



Unsere forschungspolitischen Empfehlungen, um **generative KI in die Anwendung zu bringen**

Strukturen schaffen, Potenziale heben, Innovationen fördern.

Im Überblick

Die Ausgangslage

Mit der Veröffentlichung des KI¹-Chatbots ChatGPT im November 2022 sind große KI-Sprachmodelle mit sogenannten generativen vortrainierten Transformern (GPT)² in vielfältigen Anwendungen und Innovationen in der Breite der Gesellschaft angekommen. Die entscheidende Weiterentwicklung hierbei ist, dass diese auch als »large language models (LLM)« bezeichneten Modelle natürliche Sprache für unterschiedliche Zwecke in automatisierter Form verarbeiten. Die zugrundeliegende KI-Technologie beschränkt sich nicht auf die Sprach- und Bildverarbeitung, sondern erschließt schrittweise weitere Innovationsbereiche, wie z. B. die Material- und Pharmaforschung. Goldman Sachs schätzt, dass das globale Bruttoinlandsprodukt durch generative KI-Anwendungen um 7 Prozent wachsen wird.³ Eine aktuelle Studie des Instituts der Deutschen Wirtschaft geht insgesamt von einer zusätzlichen Wertschöpfung von 330 Mrd. € für die Volkswirtschaft in Deutschland aus.⁴ Das »EU-Gesetz zur Künstlichen Intelligenz« (englisch »AI Act«⁵) trägt der rasanten technologischen Entwicklung im Bereich der großen KI-Sprachmodelle Rechnung und bezieht diese in seinem Rechtsrahmen mit ein. Mithilfe des AI Acts sollen verlässliche Rahmenbedingungen bei der Erforschung und Anwendung von KI geschaffen werden. Derzeit werden wichtige Elemente des AI Acts wie das geplante »AI Office« (welches bei der einheitlichen Umsetzung des Rechtsaktes unterstützen soll) auf EU-Ebene implementiert. National kommt es jetzt auf eine schnelle, bürokratiearme und vorausschauende Umsetzung des AI Acts an. Wenn dieser mit wichtigen politischen Weichenstellungen und Impulsen aus der Bundesebene verbunden wird, kann die technologische Souveränität des Industriestandorts Deutschland im europäischen Verbund langfristig gestärkt werden. Zentral ist dabei aus unserer Sicht, dass die Umsetzung mit der technologischen Souveränität des Generativen-KI-Standorts Deutschland einhergehen und diese fördern muss.

Derzeit dominieren Generative-KI-Plattformen aus den USA den Markt.⁶ Hiesige Unternehmen und Behörden sind auf diese Angebote angewiesen, um den internationalen Anschluss an die nächste digitale Innovation nicht zu verlieren. Mangels regionaler KI-Angebote kann ein Lock-in-Effekt entstehen, der u. a. Sicherheitsrisiken birgt und später nur unter hohem Kostenaufwand zu beseitigen wäre. Den daraus resultierenden Abhängigkeiten kann durch den rechtzeitigen Aufbau eigener großer KI-Modelle sowie zugehöriger Recheninfrastrukturen vorgebeugt werden. Deutschland und Europa müssen in diese Technologien investieren sowie wichtige Rahmenbedingungen innovationsfördernd ausgestalten, um Know-how vor Ort zu halten, weiterzuentwickeln und technologische Abhängigkeit von anderen Ländern zu vermeiden.

Wo steht die angewandte Forschung bei generativer KI?

Für die Entwicklung von aus Deutschland und Europa stammenden, international wettbewerbsfähigen großen KI-Modellen benötigt es folgende drei Säulen:

1. Know-how und Beherrschung aller Software- und Machine-Learning-Fertigkeiten, die für Entwicklung und Anwendung großer KI-Modelle benötigt werden (»Technologie-Stack«; u. a. Datenkuration, Tokenisierung⁷, Modell-Training von Grund auf, Instruction Tuning⁸). In Deutschland beherrschen ein solches umfangreiches Know-how von den Daten bis zur Anwendung z. B. das Unternehmen Aleph Alpha sowie das Projekt-Konsortium von OpenGPT-X.

1 Künstliche Intelligenz (KI)

2 Dabei werden »Transformer« als eine besondere Netzwerkarchitektur von verbundenen künstlichen Neuronen verstanden, die Informationen und insbesondere Sprache verarbeiten, vgl. <https://www.plattform-lernende-systeme.de/so-funktioniert-generative-ki.html>

3 <https://www.goldmansachs.com/intelligence/pages/generative-ai-could-raise-global-gdp-by-7-percent.html>

4 <https://der-digitale-faktor.de/>

5 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A52021PC0206>

6 <https://aiindex.stanford.edu/report/>

7 Tokenisierung: Zerstückelung oder Segmentierung von Texten in kleinere Einheiten, welche für das weitere Training genutzt werden (Token)

8 Instruction Tuning: innovative Methode des Fine-Tunings von großen KI-Modellen für den anwendungsspezifischen Kontext, bei der den Beispieldaten spezifische Anweisungen hinzugefügt werden

