

Binaire

DAS MAGAZIN DES FORSCHUNGSZENTRUMS L3S

WWW.BINAIRE.DE

AUSGABE №
1/1111101000



**KÜNSTLICHE INTELLIGENZ,
ENERGIE UND
RESSOURCENSCHUTZ**



Prompt: »Expressionist painting, a computer board in the shape of a brain is networked with many computers, wind turbines, solar panels, trees, horizontal gardens«.

PARADOX

Wird die Problemlöserin selbst zu einem der Probleme, die sie lösen soll? Künstliche Intelligenz kann der Menschheit helfen, den weltweiten Energieverbrauch zu senken. Gleichzeitig verbrauchen der Betrieb und das Training von KI-Modellen selbst enorme Mengen an Energie.

Das Paradoxon geht noch weiter: Der britische Ökonom William Stanley Jevons zeigte 1865, dass Effizienzgewinne nicht immer zu einem reduzierten Gesamtverbrauch führen.

Denn durch sinkende Kosten kann wiederum die Nachfrage steigen.

Dieses auch Rebound-Effekt genannte Jevons-Paradoxon lässt sich in vielen Bereichen beobachten: Eine einzelne Glühbirne wird durch viele LED ersetzt. Die gewonnene Sicherheit durch Anschnallgurte in PKW führt zu einer riskanteren Fahrweise.

Moderne TV-Geräte werden pro Pixel immer effizienter, gleichzeitig aber auch immer größer. Was hilft? Politische Entscheidungen können die Auswirkungen des Jevons-Paradoxon beeinflussen. Vor allem birgt die gezielte Optimierung der Technologie große Chancen. Wie die Effizienz von KI verbessert werden kann, zeigt diese Ausgabe der *Binaire*.



DAS FORSCHUNGS- ZENTRUM L3S

Das L3S betreibt international renommierte Grundlagenforschung zur künstlichen Intelligenz und entwickelt anwendungsorientierte KI-Methoden, insbesondere für Medizin, Mobilität, Produktion und Bildung. Forschende am L3S entwickeln Methoden und Technologien für den digitalen Wandel, erforschen die Auswirkungen der Digitalisierung und leiten daraus Handlungsoptionen, Empfehlungen und Innovationsstrategien für Wirtschaft, Politik und Gesellschaft ab.

Das L3S ist eine gemeinsame Einrichtung der Leibniz Universität Hannover und der Technischen Universität Braunschweig. Mitglieder sind mehr als 30 Professorinnen und Professoren aus unterschiedlichen Disziplinen und Universitäten. Insgesamt arbeiten rund 200 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler am L3S.

Künstliche Intelligenz und Klimawandel

Liebe Leserin, lieber Leser,

der Sommer 2023 markierte einen historischen Wendepunkt: Er war der wärmste Sommer seit 2.000 Jahren in der nördlichen Hemisphäre. Die Durchschnittstemperatur lag um 2,07 °C über dem Durchschnitt von 1850 – 1900 und übertraf damit die vier wärmsten Sommer vor der industriellen Ära.

In diesem Kontext stehen wir als Informatiker vor einer doppelten Verantwortung: Einerseits müssen wir den Energieverbrauch großer KI-Modelle reduzieren, die in Rechenzentren laufen. Andererseits bietet künstliche Intelligenz auch Lösungsansätze für den Klimawandel. Wir können durch KI den Energieverbrauch optimieren – sei es durch intelligente Steuerung von Gebäuden, Verkehrsflüssen oder Stromnetzen. Darüber hinaus trägt KI zur Integration erneuerbarer Energien bei, indem sie präzise Vorhersagen für Wind- und Solarenergie trifft und die Netzstabilität sicherstellt. Nicht zuletzt unterstützt künstliche Intelligenz die Erstellung genauerer Klimamodelle, um den Klimawandel besser zu verstehen und effektivere Maßnahmen zu ergreifen.

Eines ist klar: Ob mit oder ohne KI – wir müssen individuell und gemeinsam Maßnahmen gegen den Klimawandel ergreifen. Eine beträchtliche Reduzierung der Treibhausgasemissionen ist unerlässlich. Lassen Sie uns in vielfältigen Kontexten daran arbeiten, unseren Kindern eine lebenswerte Welt zu hinterlassen – vielleicht sogar gemeinsam in einem Projekt!

Eine interessante Lektüre wünscht Ihnen



Prof. Dr. techn. Wolfgang Nejdil



»Die Elektromobilität spielt eine Schlüsselrolle beim Übergang in eine nachhaltigere Energiezukunft. Mit der Verbreitung KI-basierter Fahrerassistenzsysteme steigt jedoch der Energiebedarf der Fahrzeuge immer weiter an. Unser ganzheitlicher Ansatz bei der Entwicklung ressourceneffizienter KI hat das Potenzial, branchenübergreifend Impulse zu setzen.«

PROF. DR. MARIUS LINDAUER

L3S-Mitglied und Konsortialleiter
des Projekts *GreenAutoML4FAS*.

ÜBERSICHT

BINAIRE-AUSGABE 1 / 2024

			dezimal	binär
EDITORIAL	Künstliche Intelligenz und Klimawandel	→ Seite 03	•	11
NEWS	Termine Meldungen Veranstaltungen	→ Seite 05	•	101
TITELTHEMA	Chancen und Herausforderungen	→ Seite 10	•	1010
ENERGIEEFFIZIENZ	Innovativ und sparsam	→ Seite 12	•	1100
	Schlankheitskur für neuronale Netze	→ Seite 14	•	1110
	KI-Ökosystem fürs autonome Fahren	→ Seite 16	•	10000
	Raus aus der Cloud	→ Seite 18	•	10010
RESSOURCENSCHUTZ	Satelliten als Retter der Wälder	→ Seite 20	•	10100
WINDENERGIE	Konfliktfrei planen	→ Seite 22	•	10110
	Effiziente Logistik bei Wind und Wetter	→ Seite 24	•	11000
WISSENSWERTES	Die Zahl	→ Seite 25	•	11001
PERSONEN	Promotionen am L3S	→ Seite 26	•	11010
IMPRESSUM	Kontakt	→ Seite 27	•	11011

TERMINE UND MELDUNGEN

KonKIS 24

Konferenz der deutschen KI-Servicezentren



Die deutschen KI-Servicezentren laden zur ihrer ersten Konferenz **am 18. und 19. September 2024** nach Göttingen ein. Der thematische Schwerpunkt der *KonKIS* liegt auf KI in Gesundheitswesen und Energiewirtschaft. Die Veranstaltung richtet sich sowohl an Wissenschaftler als auch an Interessierte aus der Wirtschaft, insbesondere aus kleinen und mittleren Unternehmen mit Bedarf an Rechenleistung und KI-Expertise. Neben Keynote-Vorträgen und Podiumsdiskussionen gibt es auch wissenschaftliche Sessions, Workshops sowie Führungen durch das Göttinger Rechenzentrum. Der zweite Tag beginnt mit einem Panel zum Thema »AI made in Germany – Wie beschleunigen KI-Servicezentren den Transfer von KI-Anwendungen in Unternehmen?«. Anschließend besteht die Möglichkeit, sich mit ausgewählten Organisationen und Unternehmen im Bereich KI zu vernetzen. Dabei erfahren die Teilnehmer auch mehr über Forschung, Bildungsangebote und vorhandene Ressourcen der insgesamt vier KI-Servicezentren in Deutschland.

Die Anmeldung für die Teilnahme an der gesamten Konferenz oder nur für das Networking-Event am zweiten Tag ist auf der Konferenz-Website möglich.

Digitales Bildungs- ökosystem für die Ukraine

L3S ist am Projekt *DigiUni* beteiligt

Der russische Angriffskrieg auf die Ukraine wirkt sich auch auf die Universitäten des Landes aus. Studierende und Lehrende sind in alle Welt verstreut, die Infrastruktur vor Ort hat vielfach Schaden genommen. Eine Möglichkeit, weiter zu lernen und zu lehren, wäre es, das Studium auch online anzubieten, was vielfach bereits geschieht. Doch für ein übergreifendes System, das die einzelnen Hochschulen miteinander vernetzt, fehlt die Infrastruktur. *Digital University – Open Ukrainian Initiative (DigiUni)*, ein neues von der Europäischen Union (EU) finanziertes Vorhaben, zielt nun unter Koordination der *Nationalen Taras-Schewtschenko-Universität Kyjiw* auf den Aufbau eines effektiven und digitalen Bildungsökosystems für die Ukraine. Beteiligt sind neben zehn ukrainischen Universitäten weitere acht Universitäten aus Europa, darunter auch die *Leibniz Universität Hannover (LUH)*. Das Projekt ist unter Leitung von Prof. Dr. Sören Auer am *Forschungszentrum L3S* angedockt.



Insgesamt investiert die EU bis November 2027 rund 5 Millionen Euro in *DigiUni*. Im Mittelpunkt des Projekts stehen der Wissensaustausch, die Wissensvermittlung sowie die Entwicklung einer geeigneten Infrastruktur für digitalen Unterricht an den beteiligten ukrainischen Hochschulen. Das Ziel ist es, unabhängig vom Lernort eine kontinuierliche, qualitativ hochwertige, inklusive und transparente Bildung für Studierende zu gewährleisten. Gleichzeitig soll eine Grundlage geschaffen werden, um trotz des Krieges den Wiederaufbau des Bildungssystems in der Ukraine zu fördern.

