt wegen des personalisierten Abo-Modells auch Probleme beim Datenschutz⁵⁵. Und es schließt Menschen ohne Bankkonto ebenso aus wie jene, die nicht ins Internet gehen. Ab dem 1. Januar 2025 hat sich der Preis des Deutschlandtickets schließlich um 9 Euro auf insgesamt 58 Euro pro Monat erhöht.

Soziale Medien und Inhalte-Moderation

☑ Zu Beginn gab es Streit zwischen Innen- und Justizministerium, aber dann setzte sich die Position der FDP (und die aus dem Koalitionsvertrag) bei den Verhandlungen zur EU-Chatkontrolle⁵⁶ durch. Entsprechend lehnte Deutschland im EU-Rat „allgemeine Überwachungspflichten, Maßnahmen zum Scannen privater Kommunikation und eine Identifizierungspflicht“ ab. Ein Ende des Streits zwischen den EU-Staaten im Rat ist aber noch nicht in Sicht.

● Die Regeln aus dem Netzwerkdurchsetzungsgesetz wollte die Ampel überarbeiten. Das hat sich durch den *Digital Services Act* sowieso erledigt, der EU-weit festlegt, wie Plattformen und Co. mit strafbaren Inhalten umgehen müssen. Ein deutsches Digitale-Dienste-Gesetz brauchte und gab es dennoch. Es regelt insbesondere⁵⁷, wer in Deutschland für die Durchsetzung der EU-Regeln zuständig ist. Wie gut die neue Aufsicht unter Führung des *Digital Services Coordinators* bei der Bundesnetzagentur funktioniert, werden die nächsten Monate zeigen⁵⁸.

✗ Eckpunkte für ein Gesetz gegen digitale Gewalt legte das Justizministerium schon 2023 vor⁵⁹. Danach blieb es so lange still, bis das Vorhaben begraben wurde⁶⁰.

Algorithmische Systeme und Künstliche Intelligenz

✗ Die Ampel wollte biometrische Erkennung im öffentlichen Raum, etwa durch Gesichtserkennung, sowie staatliche Scoring-Systeme europarechtlich ausschließen. Stattdessen wurde sie durch weitreichende Ausnahmen europarechtlich verankert⁶¹ und die Regierung setzte sich⁶² für noch mehr Gesichtserkennung ein.

🔗 Die Ampelparteien wollten die KI-Verordnung unterstützen und dabei sowohl die Diskriminierungsfreiheit wahren als auch die Hemmung von Innovation vermeiden. Gekommen ist die KI-Verordnung tatsächlich, die Kritik daran ist jedoch vielfältig⁶³.

Digitalisierung des Gesundheitswesens

☑ Seit 2024 gibt es nach großen Anlaufschwierigkeiten überall Medikamentenverordnungen auf E-Rezept.

☑ Ebenso unter Dach und Fach ist das Gesundheitsdatennutzungsgesetz⁶⁴ aus dem Ministerium von Karl Lauterbach. Es legt fest, wie Gesundheitsdaten für die Forschung erschlossen und bereitgestellt werden können. Dabei spielt das *Forschungsdatenzentrum Gesundheit*⁶⁵ eine zentrale Rolle.

🌀 Ein weiteres Mammutprojekt bei der Gesundheitsdigitalisierung ist die elektronische Patientenakte (ePA)⁶⁶. Ursprünglich sollte sie ab Januar für alle kommen, die nicht aktiv widersprechen. Seit dem 15. Januar wird sie nun aber erstmal in einigen Modellregionen zum Testen ausgerollt⁶⁷. Sicherheitsbedenken⁶⁸ sind noch nicht ausgeräumt⁶⁹. Wann der bundesweite Rollout erfolgt, ist derzeit noch offen.

Partizipation und Zivilgesellschaft

☑ Die Engagementstrategie⁷⁰ des Bundes erkennt digitales Ehrenamt erstmals als eigenständige Engagementform an – aus Sicht von Wikimedia⁷¹ ein erster Schritt, dem konkrete Maßnahmen folgen müssten. Die Strategie hat das Kabinett im Dezember 2024 verabschiedet. Sie löst die *Nationale Engagementstrategie der Bundesregierung* aus dem Jahr 2010 ab. Der Arbeit an der Engagementstrategie ging ein einjähriger zivilgesellschaftlicher Beteiligungsprozess voraus.