2. Umfangreiche Trainingsdaten. In Deutschland besitzt zum Beispiel die Helmholtz-Gemeinschaft umfassende Forschungsdatensätze. Die industrielle Anwendung erfordert darüber hinaus die Integration von Unternehmensdaten. Hierfür sind insbesondere Aspekte der Vertrauenswürdigkeit, IT- und IP-Sicherheit im Datenumgang relevant. Aus den großen Datenrauminiciativen Gaia-X, Catena-X oder Manufacturing-X hat Fraunhofer große Erfahrung im sicheren Umgang mit Industriedatensätzen.
3. Hohe Rechenleistungen für das Modell-Training/-Hosting sowie Finetuning⁹ – diese erweisen sich häufig immer noch als knappe und limitierende Ressource. Für die Umsetzung im unternehmensspezifischen Kontext ist es dabei besonders wichtig, dass Zugangsbedingungen geschaffen werden, die Forschungsk Kooperationen zwischen angewandten Forschungsorganisationen und Unternehmen

Fraunhofer ist bereits sehr früh in die Entwicklung generativer KI eingestiegen und hat über 50 Mio. € an Eigenkapital in den Kompetenzaufbau und die Modellierung generativer KI-Systeme investiert. Für die deutsche Wirtschaft und auch den öffentlichen Sektor ist aus unserer Sicht insbesondere das Finetuning von Modellen von hoher Bedeutung. Dieses wird, wenn ein LLM bereits mit großen Datenmengen trainiert wurde, mit sehr viel geringerem Ressourceneinsatz machbar sein. So ergibt sich eine Vielzahl an Möglichkeiten, um anwendungsspezifische Modelle für Use Cases zur Verfügung zu stellen. Dadurch könnte sich der Transfer großer KI-Modelle in die Anwendung deutlich beschleunigen.

Die Fraunhofer-Gesellschaft ist über ihre Institute an wegweisenden Projekten im Bereich der generativen KI beteiligt. So sind beispielsweise das Fraunhofer-Institut für Intelligente Analyse- und Informationssysteme IAIS sowie das Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS zusammen mit anderen Akteuren an der Umsetzung des Projekts OpenGPT-X beteiligt. Das Konsortium erstellt aktuell ein kompaktes und dennoch leistungsfähiges großes KI-Modell für europäische Sprachen.

In dem EU-Projekt DeployAI (2024-2027) koordiniert das Fraunhofer IAIS die Weiterentwicklung und Verbreitung der Europäischen AI on Demand Plattform (AloDP) und ist Partner des Projekts AI4EU. Die AloDP dient als zentraler europäischer Hub für KI-Ressourcen, speziell für vertrauenswürdige KI und generative KI-Modelle. Die AloDP ist eine der zentralen KI-Komponenten der europäischen Forschungs-politik und somit ein wichtiger Baustein für die angedachten AI Factories. Das Fraunhofer-Institut für Angewandte Informationstechnik FIT engagiert sich bereits in mehreren Projekten mit der Industrie, z. B. bei der Einführung von KI in der betrieblichen Praxis oder bei der Anbindung von Wissensquellen und Datenräume an Sprachmodelle. Das Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB instruiert und kommuniziert mit autonomen Robotern, Arbeitsmaschinen und autonomen Fahrzeugen mittels LLM. Mit Methoden des KI-Engineering werden industrielle Datenräume und generative KI-Modelle für kritische und risikobehaftete Anwendungsbereiche zusammengeführt. Zudem begleitet Fraunhofer auf landespolitischer, bundespolitischer und internationaler Ebene die Debatte zu generativer KI und zeigt innovationsoffene Strategien auf, um die deutsch-europäische Wirtschaft dabei zu befähigen, die Potenziale dieser neuen Technologie in der Breite zu nutzen. So bringt bspw. der Fraunhofer Präsident die Perspektive der angewandten Forschung zu generativer KI in den Zukunftsrat des Bundeskanzlers, die Plattform Industrie 4.0, die Plattform Lernende System (PLS) sowie die G7-Engagement Group Research 7+ ein.

Damit leistet Fraunhofer einen essenziellen Beitrag, die europäische KI-Landschaft zu innovieren und eine vertrauenswürdige und leistungsfähige Alternative gegenüber generativen KI-Plattformen aus den USA, sowohl bei der Infrastruktur als auch bei Plattformen, anzubieten.

⁹ Nachtrainieren mit organisationsspezifischen Daten

Unsere forschungspolitischen Empfehlungen

» Eigene Modelle von Grund auf trainieren und generative KI in die Anwendung bringen

Der wichtige Aspekt des Transfers geht Hand in Hand mit Forschung an den Modellen selbst. Modelle, die heute noch an Domänen oder spezielle Aufgaben angepasst werden müssen, könnten morgen bereits durch stärkere Modelle ersetzt werden.¹⁰ Um die Modelle der nächsten Generation zu trainieren und aktuelle Modelle kontinuierlich weiterzuentwickeln (z. B. Verringerung von Halluzinationen), sind die oben genannten drei Säulen von grundlegender Bedeutung. Weiterhin sollte das Trainieren von Modellen von Grund auf von weiteren Konsortien wie OpenGPT-X durchgeführt werden. Essenziell für das Training der Modelle ist die niedrighschwellige Verfügbarkeit von hochwertigen öffentlichen Daten. Solche vollständig beherrschten Modelle (d. h. Kontrolle über Daten, Training, Algorithmen, Lokalität und Prompts) sind die Grundlage für Akzeptanz und Anwendung in der Wirtschaft. Für viele industrielle Anwendungen ist eine Nutzung lokaler Modelle (»embedded« auf Geräten/Anlagen/Fahrzeugen) in Schlüsselbranchen entscheidend.