Konkret werden in dem Projekt Erfahrungen und Best Practices in dem Bereich der Digitalen Lehr- und Lerninfrastrukturen untersucht. Zudem sollen dezentrale digitale Zentren, sogenannte *DigiZentren*, in der Ukraine eingerichtet werden. Darüber hinaus wollen die Akteure eine nationale digitale Plattform, die sogenannte *DigiPlattform*, initiieren. Dafür wollen sie spezielle Kurse für Trainer und Content-Ersteller entwickeln. Gleichzeitig werden Qualitätsstandards für digitale Inhalte festgelegt und virtuelle Labore auf der Plattform zugänglich gemacht.

Das *L3S* richtet gemeinsam mit der *TIB* als assoziiertem Projektpartner vom 21. bis 25. Juli 2024 einen Studienaufenthalt für rund 40 Partner aus der Ukraine zum Thema »Digital Learning Environments and Open Education at *LUH* and *TIB*« aus.





Niedersächsisches Zentrum für KI und Kausale Methoden in der Medizin

Startschuss für CAIMed

FORSCHUNGSZENTRUM
LUD IM MAI ZUR AUFTAKT-
VERANSTALTUNG

Das Niedersächsische Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz und kausale Methoden in der Medizin (CAIMed) ist offiziell gestartet. An der Auftaktveranstaltung am 6. Mai 2024 in Göttingen nahmen mehr als 100 Gäste aus Wissenschaft, Politik und Wirtschaft teil.

CAIMed entwickelt innovative Methoden für eine verbesserte, personalisierte Gesundheitsversorgung und trägt damit zur Bekämpfung von Volkskrankheiten wie Krebs, Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Infektionen bei. Das deutschlandweit einzigartige Zentrum bündelt exzellente Forschung in den Bereichen methodische KI, datenintensive Medizin, Medizininformatik und medizinische Grundlagenforschung.

CAIMed-Direktor Prof. Dr. Niels Grabe, *Universitätsmedizin Göttingen*, wies in seiner Eröffnungsrede auf die steigende Zahl von Krebserkrankungen hin und betonte die vielversprechenden Möglichkeiten individualisierter Therapieansätze durch die Digitalisierung der Lebenswissenschaften. Der niedersächsische Wissenschaftsminister Falko Mohrs hob das Potenzial hervor, das CAIMed durch die Verknüpfung lebens-



und datenwissenschaftlicher Kompetenzen für Niedersachsen entfalten kann. Dr. Georg Schütte, Generalsekretär der *VolkswagenStiftung*, unterstrich die hervorragenden Voraussetzungen, die das Konsortium mitbringt. Damit gehe die Erwartung einher, Niedersachsen sichtbar auf der KI-Landkarte zu platzieren und die KI-getriebene Forschung für die personalisierte Medizin voranzubringen. Prof. Dr. Bernhard Brümmer, Vizepräsident für Forschung und Nachhaltigkeit an der *Uni Göttingen*, dankte dem Niedersächsischen Ministerium für Wissenschaft und Kultur und der *VolkswagenStiftung* für die Förderung von CAIMed. So sei es möglich, Grundlagen- und angewandte Forschung an der Schnittstelle von Informatik und Medizin zu stärken und auszubauen. Prof. Dr. Tobias Moser von der *Universitätsmedizin Göttingen* gab in seinem Vortrag Einblicke in seine Forschung, darunter die Vorhersage von Proteinstrukturen und die Verbesserung des Hörvermögens durch genetische Therapien.

Die abschließende Podiumsdiskussion beleuchtete Facetten des KI-Einsatzes in der Medizin, von klinischer Entscheidungsunterstützung bis zur Dosierung von Medikamenten.

»Durch die Verknüpfung von Forschungs- und Versorgungsdaten und dem Einsatz von künstlicher Intelligenz und kausalen Methoden können Prävention, Diagnostik, Therapie und das Monitoring des therapeutischen Erfolgs deutlich wirkungsvoller und effizienter werden und dabei die individuellen Bedarfe jedes einzelnen Menschen besser adressieren«,

sagte Prof. Dr. Wolfgang Nejd, Vorsitzender des CAIMed-Direktoriums, zum Abschluss.

MEHR INFOS
zum Forschungszentrum
und seinen Vorhaben
→ <https://caimed.de>



VERANSTALTUNGEN

Auf dem Podium diskutierten Prof. Dr. Wolfgang Nejdil, Jun.-Prof. Dr. Anne-Christin Hausschild, Dr. Virginie Schatlo, PD Dr. med. Thomas Jack, Prof. Dr. Michael Meyer-Hermann und CAIMed-Geschäftsführer Dr. Johannes Winter (Moderation).
→ Fotos: L3S

AUFSICHTSRAT UND DIREKTORIUM:

Am 14. März 2024 hat sich der Aufsichtsrat des *Niedersächsischen Zentrums für KI und kausale Methoden in der Medizin (CAIMed)* konstituiert. Den Vorsitz haben Dr. Georg Schütte, Generalsekretär der *Volkswagen-Stiftung*, und Rüdiger Eichel, Leiter der Abteilung *Forschung, Innovation, Europa* im Niedersächsischen Ministerium für Wissenschaft und Kultur, übernommen. Dem Aufsichtsrat gehören zudem Prof. Dr. Wolfgang Brück, Sprecher des Vorstands der *Universitätsmedizin Göttingen*, Prof. Dr. Volker Epping, Präsident der *Leibniz Universität Hannover*, Prof. Dr. Metin Tolan, *Präsident der Universität Göttingen*, Prof. Dr. med. Michael P. Manns, *Präsident der Medizinischen Hochschule Hannover*, und Prof. Dr. Josef Penninger, wissenschaftlicher Geschäftsführer des *Helmholtz-Zentrums für Infektionsforschung*, an. Der neu konstituierte Aufsichtsrat berief in der Sitzung das *CAIMed-Direktorium*, dem Prof. Dr. Wolfgang Nejdil (Vorsitz), Prof. Dr. Michael Marscholke, Prof. Dr. Ramin Yahyapour, Prof. Dr. Niels Grabe, Prof. Dr. Michael Meyer-Hermann sowie Dr. Johannes Winter (Geschäftsführung) angehören.

KI-Wissen für Schulen

Ob in Schulklassen, beim Berufsschultag oder bei den *Smart City Days*: L3S-Wissenschaftler bringen mit Vorträgen und Workshops KI-Wissen in die Schulen.

Als Partner der *Smart City Days* am 8. Mai in Hannover bot der Verein *Digitales Hannover* einen Workshop des L3S mit Dr. Daniel Kudenko und seinem Team vom *European Digital Innovation Hub für KI und Cybersicherheit (DAISEC)* zum Thema »Schule und ChatGPT« an. Dabei ging es etwa um die Frage, wie künstliche Intelligenz den Schulalltag verändert oder ob KI im Klassenzimmer die Bildungs- und Zukunftschancen verbessern kann.

KI in der beruflichen Bildung war auch ein Thema des Berufsschultags 2024 des *Verbandes der Lehrerinnen und Lehrer an Wirtschaftsschulen in Niedersachsen (VLWN)*, der mit mehr als 100 Teilnehmern in Laatzen bei Hannover stattfand. Kudenko lieferte in seinem Vortrag »Generative KI in der Schule – was nun?« Input für den nachmittäglichen Workshop seines Teams zu diesem Thema. »KI muss man als Werkzeug verstehen und als Assistenten nutzen. Da liegt das Potenzial«, sagte Kudenko. Das Problem von KI sei die Fehlerquote der Antworten von immerhin rund 20 Prozent. »KI ist nicht in der Lage, neues Wissen zu generieren. KI kann auch nicht mutmaßen, was der Nutzer möchte. Deshalb ist die richtige Fragestellung so wichtig.



Dr. Daniel Kudenko vom L3S hielt beim Berufsschultag 2024 einen Vortrag zu generativer KI im Schulalltag.

Das Wissen darum muss in der Schule vermittelt werden«, so Kudenko.

Die L3S-Forscher Monty-Maximilian Zühlke und Dren Fazlija gehen auch direkt in Schulen. Mit interaktiven Workshops wollen sie bei Schülern das Bewusstsein für die technologischen Fortschritte in der künstlichen Intelligenz schärfen sowie potenzielle Anwendungen und ethische Überlegungen im Bildungsbereich diskutieren.

KI-Technologien für die Gesellschaft verständlich und zugänglich zu machen, gehört zu den Zielen der Projekte *Zukunftslabor Gesellschaft & Arbeit* und *DAISEC*, an denen die L3S-Wissenschaftler beteiligt sind. Zühlke und Fazlija planen, weitere Veranstaltungen dieser Art durchzuführen. Interessierte, die innerhalb oder außerhalb des Schulwesens einen ähnlichen Vortrag über den Einfluss der KI wünschen, können sich bei den Wissenschaftlern melden.

