

# KLIMAANPASSUNG MIT KI

Wie künstliche Intelligenz hilft, den Herausforderungen des Klimawandels zu begegnen.

# KI: POTENZIALE FÜR DIE KLIMAANPASSUNG

Das Thema **Künstliche Intelligenz (KI)** ist in aller Munde. Ein prominentes Beispiel ist das Sprachmodell ChatGPT, das seit seinem Erscheinen im Jahr 2022 Debatten anstößt, Arbeitswelten verändert und viele weitere KI-Anwendungen inspiriert hat.

Vor diesem Hintergrund überrascht es nicht, dass auch der **Themenbereich „Klimaanpassung“** langsam durch KI-Anwendungen erschlossen wird. Bereits heute ist es möglich, Wettervorhersagen durch KI zu stützen und so vorab genaue Aussagen über Hoch- und Niedrigwasser sowie über besonders heiße oder besonders stürmische Tage zu treffen. Außerdem können Large-Language-Models im Stile von ChatGPT Fragen zur Klimaanpassung, Klimaregulatorik und zu Klimaberichten beantworten und KI kann der Landwirtschaft dabei helfen, sich auf neue klimatische Bedingungen einzustellen.

Das vorliegende Themenspotlight informiert über die Schnittstellen zwischen KI und Klimaanpassung und stellt konkrete **Lösungsansätze der Klimaanpassungswirtschaft aus NRW** vor, die dazu beitragen, dass Anwender\*innen ihre Klimaresilienz erhöhen und dadurch sicherer und resilienter wirtschaften.

## Was ist ein Themenspotlight?

Das NKU informiert Unternehmer\*innen aus NRW über wichtige Themen der Klimaanpassungswirtschaft. Dazu dienen auch die Themenspotlights, in denen verschiedene Stimmen aus NRW direkt zu Wort kommen.

Für einen ersten Eindruck davon, welche Potenziale KI für die Klimaanpassung bietet, können Leser\*innen einige Tools selbst ausprobieren: Zur Visualisierung von klimaangepassten Zukünften kann z.B. die Anwendung „[urban-utopia](#)“ (Anmeldung nötig) genutzt werden. Hier können Stadtumbauprojekte mit Hilfe von KI visualisiert werden. Die Anwendung „[Dutch Cycling Lifestyle](#)“ nutzt ebenfalls KI, um Bürger\*innen durch kreative Anregungen aktiv in die Gestaltung ihrer Umgebung miteinzubeziehen. KI kann auch mit Information unterstützen: Der Chatbot „[ClimateGPT](#)“ (Anmeldung nötig) beantwortet im Stile von ChatGPT spezifische Fragen rund um das Thema Klimaanpassung.

## Wo KI heute schon zur Klimaanpassung eingesetzt werden kann:

- Im Bereich Schutz vor **Starkregen** und **Hochwasser** kann KI Unternehmen und Kommunen rechtzeitig vor Extremereignissen warnen
- In der **Landwirtschaft** unterstützt KI zusammen mit Drohnen dabei, den Anbau zu steuern und zu optimieren
- Zusammen mit Drohnen und Satellitenbildern kann KI frühzeitig **Feuer und Waldbrände** erkennen, um Lieferketten und Standorte zu schützen
- **Large-Language-Models** (Chat-KI) können mit spezifischen Daten gefüttert werden und Fragen beantworten – auch zum Thema Klimaanpassung, -folgen und -regulatorik.
- Auch Zukunftsprognosen können mit der Hilfe von KI vorgenommen werden. Z.B. wie sich das **Klima** in einem bestimmten lokalen Bereich entwickelt.

## Wo KI in Zukunft die Klimaanpassung von Unternehmen verbessern könnte:

- KI hat das Potenzial, **Lieferketten** resilienter zu gestalten, indem globale Extremwetterereignisse vorhergesagt und Folgenwirkungen auf die Lieferkette sichtbar gemacht werden können
- Durch großflächige Echtzeitüberwachung von Wetterbedingungen kann KI in Zukunft **Infrastrukturprobleme** antizipieren und Unternehmen frühzeitig warnen
- Durch **automatisierte Entscheidungsfindung** können KI-Systeme Menschen helfen, in Krisensituationen schnell zu reagieren
- KI bietet die Chance, **gesundheitlichen Risiken** vorzubeugen, indem sie die optimalen Arbeitszeiten und -orte für Beschäftigte in vulnerablen Berufen ermittelt
- Bereits vor Krisenfällen kann KI dabei helfen, **Energie- und Wassermanagementsysteme** durch Erzeugungsprognosen oder Leckageerkenntnisse zu optimieren

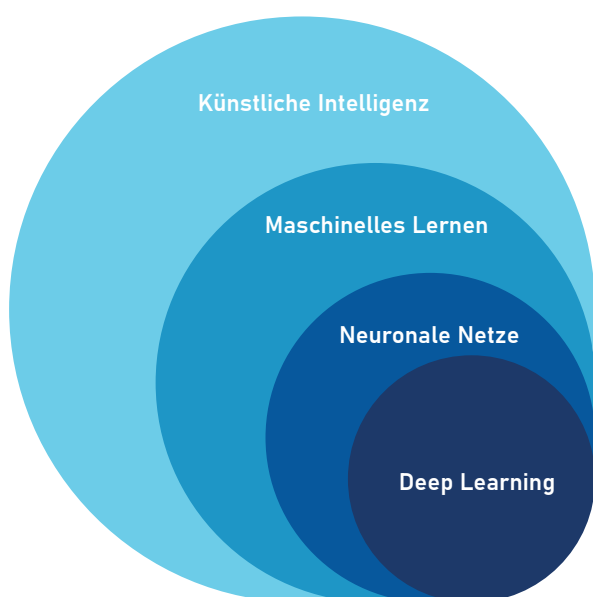
# KI, WAS IST DAS ÜBERHAUPT?