🌀 Die Zivilgesellschaft wollte die Ampel besser einbinden und unterstützen. Doch von den Ankündigungen ist nicht allzu viel geblieben. Nichtregierungsorganisationen und Verbände zeigen sich nach der Legislatur weitgehend frustriert, sie kritisieren Scheinbeteiligung, Beratersprech und viel Arbeit für nichts in Konsultationsprozessen.

✗ Auch hatte die Ampel „Rechtssicherheit für gemeinnützigen Journalismus“ versprochen. Zumindest zum Teil sollte dabei ein Erlass des Bundesfinanzministeriums helfen⁷² – doch selbst das ist am Widerstand der Länder gescheitert⁷³.

✗ In finanzieller Hinsicht hat die Regierungszeit der Ampel der Zivilgesellschaft vor allem eines gebracht: Unsicherheit⁷⁴. Viele

Organisationen sind abhängig von öffentlicher Förderung. Für das laufende Jahr gibt es aber weiterhin keinen Bundeshaushalt – und damit auch keine Sicherheit für wichtige Programme zur Stärkung von Demokratie und zivilgesellschaftlichem Engagement. Ausgerechnet jetzt.

✗ Außerdem wollte die Ampel zivilgesellschaftliche Beratungs-, Präventions- und Ausstiegsarbeit stärken und verstetigen. Ein dazu vorgesehenes Demokratiefördergesetz legten Innen- und Familienministerium zwar bereits im Dezember 2022 vor. Seitdem steckte es jedoch ohne nennenswerte Fortschritte im Bundestag fest⁷⁵. Die Zivilgesellschaft bleibt also auch hier auf der Strecke.

Weitere Themen

☑ Eines der ersten umgesetzten Vorhaben war die Streichung von §219a des Strafgesetzbuchs⁷⁶, das sogenannte Werbeverbot für Schwangerschaftsabbrüche. Nun können Ärzt:innen endlich Informationen zu dem Thema auf ihren Websites bereitstellen, ohne kriminalisiert zu werden.

🌀 Große Vorhaben im Bereich des Urheberrechts gab es nicht. Ein Ergebnis: Ein runder Tisch zum E-Lending, also der Ausleihe von digitalen Werken in öffentlichen Bibliotheken, hat sich auf Empfehlungen geeinigt⁷⁷.

Referenz: <https://netzpolitik.org/2025/netzpolitische-bilanz-welche-ihrer-ziele-hat-die-ampel-erreicht-und-welche-nicht/>

Anmerkungen

- <https://netzpolitik.org/2021/koalitionsvertrag-das-plant-die-ampel-in-der-netzpolitik/>
- <https://netzpolitik.org/2024/ueberwachungsgesamtrechnung-jetzt-gehts-los/>
- <https://kripoz.de/wp-content/uploads/2022/09/esser-zoeller-et-al-eckpunktepapier-fuer-die-errichtung-einer-freiheitskommission.pdf>
- <https://netzpolitik.org/2024/luecken-der-ki-verordnung-ampel-will-verbot-biometrischer-echtzeit-ueberwachung/>
- <https://netzpolitik.org/2024/trotz-biometrischer-ueberwachung-eu-parlament-macht-weg-frei-fuer-ki-verordnung/>
- <https://netzpolitik.org/2024/ki-verordnung-und-biometrische-ueberwachung-so-ist-das-nicht-gedacht/>
- <https://netzpolitik.org/2024/statt-vorratsdatenspeicherung-wir-veroeffentlichen-den-gesetzentwurf-fuer-quick-freeze/>
- <https://netzpolitik.org/tag/TK-Nabeg/>
- <https://netzpolitik.org/2024/zwischenbericht-gigabitstrategie-stolpern-zum-etappensieg/>
- <https://netzpolitik.org/2024/warten-auf-die-100-prozent/>
- <https://netzpolitik.org/2024/breitbandfoerderung-geplanter-kahlschlag-stoesst-auf-massive-kritik/>
- <https://netzpolitik.org/2024/recht-auf-internet-mindestversorgung-mit-internet-soll-sich-verbessern/>
- <https://netzpolitik.org/2024/mindestversorgung-mit-internet-starlink-soll-angeblich-deutsche-breitbandluecken-schliessen/>
- <https://www.tagesschau.de/wirtschaft/5g-vergabe-rechtswidrig-100.html>