KONTAKT:

dren.fazlija@L3S.de
zuehlke@L3S.de



Auf die Frage, wie viel Energie sie im Moment verbrauche, antwortet *ChatGPT*: »Als eine virtuelle KI, die auf Servern läuft, kann ich keinen direkten Energieverbrauch messen. Der Energiebedarf hängt von der zugrunde liegenden Infrastruktur ab, die von OpenAI und den genutzten Rechenzentren bereitgestellt wird. Diese verwenden spezialisierte Hardware, um KI-Modelle wie mich zu betreiben, und der Energieverbrauch variiert je nach den spezifischen Anforderungen der Rechenlast. (...) Es ist jedoch klar, dass das Betreiben und Trainieren großer KI-Modelle erhebliche Energiemengen erfordert.«

Die Bilder erstellte *Dall-E 3* zu dem Prompt: »Individual elements on a white background, expressionist painting, monochrome blue: laptops, smartphones, large computers, solar panels, wind turbines, power stations, cooling systems, water droplets, fans, smoking chimneys, detailed matte painting, deep color, fantastical, intricate detail, splash screen, complementary colors, fantasy concept art.«

KI, ENERGIE UND RESSOURCENSCHUTZ:

Chancen und Herausforderungen

In Zeiten des Klimawandels und begrenzter Ressourcen ist die Notwendigkeit, nachhaltige, friedvolle und effiziente Lösungen zu finden, dringlicher denn je. Künstliche Intelligenz (KI) hat das Potenzial, eine Schlüsselrolle bei der Bewältigung dieser globalen Herausforderungen zu spielen, beispielsweise durch bessere Klimamodelle oder beim Ausbau erneuerbarer Energien. Doch gleichzeitig wächst die Besorgnis über den enormen Energieverbrauch von KI-Systemen selbst. Große KI-Modelle wie *ChatGPT* benötigen erhebliche Rechenressourcen, was zu einem signifikanten CO₂-Fußabdruck führt. Eine neue Studie zeigt, dass KI bis 2027 so viel Strom verbrauchen könnte wie die Niederlande in einem Jahr, also in etwa ein halbes Prozent des weltweiten Stromverbrauchs. Der Datenwissenschaftler Alex de Vries schätzt den Stromverbrauch von KI-Chips bis 2027 auf jährlich 85 bis 134 Terawattstunden.

KI ist also Problem und Lösung zugleich. Das *Forschungszentrum L3S* befasst sich daher nicht nur mit den enormen Herausforderungen von KI, sondern auch mit dem Anwendungspotenzial: Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des *L3S* entwickeln Lösungen, um KI energieeffizienter zu gestalten, und sie erforschen Einsatzmöglichkeiten beim Ausbau erneuerbarer Energien und im Umweltschutz.

ENERGIEEFFIZIENZ VON KI-SYSTEMEN

Insbesondere das Training großer neuronaler Netze erfordert enorme Rechenressourcen und damit eine beträchtliche Menge an Energie. Selbst das Training verhältnismäßig kleiner Large Language Models verbraucht schon ein Vielfaches dessen, was mehrere Autos in ihrer gesamten Lebenszeit an CO₂ ↗



ausstoßen. Auch in der Inferenz brauchen Large Language Models rund 30 mal so viel Energie wie eine Suchanfrage bei Google. Doch es gibt vielversprechende Ansätze, um die Energieeffizienz von KI zu verbessern.

Am *L3S* entwickeln Wissenschaftler zum Beispiel automatisierte Green-ML-Methoden für Fahrerassistenzsysteme, die in immer mehr Autos verbaut sind (siehe Seite 12). Diese Systeme optimieren den Energieverbrauch, indem sie nur die notwendigen Berechnungen durchführen und gleichzeitig eine hohe Genauigkeit beibehalten. Durch den Einsatz von Techniken des automatisierten maschinellen Lernens (AutoML) können diese Ansätze später auf andere Anwendungen übertragen werden. Ein weiteres spannendes Feld sind Hypersparse Neural Networks. Sie zielen darauf ab, nur die relevantesten Gewichte von neuronalen Netzwerken zu lernen und so die Zahl der benötigten Operationen und damit den Energiebedarf zu senken. Dieser Bedarf lässt sich mit sogenannten binären neuronalen Netzen, die extrem leicht in Hardware zu realisieren sind, noch weiter senken. Teilweise sind hier Einsparungen von über 95 Prozent des Energieverbrauchs ohne Qualitätseinbußen möglich (Seite 14).

Die Entwicklung energieeffizienter Hardware-Beschleuniger für neuronale Netze steht im *L3S*-Projekt *ZUSE KI-Mobil* im Mittelpunkt. Diese Beschleuniger sind speziell für den Einsatz in eingebetteten Anwendungen konzipiert und tragen dazu bei, den Energieverbrauch in mobilen und vernetzten Geräten zu senken (Seite 16).

KI IM EINSATZ FÜR ERNEUERBARE ENERGIEN

KI kann auch direkt zum Ausbau erneuerbarer Energien beitragen. So wird etwa im *L3S*-Projekt *WindGISKI* (Seite 22) eine KI-basierte Plattform für geographische Informationssysteme (GIS) entwickelt, die Potenzialflächen für Windenergieanlagen ausweist. Die GIS-Plattform hilft dabei, die besten Standorte für Windkraftanlagen zu identifizieren und somit die Effizienz und den Ausbau der Windenergie zu maximieren.

Ein weiteres bemerkenswertes *L3S*-Projekt ist *OffshorePlan*, das sich mit der Baustellenlogistik für



Windenergieanlagen beschäftigt. KI kann die Planung und Durchführung der Logistikprozesse optimieren, was nicht nur die Kosten senkt, sondern auch den ökologischen Fußabdruck der Bauprojekte reduziert (Seite 24).

UMWELT- UND RESSOURCENSCHUTZ DURCH KI

Neben der Förderung erneuerbarer Energien kann KI auch einen bedeutenden Beitrag zum Umwelt- und Ressourcenschutz leisten. Ein herausragendes Beispiel ist das *L3S*-Projekt *SWIFTT* (*Satellites for Wilderness Inspection and Forest Threat Tracking*), das KI-gestützte Satellitendaten verwendet, um Bedrohungen für Wälder frühzeitig zu erkennen und entsprechende Schutzmaßnahmen zu ergreifen (Seite 20).

Das *L3S*-Projekt *GLACIATION* (Seite 18) zeigt, wie durch die Entwicklung eines verteilten

Wissensgraphen die Effizienz der Big-Data-Analyse verbessert und dadurch Kohlenstoffemissionen reduziert werden können. Dieser Wissensgraph ermöglicht es, große Datenmengen effizienter zu verarbeiten und trägt so zur Verringerung des Energieverbrauchs bei.

FORSCHUNG AM L3S

Das *Forschungszentrum L3S* arbeitet intensiv an der Schnittstelle zwischen KI, Energieeffizienz und Ressourcenschutz. Das Ziel ist, neue Methoden und Technologien zu entwickeln, die sowohl die Leistungsfähigkeit von KI-Systemen steigern als auch deren Energieverbrauch minimieren. Dabei deckt das *L3S* das gesamte

Spektrum ab: von der Grundlagenforschung zu neuen Architekturen für neuronale Netze und spezialisierte Hardware über die effiziente Entwicklung neuer KI-Anwendungen mit AutoML bis hin zu KI-Anwendungen für Nachhaltigkeit.

Die Potenziale von KI im Bereich der Energieeffizienz und des Ressourcenschutzes sind enorm. Durch die kontinuierliche Weiterentwicklung und den gezielten Einsatz von KI-Technologien können wir nicht nur die Effizienz unserer Systeme steigern, sondern auch einen bedeutenden Beitrag zum Schutz unserer Umwelt leisten. Die in dieser Ausgabe der *Binaire* vorgestellten Projekte geben einen eindrucksvollen Einblick in die vielfältigen Möglichkeiten, wie KI zur Nachhaltigkeit beitragen kann. ¶



KONTAKT:

Prof. Dr.-Ing. Bodo Rosenhahn
rosenhahn@L3S.de

\\ Bodo Rosenhahn ist Direktor am *L3S* und leitet das *Institut für Informationsverarbeitung*. Er forscht auf den Gebieten Computer Vision, Maschinelles Lernen und Big Data. \\

KONTAKT:

Prof. Dr. Marius Lindauer
marius.lindauer@L3S.de

\\ *L3S*-Mitglied Marius Lindauer ist Leiter des *Instituts für Künstliche Intelligenz* und Professor für maschinelles Lernen an der *Leibniz Universität Hannover*. \\





Mit seinem High-Tech-Design und intelligenten Sensoren ebnet PANDA den Weg für nachhaltige und sichere Mobilität.
—> Foto: Leibniz Universität Hannover · Lizenz: CC 4.0-SA-BY-NC

