



Wegweiser Digitale Debatten

Teil 1: Algorithmische Systeme



Impressum

Innovationsbüro Digitales Leben

Die Publikation wird herausgegeben vom Innovationsbüro des Bundesministeriums für Familie, Senioren, Frauen und Jugend.

Innovationsbüro des Bundesministeriums für Familie, Senioren, Frauen und Jugend

c/o iRights.Lab GmbH
Schützenstraße 8
D-10117 Berlin

Email: kontakt@innovationsbuero.net

www.innovationsbuero.net
www.irights-lab.de
www.bmfsfj.de

Verantwortlich: Philipp Otto, Leiter des Innovationsbüros

Autor:innen: Elena Kalogeropoulos, Anne Lammers, Jaana Müller-Brehm, Michael Puntschuh

Lektorat: Julia Schrader, Annika Albert

Gestaltung und Satz: Christoph Löffler

Druck:

Lizenz: Alle originären Inhalte in dieser Publikation sind, soweit nichts anderes vermerkt ist, lizenziert unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International (CC BY 4.0). Bei weiterer Verwendung ist als Quelle zu nennen: Innovationsbüro des BMFSFJ (<https://innovationsbuero.net>). Die vollständigen Lizenzbedingungen finden Sie unter: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode.de>



4.0

Inhalt

1. Einleitung	4
2. Vom Algorithmus bis zur „Künstlichen Intelligenz“	5
2.1 Überblick	5
2.2 Begriffe: Die feinen Unterschiede	6
Algorithmus	6
Algorithmisches System	7
Nicht-lernende Systeme	8
Lernende Systeme	9
Künstliche Intelligenz (KI)	10
3. Wer entwickelt algorithmische Systeme und wie?	10
3.1 Software nach Waterfall-Ablauf: mehr als programmieren	10
3.2 Software-Gestalter:innen: wir sind viele	11
4. Wofür werden algorithmische Systeme eingesetzt?	12
5. Warum nutzen wir algorithmische Systeme?	13
6. Warum machen algorithmische Systeme Fehler?	14
7. Literatur/Quellen	15

1. Einleitung

In vielen Bereichen unseres alltäglichen Lebens spielen Algorithmen und Künstliche Intelligenz (KI) mittlerweile eine bedeutende Rolle. Spracherkennungssoftware übersetzt gesprochene Worte in Befehle, Bewerbungsfilter sortieren unpassende Kandidat:innen für eine Stelle aus und Gesundheits-Apps werden zu Verhütungsmitteln, indem sie fruchtbare und unfruchtbare Tage prognostizieren. In allen diesen Beispielen kommen Algorithmen zum Einsatz, deren Anwendungen jedoch bedeutende ethische Fragen aufwerfen. Denn wenn der Smart Speaker bei der Spracherkennung nicht genau genug arbeitet, die Bewerbungsfiltersoftware Kandidat:innen nicht aufgrund ihrer Qualifikation, sondern ihres Geschlechts aussortiert und der Algorithmus für die Verhütungs-App auf fehlerhaften Daten basiert, geht das mit teils gravierenden sozialen Konsequenzen einzelner oder ganzer gesellschaftlicher Gruppen einher. Die Beschäftigung mit algorithmischen Systemen, ihren Fallstricken und Besonderheiten, hilft nicht nur zu verstehen, in welchen Bereichen diese zum Einsatz kommen (können), sondern sensibilisiert darüber hinaus für Folgewirkungen, die bei ihrer Anwendung auftreten können.

Mit diesem Problemaufriss ist eines der Themen angesprochen, mit denen sich das Innovationsbüro Digitales Leben des Bundesministeriums für Familien, Senioren, Frauen und Jugend (BMFSFJ) beschäftigt. Das Innovationsbüro ist ein Think Tank zur positiven Gestaltung der Digitalisierung innerhalb des Ministeriums. Die hier entwickelten Maßnahmen und Strategien sind von unmittelbarer Relevanz für die Zielgruppen des BMFSFJ, denn soziale Beziehungen werden heute zunehmend digital vermittelt. Das Innovationsbüro sieht es als eine seiner Kernaufgaben, als Schnittstelle zwischen Zivilgesellschaft und öffentlicher Verwaltung diese Prozesse aktiv und zum Wohle aller mitzugestalten.

Die Publikation ist Teil seiner Tätigkeiten. Hier stehen zentrale digitaletische Themen im Mittelpunkt, mit denen sich das Innovationsbüro intensiv auseinandersetzt und die uns alle berühren. Denn wenn algorithmische Systeme in immer mehr alltäglichen Lebensbereichen zur Anwendung kommen, steht das BMFSFJ als Gesellschaftsministerium besonders in der Verantwortung, hier im Interesse seiner Zielgruppen zu wirken. In einem ersten Schritt ist es von zentraler Bedeutung, über Funktionsweisen, Begrifflichkeiten und die sozialen Konsequenzen bei der Anwendung derartiger Systeme zu sprechen.

