

Die Technik hinter den Schlagzeilen

Gerd Weichhaus

DIE TECHNIK HINTER DEN SCHLAGZEILEN

Warum KI, Halbleiter und Energiewende unsere Zukunft prägen

Impressum

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der
Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im
Internet über <http://dnb.dnb.de> abrufbar.

© 2026 Gerd Weichhaus

Veröffentlicht über:

Bookmundo, Delftsestraat 33, 3013AE Rotterdam, Niederlande

Gedruckt in Deutschland

ISBN: 9789403926889

Vorwort

Der Kaffee ist noch heiß, das Handy schon in der Hand. In den Nachrichten kommt eine Meldung über Künstliche Intelligenz, die nächste über die Energiewende, dazwischen eine Randnotiz zu einem Stromausfall irgendwo in Europa. Fast jeden Tag lesen oder hören wir Schlagzeilen über Künstliche Intelligenz, Energiewende, Wärmepumpen, Elektroautos, Stromausfälle, Halbleiter oder Wasserstoff. Kaum ein Tag vergeht, ohne dass neue technische Entwicklungen diskutiert werden. Die Meinungen dazu sind oft eindeutig. Die technischen Hintergründe dagegen bleiben es erstaunlich selten.

Dabei entscheidet Technik längst über viele Bereiche unseres Alltags. Sie beeinflusst, wie wir wohnen, uns fortbewegen, Energie erzeugen und Informationen nutzen. Trotzdem bleiben die eigentlichen Zusammenhänge häufig im Hintergrund verborgen. Begriffe werden verwendet, ohne erklärt zu werden. Komplexe Themen werden auf wenige Schlagzeilen reduziert. Das reicht aus, um Diskussionen anzustoßen. Aber zum wirklichen Verstehen reicht es selten.

Genau deshalb wurde dieses Buch geschrieben.

Es möchte keine politischen Positionen vertreten und keine gesellschaftlichen Debatten entscheiden. Stattdessen erklärt es die Technik hinter den Themen, über die täglich gesprochen wird. Wie funktioniert ein Stromnetz? Warum ist dessen Ausbau so aufwendig? Warum benötigt Künstliche Intelligenz so viel Energie? Weshalb sind moderne Halbleiter so schwer herzustellen? Und warum lassen sich viele technische Probleme nicht so einfach lösen, wie es manchmal den Eindruck macht?

Sie benötigen dafür kein Ingenieurstudium. Alles wird anschaulich und ohne unnötigen Fachjargon erklärt. Wo Zusammenhänge kompliziert erscheinen, helfen Beispiele aus dem Alltag, aus der eigenen Stromrechnung, dem nächsten Autokauf oder der Werkstatt, in der so manches aus diesem Buch seinen Ursprung hat.

Technik ist selten schwarz oder weiß. Fast jede Lösung bringt Vorteile, aber auch Grenzen und Herausforderungen mit sich. Wer die technischen Grundlagen kennt, kann Entwicklungen besser verstehen und einordnen und sich eine eigene, fundierte Meinung bilden. Wenn Ihnen dieses Buch dabei hilft, die Schlagzeilen von morgen mit einem besseren Verständnis zu lesen, hat es seinen Zweck erfüllt.

Hinweise zu diesem Buch

Es erklärt nicht jede Technologie bis ins kleinste Detail und ersetzt kein Lehrbuch für Elektrotechnik oder Informatik. Stattdessen zeigt es die wichtigsten technischen Zusammenhänge so, dass sie auch ohne Vorkenntnisse nachvollziehbar werden. Ziel ist nicht, Sie zum Experten für jedes einzelne Fachgebiet auszubilden. Ziel ist, Ihnen das notwendige Verständnis zu vermitteln, um aktuelle Entwicklungen besser einordnen zu können.

Dabei verzichtet dieses Buch bewusst auf politische Bewertungen. Ob Energiewende, Künstliche Intelligenz oder Halbleiterpolitik, über viele dieser Themen wird kontrovers diskutiert. Dieses Buch möchte keine Position vertreten. Es erklärt die technischen Grundlagen, auf denen solche Diskussionen aufbauen. Wer die Technik versteht, kann sich leichter eine eigene, fundierte Meinung bilden.