KI-GESTEUERTE ELEKTROMOBILITÄT

Innovativ und sparsam

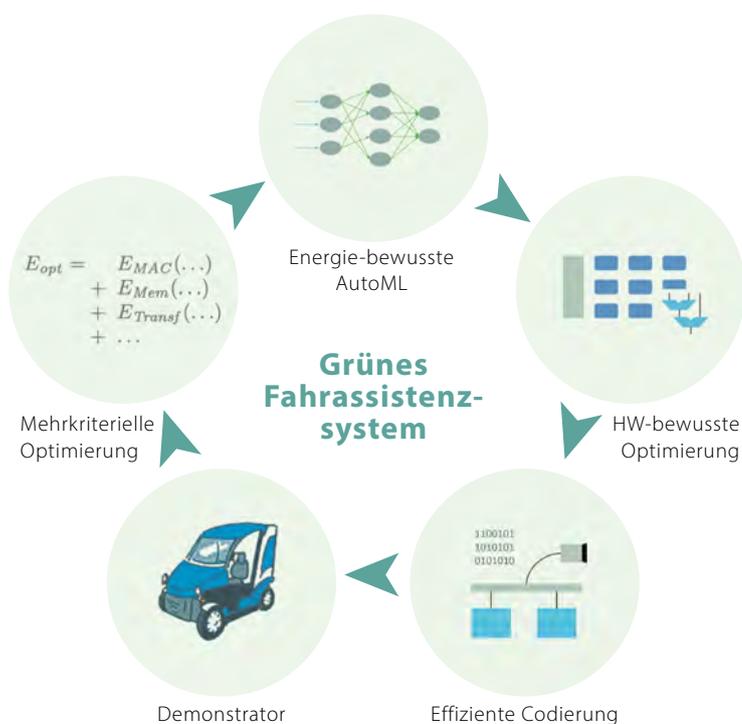
Künstliche Intelligenz (KI) durchdringt zunehmend unseren Alltag – und verschlingt dabei mehr und mehr Energie. Angesichts von Klimawandel und Ressourcenknappheit wird es immer dringlicher, KI-Anwendungen ressourcenschonend und nachhaltig zu entwickeln. Eine schwierige Aufgabe – insbesondere, wenn große Mengen sensibler Daten mit modernen KI-Modellen wie tiefen neuronalen Netzen analysiert werden sollen. Diese Modelle sind nicht nur sehr komplex, sie werden auch sehr häufig genutzt. Ein hoher Energieverbrauch und damit einhergehend ein großer ökologischer Fußabdruck sind die Folge. Das L3S-Projekt *Green AutoML für Fahrerassistenzsysteme (GreenAutoML4FAS)* will nicht nur die Vorteile moderner KI nutzen, sondern auch den Ressourceneinsatz optimieren.

Die Elektromobilität spielt eine Schlüsselrolle beim Übergang in eine nachhaltigere Energiezukunft. Mit der Verbreitung KI-basierter Fahrerassistenzsysteme steigt jedoch der Energiebedarf der Fahrzeuge immer weiter an. *GreenAutoML4FAS* konzentriert sich daher auf die Entwicklung ressourceneffizienter KI für die

E-Mobilität. Das Ziel: mehr Sicherheit, Komfort und Wirtschaftlichkeit, ohne den Energieverbrauch außer Acht zu lassen.

RESSOURCENEFFIZIENT DURCH AUTOML

Der ganzheitliche Ansatz von *GreenAutoML4FAS* vereint Hardware, Daten- und Modellkomplexität sowie adaptive KI-Technologien in nur einem System. Durch das Zusammenspiel wollen die Wissenschaftler maximale Effizienz erreichen, die weit über das hinausgeht, was mit einer individuellen Optimierung der Komponenten möglich wäre. Der Schlüssel zum Erfolg: Das System passt sich durch automatisiertes maschinelles Lernen (AutoML) selbst an die vielfältigen Aufgaben von Fahrerassistenzsystemen an. Die Automatisierung des Entwicklungsprozesses ermöglicht es, schnell auf neue Anforderungen zu reagieren und Entwicklungszyklen zu verkürzen. »Dieser innovative Ansatz verspricht nicht nur Effizienzsteigerungen im Auto-



GANZHEITLICHKEIT UND WISSENS-TRANSFER

GreenAutoML4FAS steht exemplarisch für eine neue Generation von KI-Anwendungen, die nicht nur technologisch fortschrittlich sind, sondern auch im Hinblick auf ihren Ressourcenverbrauch. Die Kombination aus innovativen Algorithmen, effizienter Hardware und einem fokussierten Ansatz im Wissenstransfer setzt neue Maßstäbe bei der Entwicklung ressourceneffizienter KI-Systeme. »Die Veröffentlichung der Ergebnisse und Erkenntnisse von *GreenAutoML4FAS* über Open-Source-Implementierungen kann der Weiterentwicklung der E-Mobilität neue Impulse verleihen. Mit *PANDA* als wegweisendem Demonstrator und der Betonung des ganzheitlichen Ansatzes positioniert sich *GreenAutoML4FAS* an der Spitze der Bemühungen, die Zukunft der Mobilität nachhaltiger und effizienter zu gestalten«, so Lindauer. ¶

mobilssektor, sondern hat auch das Potenzial, branchenübergreifend Impulse zu setzen«, sagt Prof. Dr. Marius Lindauer, Leiter des *Instituts für Künstliche Intelligenz* der *Leibniz Universität Hannover* und Konsortialleiter des Projekts *GreenAutoML4FAS*.

Als Demonstrator für die praktische Anwendung und für das immense Potenzial von *GreenAutoML4FAS* dient *PANDA (Platform for the Analysis of Next-gen Driver Assistance)*. Das Versuchsfahrzeug ist mit modernsten Sensoren aus-

gestattet, die seine Umgebung detailgenau erfassen und analysieren. Im Rahmen des Projekts optimierte Board-Computer verarbeiten die Sensordaten hochgradig effizient. »Die Synergie aus optimierter Hardware, effizienter Datenverarbeitung und adaptiver Software hebt die Ressourceneffizienz von Fahrerassistenzsystemen auf eine neue Stufe und bietet damit ein Modell für zukünftige Entwicklungen im Bereich der E-Mobilität«, sagt Lindauer.



KONTAKT:

Prof. Dr. Marius Lindauer
marius.lindauer@L3S.de

\\ *L3S-Mitglied* Marius Lindauer ist Leiter des *Instituts für Künstliche Intelligenz* und Professor für maschinelles Lernen an der *Leibniz Universität Hannover*. \\

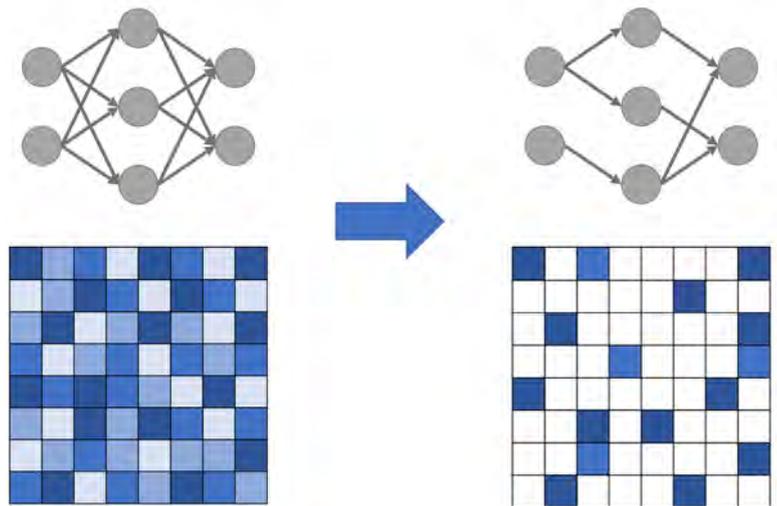
KONTAKT:

Tanja Tornede, M. Sc.
t.tornede@ai.uni-hannover.de

\\ Tanja Tornede ist Projektkoordinatorin von *GreenAutoML4FAS* und wissenschaftliche Mitarbeiterin am *Institut für Künstliche Intelligenz* an der *Leibniz Universität Hannover*. \\



MEHR INFOS
zum Projekt
→ <https://www.l3s.de/de/research-at-l3s/all-projects/green-automl-for-driver-assistance-systems>



EFFIZIENTE UND VERANTWORTUNGSVOLLE KI

Schlankheitskur für neuronale Netze

Der wachsende Einsatz von künstlicher Intelligenz (KI) sorgt für steigende energetische Kosten und hinterlässt damit einen nennenswerten Fußabdruck in der Ökobilanz. Doch können die Vorteile von KI auch energetisch effizient und sparsam genutzt werden? Im Projekt *Automatisiertes Green-ML für Fahrerassistenzsysteme*, kurz *GreenAutoML4FAS*, suchen Wissenschaftler des L3S gemeinsam mit dem hannoverschen Unternehmen *VISCODA* nach Lösungen für effiziente KI-Anwendungen beim autonomen Fahren.

In den letzten Jahren konnte die Öffentlichkeit durch neue Anwendungen beobachten, wie künstliche neuronale Netzwerke immer leistungsfähiger wurden. Große neuronale Netzwerke wie *ChatGPT* benötigen dabei enorme Rechenressourcen. Ein Grund:

Sie nutzen viele Milliarden Gewichte. Ein Gewicht gibt an, welche Bedeutung jede einzelne Verbindung zwischen den Neuronen des Netzwerks hat. Die Anzahl der genutzten Gewichte korreliert in etwa mit der benötigten Energie. Da zukünftige Fahrzeuge möglichst sparsam und effizient sein sollen, lassen sich große Modelle aus der KI-Forschung nicht so einfach in Millionen Fahrzeugen verbauen. »Eines unserer Ziele ist es daher, die Fähigkeit von bestehenden großen Netzwerken in kleine Netzwerke mit wenigen Gewichten zu komprimieren, ohne dass die Genauigkeit nennenswert sinkt«, sagt Timo Kaiser, der zusammen mit Patrick Glandorf und Prof. Dr.-Ing. Bodo Rosenhahn am *Institut für Informationsverarbeitung der Leibniz Universität Hannover* forscht.