Das Themengebiet KI kann leicht unübersichtlich erscheinen. Das zeigt sich schon an der Menge gesellschaftlicher Debatten, die durch KI-Anwendungen erzeugt werden: Können Studierende mit KI in Prüfungen betrügen? Werden Arbeitsplätze durch KI überflüssig? Spricht KI eigentlich die Wahrheit? Oder wird KI größer gemacht, als sie in Wirklichkeit ist? Berücksichtigt man alle diese Debatten, dann fällt es schwer, den roten Faden zu finden. Was ist KI eigentlich?<sup>01</sup> Und wofür ist sie gut? In den folgenden Absätzen werden diese Fragen genauer betrachtet.

Obwohl das Konzept der KI auch in der Forschung umstritten ist, lässt sich eingrenzen, was sich dahinter verbirgt. Dazu lohnt es sich, einen Blick auf die Ergebnisse der Dartmouth-Konferenz von 1956 zu werfen. Dort prägten Forscher\*innen den Begriff. Ihre Vision: „Maschinen zu entwickeln, die sprechen sowie Konzepte bilden und abstrakte Problemstellungen lösen, die bis dato nur für den Menschen bestimmt schienen“.<sup>02</sup> Das bedeutet: Es ging und geht im Bereich KI darum, eine nicht biologisch bereits bestehende (sondern künstliche) Entität zu entwickeln, die dazu in der Lage ist, quasi menschliche Dinge zu tun oder sogar darüber hinauszugehen. Das macht sie intelligent. Beispiele können u.a. sein: sprechen, denken, fühlen, lernen, erinnern oder sehen.<sup>03</sup>

Weil künstliche Intelligenz so facettenreich ist, finden sich auch unterschiedliche Definitionen für das Forschungsfeld. Für den Kontext der Klimaanpas-

sung ist der KI-Unterbereich Maschinelles Lernen (ML) mit den ihm zugeordneten Spezifikationen der Neuronalen Netze und des Deep Learnings besonders relevant. Dabei ist wichtig festzuhalten, dass alle Anwendungen in diesem Bereich das sind, was Forscher\*innen als „schwache“ KI bezeichnen. Das bedeutet: Es geht um Anwendungen, die von Menschen für eine bestimmte Aufgabe auf der Basis von Daten „trainiert“ wurden und die – manchmal unterstützt durch Sensorik, Drohnen oder Satellitenbildern – auch nur diese Aufgabe ausführen können.<sup>04</sup> Eine schwache KI auf der Basis von ML kann also z.B. Bilder erstellen, Fragen beantworten oder Unterhaltungen führen. Ihre Aufgaben führt sie auf der Grundlage von Daten und daraus hervorgehenden Wahrscheinlichkeitsberechnungen durch, aufgrund derer sie etwas vorhersagen (z.B. das Ende eines Satzes). Wie das genau funktioniert, wird am Beispiel der konkreten Anwendungen im folgenden Teil deutlicher.



## KI-Begriffe <sup>05</sup>

**Maschinelles Lernen:** Teilbereich der KI, bei dem ein Algorithmus durch das Training mit Daten lernt, was ein System wissen oder tun muss, anstatt dass die Regeln des Systems explizit vorgegeben werden.

**Neuronales Netz:** Ein von der Struktur und Funktion von Neuronen des biologischen Gehirns inspiriertes maschinelles Lernmodell. Es besteht aus vielen nichtlinearen Komponenten, die wie Neuronen angeordnet sind und Informationen über Verbindungen untereinander austauschen.

**Deep Learning:** Eine Form des maschinellen Lernens, die tiefe, vielschichtige neuronale Netze verwendet, um die Komplexität und Abstraktionsfähigkeit des menschlichen Gehirns nachzuahmen. Es ermöglicht fortschrittliches visuelles und sprachliches Lernen.

# KLIMARESILIENT DURCH ALGORITHMEN: KI UND KLIMAANPASSUNG

KI ist eine subversive und komplexe Technologie, die viele neue Möglichkeiten bietet. Das gilt auch für den Bereich der Klimaanpassung. Denn gerade, wenn es um die Klimaresilienz von Unternehmen geht, kann KI auf zahlreiche Arten und Weisen dabei unterstützen, den eigenen Standort effizient vor Extremwetterereignissen zu schützen. Daten können gesammelt, ausgewertet und zum klimaangepassten Wirtschaften genutzt werden.

In den letzten Monaten wurde viel darüber diskutiert, ob KI zum Klimaretter werden kann. Haben Anwendungen z.B. das Potenzial, die CO<sub>2</sub>-Bilanz der Industrie zu reduzieren oder können sie helfen, die Biodiversität auf der Welt zu schützen? Zu wenig wurde in dieser Debatte zwischen Maßnahmen zur Bekämpfung von Ursachen (Klimaschutz) und Symptomen (Klimaanpassung) der Klimakrise differenziert. Darum wird hier ein detaillierter Blick darauf geworfen, was KI im zuletzt genannten Bereich leisten kann. Zur besseren Übersicht können KI-Klimaanpassungsanwendungen in vier Teilbereiche gegliedert werden. Anwendungen können dabei helfen, den **Unternehmensstandort** zu schützen, die **Lieferketten** resilienter zu machen, die **Mitarbeiter\*innensicherheit** zu gewährleisten oder sie wirken als „**Multitools**“ über verschiedene Bereiche hinweg.

KI ermöglicht es, **Standorte** gezielter gegen Extremwetterereignisse

abzusichern, indem sie präzise Wettervorhersagen liefert, deren Auswirkungen ortsabhängig bewertet und Gefahren frühzeitig erkennt. Dadurch werden Unternehmen rechtzeitig gewarnt und haben genug Zeit, um beispielsweise Hochwasser zu antizipieren und Schutz- sowie Evakuierungsmaßnahmen durchzuführen. Wettermodelle, Sensoren und digitale Zwillinge sind dabei nur einige der Anwendungen, die den KI-Tools die entscheidenden Daten liefern, um basierend darauf präzise Vorhersagen treffen zu können.<sup>06</sup> Auch in der Landwirtschaft hilft KI dabei, den Anbau mit Hilfe von Drohnen vor Schäden zu schützen, die Bodenqualität zu überprüfen und die Erträge zu prognostizieren<sup>07</sup> – was gerade in einer Zeit zunehmender Hitzetage von großer Bedeutung ist. Außerdem trägt

KI dazu bei, mit der Hilfe von Satelliten frühzeitig Waldbrände<sup>08</sup> zu erkennen.