An vielen Stellen finden Sie Passagen mit der Überschrift „Notiz am Rande“. Sie beruhen auf meinen eigenen Erfahrungen aus vielen Jahren praktischer Arbeit mit elektronischen Geräten, Mess- und Prüftechnik sowie industriellen Anwendungen. Sie zeigen, wie sich technische Zusammenhänge schon im Alltag bemerkbar machen, und warum manche Probleme in der Praxis ganz anders aussehen als in der Theorie.

Die Technik entwickelt sich kontinuierlich weiter. Neue Verfahren, Produkte und gesetzliche Rahmenbedingungen verändern sich teilweise innerhalb weniger Jahre. Alle Beispiele und Erläuterungen entsprechen daher dem Wissensstand zum Zeitpunkt der Veröffentlichung. Einzelne Zahlen oder politische Entscheidungen können sich jederzeit ändern. Die grundlegenden technischen Prinzipien bleiben davon weitgehend unberührt.

Wenn Sie nach der Lektüre Nachrichten über Künstliche Intelligenz, Stromnetze, Chipfabriken, Energiewende oder moderne Industrie mit anderen Augen lesen und technische Zusammenhänge besser erkennen können, hat dieses Buch sein Ziel erreicht.

Noch einige formale Hinweise:

Dieses Buch wurde mit großer Sorgfalt erstellt. Die Inhalte basieren auf praktischem Wissen, Erfahrung und allgemein zugänglichen Informationen. Dennoch kann keine Gewähr für die vollständige Richtigkeit und Aktualität aller Angaben übernommen werden. Fehler lassen sich trotz sorgfältiger Arbeit nicht vollständig ausschließen.

Das vorliegende Buch ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte vorbehalten. Die Verwendung von Texten oder Abbildungen, auch auszugsweise, ist ohne vorherige schriftliche Genehmigung des Urhebers nicht gestattet. Dies gilt insbesondere für die Vervielfältigung, Verbreitung oder Nutzung in elektronischen Systemen.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	4
Inhaltsverzeichnis	7
Einleitung	15
Kapitel 1.....	18
Warum KI ohne Rechenzentren nicht existieren würde	18
Eine Investitionssumme, welche die Vorstellungskraft übersteigt	19
Warum ChatGPT nicht schon vor zehn Jahren entstehen konnte	20
Warum größere Modelle nicht einfach nur größer sind	22
Warum Effizienzgewinne den Ausbau nicht bremsen	22
Was passiert, wenn eine Frage gestellt wird	24
Training und Inferenz: zwei sehr unterschiedliche Rechenaufgaben	24
Warum diese Rechenleistung riesige Hallen nötig macht	25
Hochleistungsprozessoren in Clustern	26
Warum Rechenzentren durstig sind	27
Warum der Strombedarf zur zentralen Frage wird	28
Edge-Computing: ein Gegenmodell mit Grenzen	30
Was hinter den Chips steckt.....	31
Kapitel 2.....	32
Warum Halbleiter die neue strategische Ressource sind	32
Eine Maschine, die kaum jemand kennt.....	33
Warum sich Transistoren nicht endlos verkleinern lassen	35
Chiplets: ein Ausweg aus der physikalischen Grenze	36