- 15 <https://netzpolitik.org/2022/gigabitstrategie-ueberbau-statt-open-access/>
- 16 <https://netzpolitik.org/2023/doppelter-netzausbau-schaffe-schaffe-ueberbaue/>
- 17 <https://netzpolitik.org/2024/gigabit-infrastructure-act-eine-extrawurst-fuer-deutschland/>
- 18 <https://netzpolitik.org/2024/onlinezugangsgesetz-2-0-verwaltungsdigitalisierung-mit-ausstiegsklausel/>
- 19 <https://netzpolitik.org/2024/verwaltungsccloud-bund-vergroessert-seine-abhaengigkeit-zu-microsoft/>
- 20 <https://netzpolitik.org/2023/digitale-souveraenitaet-milliarden-fuer-oracle-microsoft-und-co-statt-fuer-open-source/>
- 21 <https://netzpolitik.org/2024/digital-unsouveraen-bundesregierung-legt-sich-an-broadcoms-kette/>
- 22 <https://netzpolitik.org/2024/delos-cloud-mit-microsoft-in-die-digitale-abhaengigkeit/>
- 23 <https://netzpolitik.org/2024/ki-hype-wie-die-oeffentliche-verwaltung-dem-sparzwang-entkommen-kann/>
- 24 <https://netzpolitik.org/2024/open-source-bundestag-staerkt-sovereign-tech-fund/>
- 25 <https://www.heise.de/news/NIS2-Umsetzung-und-Kritis-Dachgesetz-endgueltig-gescheitert-10259832.html>
- 26 <https://netzpolitik.org/2024/schwachstellen-ampel-diskutiert-bruch-des-koalitionsvertrags/>
- 27 <https://netzpolitik.org/2024/referentenentwurf-digitalministerium-plant-recht-auf-verschluesselung/>
- 28 <https://netzpolitik.org/2024/hacker-paragrafen-wir-veroeffentlichen-den-gesetzesentwurf-zum-computerstrafrecht/>
- 29 <https://netzpolitik.org/2023/zitis-gesetz-bundesregierung-will-hacker-behoerde-ausbauen/>
- 30 https://www.thw-forschung.de/DE/Forschungsprojekte/Cyberhilfe-MaSt/projekt_node.html
- 31 <https://www.spdfraktion.de/themen/uli-groetsch-bundespolizeibeauftragter>
- 32 <https://netzpolitik.org/2024/kaum-bekanntes-hinweisgeberschutzgesetz-der-langsame-dampfer-polizei/>
- 33 https://www.bfdi.bund.de/DE/Home/home_node.html
- 34 <https://netzpolitik.org/2024/sicherheitspaket-der-bundesregierung-ueberwachung-wie-sie-buerger-erwarten/>
- 35 <https://netzpolitik.org/2024/biometrische-ueberwachung-ampel-beschliesst-umstrittenes-sicherheitspaket/>
- 36 <https://netzpolitik.org/2024/urteil-zum-bka-gesetz-wie-geht-es-mit-der-gewalttaeter-sport-datei-weiter/>
- 37 <https://netzpolitik.org/tag/gesundheitsdatennutzungsgesetz/>
- 38 <https://netzpolitik.org/tag/Mobilitaetsdatengesetz/>
- 39 <https://netzpolitik.org/2024/regierungsbruch-diese-netzpolitischen-plaene-stehen-vor-dem-aus/>
- 40 <https://netzpolitik.org/2024/eu-gesetze-in-der-warteschlange/>
- 41 <https://netzpolitik.org/2022/neues-dateninstitut-eine-lange-liste-uneingeloester-versprechen/>
- 42 <https://okfn.de/blog/2024/07/das-dateninstitut-kommt.-die-gemeinwohlorientierung-bleibt-fraglich/>
- 43 <https://netzpolitik.org/2023/bundesdatenschutzgesetz-kritik-an-halbherziger-reform-des-innenministeriums/>
- 44 <https://www.bundestag.de/dokumente/textarchiv/2024/kw42-de-telekommunikation-1023844>
- 45 <https://www.transparency.de/aktuelles/detail/article/exekutiver-fussabdruck-nur-eine-minimalloesung>
- 46 <https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/pressemitteilungen/DE/2024/03/exekutiver-fussabdruck.html>