WENIGE GEWICHTE NOTWENDIG

Sparsifizierte neuronale Netzwerke (Englisch *sparse*: spärlich) nutzen nur einen Bruchteil der vorhandenen Gewichte. In ihrer Studie *Hypersparse Neural Networks* haben die hannoverschen Wissenschaftler eine Methode veröffentlicht, mit der regulär genutzte Gewichte sukzessive aus dem neuronalen Netzwerk entfernt werden können. Dabei werden die neuronalen Netze nicht nur wie üblich mit großen Datenmengen trainiert, sondern es kommt noch eine Schwierigkeit hinzu: Der Trainingsalgorithmus wird »bestraft«, wenn er für die Berechnung des Ergebnisses zu viele Gewichte benötigt. Um die Hauptaufgabe, zum Beispiel das Klassifizieren von Bildern, weiterhin lösen zu können, muss der

Trainingsalgorithmus ein bereits trainiertes neuronales Netzwerk so umstrukturieren, dass eine sinnvolle Klassifikation auch mit wenigen Gewichten möglich ist. Nach dem Training lassen sich die überflüssigen Gewichte physisch von der Hardware entfernen. »Wir sehen, dass sich je nach Anwendung problemlos bis zu 98 Prozent der Gewichte entfernen lassen, ohne dass die Genauigkeit kritisch sinkt«, sagt Patrick Glandorf, Erstautor der Studie.

NEUE EINBLICKE IN DIE KI

Bei der Untersuchung des Algorithmus lernten die Wissenschaftler auch interessante Details über das Verhalten von KI kennen. Entfernt man nämlich den Großteil der Gewichte, bevor der Algorithmus die Komprimierung abgeschlossen hat, verschlechtert sich die Qualität des neuronalen Netzwerkes. Allerdings nicht willkürlich, wie das Beispiel des CIFAR-10-Datensatzes zeigt. CIFAR 10 gehört mit einem Bestand von 60.000 Bildern, die in zehn Gruppen klassifiziert sind (Katzen, Vögel etc.), zu den in der Forschung zum maschinellen Lernen am häufigsten genutzten Datensätzen. Die neuronalen Netzwerke scheinen die zehn Klassen unterschiedlich gut zu komprimieren. Bricht man die Komprimierung deutlich zu früh ab, unterscheiden die Netzwerke tendenziell bereits zwischen Rehen, Vögeln und Katzen, erkennen aber weder Pferde noch Flugzeuge. Die

Fähigkeit, letztere Klassen zu erkennen, wird dann sukzessive während der Anwendung des Algorithmus komprimiert.

»Diese Erkenntnisse geben Aufschluss über die Benachteiligung bestimmter, vielleicht vulnerabler Gruppen«, sagt Kaiser. Auch Pferde hätten ein Recht darauf, im Straßenverkehr erkannt zu werden. »Mit unserer Forschung stellen wir die Weichen für den verantwortungsvollen und effizienten Einsatz von künstlicher

Intelligenz in alltäglichen Anwendungen«, sagt Prof. Rosenhahn. »Damit die neuen Technologien breit zugänglich werden und dabei nicht zu Problemen in klimapolitischen Fragen werden, müssen wir die Effizienz von KI genauso in den Fokus setzen, wie dessen reine Fähigkeit, Probleme möglichst genau zu lösen. Mit dem Projekt *GreenAutoML4FAS* gehen wir hier einen großen Schritt in die richtige Richtung.«

KONTAKT:

Timo Kaiser, M. Sc.

kaiser@tnt.uni-hannover.de



\\ Timo Kaiser ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am *Institut für Informationsverarbeitung*. Er beschäftigt sich mit dem Multiple-Object-Tracking und Unsicherheit in maschinellem Lernen. \\

Patrick Glandorf, M. Sc.

glandorf@tnt.uni-hannover.de



\\ Patrick Glandorf ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am *Institut für Informationsverarbeitung*. Er forscht auf dem Gebiet des Ressourceneffizienten maschinellen Lernens. \\

Prof. Dr.-Ing. Bodo Rosenhahn

rosenhahn@L3S.de



\\ Bodo Rosenhahn ist Direktor am *L3S* und leitet das *Institut für Informationsverarbeitung*. Er forscht auf den Gebieten Computer Vision, Maschinelles Lernen und Big Data. \\



VERÖFFENTLICHUNG

»HyperSparse Neural Networks: Shifting Exploration to Exploitation through Adaptive Regularization«

→ <https://github.com/GreenAutoML4FAS/HyperSparse>



Übersicht des entwickelten KI-Beschleunigers aus dem Projekt *ZuSE-KI-Mobil*. Zu sehen ist die Platzierung der einzelnen Komponenten auf dem Chip.
 → Bild: *Dream Chip Technologies GmbH*

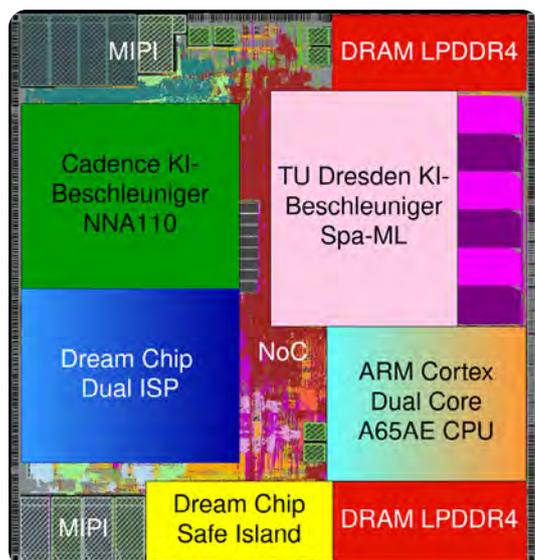
LEISTUNGSSTARKE KI-HARDWARE UND -ALGORITHMEN

KI-Ökosystem fürs autonome Fahren

Wer in ein vollautomatisiertes Fahrzeug steigt, möchte sicher ans Ziel kommen. Dafür sollen zahlreiche komplexe Algorithmen der künstlichen Intelligenz (KI) sorgen, die in kürzester Zeit enorme Mengen an Sensordaten analysieren, zum Beispiel, um andere Verkehrsteilnehmer zu erkennen. Bevor das vollautomatisierte Fahren in Deutschland zugelassen werden kann, müssen die Prozessoren noch hohe Anforderungen erfüllen. Nicht nur die Rechenleistung von Hardware und Algorithmen muss steigen, Verbesserungsbedarf gibt es auch mit Blick auf Energieeffizienz, Zuverlässigkeit, Robustheit und Sicherheit. Um die komplexen Algorithmen effizient in Fahrzeugen einsetzen zu können, braucht es ein ganzes KI-Ökosystem aus leistungsstarker KI-Hardwareplattform samt optimierter KI-Signalverarbeitung. Genau daran forschen Wissenschaftler des *Forschungszentrums L3S* an der *Leibniz Universität Hannover (LUH)* gemeinsam mit weiteren Partnern in dem vom Bundesforschungsministerium geförderten Projekt *ZuSE-KI-Mobil*. Zum Konsortium des Projekts gehören neben der *LUH* auch die *TU Dresden*, das *Karlsruhe Institut für Technologie (KIT)*, die *TU München* sowie *BMW*, *Dreamchip*, *ZF Friedrichshafen*, *Infineon* und *T3 Technologies*.

L3S-Mitglied Prof. Dr. Holger Blume und sein Team sind an der Erforschung und Entwicklung der hete-

rogenen Hardwareplattform beteiligt. Neben einem Prozessorsystem mit mehreren Recheneinheiten, die Aufgaben parallel und somit schneller erledigen, besteht die Plattform aus zwei dedizierten KI-Beschleunigern und weiteren dedizierten Prozessoreinheiten, die unter anderem für die Bildvorverarbeitung zuständig sind. Eine Besonderheit der Hardwareplattform ist der von Wissenschaftlern der *TU Dresden* entwickelte KI-Beschleuniger *SPA-ML*, der Convolutional Neural Networks (CNNs) effizient berechnet. CNNs sind in der Sensorsignalverarbeitung der zurzeit meistgenutzte KI-Algorithmus-Typ. Zur Unterstützung moderner CNN-Algorithmen wird im Projekt zusätzlich die Hardware erweitert. Um CNNs auf der neuartigen Beschleunigerhardware möglichst effizient auszuführen, ist ein Neural Network Compiler erforderlich. Zu diesem Zweck haben die *L3S*-Wissenschaftler den *SPA-ML*-Beschleuniger in das Compiler-Framework *Apache TVM* integriert. Dadurch besteht die Möglichkeit, KI-Modelle, die zum Beispiel in einer *ONNX*- oder *Pytorch*-Implementierung vorliegen, auf den Beschleuniger abzubilden. Der Compiler ist dafür zuständig, die hohen Rechen- und Speicheranforderungen der CNNs so stark zu reduzieren beziehungsweise anzupassen, dass sie auf dem Beschleuniger ausgeführt werden können. Dazu überträgt der Compiler das CNN in



ein Zwischenformat und führt Optimierungsschritte wie Memory-Tiling oder Layer-Fusion durch. Anschließend erstellt der Compiler ein ausführbares Programm.