In der **Lieferkette** hilft KI, Ausfälle und Störungen durch frühzeitige Erkennung und Kombination diverser Daten zu vermeiden. Heute stehen dafür bereits einzelne Tools bereit, die z.B. die globale Hochwasserlage überwachen und diagnostizieren<sup>09</sup> oder Satellitenbilder auswerten, um Hindernisse<sup>10</sup> zu erkennen. Auch sind bereits Anwendungen im Einsatz, die ein intelligentes Management von Kühlsystemen<sup>11</sup> ermöglichen und die schnellste und effizienteste Liefermöglichkeit berechnen.<sup>12</sup> Potenziell könnte es KI darüber hinaus in naher Zukunft gelingen, Lieferwege flexibel anzupassen und Risiken zu minimieren. Z.B. durch die dynamische Routenplanung für Transportflotten, die Extremwetterereignisse mit einbezieht.

„Die Herausforderungen, die durch den Klimawandel entstehen, lassen sich strategisch angehen. KI-Systeme, die Maschinelles Lernen nutzen, können uns dabei [...] unterstützen.“<sup>17</sup>

Heinrich Böll Stiftung

ein intelligentes Management von Kühlsystemen<sup>11</sup> ermöglichen und die schnellste und effizienteste Liefermöglichkeit berechnen.<sup>12</sup> Potenziell könnte es KI darüber hinaus in naher Zukunft gelingen, Lieferwege flexibel anzupassen und Risiken zu minimieren. Z.B. durch die dynamische Routenplanung für Transportflotten, die Extremwetterereignisse mit einbezieht.

Zum Schutz der **Mitarbeitenden** bietet KI in mehrfacher Hinsicht wertvolle Unterstützung. Zum einen hilft

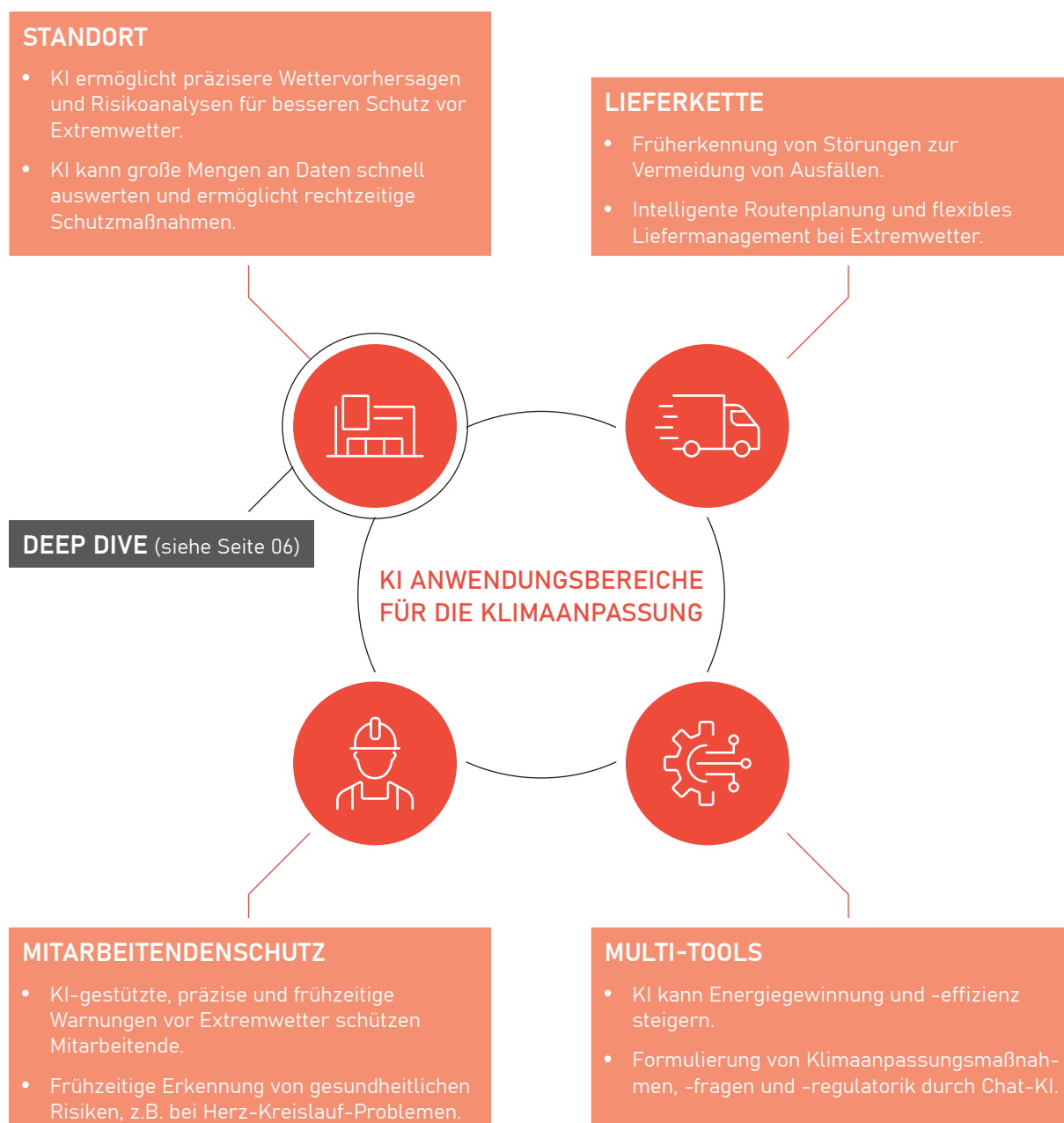
die Prognose von Extremwetterereignissen dabei, die Sicherheit von Mitarbeitenden vor Hochwasser und Hitzewellen zu gewährleisten, die besser vorhergesagt werden können. Zum anderen wird es durch KI-Anwendungen im Verbund mit „Wearables“ (wie z.B. Smartwatches) möglich, die Vitalzeichen von Mitarbeitenden zu beobachten und Echtzeit-Warnungen in Risikosituationen zu senden (z.B. bei drohenden Kreislauf- oder Herzschwierigkeiten). Große Technologieanbieter wie Apple und Samsung beziehen bereits KI in ihre Smartwatches mit ein oder stehen kurz davor, damit noch präzisere Informationen geliefert werden können.<sup>13</sup>