Chipdesign und Chipfertigung: zwei getrennte Welten	37
Warum wenige Fabriken über die Weltwirtschaft mitentscheiden	38
Nicht jeder Chip ist ein Hochleistungschip	39
Was hinter der Nanometer-Angabe eines Chips wirklich steckt ...	40
Weshalb Taiwan und Südkorea geopolitisch so wichtig geworden sind	41
Was passiert, wenn Lieferketten ausfallen.....	41
Zweite Lieferquellen: die eigentliche Lehre aus der Chipkrise	43
Eine Ressource, die anders ist als Öl	44
Kapitel 3.....	45
Warum Elektronik zur geopolitischen Waffe geworden ist	45
Warum Staaten Exportkontrollen für Halbleiter und Elektronik einsetzen	46
Dual-Use: warum die Grenze zwischen zivil und militärisch schwimmt.....	47
Wenn Exportkontrollen nach hinten losgehen.....	48
Die Sanktionsumgehung: der Katz-und-Maus-Effekt	49
Wie Elektronik, Rohstoffe und nationale Sicherheit zusammenhängen	50
Warum Europa und die USA eigene Fabriken bauen, obwohl das teurer ist.....	52
Was technologische Souveränität konkret bedeutet	54
Eine ganz praktische Folge: der Kauf einer SSD	55
Ein Blick voraus	57
Kapitel 4.....	58
Warum Stromnetze über die Energiewende entscheiden	58

Warum reicht es nicht, einfach mehr Windräder und Solaranlagen zu bauen?	58
Warum Leitungen und Transformatoren über den Erfolg der Energiewende entscheiden	59
Übertragungsnetz und Verteilnetz: zwei unterschiedliche Baustellen	61
Ein Netz ohne Wettbewerb: warum Netzbetreiber reguliert werden	62
Was ein Netz eigentlich „intelligent“ macht	63
Was passiert bei einem Blackout technisch wirklich?	64
Warum mehr erneuerbare Energie die Netzstabilität zusätzlich herausfordert	66
Warum steigen Strompreise trotz wachsendem Anteil erneuerbarer Energien?	67
Das nächste Problem: wenn Erzeugung und Verbrauch zeitlich auseinanderfallen	69
Kapitel 5.....	71
Energiespeicher: Warum Strom sich nicht einfach aufheben lässt	71
Eine kurze Geschichte des Aufbewahrens.....	72
Der mechanische Klassiker: Pumpspeicherkraftwerke	73
Batteriespeicher: Chemie statt Höhenunterschied	74
Die Alterung der Batteriespeicher	75
Wenn Strom zu Luft, zu Schwung oder zu elektrischem Feld wird	77
Die Schwungradspeicher	78
Superkondensatoren für die schnelle Pufferung elektrischer Energie	79

Warum unterschiedliche Speicher unterschiedliche Aufgaben übernehmen	80
Warum die Wahl eines Speichers auch eine Rechenaufgabe ist	81
Ein Blick voraus	82
Kapitel 6.....	83
Wärmepumpen: Wie ein „Kühlschrank rückwärts“ ein Haus heizt	83
Der Kältekreislauf: ein gemeinsames Prinzip für Kühlschrank und Wärmepumpe	83
Warum kalte Luft trotzdem genug Wärme enthält.....	85
Warum eine Wärmepumpe mehr Wärme liefert als sie Strom verbraucht.....	86
COP versus Jahresarbeitszahl: die Testzahl auf dem Etikett und die Realität.....	87
Drei Wärmequellen, drei Strategien	87
Warmwasser: die zweite Aufgabe, die eine Wärmepumpe oft mit übernimmt.....	88
Warum alte Heizkörper zum Problem werden können.....	89
Warum der Nachbar mitreden darf: Schallschutz bei der Außeneinheit	90
Warum das Kältemittel selbst zum Thema wird	91
Ein Blick voraus	92
Kapitel 7.....	93
Elektromobilität: Was wirklich in einem Elektroauto steckt	93
Der Elektromotor: das eigentliche Herzstück	94
Warum ein Elektroauto kaum ein Schaltgetriebe braucht	96
Warum aus Gleichstrom Wechselstrom wird	97
Warum sich das Laden mit der Zeit verlangsamt	98