Genau an diesem Punkt setzt diese Veröffentlichungsreihe an. Sie dient der Wissensvermittlung, der Veranschaulichung des Problemkomplexes sowie der kritischen Reflexion des Einsatzes von algorithmischen Systemen und KI. Damit richtet sie sich sowohl an Entscheidungsträger:innen in der öffentlichen Verwaltung als auch an Entwickler:innen, interessierten Einzelpersonen und gesellschaftlichen Interessensvertretungen. Denn die Möglichkeiten und Dilemmata

solcher Technologien, die zunehmend unseren Alltag bestimmen, gehen uns alle an. Das Innovationsbüro des Bundesfamilienministeriums legt mit dieser Veröffentlichung einen wesentlichen Grundstein für einen informierten und kritischen Diskurs zwischen Ministerien und Zivilgesellschaft im Bereich der digitalen Gesellschaft.

Der Teil 1 „Algorithmische Systeme“ hat zunächst zum Ziel, grundlegende Fragen in Zusammenhang mit Algorithmen und KI zu klären, darunter:

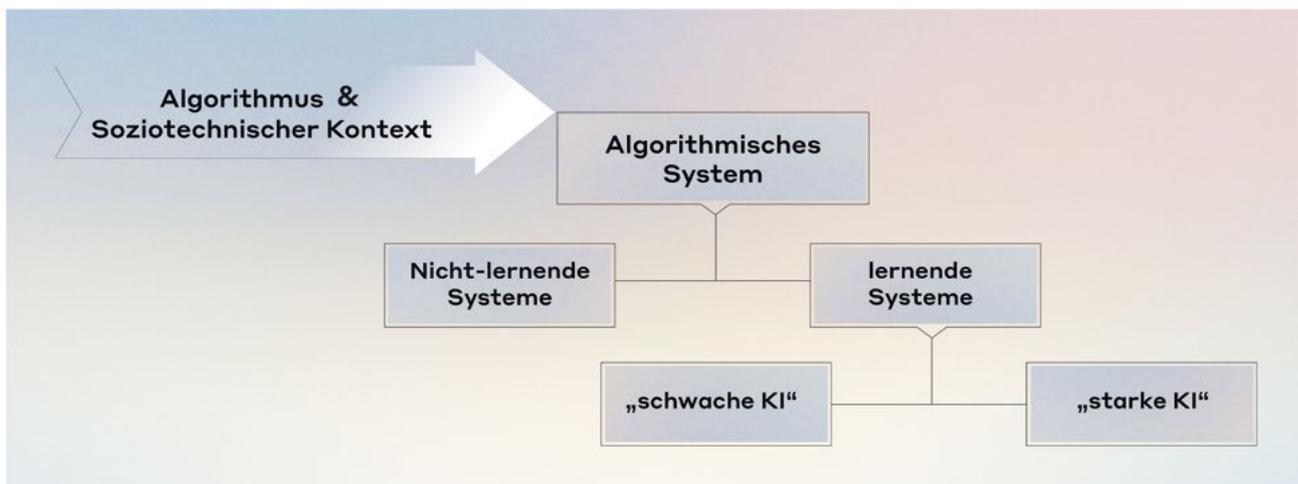
1. Was ist ein Algorithmus und wie unterscheidet er sich von einem algorithmischen System?
2. Was ist und was kann KI (noch nicht)?
3. Was sind bisherige Anwendungsfelder von Algorithmen und wer sind die an der Erstellung und Implementierung von algorithmischen Systemen beteiligten Personen(gruppen)?

2. Vom Algorithmus bis zur „Künstlichen Intelligenz“

2.1 Überblick

Um zunächst einige grundlegende Begriffe zu verstehen, ist es notwendig, sie im Zusammenhang zu betrachten:

Die Grafik zeigt, dass der Algorithmus das kleinste Element der Kette darstellt. Wird er in eine Software implementiert, entsteht daraus ein algorithmisches System, gemeinsam mit dem soziotechnischen Gesamtkontext. Diese Systeme können in nicht-lernende oder lernende Systeme unterteilt werden. Lernende Systeme wiederum lassen sich in „schwache KI“ und „starke KI“ unterscheiden. All diese Systeme enthalten demnach Algorithmen. Sie werden nachfolgend am Beispiel der Auswahl von geeigneten Bewerber:innen für eine ausgeschriebene Stelle erklärt. Teilweise erfolgt dieser aufwändige Auswahlprozess bereits heute über Software. Die Systeme unterstützen die Personalabteilungen von Unternehmen dabei, aus einer Vielzahl von Bewerbungen eine Vorauswahl geeigneter Bewerber:innen herauszufiltern. Die Entscheidung, wer letztlich die Anstellung erhält, wird normalerweise weiterhin von Menschen getroffen.



2.2 Begriffe: Die feinen Unterschiede

Algorithmus

Ein Algorithmus ist eine eindeutige Handlungsvorschrift, um ein vorab definiertes Problem zu lösen.

Ein Algorithmus beschreibt, wie etwas zu tun ist, damit man ein bestimmtes Ergebnis erhält. Um zu einer Lösung zu gelangen, werden die Inputdaten oder auch Eingabe durch genau festgelegte Einzelschritte bzw. Regeln verarbeitet. Das Ergebnis sind spezifische Outputdaten, auch Ausgabe genannt. Ein Algorithmus kann in eine Software implementiert sein und ist dann in Programmiersprache übersetzt.