**Multitools** der Klimaanpassung bieten diverse Funktionen. Mit einer spezifischen Chat-KI<sup>14</sup> lassen sich

z.B. grundlegende Fragen zu Klimaanpassung und Regulatorik formulieren und beantworten. Davon profitieren vor allem Nutzende, die einen ersten Einblick und Anknüpfungspunkte zu einem Thema benötigen. Außerdem können präzise und lokale Vorhersagen zur Entwicklung von Hitzestress und der Wahrscheinlichkeit anderer Extremwetterereignisse getroffen werden und die KI kann einen darauf abgestimmten Vorschlag zu klimaresistenten Begrünungsmöglichkeiten oder anderen Maßnahmen machen, die Unternehmen und anderen Institutionen in der Planung zu Maßnahmen zur Klimaanpassung unterstützen.<sup>15</sup> Auch bei dezentraler und resilienter Energieversorgung, der Schnittstelle von Klimaschutz und Klimaanpas-

sung, kann KI weiterhelfen, indem sie die effizienteste Anordnung von Solarpanels berechnet.<sup>15</sup>

Ein Schwerpunkt der von Unternehmen und Forschung entwickelten Anwendungen an der Schnittstelle von KI und Klimaanpassung in NRW ist das Thema Hochwasser, welches hier dem Bereich **Standort** zugeordnet wurde. Dazu konnte das NKU mit einigen spannenden Akteur\*innen sprechen, die bereits Anwendungen entwickeln und anbieten. Aufgrund der Relevanz und des regionalen Schwerpunkts von Starkregen folgt in diesem Spotlight ein Deep-Dive zur Schnittstelle von KI und Starkregen bzw. Hochwasser.



# WIE KI STANDORTE VOR HOCHWASSER SCHÜTZEN KANN

Während die Flutkatastrophe im Ahrtal von 2021 noch vielen im Gedächtnis ist, hat das Jahr 2024 erneut auf schockierende Weise gezeigt, dass Hochwasserereignisse Teil der neuen Lebensrealität eines jeden Menschen in Deutschland und Europa sind: Sowohl die Flut, die im September in Bayern, der Slowakei, Österreich, der Tschechische Republik, Polen und Ungarn wütete, als auch die Überflutungen nach Starkregen in der Provinz Valencia in Spanien im Oktober, haben die Gefahr von Hochwasser für das menschliche Leben sowie Wohnhäuser, Wirtschaftsstandorte und Infrastruktur verdeutlicht.

Umso wichtiger ist es, dass sich auch Unternehmen auf die Bedrohung durch Starkregen, Fluten und Hochwasser vorbereiten. Neben bereits bekannten Klimaanpassungsmaßnahmen wie Dämmen oder Retentionsflächen, schafft KI gerade mit Bezug auf Hochwasserschutz neue Möglichkeiten.

Drei verschiedene Unternehmen bzw. Forschungsprojekte aus NRW zeigen mit Ihren Lösungen und Ideen neue Möglichkeiten auf.

## Das Bergische Hochwasserschutzsystem 4.0

Das vom Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes NRW (MWIKE) geförderte Forschungsprojekt zur Entwicklung des Bergischen Hochwasserschutzsystems 4.0 (HWS 4.0) wurde als Antwort auf die Hochwasserkatastrophe im Juli 2021 ins Leben gerufen. Unternehmen in Wuppertal und Umgebung wurde bewusst, dass eine frühzeitige Warnung vor



### Bergisches Hochwasserwarnsystem (HWS 4.0)

Das Projektkonsortium aus der Bergischen Universität Wuppertal, dem Wupperverband, den WSW Wuppertaler Stadtwerken, der Heinz Berger Maschinenfabrik, der Bergischen Struktur- und Wirtschaftsförderungsgesellschaft sowie der Bergischen Industrie- und Handelskammer entwickelt ein KI-basiertes Sensor-Frühwarnsystem für das Städtedreieck Wuppertal-Solingen-Remscheid.

[Website](#)

steigenden Pegelständen und Hochwasser essenziell ist, um ihre Produktionsstätten zu schützen. Das entwickelte System dient zur Vorhersage von **Pegelständen der Wupper und deren Einzugsgebieten**. Dazu werden bereits bestehende Sensorsysteme genutzt und diese flächendeckend ausgebaut. Die gesammelten Informationen wurden in ein KI-Modell eingespeist, um dieses darauf zu trainieren, Pegelstände zu prognostizieren. Unterschiedlichste Sensoren messen Temperatur und Luftdruck an Wetterstationen sowie Pegelstände und Niederschläge. Darüber hinaus fließen Langzeitdaten, die bis 1970 zurückreichen, in das System mit ein. Auf Basis dieser Trainingsdaten kann das System nun durch die **KI-Methoden maschinelles Lernen und Deep Learning** Pegelstände bis zu sechs Stunden in die Zukunft vorhersagen. Ziel war es, „**ein Zeitfenster zu schaffen, in dem Reaktionen noch möglich sind**“, so Prof. Tobias Meisen (Universität Wuppertal). Besonders vielversprechend ist die Geschwindigkeit des Systems, welches laufende Aktualisierungen ermöglicht. Ein wichtiger Aspekt des HWS 4.0 ist, dass das Modell selbst lernen musste, wie verschiedene Daten miteinander zusammenhängen. Ihm wurde wenig Vorabwissen, wie beispielsweise ein hydrologisches Modell, an die Hand gegeben. Durch die starke Anbindung an Referenzdaten aus lokaler Sensorik kann das System besonders präzise Vorhersagen für die Wupper-Region machen. Gleichzeitig limitiert die Anbindung an die Infrastruktur seine Übertragbarkeit in andere Regionen.