- 47 <https://netzpolitik.org/2023/bund-und-laender-einig-union-verwaessert-schutz-von-whistleblowerinnen/>
- 48 <https://fragdenstaat.de/koalitionstracker/ampelkoalition-2021/vorhaben/datengesetz-mit-rechtsanspruch-auf-offene-daten/>
- 49 <https://medien.epd.de/article/1501>
- 50 <https://www.bundesregierung.de/breg-de/bundesregierung/regierungsmonitor>
- 51 <https://www.game.de/neustart-der-games-foerderung-mit-einschraenkungen/>
- 52 <https://www.bmbf.de/SharedDocs/Kurzmeldungen/DE/2024/12/Digitalpakt.html>
- 53 https://rp-online.de/politik/deutschland/zukunftskongress-gruenen-politiker-will-bundeszentrale-fuer-digitale-bildung_aid-119453603
- 54 <https://www.bmwk.de/RZReg/rechenzentrums-register.html>
- 55 <https://netzpolitik.org/2023/geodaten-und-personalisierung-datenschutzrisiko-deutschlandticket/>
- 56 <https://netzpolitik.org/tag/chatkontrolle/>
- 57 <https://netzpolitik.org/2024/verbraucherschutz-bundestag-verabschiedet-das-digitale-dienste-gesetz/>
- 58 <https://netzpolitik.org/tag/geschichten-aus-dem-dsc-beirat/>
- 59 <https://netzpolitik.org/2023/eckpunktepapier-die-fallstricke-beim-gesetz-gegen-digitale-gewalt/>
- 60 <https://netzpolitik.org/2024/haette-haette-doch-kein-gesetz-gegen-digitale-gewalt/>
- 61 <https://netzpolitik.org/2025/ai-act-wie-die-ausnahmen-in-der-ki-verordnung-landeten/>
- 62 <https://netzpolitik.org/2024/sicherheitspaket-eine-biometrische-datenbank-um-alle-zu-finden/>
- 63 <https://netzpolitik.org/2024/ki-verordnung-tritt-in-kraft-durchlaessig-wie-ein-perlenvorhang/>
- 64 <https://netzpolitik.org/tag/gesundheitsdatennutzungsgesetz/>
- 65 <https://www.forschungsdatenzentrum-gesundheit.de/>
- 66 <https://netzpolitik.org/tag/epa/>
- 67 <https://netzpolitik.org/2025/elektronische-patientenakte-lauterbach-verspricht-einen-start-ohne-restrisiko/>
- 68 <https://netzpolitik.org/2024/chaos-communication-congress-das-narrativ-der-sicheren-elektronischen-patientenakte-ist-nicht-mehr-zu-halten/>
- 69 <https://netzpolitik.org/2025/offener-brief-fuenf-massnahmen-fuer-mehr-vertrauen-in-die-elektronische-patientenakte/>
- 70 <https://www.bmfsfj.de/bmfsfj/themen/engagement-und-gesellschaft/engagement-staerken/engagementstrategie-des-bundes-222072>
- 71 <https://blog.wikimedia.de/2024/12/06/digitales-ehrenamt-engagementstrategie/>
- 72 <https://netzpolitik.org/2024/gemeinnuetziger-journalismus-die-letzte-gelegenheit-ist-jetzt/>
- 73 <https://correctiv.org/in-eigener-sache/2024/09/25/gemeinnuetziger-journalismus-im-bundestag/>
- 74 <https://netzpolitik.org/2024/bundeshaushalt-zivilgesellschaftliche-projekte-sorgen-sich-um-finanzierung/>
- 75 <https://dip.bundestag.de/vorgang/gesetz-zur-staerkung-von-massnahmen-zur-demokratiefoerderung-vielfaltgestaltung-extremismuspraevention-und/295444>
- 76 <https://www.bundestag.de/dokumente/textarchiv/2022/kw25-de-werbeverbot-schwangerschaftsabbruch-897782>
- 77 <https://www.bundesregierung.de/breg-de/aktuelles/runder-tisch-einigt-sich-auf-empfehlungen-zum-e-lending-in-oeffentlichen-bibliotheken-kulturstaaatsministerin-roth-wichtiger-schritt-fuer-faire-rahmenbedingungen-beim-e-lending--2318220>