Um (generative) KI-Modelle von der Forschung in die Anwendung zu bringen, besitzen KI-as-a-Service-Anwendungen (KlaaS) eine besonders vielversprechende Hebelwirkung. Sie können einen zentralen Zugang für KI-Anwendungen darstellen, ohne dass Kund*innen hohe Investitionen in eigene Infrastrukturen tätigen müssen. Denn bei KlaaS-Anwendungen erwerben die Kund*innen nicht das KI-Modell oder eine Lizenz daran, sondern nutzen das Produkt auf Servern der KlaaS-Anbieter*innen. So können generative KI-Anwendungen kostengünstig für KMU und Kund*innen aus dem öffentlichen Sektor¹¹ angepasst werden. Deutsche KlaaS-Anbieter können das Bindeglied zwischen den Innovationssystemen der Hochschulen und den Außeruniversitären Forschungseinrichtungen als Entwickler von KI-Technologien und den Anwender*innen in Wirtschaft und dem öffentlichen Sektor sein. Jedoch können solche Anwendungen nur mit entsprechender Infrastruktur angeboten werden. Aktuell ist diese bei transnationalen Cloud-Anbietern leistungsstark vorhanden, wodurch diese generativen KI-Plattformen in größerem Umfang anbieten können und ihre derzeitige Oligopolstellung¹² damit stärken. Zugleich gibt es noch nicht genügend lokale Betreibergesellschaften, die KlaaS anbieten.

¹⁰ <https://the-decoder.com/sam-altman-explains-why-openai-might-steamroll-your-ai-startup/>

¹¹ Ein Beispiel hierfür ist das Programm P20, als gemeinsame Plattform für polizeiliche Arbeit in Deutschland: <https://www.bmi.bund.de/DE/themen/sicherheit/programm-p20/programm-p20-artikel.html>

¹² Ein »Oligopol« wird als »Marktform, bei der wenige Anbieter vielen, relativ kleinen Nachfragern gegenüberstehen« verstanden, vgl. <https://www.bpb.de/kurz-knapp/lexika/lexikon-der-wirtschaft/20221/oligopol/>

Um die Forschung besser mit dem Transfer zu verzahnen, schlagen wir Hubs für generative KI vor. Diese Hubs bilden dabei ein innovatives, regional verankertes Netzwerk aus Wirtschaft, Forschungsinstitutionen, Playern des öffentlichen Sektors und Start-ups. Anders als die bisherigen KI-Kompetenzzentren müssen diese so anwendungsnah konzipiert sein, dass sie offen für Finanzierungspartner aus der Wirtschaft sind. Idealerweise sind Hubs neben den technologischen auch mit weiteren Angeboten ausgestattet z. B. mit Weiterbildung, Guided Prototyping¹³, Netzwerk und Austausch. Eine Blaupause hierfür bieten die Commons Factories an. Hier wird unter einem Dach von der Idee bis zur Deep-Tech-Infrastruktur und vom Unternehmen/Start-up über die Wissenschaft bis zur Finanzierung alles zusammengeführt, was für die schnelle Entwicklung und Umsetzung von Innovationen notwendig ist.

Mit Blick auf KI bietet es sich an, den Transfer zu strukturieren, um forschungspolitisch Brücken zwischen den Disziplinen zu schaffen. Um den Transfer von generativen KI-Modellen von der Forschung in die bedarfsspezifische Anwendung in Deutschland zu beschleunigen, empfehlen wir:

- **KlaaS-Anbieter als Brücke zwischen Wissenschaft und Markt** sind gezielt durch folgende drei Stoßrichtungen zu stärken:

1. Weiterentwicklung und Stärkung von KI-Ökosystemen

- **Aufbau gezielter KI-Innovationsökosysteme** zur synergetischen Zusammenarbeit zwischen Wirtschaft und öffentlichem Sektor sowie anwendungsorientierter Forschung.
- **Frühzeitige Einbindung von KlaaS-Unternehmen in KI-Ökosysteme.** Hubs und Reallabore könnten gezielter mit diesen Anbietern kooperieren, wenn dieses beim Aufsetzen der Ökosysteme von Anfang eingeplant (»by design«) wird.
- **Rechtliche Flexibilisierung und Optimierung der finanziellen Rahmenbedingungen** (z. B. durch die Vereinfachung von Kapitalzugang) von KI-Ökosystemen, um die Geschwindigkeit bei der Entwicklung und Umsetzung von Innovationen zu erhöhen sowie die strukturelle Zusammenarbeit auf regionaler und internationaler Ebene zwischen öffentlichem und privatem Sektor zu fördern.