Der Handlungsvorgang, den die Personalabteilungen bei der Bewerber:innenauswahl vollziehen, kann bereits als Algorithmus bezeichnet werden. Denn sie arbeiten bestimmte vorher festgelegte Schritte ab, um zu einem Ergebnis zu kommen: So hat die Personalabteilung vorher bestimmte Kriterien festgelegt, anhand derer die Bewerbungen bewertet werden. So könnte beispielsweise geprüft werden, welche Ausbildung von der:dem Bewerber:in absolviert wurde (Bachelorabschluss ja/nein) und welche Abschlussnote die Person erreicht hat ($Note < 3$). Die Bewerbungen (Input) werden anhand dieser Kriterien in einzelnen Handlungsschritten bewertet, um dann die besten Anwärter:innen (Output) zu bestimmen. Wenn es sich um Filtersoftware handelt, ist der Algorithmus mit seinen einzelnen Handlungsschritten in Programmiersprache übersetzt. Der Algorithmus beschreibt demnach die Handlungsanweisung, um zu den Outputdaten, der Vorauswahl der Bewerber:innen, zu gelangen. Die Inputdaten stellen die eingegangenen Bewerbungsunterlagen dar. Algorithmen existieren also auch fernab der Informatik in menschlicher Sprache und Logik.

Weitere Beispiele: Ein Kuchenrezept ist auch ein Algorithmus: Es beschreibt, was mit den Zutaten in welcher Reihenfolge zu tun ist, um das gewünschte Ergebnis, den Kuchen, zu erhalten. In den Notaufnahmen von Krankenhäusern legt ein Algorithmus fest (das sogenannte Manchester-Triage-System), in welcher Reihenfolge die wartenden Kranken zu behandeln sind.

Algorithmisches System

Ein algorithmisches System im engeren Sinne setzt sich aus einem oder mehreren Algorithmen zusammen, die in Software implementiert wurden.

Mit algorithmischen Systemen werden Daten erfasst, nach vorgegebenen Handlungsvorschriften analysiert, um dann zum Ergebnis zu kommen, dem Output. So soll das vorher definierte Problem gelöst werden. Da sie in Software implementiert sind, müssen sie stets in Programmiersprache übersetzt sein.

In unserem Beispiel bedeutet das, dass der Filteralgorithmus in Software implementiert ist. Die Bewerbungsunterlagen müssen digitalisiert als Inputdaten vorliegen. Darin sucht das algorithmische System nach bestimmten Kriterien, z. B. die Noten beim Studienabschluss, oder Schlüsselbegriffen, die auf notwendige Kompetenzen hindeuten. Als Output werden die Bewerbungen ausgegeben, die die festgelegten Kriterien erfüllen und diese ggf. zusätzlich in eine Rangfolge gesetzt.

Ein weiteres Beispiel für ein algorithmisches System ist die Software, mit der ein Taschenrechner arbeitet. Sie nutzt Algorithmen, um die Inputdaten, also Zahlen und Berechnungsanweisungen, in einen Output, also das Ergebnis der Rechnung, umzuwandeln. Dabei ist in die Software der sogenannte CORDIC-Algorithmus implementiert, der mit vielseitigen mathematischen Operationen umgehen kann.

Im weiteren Sinne gehört zu algorithmischen Systemen auch der soziotechnische Gesamtkontext.

Das algorithmische System umfasst aber auch seinen Einsatzrahmen: Also die Ziele und Rahmen, die Grundlage der Gestaltung des Systems sind; die Daten und Modelle, die in dieses eingespeist werden; die Deutung und Interpretation des Ergebnisses; und die Ableitung einer Entscheidung durch Anwender:innen des Systems. Dieser sogenannte „soziotechnische Gesamtkontext“ geht weit über den reinen Programmiercode hinaus.

Um zu bestimmen, was zum soziotechnischen Gesamtkontext gehört, können folgende Fragen helfen: Welche Teile des Codes und des Kontexts tragen direkt oder indirekt zur Lösung des vorher definierten Problems bei? Welche haben Einfluss auf die Entscheidung, die vom System getroffen wird? Was trägt zu den (beabsichtigten und unbeabsichtigten) Wirkungen des Systems bei? Durch welche Prozesse wird die Entscheidung(-sempfehlung) des Systems umgesetzt?

Bei der automatisierten Auswahl von Bewerbungen zählt zum soziotechnischen Kontext beispielsweise, welche Unterlagen zu den Inputdaten zählen: Bezieht das algorithmische System z. B. auch Arbeitszeugnisse ein oder nur Lebensläufe? Außerdem zählt dazu, was mit dem Ergebnis, also

Algorithmisches System: Ein System eines oder mehrerer Algorithmen, die in Software implementiert sind, um Daten zu erfassen, zu analysieren und Schlüsse zu ziehen, die zur Lösung eines vorher definierten Problems beitragen sollen. Dies umfasst auch den soziotechnischen Gesamtkontext.

der Vorauswahl geeigneter Bewerber:innen, und ggf. der erstellten Rangfolge passiert: Entscheidet sich die Personalabteilung tatsächlich für die:den mit Platz 1 gerankte:n Bewerber:in? Wie stark gewichtet sie das Ergebnis gegenüber einem Bewerbungsgespräch? Ebenso zählen die dem System vorangestellten Ziele zum soziotechnischen Gesamtkontext: Welche Bewerbungen werden als erfolgreich bewertet und warum? Welche Kriterien werden an die Bedingung „erfolgreich“ gelegt? Welcher genaue Auftrag wurde von den Anwender:innen an die Entwickler:innen gegeben, um das System zu entwickeln?