Rekuperation: Bremsen, die aufladen	99
Der Gesamtwirkungsgrad: warum so wenig Energie verloren geht	100
Ein neuer Halbleiter für den Inverter	101
Die Batterie im Fahrzeug: andere Anforderungen als im Haus...	102
Ein Blick voraus	104
Kapitel 8.....	105
Wasserstoff: Hoffnungsträger oder Nebenschauplatz?	105
Warum Wasserstoff nicht einfach gefördert wird	105
Die „Farbenlehre“ des Wasserstoffs.....	106
Wie Elektrolyse tatsächlich funktioniert	106
Der Rucksack, den jede Umwandlung mit sich trägt.....	107
Speicherung und Transport: das unterschätzte Problem	108
Wo Wasserstoff wirklich unverzichtbar ist	109
Warum Wasserstoff im Auto eher verliert.....	110
Die Importfrage: Wasserstoff aus fernen Ländern	111
Ein nüchterner Blick auf beide Lager	112
Kapitel 9.....	114
Rohstoffe und Recycling: Was aus alter Technik wird	114
Warum ein alter Laptop mehr enthält, als er zu sein scheint	114
Was einen Rohstoff eigentlich kritisch macht.....	115
Urban Mining: die Stadt als Bergwerk	116
Wie Elektroschrott-Recycling technisch abläuft	117
Batterien: der schwierigste Fall	118
Seltene Erden: klein in der Menge, aber groß an Aufwand	119

Eine neue Welle: ausgediente Solar- und Windanlagen.....	119
Design für die Tonne statt für die Werkbank.....	120
Warum Recycling nicht immer profitabel ist	121
Warum so viel Elektroschrott in der Schublade bleibt	122
Die Sorge um die eigenen Daten	122
Datenlöschung durch Überschreiben und mithilfe einer Verschlüsselung	123
Der Schatten der Branche: illegale Exporte	124
Warum moderne Recyclinganlagen wie kleine Fabriken wirken.	124
Kreislaufwirtschaft als Notwendigkeit, nicht als Kür	125
Recycling als Antwort auf ein weiteres, heikles Problem	126
Kapitel 10.....	128
Warum Sensoren unsere Welt heimlich verändern.....	128
Was einen Sensor überhaupt zum Sensor macht.....	129
Wie ein Auto Hindernisse erkennt, bevor der Mensch reagieren kann.....	130
Woher eine Maschine weiß, wann sie kaputtgeht	132
Warum Sensoren in Medizin, Industrie und Alltag immer wichtiger werden	134
Was einen einfachen von einem intelligenten Sensor unterscheidet	136
Eine kurze Geschichte der Miniaturisierung.....	137
Ein Blick voraus	139
Kapitel 11.....	140
Warum moderne Industrie ohne Messtechnik unmöglich wäre ..	140
Warum Messgenauigkeit über Sicherheit und Qualität entscheidet	141

Was in einer Fabrik passiert, wenn Messtechnik versagt	142
Warum sich Messgeräte weltweit gegenseitig vertrauen müssen	144
Wenn niemand ins Bauteil hineinsehen darf	146
Von der Werkstatt zur vollautomatisierten Qualitätskontrolle.....	148
Warum Messtechnik die Grundlage jeder Digitalisierung der Industrie ist	149
Ein Blick voraus	150
Kapitel 12.....	152
Warum Deutschland Fachkräfte dringender braucht als je zuvor	152
Warum überall Fachkräfte fehlen, obwohl Technik allgegenwärtig ist	153
Warum die Unterrepräsentation von Frauen mehr als eine Randnotiz ist.....	154
Warum der Mangel je nach Region sehr unterschiedlich ausfällt	155
Warum trotz Künstlicher Intelligenz neue technische Berufe entstehen	157
Welche Fähigkeiten künftig gefragt sein werden	158
Warum Programmieren allein nicht ausreicht	160
Warum auch das Handwerk fehlt, nicht nur die Akademie	161
Warum lebenslanges Lernen zur Pflicht wird	162
Wo Technik wirklich scheitert	163
Ein Blick voraus	164
Schlusskapitel	165
Warum Technik unsere Zukunft (mit-) entscheidet	165
Wird Künstliche Intelligenz Arbeitsplätze vernichten oder vor allem verändern?	166