Im Projekt forschen die hannoverschen Wissenschaftler außerdem an neuartigen KI-Algorithmen, um Sensorsignale besser zu verarbeiten und für die *ZuSE-KI-Mobil*-Plattform zu optimieren. Die Algorithmen sollen Objekte im Fahrzeugumfeld schnell und genau detektieren. Dafür müssen die Daten unterschiedlicher Sensoren fusioniert werden. Anhand von Kameradaten lassen sich Objekte etwa als Auto oder Motorrad klassifizieren, jedoch ist die Bestimmung der 3D-Position ungenau. Daher werden die Daten weiterer Sensoren hinzugefügt: LiDAR-Sensoren, um die Position eines Objekts zu bestimmen; RADAR-Sensoren, um die Geschwindigkeit von Objekten zu messen. Eine größere Zahl an Sensoren führt zu einem genaueren und weniger fehleranfälligen Ergebnis, geht jedoch mit einer Erhöhung der Rechenanforderungen und Komplexität des Modells einher. Das Ziel der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten im Projekt *ZuSE-KI-Mobil*: eine moderne und effiziente Basis für ein deutsches KI-Ökosystem aus KI-Hardware und Algorithmen, um Deutschland im Bereich der künstlichen Intelligenz für das autonome Fahren als souveränen und wettbewerbsfähigen Akteur positionieren zu können. ¶

KONTAKT:

Matthias Lüders, M. Sc.

matthias.lueders@ims.uni-hannover.de



\\ Matthias Lüders ist derzeit wissenschaftlicher Mitarbeiter am *Institut für Mikroelektronische Systeme (IMS)*. Seine Forschungsschwerpunkte sind die Abbildung komplexer KI-basierter Signalverarbeitungsalgorithmen auf Hardwareplattformen und die Systemmodellierung hinsichtlich Performance und Energiebedarf heterogener Hardwareplattformen mit Fokus auf KI-Beschleunigern. \\

Sousa Weddige, M. Sc.

sousa.weddige@ims.uni-hannover.de



\\ Sousa Weddige ist derzeit wissenschaftliche Mitarbeiterin am *Institut für Mikroelektronische Systeme (IMS)*. Ihr Forschungsschwerpunkt liegt in der Sensorfusion von Kamera, Radar und LiDAR für das autonome Fahren. \\

Prof. Dr.-Ing. Holger Blume

blume@L3S.de



\\ L3S-Mitglied Holger Blume leitet das *Institut für Mikroelektronische Systeme* der *Leibniz Universität Hannover*. Seine Forschungsschwerpunkte liegen im Bereich der Entwurfsraum-Exploration für Hardware-Architekturen der digitalen Signalverarbeitung, der Sensorsignalverarbeitung sowie den mikroelektronischen Lösungen für Anwendungen im Bereich der Biomedizintechnik. \\



MEHR INFOS
zum Projekt
→ <https://www.l3s.de/de/research-at-l3s/all-projects/zuse-ki-mobil/>

Raus aus der Cloud

In der Datenverarbeitung geht der Trend vom zentralen Cloud-Computing in Richtung Edge, also an den Rand des Daten-Ökosystems, dorthin, wo immer mehr Nutzer über diverse Geräte und Anwendungen immer mehr Daten erzeugen, sammeln und teilen. Wenn die riesigen Datenmengen keine weiten Wege zu zentralen Rechenzentren zurücklegen müssen, sinkt der Energieverbrauch, Latenzzeiten werden kürzer und die Zuverlässigkeit steigt.

Die Datenverarbeitung wird sich also weiter an den Rand des Daten-Ökosystems verschieben. Doch die derzeitigen Ansätze zur Optimierung konzentrieren sich auf Cloud-Infrastrukturen und lassen die Kosten, den Energieverbrauch und die Effizienz der Datenbewegungen in einer verteilten Infrastruktur außer Acht.

Ein praktischer Versuch läuft beim Projektpartner *Dell Technologies*. Das IT-Unternehmen hat Edge-Computing-Lösungen für die intelligente Fertigung entwickelt, die mit Hilfe kollaborativer Roboter (Cobots) und autonom fahrender Roboter (Tugbots) Prozesse effizienter machen sollen. Im Projekt werden die von den Robotern gesammelten Daten analysiert, um Abläufe zu verstehen, zu optimieren und so den Energieverbrauch auf ein Minimum zu senken.

Im EU-geförderten Projekt *Green responsible privacy preserving data operations*, kurz *GLACIATION*, arbeitet das Forschungszentrum *L3S* als Teil eines Konsortiums aus 15 Unternehmen, Forschungszentren und Universitäten daran, den Energieverbrauch der Datenverarbeitung zu reduzieren – und zwar durch optimierte Datenbewegungen zwischen Edge und Cloud.

Am L3S entwickelt Dr. Javad Chamanara mit seinem Team einen verteilten Wissensgraphen, um das Edge-Core-Cloud-Kontinuum zu modellieren und zu beschreiben. Darauf aufbauend arbeiten die Forscher an einer Reihe KI-gestützter Operationen, um Daten- und Workload-Bewegungen zu kontrollieren sowie Sicherheits- und Datenschutzrichtlinien einzuhalten.

Da Unternehmen meist Bedenken haben, ihre Daten über Unternehmensgrenzen hinweg auszutauschen und gemeinsam zu nutzen, verwenden die Wissenschaftler unterschiedliche Technologien, um den Datenschutz zu gewährleisten. Dazu zählen sichere Berechnungen bei mehreren Parteien, differentieller Datenschutz (Differential Privacy) sowie föderiertes und schwarmbasiertes Lernen. Der Schwerpunkt von *GLACIATION* liegt auf dem unternehmensübergreifenden Asset Performance Management: Hersteller erhalten Einblicke bei ihren Kunden, etwa zur Maschinenwartung, ohne dass sensible Geschäftsdetails preisgegeben werden.

Ein weiteres Pilotvorhaben von *GLACIATION* soll die Datenverarbeitung in der öffentlichen Verwaltung Italiens dezentralisieren. Bisher werden die Daten der Mitarbeiter zentral erfasst und verarbeitet, etwa um Gehaltsabrechnungen zu erstellen. Der dezentrale Ansatz hat das Ziel, den Energieverbrauch, die Verarbeitungszeit und die Datenbewegungen zu verringern. Das Projekt arbeitet an einer KI-Lösung, welche die vor Ort erfassten Anwesenheitszeiten der Mitarbeiter optimal verarbeiten soll.

Durch KI-gestützte minimale Datenbewegungen sowie durch die Optimierung des Ortes, an dem die Analysen durchgeführt werden, sinkt der Energieverbrauch.

Allerdings stehen die Projektpartner vor einigen Herausforderungen: Beispielsweise muss das Projekt die Datenzentrierung unterstützen, indem es energieeffiziente Datenflüsse über die Edge mit dezentralen Operationen und KI-Training ermöglicht. Um lokale Optimierungen zuzulassen, muss es außerdem Mikro-KI-Modelle integrieren, die über das Kontinuum zwischen Edge und Cloud verteilt sind.

KONTAKT:

Dr.-Ing. Javad Chamanara

Chamanara@L3S.de



\\ Javad Chamanara leitet die *Industrial Data Management Group* im *Joint Lab* von L3S und TIB. Die Forschungsgruppe arbeitet an innovativen maschinellen Lernmodellen und Lösungen zur Optimierung industrieller Prozesse oder zur Nutzung industrieller Daten für Optimierungen. \\



MEHR INFOS
zum Projekt
→ <https://www.l3s.de/research-at-l3s/all-projects/glaciation/>



RISIKOERKENNUNG

Satelliten als Retter der Wälder

Weltweit sind Wälder der Lebensraum für die meisten Amphibien-, Vogel- und Säugetierarten, aber auch für rund 300 Millionen Menschen. Weitere 1,6 Milliarden Menschen verdienen durch den Wald ihren Lebensunterhalt. Wälder haben zahlreiche ökologische Funktionen: Sie regulieren den Wasserhaushalt, schützen vor Erosion, speichern Kohlenstoff – die Liste ließe sich fortführen. Der Nutzen dieses Ökosystems beziffert sich auf über 100 Billionen Euro pro Jahr. Dies ist mehr als das gesamte globale Bruttoinlandsprodukt.

Wälder können sich zwar an langfristige Veränderungen der Umweltbedingungen anpassen, sind aber anfällig für plötzliche Störungen wie starker Schädlingsbefall, Feuer und Sturm. Der Klimawandel sorgt dafür, dass diese Risiken größer werden: Schadinsekten wie der Borkenkäfer vermehren sich stärker, Trockenheit begünstigt Waldbrände und schwere Stürme werden häufiger.

Frühzeitiges Handeln kann Risiken eindämmen und den wirtschaftlichen und ökologischen Schaden verringern. Im EU-Projekt *Satellites for Wilderness Inspection and Forest Threat Tracking*, kurz *SWIFTT*, entwickeln Wissenschaftler des L3S gemeinsam mit europäischen Partnern ein ganzheitliches Waldüberwachungssystem, das drohende Gefahren mit Hilfe von Satellitenbildern erkennt. *SWIFTT* will Forstverwaltern kostengünstige, einfache und effektive Fernerkundungstools an die Hand geben, die durch leistungsstarke Modelle des maschinellen Lernens unterstützt werden. Die erkannten Risiken werden anschaulich und eindeutig gekennzeichnet auf Übersichtskarten dargestellt.