¹³ Hierunter wird »die wissenschaftlich fundierte Begleitung von industriellen Innovationsprojekten durch Rückgriff auf Fraunhofer-Know-how und Infrastruktur« verstanden.

2. Commons Factories und Hubs als Innovationsmultiplikatoren stärken

- Um die volle Hebelwirkung von Commons Factories und KI-Hubs zu entfalten, sollten sie in die sechs nationalen **KI-Kompetenzzentren** integriert werden, in denen Exzellenzforschung vorangetrieben und gleichzeitig der Transfer sichergestellt wird. Die bisher von Bund und Ländern finanzierten Kompetenzzentren sollten aufgrund des hohen Investitionsbedarfs **flexiblere Finanzierungsmodelle** anstreben und Industrie und Wirtschaft als Finanzierungspartner gewinnen.
- **Förderlich wäre es weiterhin, Commons Factories und Hubs als Knotenpunkte** für den Aufbau von Start-ups und deren Kooperation mit Akteuren aus Wissenschaft, Wirtschaft und dem öffentlichen Sektor zu etablieren. Hierfür ist die **Ausarbeitung von Kooperations-Rahmenbedingungen** durch die Akteure nötig. Eine Möglichkeit, um Commons Factories politisch zu stärken, wäre die **Etablierung von politisch geförderten und marktfokussierten Institutionen**, die angedockt für einen schnellen Transfer aus den KI-Kompetenzzentren heraus sorgt.

3. Etablierung eines lokalen KlaaS-Anbieter-Markts durch verbesserte Rahmenbedingungen

- Schaffung **verlässlicher rechtlicher Rahmenbedingungen** für die Zusammenarbeit zwischen KlaaS-Anbietern und der Kundenseite, u. a. mit Blick auf Urheberrecht, Eigentum, Datennutzung.
- **Verbesserung der finanziellen Rahmenbedingungen** insbesondere zum Aufbau entsprechender Infrastruktur, in die die KlaaS-Unternehmen zu Beginn umfassend investieren müssen, insbesondere mit Blick auf Risikoabsicherung und Flexibilität der Förderungen sowie Anpassung an Marktveränderungen.

- Mit dem Ziel, durch **Transfer und breite Nutzung** von KI-Technologien auf nationaler, europäischer und internationaler Ebene, das **Wirtschaftswachstum zu stärken**, benötigt es:

1. Generative KI-Modelle müssen domänen- und applikationsspezifisch angepasst werden.

- Die überwiegende Zahl aktueller generativer KI-Modelle besitzt wenig branchen- oder domänenspezifisches Fachwissen. Daher ergibt sich ein Bedarf an KI-Plattformen, auf denen generische Modelle in domänenspezifische Angebote und Lösungen transferiert werden können.
- Herausforderungen betreffen die **Verfügbarkeit von Daten in hoher Qualität**, den Zugang zu **KI-Rechenressourcen** und den **Zugriff auf KI-Modelle** über entsprechende Plattformen.

2. Wirtschaftsimpulse durch konkrete Strukturen, Anreize und Angebote erzeugen.

- Aufbau von **sektorspezifischen KI-Applikationszentren** für industrielle Schlüsselbranchen in Deutschland – beispielsweise Manufacturing & Automotive, Prozessindustrie (Chemie/Gesundheit) und Public (öffentliche Verwaltung, Gesundheitswesen). So kann den besonderen Sicherheitsanforderungen des öffentlichen Sektors durch geschützte Datenräume und die Integration besonderer KI-Prüfprozesse begegnet werden, und damit die Anforderungen des AI Act erfüllt werden.
- Um den branchen- und unternehmensspezifischen Anforderungen an KI-Modelle Rechnung zu tragen, benötigt es einen **»KI-App-Store«** – idealerweise in Kombination mit den oben genannten Hubs bzw. Commons Factories. Im KI-App-Store können Anwendungen aus verschiedenen **KI-Plattformen** ausgewählt werden.
- Ein weiterer **Anreiz für den Einstieg in KI-Anwendungen** besonders für KMU kann über die Etablierung und Verstetigung von **KI-Gutscheinen** erreicht werden. Mit solchen Gutscheinen können beispielsweise Universitäten, außeruniversitäre Forschungseinrichtungen und Technologie- und Beratungsunternehmen beauftragt werden, Potenzialanalysen für KI-Projekte durchzuführen, oder es können initiale Umsetzungstätigkeiten angestoßen werden. Ein Vorbild kann das vom Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen (MWIDE) initiierte Förderprogramm **»Mittelstand Innovativ & Digital (MID)«** sein.¹⁴

¹⁴ <https://www.mittelstand-innovativ-digital.nrw/>

» Im Fokus: Europäische generative KI - Transparenz und Verständnis erhöhen, Abhängigkeiten verringern

Aktuell teilen sich transnationale KI-Plattformen aus den USA und China die Wertschöpfung untereinander auf – der Innovationsstandort Europa hat das Nachsehen. Auch mittel- und langfristig wird sich dieser Trend nicht umkehren, wenn politisch nicht ausreichend gegengesteuert wird. Nur gemeinsamen können die Vorteile eines Binnenmarktes und die Hebelkraft von europäischen Förderprogrammen effektiv genutzt werden, um eine gemeinsame europäische KI zu etablieren.