Werden Roboter wirklich Menschen ersetzen oder nur bestimmte Tätigkeiten?	166
Ist Deutschland technisch noch wettbewerbsfähig, und was müsste sich ändern?	168
Welche Fähigkeiten werden für Einzelne wie für die Gesellschaft wichtiger?	169
Aus der Praxis: Ein Blick zurück auf zwölf Werkstätten	170
Die wichtigste Fähigkeit für die Zukunft.....	171
Über den Autor	172

Einleitung

Warum wir Nachrichten nicht verstehen, obwohl wir sie täglich lesen

Kaum ein Tag vergeht ohne eine Schlagzeile, die von Technik handelt. Eine KI schreibt Texte, die von menschlichen kaum zu unterscheiden sind. Eine Chipfabrik kostet Milliarden und wird zur Chefsache zwischen Kanzleramt und Konzernvorständen. Ein Land verhängt Exportkontrollen für ein Metall, von dem die meisten Menschen noch nie gehört haben. Ein Blackout legt binnen Sekunden ein ganzes Land lahm. Die Stromrechnung wird teurer, obwohl doch angeblich immer mehr Wind- und Sonnenenergie ins Netz fließt.

Wer diese Nachrichten verfolgt, kennt das Gefühl. Man liest die Fakten, nickt, blättert weiter. Am Ende bleibt trotzdem ein diffuses Unbehagen zurück, weil sich die einzelnen Meldungen nie zu einem Ganzen zusammenfügen. Man weiß, dass etwas passiert. Man versteht aber nur selten, warum.

Das liegt nicht daran, dass diese Themen zu kompliziert für den Alltagsverstand wären. Es liegt daran, dass sich kaum jemand die Mühe macht, die technische Ebene wirklich zu erklären. Genau auf dieser Ebene entscheidet sich am Ende, warum ein Land in eine Fabrik investiert, warum eine Lieferkette reißt oder warum ein Stromnetz zusammenbricht. Wirtschaftsjournalisten erklären die Zahlen. Politikjournalisten erklären die Entscheidungen. Kaum jemand aber erklärt die Technik dahinter, jene stille, oft unsichtbare Ebene aus Chips, Sensoren, Leitungen und Maschinen. Auf ihr entscheidet sich in Wahrheit, warum die Welt gerade so tickt, wie sie tickt. Genau diese Lücke will dieses Buch schließen.

Die These dieses Buchs ist denkbar einfach, und trotzdem wird sie in kaum einem Sachbuch konsequent zu Ende gedacht: Wer die Technik hinter den Schlagzeilen versteht, versteht automatisch auch mehr von der Wirtschaft, die diese Technik antreibt, von der Politik, die um sie ringt, und von der eigenen Zukunft, die von ihr geprägt wird. Ein Rechenzentrum ist keine abstrakte Wolke mehr, sondern

eine physische Halle voller Prozessoren, die Strom braucht und Wärme erzeugt. Ein Chip ist kein austauschbares Massenprodukt, sondern das Ergebnis eines der anspruchsvollsten Fertigungsprozesse, die Menschen je entwickelt haben. Und ein Stromnetz ist keine Selbstverständlichkeit. Es ist, auch für den technischen Laien erkennbar, ein fein austariertes System, das jede Sekunde neu ins Gleichgewicht gebracht werden muss. Wer das einmal verstanden hat, liest Nachrichten anders, nicht unbedingt misstrauischer, aber sicherlich genauer und differenzierter.

Dieses Buch schreibt kein Journalist und kein Wissenschaftler. Es schreibt jemand, der diese Technik aus der Praxis kennt, der über Jahre selbst viel darüber gelernt, in der Hand gehabt, gemessen und repariert hat, weil er verstehen wollte, wie sie funktioniert. Das ist kein Zufall, sondern der eigentliche Grund für dieses Buch. Es gibt genügend kluge Menschen, die über die gesellschaftlichen Folgen von Künstlicher Intelligenz philosophieren, ohne je einen Server von innen gesehen zu haben.