Die Satellitendaten stellt *Copernicus* bereit, das Erdbeobachtungsprogramm der Europäischen Union. Die großen Datenmengen und der Aufstieg der künstlichen Intelligenz ermöglichen Erstaunliches: »Durch offen zugängliche Satellitendaten in Kombination mit neuesten KI-Algorithmen ist es uns möglich, regelmäßig die kompletten Wälder Europas in kurzer Zeit zu analysieren«, sagt Sven Ysker, der am L3S an der Einschätzung des Waldbrandrisikos arbeitet.

Die neuen Werkzeuge werden unter realen Bedingungen getestet und zielgerichtet optimiert. Deshalb sind auch mehrere Endnutzer aus der Forstwirtschaft am Projekt beteiligt, darunter die französische *Groupe Coopération Forestière*, ein Zusammenschluss von Forstgenossenschaften, die 2,1 Millionen Hektar Privatwald bewirtschaften. Auch *Rīgas meži* ist dabei. Das städtische Unternehmen verwaltet Waldgrundstücke, Parks und Gärten der lettischen Hauptstadt Riga. Sobald die Übersichtskarten fertiggestellt sind und die Bereiche mit Windwurfschäden, Insektenbefall und Brandgefahr detailliert dargestellt werden, kann es losgehen: Forstverwalter können mit den Tools Risiken erkennen, rechtzeitig intervenieren und Ressourcen effizient zuweisen. Das System soll bis zum Jahr 2030 bis zu 39,6 Millionen Hektar Wald überwachen und schützen. Die Forstwirtschaft kann dadurch bis zu einer halbe Milliarde Euro an Überwachungskosten einsparen.

»Mit den nachhaltigen, effektiven und kostengünstigen Waldbewirtschaftungsinstrumenten von *SWIFTT* wird Europa in der Lage sein, den Klimawandel effektiver zu bekämpfen und die Artenvielfalt durch gesündere Wälder zu bewahren«, sagt Ysker. ¶



KONTAKT:

Prof. Dr.-Ing. Jörn Ostermann
 ostermann@L3S.de

\\ Jörn Ostermann ist Mitglied des L3S und leitet das *Institut für Informationsverarbeitung der LUH*. Er forscht auf dem Gebiet der Signalverarbeitung mit Fokus auf Video-, Sequenzierungs- und Audiodaten. \\

KONTAKT:

Dipl.-Ing. Sven Ysker
 ysker@tnt.uni-hannover.de

\\ Sven Ysker arbeitet im Bereich Machine Learning mit dem Forschungsschwerpunkt der Risikoabschätzung. Er beschäftigt sich zur Zeit mit der Waldbrandrisikovorhersage mittels künstlicher Intelligenz. \\





IM SPANNUNGSFELD VON
NATUR- UND KLIMASCHUTZ

Konfliktfrei planen

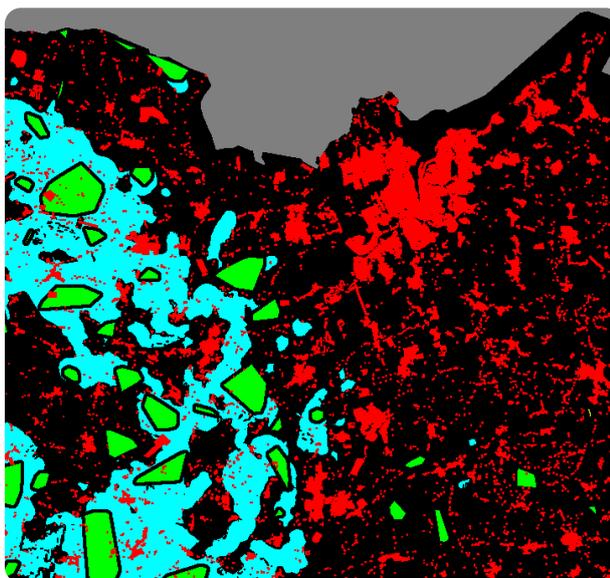
Wo sollen sich die vielen Windräder drehen, die Deutschland braucht, um bis 2045 treibhausgasneutral zu sein? Denn dieses Ziel hat sich die Bundesregierung gesetzt, um die Folgen des menschengemachten Klimawandels einzudämmen. Allerdings wird Windenergie schon seit Jahren weitaus weniger stark ausgebaut als dafür eigentlich nötig wäre. Die Gründe sind vielfältig: Sie reichen von mangelnder Akzeptanz für Windenergieanlagen (WEAs) in der Bevölkerung über Konflikte mit dem Natur- und Artenschutz bis hin zu Problemen mit Schall und Schattenwurf. Das Ergebnis: Es werden nicht genügend Potenzialflächen für den Bau neuer WEAs ausgewiesen und nicht selten verzögert sich der Bau bereits geplanter WEAs aufgrund langwieriger Klageverfahren.

In dem vom Bundesumweltministerium geförderten Projekt *WindGISKI* erforschen Wissenschaftler des L3S mit weiteren Partnern aus Wissenschaft und Wirtschaft, wie künstliche Intelligenz (KI) dabei helfen kann, neue konfliktarme Potenzialflächen zu finden. Eine der ersten Fragen, die sich die Forscherinnen und Forscher stellten: Welche Merkmale sind für die Bewertung von Flächen relevant und

wie kommen wir effizient und flächendeckend an Daten aus ganz Deutschland? Da die Merkmale aus unterschiedlichen Bereichen kommen, war die Expertise des gesamten interdisziplinären Teams gefragt. Die Partner haben für die einzelnen Merkmale unterschiedliche Datenquellen genutzt: Sie haben zum Beispiel bei Ämtern angefragt, Klageverfahren ausgewertet, Experten befragt und Immissionsimulationen durchgeführt. Anschließend wurden die gewonnenen Daten in einem Geoinformationssystem (GIS) gesammelt. Damit die Datenqualität steigt, wird dieser GIS-Datensatz fortlaufend erweitert. Anhand dieser Daten trifft die KI Vorhersagen, die sich anschließend

wieder mittels GIS auswerten lassen. »Ein besonderes Problem ist das Fehlen einer messbaren Zielgröße«, sagt Daniel Gritzner, der am L3S für die Entwicklung des KI-basierten Modells zur Vorhersage von Potenzialflächen verantwortlich ist. »Typischerweise trainiert man eine KI, indem man ihr immer wieder Positivbeispiele und Negativbeispiele zeigt. In diesem Fall eine schwierige Aufgabe, denn wir können dafür nicht einfach vorhandene Windparks und freie Flächen nehmen.« Manche Windparks würde man aufgrund geänderter gesetzlicher Rahmenbedingungen so heute nicht mehr bauen. Sie eignen sich daher nicht als Positivbeispiel. Außerdem geht der Ansatz ja davon aus, dass es noch geeignete freie Flächen gibt. »Also ist nicht jede Fläche ohne Windpark ein Negativbeispiel. Und eigentlich wollen wir ja so etwas wie eine Bauprojekt-Realisierungsgeschwindigkeit oder -wahrscheinlichkeit als Zielgröße vorhersagen. Die lässt sich aber auch nicht flächendeckend ermitteln.«

Diese besondere Herausforderung wollen die Wissenschaftler nun mit ihrem Modell lösen. Das mit KI-Vorhersagen angereicherte GIS soll Nutzer bei der Entscheidungsfindung unterstützen. Daher ist ein weiteres Ziel des Projekts, die KI-Vorhersagen für Branchenexperten, die ja meistens keine KI-Fachleute sind,



Ein Auszug aus dem Norden Schleswig-Holsteins mit einem noch unvollständigem Datensatz. Aufgrund der schwierigen Ausgangslage für das Modelltraining schlägt die KI aktuell noch vor (cyan), vor allem bestehende Windparks (grün) zu vergrößern, statt neue Gebiete zu erschließen wie im Osten des Ausschnitts. Ungenutzte Flächen sind schwarz; bei roten Flächen liegt ein hartes Ausschlusskriterium vor, zum Beispiel Wohngebäude.

nachvollziehbar zu machen. Den Forschern wurde auch früh klar, dass der Erfolg eines Windenergieprojektes zusätzlich von sozialen Faktoren wie der Akzeptanz der Bevölkerung abhängt. Eine begleitende Handreichung soll den GIS-Nutzern daher Möglichkeiten aufzeigen, Flächenausweisungen und Projekte möglichst sozial- und umweltverträglich zu realisieren. ¶



KONTAKT:

Prof. Dr.-Ing. Jörn Ostermann
ostermann@L3S.de

\\ Jörn Ostermann ist Mitglied des L3S und leitet das *Institut für Informationsverarbeitung der LUH*. Er forscht auf dem Gebiet der Signalverarbeitung mit Fokus auf Video-, Sequenzierungs- und Audiodaten. \\

KONTAKT:

Dipl.-Inf. Daniel Gritzner
gritzner@tnt.uni-hannover.de

\\ Daniel Gritzner ist Doktorand am *Institut für Informationsverarbeitung*. Neben seiner Arbeit in *WindGISKI* forscht er noch im Bereich der semantischen Segmentierung von Luft- und Satellitenbildern. \\



MEHR INFOS
zum Projekt
→ <https://www.windgiski.uni-hannover.de>



OFFSHORE-WINDPARKS

Effiziente Logistik bei Wind und Wetter

Ein riesiger Windpark auf hoher See, Turbinen so weit das Auge reicht. Jeder Rotorblattschlag liefert Energie für tausende Haushalte. Doch wie genau bringt man diese Giganten sicher und effizient an ihren Bestimmungsort, besonders angesichts der Launen des Wetters? Mit dieser Frage befassen sich Wissenschaftler des Forschungszentrums L3S und des Bremer Instituts für Produktion und Logistik (BIBA) im DFG-geförderten Forschungsprojekt *OffshorePlan*.