Die Etablierung und Skalierung von zuverlässigen sowie wertebasierten großen EU-KI-Modellen (wie beispielsweise OpenGPT-X) bringen folgende Vorteile:

1. Durch den Aufbau europäischer KI-Modelle schaffen wir die Grundlage für wirtschaftliche, strategische und technologische Unabhängigkeit von den USA oder China.
2. Für deutsche und andere europäische Sprachen existieren nur wenige große Sprachmodelle. Deshalb müssen Nutzer wie Unternehmen und der öffentliche Sektor Prompts und Kontext einer Anfrage an einen Drittanbieter außerhalb der EU senden. Unklare Verantwortlichkeiten für die außerhalb der EU stattfindende Verarbeitung von personenbezogenen Daten durch die Betreiber als auch die Nutzer führen zu datenschutzrechtlichen Bedenken.¹⁵ Eigene große KI-Modelle gewährleisten daher die Einhaltung des Datenschutzrechts und die Datenhoheit, besonders in sensiblen Bereichen.
3. Aufbauend auf einem gemeinsamen Wertemodell lassen sich negative Effekte wie unerkannte Verzerrungen oder Korrelationen in den Ergebnissen gezielter erforschen.
4. Eigene große KI-Modelle fördern auch einen nachhaltigen und zukunftsweisenden Kompetenzaufbau – nicht nur in Forschungsdisziplinen wie der Erklärbarkeit, sondern auch z. B. bei der Normierung (inkl. Zertifizierung) oder der Einführung von offenen Schnittstellen (API »Application Programming Interfaces«), die Lock-in-Effekten vorbeugen.

Deutschland sollte hier vorangehen und an entscheidenden Stellen Impulse setzen. Zentrale Voraussetzung für den Aufbau eines eigenen großen KI-Modells ist neben einer leistungsstarken KI-Infrastruktur der Zugang zu Daten. Dabei steigt besonders der Wert vertrauenswürdiger, kuratierter Daten, da sie hochqualitative Trainings- und Validierungsressourcen für große KI-Modelle darstellen. Auch bei der praktischen Anwendung müssen aktuelle Datenquellen herangezogen werden können, um den Kontext anzureichern und so effektive, kontextbezogene Ergebnisse liefern zu können.

Aktuelle gesellschaftliche Debatten rund um die Fragen nach zuverlässigen, diskriminierungsfreien, nachvollziehbaren, gesetzeskonformen und qualitativ hochwertigen Ergebnissen von großen KI-Modellen müssen politisch aufgegriffen und im Rahmen von Forschungsprojekten angegangen werden. Nicht zuletzt bedarf es einer einheitlichen, bürokratiearmen und mit Wirtschaft, öffentlichem Sektor und angewandter Forschung abgestimmten Umsetzung des AI Acts. Nur so kann sichergestellt werden, dass der AI Act als gemeinsames Level Playing Field funktioniert und keine Rechtsunsicherheiten durch eine unterschiedliche Ausgestaltung in den Nationalstaaten entsteht. Konkret benötigt es für eine europäische generative KI:

- Wie ein funktionierender Güter- und Individualverkehr ein gut ausgebautes Verkehrsnetz erfordert, ist eine **hochskalierte Dateninfrastruktur** unabdinglich für digitale Innovationen.
 - Als notwendige Voraussetzung, um wertvollen Datenschatz verfügbar zu machen, sollten noch stärker als bisher **kontrollierte Datenräume** etabliert werden. Solch offene und föderierte Infrastrukturen zum **souveränen Datenaustausch**¹⁶ entstehen bereits auf Basis der »Data Spaces«-Architektur und bilden eine wichtige Säule datengetriebener Innovationen.
 - **Forschungsförderung zu Datenräumen und Datenökosystemen** mit klarem Fokus auf Dateninfrastrukturen und nicht auf Einzelkomponenten und Use Cases, die bislang im Mittelpunkt der Förderung stehen. Dies gilt v. a. für öffentliche Förderprogramme mit Datenbezug wie das wichtige digitalpolitische EU-Cloud-Projekt, das »Important Project of Common European Interest (»Next Generation Cloud Infrastructure and Services«) (**IPCEI-CIS**). Beim IPCEI-CIS kommt es jetzt besonders auf eine **hohe Geschwindigkeit in den politischen Prozessen und Gremien** auf nationaler sowie europäischer Ebene an.
 - Schnelle und bürokratiearme Realisierung des **Data Acts**¹⁷ in Deutschland zur Wahrung der Datensouveränität der Nutzenden unter Berücksichtigung technischer Lösungen für föderierte Dateninfrastrukturen im Sinne der Data Spaces. Dabei sollte die **Sicherstellung der Interoperabilität des Datenaustauschs sowie ein vereinfachter und unbürokratischer Zugang** für Unternehmen und öffentliche Einrichtungen zur Beteiligung an Datenräumen im Mittelpunkt stehen.