## Fuseki

Die Firma fuseki ist ein Digitalisierungsspezialist in der Wasser-, Energiewirtschaft und Industrie. Zum Schutz vor den Auswirkungen des Klimawandel und damit auch vor Starkregenereignissen erarbeitet fuseki eine dynamische Überflutungskarte. Basierend auf Open-Source-Daten, Daten des DWD, sowie Daten von Low-Cost-Sensorsystemen und künstlich generierten Daten beziehungsweise Kanalnetzmodellen, die alle von einem Datenqualitätsmanagement überprüft werden, werden mit Hilfe von maschinellem Lernen Niederschlags- und Abflussvorhersagemodelle entwickelt.

# fuseki

## Software Engineering, Data Science, Big Data

Das Unternehmen mit Sitz in Essen und Bremen begleitet insbesondere Firmen aus Industrie, sowie Wasser- und Energiewirtschaft und steht ihnen mit branchenspezifischem Know-How zur Seite. Im Zentrum ihrer datenbasierten Lösungen steht die Analyse komplexer Unternehmens- und Zeitreihendaten, um Zusammenhänge zu erkennen und Prognosen zu stellen.

[Website](#)



## Intelligente Frühwarnsysteme

FloodWaive ist eine Ausgründung der RWTH Aachen und verbindet KI mit physikbasierten Hochwassermodellen. Ihre Lösungen ermöglichen präzise Echtzeit-Vorhersagen und Risikoanalysen, indem sie hydrologische und hydraulische Modelle mit Deep-Learning-Algorithmen verknüpfen. So können großflächige Gebiete in Sekunden berechnet und Handlungsempfehlungen abgeleitet werden.

[Website](#)

Das Lösungsziel war eine Plattform zur Zusammenführung und Visualisierung sämtlicher Datenströme. In einer App werden daher die Modelle als dynamische Karten eines Quadratkilometers an Fläche dargestellt und dienen so als Echtzeitwarnsystem. Dieses kann standortspezifische Prognosen von Starkregen und Überflutungssituationen bis zu 60 Minuten im Voraus geben. Dank der Entwicklung als App können nicht nur Feuerwehren oder Kommunen auf die wertvollen Modellierungen zugreifen, sondern ebenfalls alle Endgerätnutzer\*innen. Momentan existiert das Tool jedoch nur als Prototyp und wurde noch nicht für eine generelle Nutzung eingeführt. Besonders vielversprechend ist die Kapazität der KI, die große Dynamik von Starkregenprozessen abzubilden. Laut Bernd Bäumler (fuseki), ist dies gerade in zeitkritischen Situationen mit gängigen Modellen ohne KI kaum möglich. Modelle, die mit Hilfe von maschinellem Lernen erstellt wurden, stellen daher verlässlichere Echtzeitwarnsysteme für Feuerwehren, Kommunen und Heimbewohner\*innen dar. Aufgrund der diversifizierten Datengrundlage weist das Tool eine hohe Flexibilität auf und kann einfach in andere Regionen übertragen werden, da es nicht nur von lokalen Referenzdaten abhängig ist.

### FloodWaive

FloodWaive arbeitet zum einen am **AI-Flood-Cast** und zum anderen am **AI-Risk-Analyzer**. Das Besondere an beiden Lösungen ist der KI-Rechenkern „DeepWaive“, der für unterschiedliche Umgebungen hydrodynamische Flächensimulationen liefert, welche auf große Gebiete skaliert werden können. In Deutschland gilt das technisch für 95% der Fläche. Der AI-Flood-Cast ist ein Vorhersage- und Echtzeit-Warnsystem für Starkregenüberflutungen und Hochwasser. Für seine Prognosen greift das Tool auf regionale Informationen über Bodenarten, Infrastrukturen, Erhebungen und Wasserabläufe zu und verbindet diese mit aktuellen Wetterdaten, um die Überflutungsauswirkungen von Starkregen und Hochwasser hochaufgelöst zu berechnen und Warnungen abzuleiten. Daher ist **keine Hardware, wie z.B. Sensoren, notwendig**, um zuverlässige Prognosen zu

erhalten. Eine Koppelung mit Sensorik (z. B. Bodenfeuchte) kann die Präzision der Anwendung aber erhöhen. Durch die einfache Aufbereitung und Darstellung von Prognosen sowie der Berechnung aller Modelle auf dem FloodWaive Server sollen, so CEO Dr. Julian Hofmann, **„nicht mehr nur die Expert\*innen dazu in der Lage sein die Anwendungen zu bedienen, sondern auch andere Nutzer\*innen, die z.B. planerisch tätig sind.“**

Mit Hilfe des AI-Risk-Analyzers können **Nutzer\*innen selbst Simulationen von Starkregenereignissen durchführen** und prüfen, welche Auswirkungen bestimmte Schutzmaßnahmen auf ein mögliches Starkregen- oder Flutereignis haben. Die Änderungen im Abflussgeschehen können so in Sekunden ausgewertet werden. Mit dieser Funktion unterstützt der AI-Risk Analyzer Anwender\*innen bei der Planung von Klimaanpassungsmaßnahmen im Bereich Hochwasser. Beispielhafte Referenzprojekte sind die StädteRegion Aachen oder EmscherGenossenschaft. In beiden Fällen konnte FloodWaive überregionale Gebiete erstmalig mit solchen KI-Lösungen abdecken und durch Sensordaten kontinuierlich verbessern.

### Fazit

Alle in diesem Abschnitt vorgestellten Anwendungen können in hohem Maße dazu beitragen Menschen und Standorte vor drohenden Starkregenereignissen und daraus resultierendem Hochwasser zu warnen. Gleichzeitig unterscheiden sie sich in ihren Stärken und Anwendungsbereichen. Dank einer langjährigen und vielfältigen Datenbasis der Wupper-Region kann das HWS 4.0 sehr präzise Prognosen treffen. Die Modelle von fuseki und Floodwaive sind hingegen aufgrund ihrer Flexibilität sehr leicht auf andere Regionen übertragbar. Die Auswahl der hier vorgestellten Tools ließe sich außerdem um viele weitere ergänzen, die sich mit Hochwasser, Starkregen und KI in NRW befassen. Es zeigt sich: KI leistet bereits heute einen entscheidenden Beitrag, der durch eine noch bessere Datengrundlage und die vermehrte Nutzung der Warnsysteme noch präziser werden könnte.