»Es geht darum, im Unplanbaren eine Möglichkeit des Eingreifens einzubringen«, erklärt Dr. Michael Lütjen (BIBA), einer der Köpfe hinter dem Projekt. Durch die Verschmelzung von mathematischer Optimierung und simulationsbasierter Planung haben die Forscher eine Methode entwickelt, die nicht nur die Installation von Windparks revolutioniert, sondern auch zeigt, wie flexibel auf

Wetteränderungen und unvorhergesehene Ereignisse reagiert werden kann. »Stellen Sie sich vor, ein Sturm zieht auf. Unsere Modelle können blitzschnell umplanen, um Verzögerungen und Kosten zu minimieren«, sagt Prof. Helena Szczerbicka, die am L3S forscht.

Bisher sieht die Praxis oft anders aus: Pläne werden über Bord geworfen, sobald das Wetter umschlägt. Statt hauptsächlich auf Erfahrung und Intuition zu setzen, bietet *OffshorePlan* eine präzise datengestützte Alternative und zeigt Wege auf, wie die Offshore-Windenergie effizienter und sicherer ausgebaut werden kann. Das Ziel, den Anteil der erneuerbaren Energien massiv zu erhöhen, rückt damit ein Stück näher.

Die Wirkung des Projekts reicht weit über die Windenergie hinaus, denn die Methode ist auch

für Bereiche interessant, die mit ähnlichen logistischen Herausforderungen kämpfen. Mit weniger Stillstandzeiten, geringeren Kosten und letztendlich einer schnelleren Realisierung von Projekten will *OffshorePlan* nicht nur frischen Wind in die Logistik von Windparks bringen. In einer Welt, die immer mehr auf nachhaltige Energiequellen angewiesen ist, will das Projekt innovativen Lösungen den Weg bereiten.

¶

DIE ZAHL



**DER CO₂-AUSSTOSS
VON GOOGLE**
IST ZWISCHEN 2019 UND 2023 UM

48

**PROZENT AUF 14,3 MILLIONEN
TONNEN ANGESTIEGEN,**
vor allem, weil der KI-Boom den Bau neuer energie-
intensiver Rechenzentren erforderte.

Quelle: Google Environmental Report 2024
google-2024-environmental-report.pdf
(gstatic.com)



KONTAKT:

Shengrui Peng, M. Sc.
peng@L3S.de

\\ Shengrui Peng ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am L3S. Seine Forschungsinteressen umfassen stochastische Simulationenentwürfe und -analysen, Optimierung, Simulation und Modellierung, maschinelles Lernen, Wissensrepräsentation und adaptive Methoden. \\

KONTAKT:

Prof. Dr.-Ing. Helena Szczerbicka
hsz@L3S.de

\\ Helena Szczerbicka war bis zu ihrem Ruhestand Leiterin des Fachgebiets Simulation und Modellierung der Fakultät für Elektrotechnik und Informatik der Leibniz Universität Hannover. Zurzeit setzt sie ihre Forschung im Bereich der Simulation und Optimierung am L3S fort. \\



→ Foto:
Jesse De Meulenaere
auf Unsplash, Himmel
bearbeitet mit Adobe Firefly

PROMOTIONEN AM L3S

Dr. rer. nat. Tai Le Quy

»Fairness-aware Machine Learning in Educational Data Mining«

OKTOBER 2023
DOKTORMUTTER:
PROF. DR. EIRINI NTOUTSI

Im Jahr 2016 kam er mit einem Stipendium der vietnamesischen Regierung zur Promotion an das L3S. Ab August 2020 forschte er im niedersächsischen Graduiertenkolleg LernMINT im Projekt *Methoden zum Entfernen von Verzerrungen und Diskriminierungen in Learning-Analytics-Modellen*. In diesem Projekt führte er fairnessbewusste maschinelle Lernansätze ein, um Probleme im Bildungsbereich zu lösen. **Tai Le Quy** wird an die *Universität Koblenz* wechseln und in den Bereichen fairnessbewusstes maschinelles Lernen, generative KI und erklärbare KI arbeiten.

**Dr. rer. nat. Jurek Leonhardt**

»Efficient and Explainable Neural Ranking«

DEZEMBER 2023
DOKTORVATER:
PROF. DR. WOLFGANG NEJDŁ

Wie können moderne Suchmaschinen im World Wide Web den immer rasanter wachsenden Nutzerzahlen gerecht werden und für Menschen intuitive und nachvollziehbare Ergebnisse liefern? Diese Frage untersuchte **Jurek Leonhardt** in seiner Dissertation am *Forschungszentrum L3S*. Dabei lag sein Fokus hauptsächlich auf sogenannten neuronalen Rankingmodellen, die auf maschinellem Lernen basieren und mittlerweile von vielen Suchmaschinen im Web eingesetzt werden. Seit Juli 2023 ist er als Postdoc an der *Technischen Universität Delft* in den Niederlanden tätig.

**Dr. rer. nat. Huu Hoang Nguyen**

»Graph Representation Learning for Security Analytics in Decentralized Software Systems and Social«

MAI 2024
DOKTORVATER:
PROF. DR. WOLFGANG NEJDŁ

Seit 2020 ist er am L3S, seinen Master in Informatik hatte er 2017 an der *Technischen Universität Ho-Chi-Minh-Stadt* erworben. In seiner Doktorarbeit konzentriert sich **Hoang H. Nguyen (Eric Hoang)** auf den Einsatz graphenbasierter Lernansätze zur Verbesserung der Sicherheit in komplexen, netzwerkstrukturierten Systemen. Seine kollaborativen Projekte am L3S umfassten häufig die Entwicklung neuer Technologien und Methoden zur Bewältigung realer Sicherheitsprobleme, wie krimineller Netzwerke.

Dr. rer. nat. Thi Huyen Ngyen

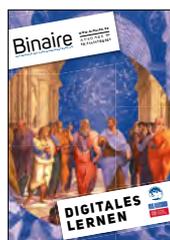
»Interpretable Classification and Summarization of Crisis Events from Microblogs«

JUNI 2024
DOKTORVATER:
PROF. DR. WOLFGANG NEJDŁ

Die sozialen Medien haben Möglichkeiten geschaffen, im Krisenfall aktuelle Informationen zu erhalten und zu verbreiten. Die zeitkritische Analyse krisenbezogener Inhalte ist für Hilfsorganisationen und staatliche Stellen unerlässlich, um effektive Hilfsmaßnahmen zu planen. Sie entwickelte in ihrer Dissertation Methoden, um entscheidende nutzergenerierte Social-Media-Inhalte in Kategorien wie Infrastrukturschäden, Rettungsaktionen und betroffene Personen zu identifizieren und zusammenzufassen. **Thi Huyen Ngyens** Arbeit hilft dabei, mit der Informationsflut umzugehen und schnell zu reagieren.

WEGE ZUR BINAIRE

Haben Sie Interesse an einzelnen Exemplaren oder möchten Sie ein Abo bestellen? Mailen Sie einfach an die Redaktion! Gerne senden wir Ihnen die *Binaire* kostenlos zu.



Die *Binaire* können Sie auch online lesen:
www.binaire.de

IMPRESSUM



HERAUSGEBER:

Forschungszentrum L3S
Leibniz Universität Hannover
Appelstraße 9a
30167 Hannover

VERANTWORTLICH:

Prof. Dr. techn. Wolfgang Nejdl
Geschäftsführender Direktor

REDAKTION:

Dipl.-Geogr. Susanne Oetzmann
E-Mail: oetzmann@L3S.de

KONZEPT & DESIGN:

Dipl.-Des. Priska Tosch
www.tosch-kommunikation.de

DRUCK:

auf 100% Recyclingpapier
Ströher Druckerei und Verlag
GmbH & Co. KG
www.stroeh-druck.de



BILDQUELLEN:

Forschungszentrum L3S,
wenn nicht anders vermerkt

Titelbild:
Priska Tosch

L3S.de



CAIMed

Niedersächsisches Zentrum
für KI & Kausale Methoden
in der Medizin

Im CAIMed entwickeln wir innovative Methoden für eine verbesserte, personalisierte Gesundheitsversorgung und tragen zur Bewältigung von Volkskrankheiten wie Krebs, Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Infektionen bei. Mit der Verknüpfung niedersächsischer Standorte in KI- und medizinischer Forschung entsteht ein Leuchtturm für KI und personalisierte Medizin.



zukunft.
niedersachsen

CAIMed wird gefördert durch das Niedersächsische Ministerium für Wissenschaft und Kultur mit Mitteln aus dem Programm zukunft.niedersachsen der VolkswagenStiftung.

info@caimed.de
www.caimed.de