Mitgliederversammlung des FIfF

Bremerhaven, 27. Oktober 2024, 11:05 – 12:55 Uhr

– Beschlussprotokoll –

Sitzungsleitung: Stefan Hügel als Vorsitzender des FIfF

1. Begrüßung und Feststellung der Beschlussfähigkeit und der Protokollführung

Zur Versammlung ist ordentlich in der FIfFKo 2/2024 eingeladen worden und diese ist dadurch beschlussfähig.
Protokollführung: Jens Rinne

2. Beschlussfassung über Tages- und Geschäfts- und Wahlordnung

Geschäfts- und Wahlordnung wird von der MV in bekannter Form genehmigt.
Der Tagesordnung wurde in der vorliegenden Form zugestimmt.

3. Bericht des Vorstandes einschl. Kassenbericht

Stefan Hügel berichtet über die kontinuierliche Arbeit des FIfF seit der letzten MV und über den Haushalt mit Stand 13.10.2024. Außerdem berichten Vertreter:innen der Regionalgruppen.
Es wurden keine Beschlüsse gefasst.

4. Bericht der Kassenprüfer

Für die am 30.04.2024 in Bremen durchgeführte Kassenprüfung durch Hui Shi und Berthold Hoffmann berichtet Dagmar Boedicker der MV. Aus dem Kassenprüfungsprotokoll: „Dem Vorstand wird eine dem Vereinszweck entsprechende, ordnungsgemäße Kassenführung bescheinigt. Einer Entlastung des Vorstandes steht nach unserer Auffassung nichts entgegen.“

5. Diskussion der Berichte

Es wurden keine Beschlüsse gefasst.

6. Entlastung des Vorstandes

Dagmar Boedicker schlägt die Entlastung des Vorstandes für das Geschäftsjahr 2023 vor.
Die MV entlastet den Vorstand einmütig bei 2 Enthaltungen.

7. Neuwahl der Kassenprüfer

Die MV wählt im Block einstimmig zu den neuen Kassenprüfer*innen des FIfF: Hui Shi und Berthold Hoffmann (vorbehaltlich der jeweiligen persönlichen Zustimmung).

8. Diskussion über Ziele und Arbeit des FIfF, aktuelle Themen, Verabschiedung von Stellungnahmen, Berichte aus den Regionalgruppen

Hans-Jörg Kreowski erläutert den Vorstands-Vorschlag eines FIfF Friedensmemorandums. Die Mitgliederversammlung begrüßt einstimmig die Idee eines Friedensmemorandums und empfiehlt dem Vorstand, eine finale Fassung zu erarbeiten und diese möglichst mit den Mitgliedern zu koordinieren. Es wurden keine weiteren Beschlüsse gefasst.

9. Anträge an die Mitgliederversammlung

Es lagen keine Anträge vor.

10. Verschiedenes

Es wurden keine Beschlüsse gefasst.

11. Genehmigung des Beschlussprotokolls

Das Protokoll wird einstimmig genehmigt.

Bremerhaven, den 27. Oktober 2024, für die Richtigkeit

gez. Stefan Hügel
(Vorsitzender des Vorstandes)
gez. Jens Rinne
(Protokollführung)



Forum InformatikerInnen für Frieden und gesellschaftliche Verantwortung

Im FIfF haben sich rund 700 engagierte Frauen und Männer aus Lehre, Forschung, Entwicklung und Anwendung der Informatik und Informationstechnik zusammengeschlossen, die sich nicht nur für die technischen Aspekte, sondern auch für die gesellschaftlichen Auswirkungen und Bezüge des Fachgebietes verantwortlich fühlen. Wir wollen, dass Informationstechnik im Dienst einer lebenswerten Welt steht. Das FIfF bietet ein Forum für eine kritische und lebendige Auseinandersetzung – offen für alle, die daran mitarbeiten wollen oder auch einfach nur informiert bleiben wollen.

Vierteljährlich erhalten Mitglieder die Fachzeitschrift FIfF-Kommunikation mit Artikeln zu aktuellen Themen, problematischen

Entwicklungen und innovativen Konzepten für eine verträgliche Informationstechnik. In vielen Städten gibt es regionale AnsprechpartnerInnen oder Regionalgruppen, die dezentral Themen bearbeiten und Veranstaltungen durchführen. Jährlich findet an wechselndem Ort eine Fachtagung statt, zu der TeilnehmerInnen und ReferentInnen aus dem ganzen Bundesgebiet und darüber hinaus anreisen. Außerdem beteiligt sich das FIfF regelmäßig an weiteren Veranstaltungen, Publikationen, vermittelt bei Presse- oder Vortragsanfragen ExpertInnen, führt Studien durch und gibt Stellungnahmen ab etc. Das FIfF kooperiert mit zahlreichen Initiativen und Organisationen im In- und Ausland.