In diesem Buch geht es um etwas anderes: um den nüchternen, oft leicht ironischen Blick eines Praktikers, der weiß, wie viel Handarbeit, wie viel Kompromiss und wie viel schlichte Physik hinter jeder glänzenden Technikschriftzeile steckt. Genau deshalb kann er erklären, warum die Dinge so sind, wie sie sind, statt nur zu berichten, dass sie so sind.

Die zwölf Kapitel dieses Buchs folgen einer roten Linie, die vom Vertrauten zum Fernen führt und am Ende wieder zurück. Sie beginnt dort, wo die meisten Leser ohnehin schon stehen: bei Künstlicher Intelligenz und den Rechenzentren, ohne die sie nicht existieren würde. Von dort geht der Blick tiefer, zu den Halbleitern, der Ressource, die diese Rechenzentren erst möglich macht, und weiter hinaus zur geopolitischen Bühne, auf der Elektronik längst zur Waffe geworden ist. Danach kehrt der Blick zurück in den Alltag: zu den Stromnetzen, die über den Erfolg der Energiewende entscheiden, zu den Speichern, die überschüssigen Strom für später aufheben, und zu einer Technik, die dabei wie ein umgekehrter Kühlschrank arbeitet, um ganze Häuser zu beheizen. Von dort führt der Weg unter die

Motorhaube eines Elektroautos und zu der Frage, ob Wasserstoff tatsächlich der Hoffnungsträger ist, als der er oft gehandelt wird. Der Blick wandert weiter zu den Rohstoffen, die in jedem ausrangierten Gerät stecken, zu den Sensoren, die heimlich, aber unaufhaltsam jeden Winkel unseres Lebens verändern, und in die Fabrikhalle, zur Messtechnik, ohne die keine moderne Industrie funktionieren würde. Und am Ende dieser Reise stehen die Menschen selbst: die Ingenieurinnen und Ingenieure, die all das bauen, warten und weiterdenken müssen, und ohne die auch die klügste Technik am Ende nur totes Material bleibt. Ein Schlusskapitel führt die Fäden aus all diesen Stationen wieder zusammen und stellt die eigentliche Frage, um die dieses Buch am Ende kreist: was diese Technik für unsere gemeinsame Zukunft bedeutet.

Kapitel 1

Warum KI ohne Rechenzentren nicht existieren würde

Ein Cursor blinkt in einem leeren Chatfenster. Eine Frage wird eingetippt, ein Klick genügt, und wenig später erscheint eine flüssig formulierte Antwort auf dem Bildschirm. Es ist ein Vorgang, der binnen weniger Jahre zur Selbstverständlichkeit geworden ist, kaum aufwendiger als eine Suchanfrage bei Google. Aber genau dieser scheinbar simple Moment steckt im Zentrum einer der teuersten industriellen Bauwellen der Geschichte. Und das ist den wenigsten bewusst, die gerade auf „Senden“ klicken.

Lange Zeit kursierte dazu eine einfache Regel: Eine Anfrage an ChatGPT verbraucht ungefähr zehnmal so viel Strom wie eine gewöhnliche Google-Suche. Diese Zahl wurde schon in unzähligen Artikeln zitiert, in Talkshows erwähnt und in Diskussionen über die Klimafolgen der Künstlichen Intelligenz als Beleg herangezogen. Sie klang plausibel, sie war einprägsam, aber sie hatte einen entscheidenden Fehler:

Sie war schon in dem Moment veraltet, als sie am häufigsten in den Medien zitiert wurde.

Spätere Untersuchungen kamen zu einem anderen Ergebnis. Eine durchschnittliche Anfrage an ein modernes Sprachmodell verbraucht kaum mehr Energie als eine klassische Websuche. Die Modelle wurden effizienter, die Hardware ebenfalls. Und ein Großteil der ursprünglichen Vergleichszahl beruhte auf Annahmen über besonders rechenintensive Anfragen, nicht auf dem Durchschnitt. Wer die alte Zehnfach-Regel weiterhin zitiert, verbreitet zwar nicht unbedingt eine Lüge, dafür aber eine Momentaufnahme aus einer Zeit, die technisch längst Geschichte ist.