Nicht-lernende Systeme

Bei algorithmischen Systemen handelt es sich dann um nicht-lernende Systeme, wenn die genauen Handlungsvorschriften, nach denen die implementierten Algorithmen vorgehen, vor dem Einsatz des Systems von Menschen festgelegt wurden.

Die Programmierer:innen eines solchen nicht-lernenden Systems legen exakt fest, welche Entscheidungsschritte das System vollzieht, um zu einem Ergebnis zu kommen. Die

se übersetzen sie in Programmiersprache. Da die Entwickler:innen die Regeln und damit das Vorgehen des Systems genau festlegen, ist für sie jeder Schritt nachvollziehbar, wie der Prozess des algorithmischen Systems funktioniert. Es gibt in diesem System also, zumindest theoretisch, keine unerwarteten Ergebnisse. Bei einem bestimmten Input kommt es demnach immer zum gleichen Output. Ein solches nicht-lernendes System wird auch als symbolisches oder deterministisches System bezeichnet.

In Bezug auf das Beispiel der automatisierten Auswahl von Jobbewerbungen handelt es sich dann um ein nicht-lernendes System, wenn die Programmierer:innen vor dem ersten Einsatz beispielsweise genau definiert haben, nach welchen Schlüsselwörtern das algorithmische System die Inputdaten untersucht und in welcher Reihenfolge es dies tut, um zu einer Auswahl geeigneter Kandidat:innen, also den Outputdaten, zu kommen.

Ein weiteres Beispiel für ein nicht-lernendes System benutzt die Wirtschaftsauskunft Schufa. Diese Software ermittelt mithilfe bestimmter gesammelter Daten einen Wert, der Auskunft über die Kreditwürdigkeit von Verbraucher:innen geben soll. Dieser Prozess wird auch als Scoring bezeichnet. Zu den Daten zählen neben personenbezogenen Angaben unter anderem Kredit- und Leasingverträge, eröffnete Konten und Kundenkonten. Welche Daten es genau sind, die dem System zur Verfügung stehen und wie es sie bewertet, ist unbekannt.

Lernende Systeme

Bei algorithmischen Systemen handelt es sich dann um lernende Systeme, wenn die Handlungsvorschriften, nach denen die implementierten Algorithmen vorgehen, in einer sogenannten Trainingsphase durch das System selbst definiert werden.

Programmierer:innen weisen einem lernenden System zunächst eine Aufgabe zu, jedoch nicht den genauen Lösungsweg. Stattdessen wird basierend auf einem Feedbacksystem ein algorithmisches System trainiert. Dieses Feedbacksystem (auch Lernsystem) wird also dazu genutzt, das eigentliche algorithmische System (auch Entscheidungssystem) überhaupt zu gestalten. Ein möglicher Feedbackmechanismus funktioniert über große Datenmengen, sogenannte Trainingsdaten oder auch historische Daten. Die Auswahl, welche Daten eingespeist werden, kann bewusst getroffen sein. Es gibt aber auch viele Fälle, in denen möglichst alle Datensätze genutzt werden, die verfügbar sind oder bei welchen eine Korrelation vermutet wird.

Um aus den Daten Schlussfolgerungen zu ziehen, werden sie vom Lernsystem auf Muster untersucht. Aus den gefundenen Mustern leitet das System Entscheidungsregeln ab. Diesen Prozess nennt man maschinelles Lernen. Das Modell ist dann mit dem zweiten algorithmischen System, dem Ent-

scheidungs-system, verknüpft, das nach der Trainingsphase die Inputdaten durch das entwickelte Modell mit seinen Regeln führt. Bei einem lernenden System handelt es sich demnach im Grunde um zwei Systeme: Ein Lernsystem, das Trainingsdaten oder eine andere Form von Feedback nach Mustern analysiert, und ein Entscheidungssystem, das sich aus den erfassten Mustern ergibt. Bei lernenden Systemen werden die genauen Kriterien, denen das Entscheidungssystem folgt, damit nicht von Menschen bestimmt und sind für sie nicht immer verständlich: Ein Entscheidungssystem, das einer logischen Regression folgt, kann verständlich sein, während Menschen bei einem neuronalen Netz als Entscheidungssystem oft die Zusammenhänge nicht erkennen können. Das kann dazu führen, dass die Funktionsweise der Systeme nicht intuitiv nachvollziehbar ist.

Eine grafische Darstellung eines solchen Systems findet sich im Wegweiser Digitale Debatten Teil 2: Algorithmenvermittelte Diskriminierung.