# ZUKUNFTSVISION: WIE KI DIE KLIMAANPASSUNG IN ZUKUNFT VORANBRINGEN KÖNNTE

Das Themenspotlight hat gezeigt: Schon heute arbeiten Unternehmen, Start-Ups und die Wissenschaft daran, KI für die Klimaanpassung zu nutzen. Natürlich stellt sich die Frage, wo diese Entwicklung hinführen kann, oder – mit anderen Worten – was die Potenziale der KI sind? Einige Fachleute, wie z.B. KI-Experte und Zukunftsforscher Ray Kurzweil, stellen die These auf, dass KI und Menschen in Zukunft untrennbar miteinander verbunden sein werden. Diese Verbindung würde auch die Möglichkeiten und die Arbeit in der Klimaanpassung revolutionieren,<sup>18</sup> gilt derzeit aber noch als Vision. Beim folgenden Blick in die Zukunft wird beleuchtet, wie eine klimaangepasste KI-Utopie aussehen könnte.

Geht es um die klimaangepasste Stadt der Zukunft, dann spielen digitale Zwillinge eine zunehmend zentrale Rolle.<sup>19</sup> Bereits heute kommt diese Technologie in Singapur zum Einsatz. Aufgrund seiner klimatischen Lage war der Stadtstaat schon früh dazu gezwungen, effektive Klimaanpassungsmaßnahmen zu ergreifen. Der digitale Zwilling diente dabei als Modell, um das städtische Mikroklima und seine geografische Beschaffenheit zu simulieren. Dadurch können die Temperaturentwicklungen einzelner Klimaanpassungsmaßnahmen im Detail ausgewertet und auf einzelne Straßenzüge und Häuserblocks hinuntergebrochen werden. KI wird in diesem Kontext genutzt, um die effizientesten und kostengünstigsten Strategien für lokale Wärmeminderungen zu identifizieren. Der KI kommt also eine hohe Verantwortung zu, wenn es darum geht, große Datenmengen auszuwerten und ortsspezifisch effiziente Maßnahmen umzusetzen, die Menschen, aber auch Unternehmen vor Hitze schützen können. Durch diese Funktion könnte ein digitaler Zwilling in Zukunft für viele urbane Gebiete interessant werden.

Auch unser Nachbarland Österreich,<sup>20</sup> hat spannende Entwicklungen im Bereich Klimaanpassung zu bieten. Forscher\*innen des Austrian Institute of Technology (AIT) entwickelten ein KI-Tool, um Städte möglichst klimaresilient und -neutral zu planen. Ihre Vision ist es, „Städten eine Klima-DNA einzuschreiben“, so Nikolas Neubert, Leiter der Abteilung für digitale und resiliente Stadtentwicklung am AIT. Dabei simuliert

die KI-Software beispielsweise, wie geeignet Areale für neue Wohngebiete sind oder wie sich die Abstände zwischen Häusern, die Architektur oder die Dachbegrünung auf die Luftqualität und den Abfluss von Regenwasser auswirken. Gleichzeitig kann modelliert werden, welchen Einfluss das Design von Gebäuden und Infrastruktur auf Verkehrsströme und somit auch auf den Ausstoß von CO<sub>2</sub> und den Aufbau

von Hitze in Städten hat. „KI soll aber nicht entscheiden, wie unsere Städte aussehen werden“, betont Neubert. Stattdessen soll sie Architekt\*innen, Stadtplaner\*innen, Forschende und viele andere unterstützen und frühzeitig Prognosen liefern.

Aber nicht nur im Bereich der Stadtplanung, sondern auch mit Bezug auf die Lieferketten von Unternehmen könnte KI in Zukunft zu einem positiven Entwicklungsfaktor werden. Bereits heute hilft sie Unternehmen

dabei, so Amanda Downie und Teaganne Finn von IBM, ihre Lieferketten vorausschauend zu planen – z.B. wenn es um den eigenen Warenbedarf, die Lagerkapazitäten auf Basis von Kund\*innennachfrage oder die Erfassung von Produktionskapazitäten geht.<sup>21</sup> Diese Unterstützung kann in Zukunft noch mehr auf die klimaangepasste Lieferkette zugeschnitten werden. Denn auch hier sind Unternehmen mit großen Herausforderungen konfrontiert: Sturmfluten, Hochwasser, Waldbrände und beschädigte Infrastruktur können zu Ausfällen, Verzögerungen und Beschädigungen der eigenen Ware oder von für die eigene Produktion benötigten Zulieferungen führen. KI kann dabei in Zu-

„KI könnte in Zukunft dazu beitragen, die positiven Effekte von Klimaanpassungsmaßnahmen besser zu berechnen. Damit kann sie zur Entscheidungsfindung von Kommunen und Unternehmen beitragen.“

Dr. Georg Klose, Prognos AG





kunft vor allem auf drei Wegen zu einer klimaresilienten Lieferkette beitragen.

- Erstens, durch eine vorausschauende Planung der Lieferketten. KI kann dann verschiedene Extremwetter szenarios durchrechnen und Unternehmen auf Schwachstellen in den eigenen Lieferketten hinweisen. In Reaktion können diese Unternehmen Notfallpläne mit alternativen Routen, Lagerräumen oder Zulieferern erstellen, bevor ein Ereignis eintritt.
- Zweitens kann KI auf der ganzen Welt Orte identifizieren, bei denen Extremwetterereignisse wahrscheinlich sind. Um die eigenen Lieferketten zu schützen, können Unternehmen dann direkt mit Zulieferern sprechen und sie bei Klimaanpassungsmaßnahmen unterstützen, wenn sie in einem Risikogebiet liegen.
- Schließlich kann KI drittens dabei helfen, Lieferketten im Falle eines Extremwetterereignisses in Echtzeit anzupassen. Wenn auf einer Lieferroute z.B. ein Sturm oder eine Überflutung vorhergesagt wird, kann KI die Route so anpassen, dass das Ereignis umfahren wird – in etwa wie moderne Navigationsgeräte Autofahrer\*innen auf Autobahnstaus und Sperrungen hinweisen und alternative Routen vorschlagen.