FIfF online

Das ganze FIfF

www.fiff.de

Twitter FIfF e.V. – @FIfF_de

Cyberpeace

cyberpeace.fiff.de

Twitter Cyberpeace – @FIfF_AK_RUIN

Faire Computer

blog.faire-computer.de

Twitter Faire Computer – @FaireComputer

Mitglieder-Wiki

<https://wiki.fiff.de>

FIfF-Mailinglisten

FIfF-Mailingliste

An- und Abmeldungen an:

<https://lists.fiff.de>

Beiträge an: fiff-L@lists.fiff.de

FIfF-Mitgliederliste

An- und Abmeldungen an:

<https://lists.fiff.de>

FIfF-Beirat

Ute Bernhardt (Berlin); **Dagmar Boedicker** (München); Dr. **Philip W. Brunst** (Köln); Prof. Dr. **Christina B. Class** (Jena); Prof. Dr. **Wolfgang Coy** (Berlin); Prof. Dr. **Wolfgang Däubler** (Bremen); Prof. Dr. **Christiane Floyd** (Berlin); Prof. Dr. **Klaus Fuchs-Kittowski** (Berlin); Prof. Dr. **Michael Grütz** (München); Prof. Dr. **Thomas Herrmann** (Bochum); Prof. Dr. **Wolfgang Hesse** (München); Prof. Dr. **Wolfgang Hofkirchner** (Wien); Prof. Dr. **Eva Hornecker** (Weimar); **Werner Hülsmann** (München); **Ulrich Klotz** (Frankfurt am Main); Prof. Dr. **Klaus Köhler** (Mannheim); Prof. Dr. **Jochen Koubek** (Bayreuth); Dr. **Constanze Kurz** (Berlin); Prof. Dr. **Klaus-Peter Löhr** (Berlin); Prof. Dr. **Dietrich Meyer-Ebrecht** (Aachen); **Werner Mühlmann** (Calau); Prof. Dr. **Frieder Nake** (Bremen); Prof. Dr. **Rolf Oberliesen** (Paderborn); Prof. Dr. **Arno Rolf** (Hamburg); Prof. Dr. **Alexander Rossnagel** (Kassel); **Ingo Ruhmann** (Berlin); Prof. Dr. **Gerhard Sagerer** (Bielefeld); Prof. Dr. **Gabriele Schade** (Erfurt); **Ralf E. Streibl** (Bremen); Prof. Dr. **Marie-Theres Tinnefeld** (München); Prof. Dr. **Eberhard Zehndner** (Jena)

FIfF-Vorstand

Stefan Hügel (Vorsitzender) – Frankfurt am Main
Rainer Rehak (stellv. Vorsitzender) – Berlin
Michael Ahlmann – Kiel / Blumenthal
Gilbert Assaf – Berlin
Alexander Heim – Berlin
Sylvia Johnigk – München
Prof. Dr. **Hans-Jörg Kreowski** – Bremen
Kai Nothdurft – München
Prof. Dr. **Britta Schinzel** – Freiburg im Breisgau
Dr. **Friedrich Strauß** – München
Prof. Dr. **Werner Winzerling** – Magdeburg
Margita Zallmann – Bremen

FIfF-Geschäftsstelle

Ingrid Schlagheck (Geschäftsführung) – Bremen
Benjamin Kees – Berlin

Impressum

Herausgeber	Forum InformatikerInnen für Frieden und gesellschaftliche Verantwortung e. V. (FIfF)
Verlagsadresse	FIfF-Geschäftsstelle Goetheplatz 4 D-28203 Bremen Tel. (0421) 33 65 92 55 fiff@fiff.de
Erscheinungsweise	vierteljährlich
Erscheinungsort	Bremen
ISSN	0938-3476
Auflage	1 400 Stück
Heftpreis	7 Euro. Der Bezugspreis für die FIfF-Kommunikation ist für FIfF-Mitglieder im Mitgliedsbeitrag enthalten. Nichtmitglieder können die FIfF-Kommunikation für 28 Euro pro Jahr (inkl. Versand) abonnieren.
Hauptredaktion	Dagmar Boedicker, Stefan Hügel (Koordination), Sylvia Johnigk, Hans-Jörg Kreowski, Dietrich Meyer-Ebrecht, Ingrid Schlagheck
Schwerpunktredaktion	Ulrike Erb, Karin Vosseberg
V.i.S.d.P.	Stefan Hügel
Retrospektive	Beiträge für diese Rubrik bitte per E-Mail an redaktion@fiff.de
Lesen, SchlussFIfF	Beiträge für diese Rubriken bitte per E-Mail an redaktion@fiff.de
Layout	Berthold Schroeder, München
Cover	Logo der FIfF-Konferenz 2024
Druck	Girzig+Gottschalk GmbH, Bremen Heftinhalt auf 100 % Altpapier gedruckt.