Bei automatisierten Auswahlverfahren von Bewerbungen werden dem lernenden System zunächst alte Bewerbungsunterlagen für die Trainingsphase eingespeist. Die Entwickler:innen definieren, welche Bewerbungen zum Ergebnis einer erfolgreichen Anstellung führten und welche das Ergebnis hatten, dass die entsprechenden Bewerber:innen abgelehnt wurden. Aus diesen Daten werden bestimmte Muster und schließlich das statistische Modell abgeleitet, beispielsweise, dass erfolgreiche Bewerber:innen in 70 Prozent der Fälle einen Studienabschluss hatten, der mit der Note 2 oder besser absolviert wurde, oder dass sie über mindestens 4 Jahre Vorerfahrung verfügen. Im Entscheidungssystem werden dann Bewerber:innen mit besseren Schulnoten und mit längerer vorheriger Berufserfahrung eher als erfolgreich bewertet. Dabei gewichten die meisten Modelle die unterschiedlichen Faktoren zudem. Im Resultat kann das Entscheidungssystem nach der Trainingsphase unbekannte Inputdaten (z. B.: neue Bewerbungsunterlagen) verarbeiten und anhand der zuvor entwickelten Modelle Kategorisierungen vornehmen. Als Output wird eine Vorauswahl geeigneter Bewerber:innen ausgegeben.

Eine Art zu lernen findet mithilfe sogenannter künstlicher neuronaler Netze statt. Das lernende System ist hierbei der Funktionsweise des menschlichen Gehirns mit seinem neuronalen Netz nachgebildet. In der Trainingsphase werden im System verschiedene Wege der Problemlösung ausprobiert, die durch unterschiedlich starke Verbindungen zwischen den künstlichen Neuronen dargestellt sind. Sie bestimmen beispielsweise darüber, welche Informationen wichtig sind und welche nicht. Das System erhält für jede „Probe“ Feedback, ob das gewünschte Ergebnis erreicht wurde oder nicht. Das neuronale Netz passt sich an die Lernerfahrungen an und wird damit fortlaufend optimiert.

Weitere Beispiele: Während Spamfilter ursprünglich recht einfache Systeme waren, werden sie zunehmend durch maschinelles Lernen verbessert. Die Filtersoftware kann dann laufend weiterentwickelt werden und soll so dabei helfen, betrügerische E-Mails besser zu erkennen. Ein weiteres Beispiel für ein lernendes System ist die automatisierte Bilderkennung, die auch als maschinelles Sehen bezeichnet werden kann. Hierbei steht jedes künstliche Neuron für eine bestimmte Information wie etwa eine Farbe, eine Form oder eine Anordnung. Ein Gesichtsmodell beschreibt beispielsweise, dass sich der Mund immer unterhalb der Nase befindet.

Künstliche Intelligenz (KI)

Der Begriff der Künstlichen Intelligenz ist unscharf und bezeichnet wahlweise einen Forschungszweig, eine bestimmte Gruppe an algorithmischen Systemen, alle algorithmischen Systeme oder Modelle des maschinellen Lernens.

Der Begriff suggeriert die Möglichkeit, das menschliche Bewusstsein auslagern und reproduzieren zu können. Dies ist jedoch bislang nicht möglich. KI geht heute nicht über die Grenzen dessen hinaus, was zuvor als lernendes System beschrieben wurde. Demnach ist Künstliche Intelligenz nicht nur eine irreführende Bezeichnung, sondern auch unpräzise. Denn sie verleiht den automatisierten maschinellen Vorgängen Eigenschaften, die sie nicht erfüllen können.

Um dem Begriff KI etwas mehr Differenziertheit zu geben, wird in starke und schwache KI unterschieden. Die schwache KI ist auf konkrete Anwendungsfelder abgestimmt. Sie simuliert intelligentes Verhalten, um eine konkrete Aufgabe zu bewältigen. Schwache KI ist in Form dessen verwirklicht, was unter lernenden Systemen beschrieben ist. Zur starken KI zählen hingegen auch Intelligenzen, die mit der menschlichen gleichzusetzen sind oder sie gar übersteigen. Sie existieren bislang nicht. Es herrscht unter Fachleuten Uneinigkeit, ob es eine solche KI jemals geben kann.

3. Wer entwickelt algorithmische Systeme und wie?

3.1 Software nach Waterfall-Ablauf: mehr als programmieren

Der Waterfall-Ablauf (auch Wasserfallmodell) beschreibt, in welchen Schritten Entwickler:innen Software, also auch algorithmische Systeme, entwickeln. Dieses Vorgehensmodell existiert in unterschiedlichen Ausprägungen, wobei sich die Grundstrukturen ähneln. Die Bezeichnung rührt daher, dass die Ergebnisse jeder Phase immer in die darauffolgende einfließen. Jedoch handelt es sich nicht um ein rein sequentielles Vorgehen, da es zwischen den einzelnen Phasen immer auch Rückkopplungen gibt. Jede der Phasen bündelt zudem verschiedene Ergebnisse. Die Phasen sind:

- Anforderungen/Ziele: Entscheider:innen, Kund:innen oder Entwickler:innen definieren die Ziele und Anforderungen an das zu entwickelnde algorithmische System möglichst präzise, umfassend und vollständig.
- Design/Planung: Den Zielen bzw. Anforderungen entsprechend werden das genaue Vorgehen und die dazu geeigneten Methoden geplant. Dazu gehört die Überlegung, wer mit welcher Verantwortung das System entwickelt und später einsetzt. Außerdem wird bestimmt, wie Anwender:innen später mit dem System oder seinen Outputdaten arbeiten werden. Dazu gehört in vielen Fällen, dass z. B. Designer:innen die Gestaltung der Nutzungsoberflächen definieren.
- (technische) Umsetzung: Erst dann erfolgt die konkrete Umsetzung. Die festgelegten Anforderungen und Ziele werden mit den geeigneten Methoden umgesetzt. Konkret bedeutet das, die Programmierer:innen schreiben den Code des jeweiligen algorithmischen Systems. Sie übersetzen also gewissermaßen die zuvor definierten Anforderungen in Programmiersprache.
- Test: Auf die Umsetzung folgt die Testphase. Das entwickelte technische System unterläuft einer Prüfung. So finden die Beteiligten heraus, ob die Software tatsächlich so funktioniert, wie angedacht.
- Betrieb im gesellschaftlichen Kontext: Diese Phase beschreibt den tatsächlichen Einsatz des algorithmischen Systems zu seinem vorgesehenen Zweck. Anwender:innen des Systems nehmen den Output an und bestimmen oft darüber, wie sich dieser konkret auf die Umgebung auswirkt.