¹⁶ <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/whitepaper-definition-des-konzeptes-datenraum.html>

¹⁷ Das Datengesetz (im englischen Data Act) der Europäischen Kommission ist ein wichtiger Bestandteil der europäischen Datenstrategie. Mit dem Data Act sollten klare und faire Regeln für den Zugriff und die Nutzung von Daten innerhalb der europäischen Datenwirtschaft festgelegt werden (vgl. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/de/policies/data-act>)

¹⁵ Aktuell laufen in mehreren europäischen Staaten Untersuchungen der Datenschutzbehörden gegen OpenAI. Die italienische Datenschutzbehörde hat nunmehr festgestellt, dass ChatGPT nicht mit europäischem Datenschutzrecht vereinbar ist.

- **Vertrauenswürdigkeit**
 - **Erklärbarkeit:** Das Verhalten komplexerer KI-Modelle ist nur schwer vorherzusagen. Umso wichtiger werden damit Ansätze, die das Verhalten und den Verarbeitungsprozess solcher Modelle für Anwendung und Zertifizierung transparent und nachvollziehbar machen. Die **Forschungsförderung** muss sich dabei darauf fokussieren, Erklärbarkeit nicht nur als Selbstzweck auf Modellebene zu unterstützen, sondern auch stärkere Anreize zu schaffen, einen **klarerer Bezug zur Nachweisführung und für die Zertifizierung** herzustellen. Hierfür bietet es sich bspw. an gemeinsame internationale KI-Forschungsprogramme z. B. auf der G7-Ebene zu etablieren.
 - **Robustheit und Verlässlichkeit** von technischen KI-Systemen auf Grundlage von generativer KI: KI-Modelle sind nie frei von Fehlern. Je komplexer Aufgabe und Modell, desto größer ist die Herausforderung, das erwartete Verhalten zu spezifizieren und entsprechende Fehlermodi zu identifizieren bzw. vorherzusagen. Neben Forschung zur Robustheit solcher Modelle bedarf es daher expliziter **Forschungsprogramme**, in denen Arbeiten an **Methoden und Frameworks** gefördert werden. Mit diesen können anwendungs-spezifische Überwachungs- und Absicherungs-konzepte für komplexe, KI-basierte Funktionen entwickelt und umgesetzt werden.
 - **Normen und Standards** definieren Qualitätsmaßstäbe für KI-Systeme und stellen die Interoperabilität verschiedener Systeme sicher. Zudem bilden sie die Basis für KI-Prüfungen, welche die Vertrauenswürdigkeit und korrekte Funktionsweise von KI-Systemen bestätigen, und erhöhen somit Vertrauen in entsprechende Produkte.
 - Mit der Realisierung einer **KI-Prüfung »Made in Germany«** wird ein Level Playing Field für KI-Anwendungen geschaffen und zugleich der Umsetzung des AI Acts Rechnung getragen. Hierfür bedarf es einer **gezielten, langfristig ausgelegten und gut ausgestatteten Forschungsförderung**. Gute Ansätze hierfür sind die beiden Projekte ZERTIFIZIERTE KI des Landes Nordrhein-Westfalen¹⁸ sowie das vom Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) geförderte Projekte MISSION KI¹⁹ – diese gilt es nun zu verstetigen und weiter auszubauen.
 - **Standardisierte und unabhängige KI-Prüfung stärken.** Um mithilfe von KI-Prüfungen Vertrauen in die Systeme zu erhöhen und die KI-Verordnung zu operationalisieren, bedarf es **klarer Prüfstandards und Prüfprozesse**. Hierbei kommt es darauf an, Testverfahren für KI-Systeme weiterzuentwickeln sowie leistungsfähige technische Infrastrukturen für die Durchführung entsprechender KI-Prüfungen zu schaffen.
- **Gesellschaftliche Partizipation** spielt eine maßgebliche Rolle, wenn es um Akzeptanz von und Vertrauen in generative KI geht. Indem die Zivilgesellschaft in die Entwicklungen einbezogen wird, kann das Wissen über die Möglichkeiten und Grenzen von KI verständlich und nachvollziehbar vermittelt werden. Hierfür bieten sich aus unserer Sicht vor allem drei Formate an, die es mithilfe von **Förderprogrammen** zu realisieren gilt: **1. Zielgruppenspezifische Interaktionsräume, 2. Dialogformate** zwischen Gesellschaft und Wirtschaft sowie **3. Lernräume** für Zivilgesellschaft.
- **Open Source (OS) bei generativen KI-Modellen und -Tools** bietet Chancen für die Bereitstellung und Entwicklung von OS-KI. Beispielsweise können sie zu Innovationsbeschleuniger durch Community-Beiträge werden und zugleich bieten sie eine gewisse Anbieterunabhängigkeit. Jedoch bedarf es gezielter Anreizstrukturen, um den Kompetenzaufbau im OS-Bereich zu erhöhen. Denn das **OS-Ökosystem** ist von Beteiligungen und Gestaltungsentscheidungen nicht-europäischer Akteure geprägt, so dass auch offene Entwicklungen und Lizenzen zu Abhängigkeitssituationen für deutsche und europäische Nutzer führen können.
 - Um die Teilnahme am OS-Markt für hiesige Anbieter attraktiver zu gestalten und europäische Werte und Gestaltungsmöglichkeiten zu sichern, bedarf es von der Politik **Anreizsysteme und attraktive Rahmenbedingungen**.
 - Eine **Förderung der Entwicklung von konkreten Angeboten**, z. B. Nutzerspezifische Modelle oder Dienste auf Basis von OS-Modellen (KlaaS) sind weitere wichtige Schritte, um die Investitionen in Forschung auf dem Gebiet auch kommerziell nutzbar zu machen.
- **Einheitliche, bürokratiearme und rechtssichere Umsetzung des AI Acts.** Damit in der EU ein **gemeinsames Level Playing Field** für generative KI-Innovationen entstehen, bedarf es einer **harmonisierten Umsetzung** dieser Gestaltungsspielräume des AI Acts. Hierzu muss die Bundesregierung sich in die Gestaltung des EU AI Boards einbringen, sodass dieses schnellstmöglich seine Arbeit aufnimmt. Ein mahndendes Beispiel muss hier der Flickenteppich sein, der sich aus der unterschiedlichen Auslegung der Datenschutzgrundverordnung (DS-GVO) ergibt. Darüber hinaus müssen erste Weichen zur Umsetzung des AI Acts auf Bundesebene gestellt werden. Dazu gehört u. a. die **klare organisatorische Verordnung der Aufsicht über Hochrisiko-KI-Systeme oder den Aufbau von KI-Prüflaboren**.
- Auch im internationalen Wettbewerb muss sich die jeweils beste generative KI-Lösung unter ähnlichen oder gleich Rahmenbedingungen durchsetzen können. Deshalb muss sich die Bundesregierung für ein **modernes und innovationsförderndes Level Playing Field z. B. in der G7-Gemeinschaft** einsetzen (Harmonisierung internationaler KI-Regulierungen).