Druckprodukt mit finanziellem
Klimabeitrag
ClimatePartner.com/12164-2404-1001



Die FIfF-Kommunikation ist die Zeitschrift des „Forum InformatikerInnen für Frieden und gesellschaftliche Verantwortung e. V.“ (FIfF). Die Beiträge sollen die Diskussionen unter Fachleuten anregen und die interessierte Öffentlichkeit informieren. Namentlich gekennzeichnete Artikel geben die jeweilige Autor:innen-Meinung wieder.

Die FIfF-Kommunikation ist das Organ des FIfF und den politischen Zielen und Werten des FIfF verpflichtet. Die Redaktion behält sich vor, in Ausnahmefällen Beiträge abzulehnen.

Nachdruckgenehmigung wird nach Rücksprache mit der Redaktion in der Regel gern erteilt. Voraussetzung hierfür sind die Quellenangabe und die Zusendung von zwei Belegexemplaren. Für unverlangt eingesandte Artikel übernimmt die Redaktion keine Haftung.

Wichtiger Hinweis: Wir bitten alle Mitglieder und Abonnent:innen, Adressänderungen dem FIfF-Büro möglichst umgehend mitzuteilen.

Aktuelle Ankündigungen

(mehr Termine unter www.fiff.de)

FIfF-Konferenz 2025 – in Planung

FIfF-Kommunikation

2/2025 „Informatik und Gesellschaft“

Stefan Hügel

Redaktionsschluss: 2. Mai 2025

Zuletzt erschienen:

1/2024 FIfF-Konferenz 2023

2/2024 40 Jahre FIfF – denkwürdige Zeiten

3/2024 Datenschutz überall – außer in der Praxis?

4/2024 Künstliche Intelligenz zwischen euphorischen Erwartungen und dystopischen Szenarien

W&F – Wissenschaft & Frieden

2/24 Fokus Mittelmeer

3/24 Widerstehen – Widersetzen

4/24 Eskalationen im Nahen Osten

1/25 Wider das Vergessen

vorgänge – Zeitschrift für Bürgerrechte und Gesellschaftspolitik

#247/248 Zukunft der Bildung

#249 Kontrolle der Polizei

#250 Zum Stand der deutschen Einheit

#251 Demokratisierung

DANA – Datenschutz-Nachrichten

1/24 DSGVO und BDSG und Datenschutzaufsicht

2/24 Gesundheitsdaten

3/24 Nach der Europawahl

4/24 Betroffene und ihre Rechte

Das FIfF-Büro

Geschäftsstelle FIfF e. V.

Ingrid Schlagheck (Geschäftsführung)

Goetheplatz 4, D-28203 Bremen

Tel.: (0421) 33 65 92 55, Fax: (0421) 33 65 92 56

E-Mail: fiff@fiff.de

Die Bürozeiten finden Sie unter www.fiff.de

Bankverbindung

Bank für Sozialwirtschaft (BFS) Köln

Spendenkonto:

IBAN: DE79 3702 0500 0001 3828 03

BIC: BFSWDE33XXX

Kontakt zur Redaktion der FIfF-Kommunikation:

redaktion@fiff.de

Schluss F...I...f...F...

ÖPNV kriegstüchtig



Truppentransporter in deutscher Großstadt (Symbolbild), Foto: 1970gemin, CC BY-SA 4.0

Geeignete Texte für den SchlussFiff bitte mit Quellenangabe an redaktion@fiff.de senden.

Nutzungshinweise

Die vorliegende Datei wird im Rahmen der Mitgliedschaft des FlfF e. V. oder eines Abonnements der FlfF-Kommunikation zur Verfügung gestellt.

Die Einspeisung in Datenbanksysteme, Listen, Blogs oder die Bereitstellung der Datei zum Download durch Dritte wird ausdrücklich untersagt – die Datei dient ausschließlich dem privaten unbegrenzten Gebrauch durch die Mitglieder und die Abonnent:innen.

[zurück zum Cover](#)