- Instandhaltung/Re-Evaluation: Da der Betrieb im gesellschaftlichen Kontext gewissermaßen ein fortlaufender Test unter Realbedingungen ist, ergeben sich im Verlauf des Einsatzes Anpassungsbedarfe an die veränderte Umgebung. Es muss beispielsweise die Betriebssicherheit gewährleistet werden.

Im Alltagsverständnis verbinden wir mit dem Entwickeln eines algorithmischen Systems meist vor allem den Vorgang der technischen Umsetzung und lassen dabei die anderen Bestandteile des Entwicklungsprozesses unberücksichtigt. Sie sind aber ebenso bedeutsam für das Verständnis des Results und der Auswirkungen des Systems. Abschließend sei noch erwähnt, dass dieses Modell den Entwicklungsprozess vereinfacht darstellt. Auch wenn in der Praxis der Ablauf nicht so sequentiell, sondern eher zirkulär und miteinander verwoben ist, hilft das Wasserfall-Modell, einzelne Arbeitsschritte voneinander zu unterscheiden.

3.2 Software-Gestalter*innen: wir sind viele

Auch die Personengruppe der Gestalter:innen von Software ist umfangreicher, als wir häufig annehmen – nicht nur zahlenmäßig, sondern auch in Bezug auf ihre Diversität: Es sind sehr unterschiedliche Akteur:innen beteiligt, die sich in sieben Untergruppen bündeln lassen:

- Entscheider:innen: Hierunter fallen Personen, die über den Zweck und die Ziele eines Entwicklungsprozesses entscheiden. Sie gestalten den Prozess maßgeblich mit. Dazu zählen nicht nur Führungskräfte von Unternehmen, die algorithmische Systeme entwickeln, sondern auch die Bundesregierung und die Vertreter:innen des öffentlichen Sektors. Sie bestimmen in ihren Bereichen über Zweck und Ziele der algorithmischen Systeme. Darüber hinaus gestalten sie auch die allgemeinen Rahmenbedingungen für den Einsatz algorithmischer Systeme mit.
- Software-Designer:innen: Diese Gruppierung fasst Personen zusammen, die die Anwendungsoberfläche von Software gestalten. Sie bestimmen etwa, wie sich die algorithmischen Ergebnisse den Anwender:innen präsentieren, ob es eine spezifische Nutzer:innenoberfläche gibt und wie diese gestaltet ist.
- Tester:innen: Die Gruppe der Tester:innen setzt sich aus Personen zusammen, die einen Algorithmus testen, weiterentwickeln oder anpassen. Denn in den meisten Fällen sind die Programmierer:innen von Software nicht diejenigen, die die Anwendungen prüfen.

- **Programmierer:innen/Entwickler:innen:** Sie übersetzen die definierten Anforderungen und Ziele in einen Code und kümmern sich damit um die (technische) Umsetzung des Algorithmus bzw. der Algorithmen.
- **Datensammler:innen:** Zu dieser Gruppe zählen Personen, die Daten sammeln, bündeln und pflegen, mit denen Programmierer:innen beispielsweise lernende Systeme trainieren oder algorithmische Systeme im Allgemeinen optimieren. Außerdem nutzen Softwaredesigner:innen Daten, um eine für die Anwendung optimale Nutzungsoberfläche zu gestalten.
- **Anwender:innen:** Hierunter fallen alle, die das algorithmische System letztlich benutzen und in ihrer konkreten Anwendung damit interagieren. Potentiell gehören demnach wir alle dazu, da wir verschiedene dieser Systeme anwenden und unser Nutzungsverhalten die Weiter- und Neuentwicklung beeinflusst.
- **Forscher:innen:** Auch die Forschung beschäftigt sich damit, wie bestimmte algorithmische Systeme funktionieren und welche Auswirkungen das hat. Die Forschungsergebnisse können beeinflussen, wie solche Systeme angepasst oder künftig gestaltet werden.
- **Produkte und Dienste:** In diesem Bereich entscheiden algorithmische Systeme darüber, welche Waren und Dienstleistungen den jeweiligen Personengruppen oder individuellen Nutzer:innen angeboten werden. Darunter fallen verschiedene Produkte und Dienste, wie z. B. Informations- und Medienprodukte, Immobilien, Versicherungen, Kredite, medizinische Behandlungen und Infrastrukturdienste. Das Kredit scoring wäre ein konkretes Beispiel in diesem Bereich.
- **Entgelte:** Algorithmische Systeme differenzieren Preise, Prämien, Tarife, Löhne, Lohnersatzleistungen und Zinsen. So werden beispielsweise auf einigen Preisvergleichsportalen Preise anhand algorithmischer Systeme individualisiert oder individuell angepasst angezeigt.
- **Entwicklungschancen und Positionen:** Auch in diesem Bereich wirken algorithmische Systeme und werden dazu eingesetzt, um die Entscheidung über Positionszuteilungen zu unterstützen. Sie werden etwa in Bezug auf die Arbeitspositionen und -bedingungen, Ämter oder Ausbildung eingesetzt wie z. B. in Form von Bewerbungsfiltren.
- **Freiheiten:** Algorithmische Systeme werden auch in Bereichen eingesetzt, wo über das Maß der Freiheiten bzw. Einschränkungen entschieden wird. Dabei geht es beispielsweise um Inhaftierung, Kontrollen oder Strafen. Dazu gehört z. B. Software, die zur Analyse von Straftäter:innen eingesetzt wird und einen individuellen Risikoscore berechnet. Dieser wiederum findet Eingang in Entscheidungen wie über vorläufige Haftentlassung.