¹⁸ <https://www.iais.fraunhofer.de/de/forschung/kuenstliche-intelligenz/ki-zertifizierung.html>

¹⁹ <https://mission-ki.de/>

» Im Fokus: KI-Infrastrukturen stärken

Eine leistungsfähige und skalierbare KI-Infrastruktur ist grundlegend für die reibungslose Entwicklung und Anpassung von generativen KI-Modellen. Denn diese Modelle arbeiten z. B. bei der Aufbereitung des Datenmaterials, beim Training der KI-Modelle und bei der Anwendung mit enormen Datenmengen. Die Infrastruktur ist daher von entscheidender Bedeutung für den Aufbau einer KI-Wertschöpfungskette. In der Praxis können laut Cisco »AI Readiness Index« jedoch 23 Prozent der Unternehmen aufgrund begrenzter oder fehlender Skalierbarkeit keine neuen KI-Prozesse bewältigen.²⁰ Gerade Startups und KMU haben nicht die finanziellen Ressourcen, um die notwendigen Investitionen in KI-Infrastruktur zu tätigen. Aus diesen Gründen muss der Staat eine führende Rolle bei der Förderung und dem Aufbau einer KI-Recheninfrastruktur, idealerweise in Abstimmung mit anderen EU-Staaten, einnehmen. Gleichzeitig zeichnet sich in diesem Bereich eine oligopolistische Stellung von KI-Hardwareanbietern aus den USA ab. Mit dem weiteren Ausbau der KI-Infrastruktur in Deutschland und der EU wird ein lokaler Markt erweitert, der die heimischen Anbieter von Hardware-Komponenten und die technologische Souveränität stärken kann.

Um generative KI-Modelle in Forschung und kommerzieller Anwendung trainieren und weiterentwickeln zu können und gleichzeitig die wirtschaftlichen und gesamtgesellschaftlichen Potenziale der generativen KI für Deutschland zu erschließen, sind **dedizierte KI-Recheninfrastrukturen auf verschiedenen Ebenen** erforderlich:

■ Allgemein

- Die Rechencluster müssen sich **an den unterschiedlichen Bedarfen der Nutzenden orientieren**. Für das Trainieren sehr großer Modelle sind Rechencluster in der Größenordnung des geplanten Ausbaus des FZ Jülich notwendig (24000 KI-Beschleuniger). Darunter braucht es **KI-spezialisierte Rechencluster für Forschung, Entwicklung und Lehre** (2000–3000 KI-Beschleuniger) und schließlich kommerzielle Rechenzentren mittlerer und kleinerer Kapazität. Hierbei muss beachtet werden, dass insbesondere das Finetuning trainierter Modelle großflächig Anwendung in der Industrie finden wird, so dass auch der Zugang zu kleineren, dezentralen KI-Clustern essenziell ist.

- Damit die Investitionen ihr Ziel erreichen, müssen sie in eine **Infrastruktur** fließen, die **speziell auf (generative) KI ausgerichtet** ist. Denn Hochleistungsrechner werden in Deutschland und Europa derzeit nicht ausschließlich für KI genutzt. Es gibt einen **Wettbewerb um Rechenressourcen**, der die Erforschung und Anwendung von KI-Modellen erschwert.
- Die **Gauß-Allianz** nimmt eine zentrale Rolle ein. Es muss politisch sichergestellt werden, dass **kommerzielle KI-Berechnungen für Industrie und Forschungseinrichtungen möglich sind**. Die Antragsverfahren sind unbürokratisch zu gestalten.