Bis es so weit ist, und Unternehmen auf die vorgestellten Lösungen zurückgreifen können, braucht es jedoch noch einige spezifische Forschung und Entwicklung. Vielversprechend ist aber, dass diese

Forschung an der Schnittstelle von KI und Lieferketten bereits seit einiger Zeit intensiv betrieben wird.<sup>22</sup>

An diesen drei Beispielen zeigt sich: Im Bereich KI und Klimaanpassung werden bereits in vielerlei Hinsicht Anwendungen entwickelt und implementiert, die noch vor wenigen Jahren als „Zukunftsmusik“ gegolten hätten. Das verspricht immer komplexere und zuverlässigere KI-Anwendungen für die Zukunft. Darum lässt sich begründet die Frage stellen, ob eine Klimautopie vorstellbar ist, in der Klimaanpassung und Klimaschutz Hand in Hand gehen und mit der Hilfe von KI optimale Ergebnisse erzeugen? Die Antwort ist eine Doppelte, also „ja“ und „nein“.

Vorstellbar ist ein Szenario, in dem ein integrierter KI-Ansatz Klimaschutz- und Klimaanpassungsmaßnahmen miteinander in Einklang bringt und verwaltet. Anstatt, wie heute, eine KI-Anwendung für eine bestimmte Aufgabe zu nutzen (z.B. die Vorhersage und Berechnung von Starkregen und Hochwasser), würde die KI viele Bereiche vereinen. In 30 Jahren könnten Städte in NRW durch den Einsatz von KI in blühende, klimangepasste „Schwammstädte“ verwandelt werden: grüne, smarte Metropolen, die Starkregen und Hitzeperioden besser standhalten. KI-gesteuerte Infrastrukturen würden Regenwasser effizient speichern und intelligent ableiten oder es zur Kühlung während Hitzeperioden wieder abgeben, während begrünte Fassaden und Parks das Stadtbild prägen und die Lebensqualität erhöhen. Unternehmen profitieren enorm von dieser Klimaresilienz der „Schwammstädte“ und können sich auch dank KI-gestützter Datenverarbeitung optimal gegen klimatische Veränderungen schützen. Wenn also



die aktuellen Entwicklungen in dieser Geschwindigkeit voranschreiten und wir uns KI zu Nutze machen, wären Menschen und KI, ganz im Sinne von Ray Kurzweil, auf produktive Art und Weise miteinander verbunden. Aber natürlich ist dieses Szenario abstrakt und die tatsächliche „KI-Klima(anpassungs)utopie“ lässt sich auch mit der Hilfe guter Beispiele nur schwer vorstellen. Umso wichtiger ist die Möglichkeit zur Visualisierung einer möglichen Zukunft. Diese wird z.B. durch Tools wie „Urban Utopia“ geschaffen. Hier wird KI eingesetzt, um eine bessere Vorstellung der klimaangepassten Stadt der Zukunft zu gewinnen. Dafür können Nutzer\*innen Bilder eines städtischen Raumes hochladen und mit verschiedenen Filtern testen, wie sich der Raum durch Klimaanpassungsmaßnahmen verändert. Ein ähnliches Angebot macht die Plattform „Dutch Cycling Lifestyle“. Im Gegensatz zum Urban-Utopia-Projekt, welches mit hochgeladenen Bildern arbeitet, benötigt das Tool lediglich eine Adresse, um die dazugehörige Straße mit der Hilfe von KI fahrradfreundlich und begrünt darzustellen. Einen Ansatz für Expert\*innen bietet das KI-Tool „Autodesk“. Diese kostenpflichtige Anwendung richtet sich vor allem an Architekt\*innen und Stadtplaner\*innen und kann ihre Entwürfe für konkrete Bauvorhaben visualisieren. Im Ergebnis zeigt sich dabei häufig: Die Stadt wird nicht nur resilienter, sondern dank grüner Dächer, weniger versiegelter Flächen und schattigen

Plätzen auch schöner. Somit wird die (Klimaanpassungs-)Utopie durch KI greifbarer gemacht.

Aktuell sind wir jedoch noch viele Entwicklungsschritte von einer KI-Klima(anpassungs)utopie entfernt. Gerade in NRW und Deutschland braucht es zunächst noch viel Forschung und Entwicklungsarbeit, damit in allen für die Klimaanpassung relevanten Bereichen auch Daten und KI-Modelle zur Verfügung stehen, mit deren Hilfe sich Klimaanpassung im großen Stil wirksam umsetzen lässt. Aber diese Entwicklung scheint aktuell nur eine Frage der Zeit zu sein, da das Thema KI bereits heute ein globaler Megatrend ist und sich erste Anwendungen im Bereich Klimaanpassung bereits als wirksame Helfer erweisen, um sich gegen Ex-

tremwetterereignisse zu rüsten. KI kann der Klimaanpassung also bereits heute in unterschiedlichsten Anwendungsbereichen dienen und birgt laut Dr. Georg Klose „riesige Möglichkeiten“, um auf die Herausforderungen des Klimawandels zu reagieren. Auch Dr. David Daou von der UN-Universität in Bonn sagt: **„KI gehört definitiv die Zukunft.“** Sie kann uns längere Reaktionszeiten verschaffen, bei Entscheidungsfindungen unterstützen und Prozesse beschleunigen. Wichtig ist aber auch der Hinweis von Bernd Bäuml von fuseki: **„Der Mensch muss immer Entscheidungsträger bleiben.“**

„KI kann Klimaschutzmaßnahmen beschleunigen, indem sie die Klimamodellierung auf ein neues Niveau hebt.“<sup>23</sup>