4. Wofür werden algorithmische Systeme eingesetzt?

Algorithmische Systeme sollen entweder eine neue Form der Differenzierung ermöglichen oder eine bereits existente Form der Differenzierung optimieren. Im Falle der Optimierung rationalisieren sie entweder ein Vorgehen oder verfeinern es. Differenzierungen sorgen etwa dafür, Personen in bestimmte Gruppen zu unterscheiden. Die stärkste Form der Differenzierung stellt dabei die Individualisierung dar. Hierfür verarbeiten die algorithmischen Systeme personenbezogene Daten, um personengruppenbezogene oder individuell angepasste Informationen, Waren, Dienste, Entgelte, Positionen bzw. Chancen und Freiheiten bereitzustellen. Im Detail werden algorithmische Systeme in folgenden Bereichen eingesetzt:

- **Informationen:** Algorithmische Systeme filtern, welche Informationen Anwender:innen angezeigt werden. Sie sorgen in diesem Bereich beispielsweise dafür, dass Nutzer:innen auf Webseiten individualisierte Werbung oder Suchergebnisse angezeigt bekommen. Auch Dating-Apps spielen personengruppen- oder individuenbezogene Kontakte aus.

Die algorithmischen Systeme differenzieren demnach Ergebnisse, die stets so gut wie möglich dem jeweiligen Zweck entsprechen sollen.

5. Warum nutzen wir algorithmische Systeme?

Es lassen sich fünf zentrale Chancen definieren, die mit dem Einsatz algorithmischer Systeme einhergehen. Diese Chancen stellen zugleich die Gründe dafür dar, Entscheidungsprozesse zu automatisieren.

- **Effizienz:** Ein wichtiger Grund, der dafür spricht, algorithmische Systeme einzusetzen, ist, dass mit ihnen Prozesse effizienter gestaltet werden können als ohne sie. Mit algorithmischen Systemen können sehr viel mehr Daten in sehr kurzer Zeit in ein Ergebnis überführt werden. Das führt uns beispielsweise Google immer wieder vor Augen, wenn wir einen Begriff eingeben und die Suchmaschine uns neben den Ergebnissen unterhalb des Suchfeldes anzeigt, wie viele Treffer sie in welcher Bearbeitungszeit finden konnte. Die angegebene Suchdauer beträgt meist nur einen Bruchteil einer Sekunde. Da die Datenauswertung durch ein solches automatisiertes Verfahren sehr viel schneller erfolgt, ist es ebenfalls kostengünstiger, als wenn diese Aufgabe Menschen ausführen würden.
- **Komplexitätsmanagement:** Mit algorithmischen Systemen sind wir in der Lage, sehr komplexe Datenmengen zu berücksichtigen und ggf. auch nach Mustern zu untersuchen. Nicht nur die reine Masse an Daten ist sehr viel größer, sondern auch die verschiedenen Kategorien von Daten, die berücksichtigt werden, sind wesentlich umfangreicher. Ein Mensch allein könnte dieses Maß an Komplexität nicht verarbeiten. So kann ein lernendes System etwa tausende Patient:innendaten auswerten und erkennt darin Muster, die Menschen verborgen geblieben wären.
- **Konsistenz:** Insgesamt sind algorithmische Entscheidungen als konsistenter anzusehen als menschliche. Denn sie folgen in der Regel stets der gleichen Handlungslogik. Die Entscheidungsfindung erfolgt demnach auf die gleiche Art und Weise und ist keinen Störfaktoren unterworfen, wie es bei Menschen der Fall sein kann. Diese lassen sich etwa von Stimmungen, Erwartungen über das Ergebnis und anderen individuellen Faktoren so beeinflussen, dass sich verschiedene Entscheidungswege und damit auch unterschiedliche Ergebnisse bei gleichem Sachverhalt (Inputdaten) ergeben.
- **Fairness:** In einem algorithmenbasierten Entscheidungsprozess spielen nur diejenigen Daten eine Rolle, die auch als Inputdaten bewusst erfasst werden. Gesellschaftliche Unterscheidungen, die ein Mensch vielleicht beiläufig erfassen würde, spielen zumindest theoretisch keinerlei Rolle (zu Diskriminierungen bei algorithmischen Entscheidungen siehe Wegweiser Digitaler Debatten Teil 2: Algorithmenvermittelte Diskriminierung). Dazu gehören