Dannouni et al., 2023

# QUELLEN

- 01 Delcker, Janosch (2023): Wie verändert künstliche Intelligenz die Gesellschaft? Deutsche Welle. Verfügbar [hier](#).
- 02 Zimmermann, Hendrik und Frank, David (2019): Künstliche Intelligenz für die Energiewende: Chancen und Risiken. Germanwatch e.V. (Hrsg.). Verfügbar [hier](#).
- 03 Ergen, Mustafa (2019): What is Artificial Intelligence? Technical Considerations and Future Perception. In: The Anatolian Journal of Cardiology. Bd. 22. S. 5 – 7. Verfügbar [hier](#).
- 04 Fjelland, Ragnar (2020): Why general artificial intelligence will not be realized. Humanities and Social Sciences Communications. Bd. 7. S. 1 – 9. Verfügbar [hier](#).
- 05 Text und Grafik: Columbia University und Bezos Earth Fund (Hrsg.) (2024): Landscape Assessment of AI for Climate and Nature. S. 5 – 6. Verfügbar unter: [Landscape Assessment of AI for Climate and Nature – May 2024.pdf](#) (26.11.2024)
- 06 Bergisches Hochwassersystem 4.0 ; [FloodWaive](#) ; [Fuseki](#) ; [Okeanos](#)
- 07 FarmBeats: AI, Edge & IoT for Agriculture – Microsoft Research // Azure Data Manager for Agriculture | Microsoft Azure. Verfügbar [hier](#) ; Außerdem: Über uns – German | Bildbasierte Bonituren und Feldüberwachung ([pheninspect.de](#)). Verfügbar [hier](#).
- 08 KIWA | Zukunft – Umwelt – Gesellschaft (ZUG) ([z-u-g.org](#)) // KI-Drohne als Warnsystem gegen Waldbrände | MDR.DE. Verfügbar [hier](#).
- 09 Flood Hub: Flood Hub ([research.google](#)). Verfügbar [hier](#).
- 10 ESA – AI maps icebergs 10,000 times faster than humans. Verfügbar [hier](#).
- 11 KI-basierte vorausschauende Wartung an Kühltürmen | Green-AI Hub ([green-ai-hub.de](#)). Verfügbar [hier](#).
- 12 DHL Routing Algorithm for Planning Transportation : ANZEIGE – Smarte Logistik – Warum DHL so stark auf KI setzt – WELT. Verfügbar [hier](#).
- 13 KI: Apple entwickelt offenbar neue Software für Fitnesstracking per Watch – Wirtschaft – SZ.de ([sueddeutsche.de](#)) // Samsungs Galaxy Watch 7 nutzt mehr KI, um die Gesundheit zu erfassen ([techopedia.com](#)). Verfügbar [hier](#).
- 14 ClimateGPT: ClimateGPT – by Erasmus.AI. Verfügbar [hier](#).
- 15 Universität Freiburg: Wie sich Städte mit Künstlicher Intelligenz an den Klimawandel anpassen können – Archiv der Hochschul- und Wissenschaftskommunikation (bis 08/2024) ([uni-freiburg.de](#)). Verfügbar [hier](#).
- 16 Mit Künstlicher Intelligenz gegen den Klimawandel – Magazin des Fraunhofer-Instituts für Kognitive Systeme IKS. Verfügbar [hier](#).
- 17 Heinrich Böll Stiftung (2022): Smarte Technologie gegen den Klimawandel. 15 Fakten über Künstliche Intelligenz. S. 9. Verfügbar [hier](#).
- 18 Die nächste Stufe der Evolution von Ray Kurzweil | PIPER. Verfügbar [hier](#).
- 19 Wie sich Singapur die „intelligente“ Stadt der Zukunft vorstellt – Zukunft – derStandard.de > Wissen und Gesellschaft. Verfügbar [hier](#).
- 20 Künstliche Intelligenz: Wie Tech-Werkzeuge im Kampf gegen den Klimawandel helfen – DER SPIEGEL. Verfügbar [hier](#).
- 21 Downie, Amanda und Teagane, Finn (2024): Was bedeutet KI in der Lieferkette? Verfügbar [hier](#).
- 22 Artificial intelligence applications in supply chain management – ScienceDirect. Verfügbar [hier](#).
- 23 Dannouni, Amane; Deutscher, Stefan A.; Dezzaz, Ghita et al. (2023): How AI Can Speed Climate Action. In: BCG. Verfügbar [hier](#).

Das NKU bedankt sich herzlich bei allen Gesprächspartner\*innen für die Einblicke in die theoretische und praktische Anwendung von KI im Kontext der Klimaanpassung. Ohne diese wertvolle Mithilfe hätte dieses Themenspotlight nicht in der vorliegenden Art zustande kommen können.

# IMPRESSUM

## Herausgegeben durch

Netzwerk Klimaanpassung & Unternehmen.NRW

## Verantwortlich

Prognos AG  
Werdener Straße 4, 40227 Düsseldorf, Deutschland  
E-Mail: [info@prognos.com](mailto:info@prognos.com)  
Telefon: +49 211 913 16 100

## Im Auftrag des

Ministeriums für Umwelt, Naturschutz und Verkehr  
des Landes Nordrhein-Westfalen (MUNV)

## Unter Mitwirkung von

CLIMATICON GmbH  
Potsdamer Platz 10, 10785 Berlin, Deutschland

FloodWaive Predictive Intelligence GmbH  
Jülicher Straße 209d, 52070 Aachen, Deutschland

fuseki GmbH  
Schürmannstraße 32, 45136 Essen, Deutschland

Projektkonsortium des HWS 4.0, insb. Tobias Meisen und Richard Meyes, Universität Wuppertal  
Gaußstraße 20, 42119 Wuppertal, Deutschland

## Bildnachweis

Titel: Greta Dekker,

Seite 05 (Grafik & Icons): [climaticon.de/ Ayoub, Giorgi, Bilal/stock.adobe.com](#)

Seite 9–10: [AlexCaelus/stock.adobe.com](#)



[zum Netzwerk](#)