Zuordnungen etwa zu sozialen Schichten oder Bewertungen bezüglich des Aussehens. Indes sind menschliche Entscheidungen – ob bewusst oder unbewusst – vielfach von Vorannahmen geprägt, die mitunter zu ungerechten Entscheidungen führen können. So gaben in Studien beispielsweise Richter:innen an, dass sie der Mutter in Sorgerechtsstreitigkeiten automatisch eine größere Kompetenz zuwiesen, einfach weil sie die Mutter ist. Dies entzieht sich jedoch jeglicher objektiven Begründung und ist als geschlechtsspezifische Diskriminierung anzusehen. Algorithmische Systeme können hier, zumindest in der Theorie, Abhilfe schaffen.

- **Entlastung:** All die zuvor genannten Chancen begründen einen weiteren Vorteil, der mit dem Einsatz algorithmischer Systeme einhergeht. Sie entlasten Menschen bei Entscheidungen und zwar hinsichtlich Zeit, Kosten, Mühen, moralischer Bedenken oder unreflektierter gesellschaftlicher Vorannahmen. So können sich Menschen z. B. auf solche Aufgaben konzentrieren, bei denen die menschlichen Eigenschaften wie die Empathiefähigkeit, das Abwägen oder Reflektieren eine wichtige Rolle spielen. Algorithmische Systeme hingegen könnten insbesondere routinierte und einfach quantifizierbare Aufgaben übernehmen, die für Menschen oft langweilig oder anstrengend sind.

Die beschriebenen Chancen sind jedoch keine allgemeingültigen Vorteile algorithmischer Systeme. Werden bei der Entwicklung oder dem Einsatz Fehler gemacht, können sie auch Prozesse belasten oder Diskriminierungen verstärken.

6. Warum machen algorithmische Systeme Fehler?

Algorithmische Systeme entstehen nicht im luftleeren Raum. Da Menschen bei algorithmischen Systemen immer die Zielvorgaben festlegen und darüber hinaus entweder bestimmen, wie sie schrittweise vorgehen (nicht-lernende Systeme) oder in welchen Daten sie Muster erkennen sollen (lernende Systeme), können bei diesen Vorgängen stets auch Fehler geschehen. Diese Fehler wirken sich wiederum auf das Ergebnis aus. Fehler können in allen Entstehungsphasen der Systeme vorkommen, so ist es möglich, dass etwa fehlerhafte Daten benutzt werden, Tippfehler passieren oder die Zielvorgaben ungenau sind. Für die Nutzer:innen bleiben die Fehler oft versteckt. Fehlerhafte Ergebnisse können sie daher in vielen Fällen nicht erkennen und anfechten oder korrigieren. Zugleich ist zu berücksichtigen, dass in alle Entwicklungsschritte gesellschaftliche Vorannahmen und damit möglicherweise auch unreflektierte Alltagsdiskriminierungen einfließen können. Im Detail erklärt Fehlerquellen und algorithmenvermittelte Diskriminierung der zweite Band-

7. Literatur/Quellen

- Augsten, Stephan (2018): Definition „Waterfall Modell“. Was ist das Wasserfallmodell?, online unter URL: <https://www.dev-insider.de/was-ist-das-wasserfallmodell-a-680501/> [Abruf: 2020-07-06]
- Bertelsmann Stiftung/iRights.Lab (Hrsg.) (2019): Algo. Rules – Regeln für die Gestaltung algorithmischer Systeme, online unter URL: https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/Algo.Rules_DE.pdf [Abruf: 2020-07-06]
- Deutscher Bundestag (2018): Sachverständige klären Begriffe rund um „Künstliche Intelligenz“, online unter URL: <https://www.bundestag.de/dokumente/textarchiv/2018/kw42-pa-enquete-ki-573436> [Abruf: 2020-07-06]
- Kompetenzzentrum Öffentliche IT (2012): Trend- und Themensammlung, online unter URL: <https://www.oefentliche-it.de/trendschau> [Abruf: 2020-07-06]
- Orwat, Carsten (2019): Diskriminierungsrisiken durch Verwendung von Algorithmen, Antidiskriminierungsstelle des Bundes, online unter URL: https://www.antidiskriminierungsstelle.de/SharedDocs/Downloads/DE/publikationen/Expertisen/Studie_Diskriminierungsrisiken_durch_Verwendung_von_Algorithmen.html?nn=6575434 [Abruf: 2020-07-06]
- Schulz, Wolfgang/Dreyer, Stephan (2018): Was bringt die Datenschutz-Grundverordnung für automatisierte Entscheidungssysteme?, online unter URL: https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/BSt_DSGVOundADM_dt.pdf [Abruf: 2020-11-02]
- Zweig, Katharina (2019): Ein Algorithmus hat kein Taktgefühl, München: Heyne Verlag. <https://www.random-house.de/Buch/Wir-und-die-intelligenten-Maschinen/Joerg-Draeger/DVA-Sachbuch/e548652.rhd> [Abruf: 2020-07-06]



Innovationsbüro Digitales Leben - Wegweiser Digitale Debatten
Teil 1: Algorithmische Systeme