■ Zentrale Recheninfrastrukturen

- Mit dem gemeinsamen Unternehmen für europäische Hochleistungsrechner **The European High Performance Computing Joint Undertaking (EuroHPC JU)** sollen 20 Prozent der Ressourcen in EuroHPC-Rechenzentren konkret für kommerzielle Berechnungen von KMU zur Verfügung gestellt werden. Deutschland muss sich dafür einsetzen, dass **diese Initiative verstetigt** und mit **ausreichenden Mitteln ausgestattet** wird. Darüber sind nationale Aktivitäten notwendig, um kurzfristig Zugang zu Rechenressourcen zu erhalten und den internationalen Anschluss in der generativen KI-Forschung zu halten.

■ Dezentrale Recheninfrastrukturen

- Die **Erleichterung des Zugangs relevanter Akteure** zu KI-Recheninfrastrukturen, z. B. durch **KI-Servicestellen für KMU**, reicht aus unserer Sicht nicht aus, um den strukturellen Nachteil für KMU auszugleichen. Um die Anwendung generativer KI-Modelle in der Praxis zu beschleunigen, ist ein **niedrigschwelliger Zugang zur KI-Infrastruktur** für die anwendungsorientierte Forschung, den öffentlichen Sektor und KMU von entscheidender Bedeutung. Nur so können das für die deutschen Nutzenden relevante spezifische Finetuning von KI-Modellen und der damit einhergehende Transfer entscheidend beschleunigt werden

²⁰ <https://www.vdi-nachrichten.com/technik/informationstechnik/deutschland-bei-ki-nur-mittelmass/>

Verzeichnis der Autor*innen

Prof. Dr.-Ing habil. Jürgen Beyerer, Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB

Ingrid Breitenberger, Zentrale der Fraunhofer-Gesellschaft

René Brinkhege, Fraunhofer-Institut für Software- und Systemtechnik ISST

Valentina Ciardini, Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS

Prof. Dr. Stefan Decker, Fraunhofer-Institut für Angewandte Informationstechnik FIT

Dr. Sandra Ebert, Zentrale der Fraunhofer-Gesellschaft
Verena Fennemann, Zentrale der Fraunhofer-Gesellschaft

Dr. Anne Funck Hansen, Zentrale der Fraunhofer-Gesellschaft

Dr. Nicolas Flores-Herr, Fraunhofer-Institut für Intelligente Analyse- und Informationssysteme IAIS

Dr. Gabriele Hühn, Fraunhofer-Institut für Intelligente Analyse- und Informationssysteme IAIS

Prof. Dr.-Ing. Bernhard Grill, Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS

Dr. Sonja Holl-Supra, Fraunhofer-Allianz Big Data und Künstliche Intelligenz

Prof. Dr.-Ing. Marco Huber, Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA

Dr.-Ing. Maximilien Kintz, Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO

Dr. Jens Krüger, Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM

Stefan Langer, Zentrale der Fraunhofer-Gesellschaft

Dr. Dietmar Laß, Fraunhofer-Verbund IUK-Technologie

Dr. Ulrich Leiner, Zentrale der Fraunhofer-Gesellschaft

Dr. Miriam Leis, Zentrale der Fraunhofer-Gesellschaft

Dr. Juliane Lutz, Zentrale der Fraunhofer-Gesellschaft

Dr. Alexander Malär, Zentrale der Fraunhofer-Gesellschaft

Alexander Nouak, Fraunhofer-Verbund IUK-Technologie

Dr. Maximilian Poretschkin, Fraunhofer-Institut für Intelligente Analyse- und Informationssysteme IAIS

Pierre Prasuhn, Zentrale der Fraunhofer-Gesellschaft

Jan Plogsties, Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS

Karsten Roscher, Fraunhofer-Institut für Kognitive Systeme IKS

Anna Maria Schleimer, Fraunhofer-Institut für Software- und Systemtechnik ISST

Florian Schuh, Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS

Maximilian Steiert, Zentrale der Fraunhofer-Gesellschaft

Marc Tobias, Zentrale der Fraunhofer-Gesellschaft

Prof. Dr. Ingo Weber, Zentrale der Fraunhofer-Gesellschaft

Ingrid Wiedemann, Zentrale der Fraunhofer-Gesellschaft

Dr. Daniel Winteler, Zentrale der Fraunhofer-Gesellschaft

Design & Grafik

Ariane Lange, Zentrale der Fraunhofer-Gesellschaft

Die Fraunhofer-Gesellschaft

Die Fraunhofer-Gesellschaft mit Sitz in Deutschland ist die weltweit führende Organisation für anwendungsorientierte Forschung. Mit ihrer Fokussierung auf zukunftsrelevante Schlüsseltechnologien sowie auf die Verwertung der Ergebnisse in Wirtschaft und Industrie spielt sie eine zentrale Rolle im Innovationsprozess. Als Wegweiser und Impulsgeber für innovative Entwicklungen und wissenschaftliche Exzellenz wirkt sie mit an der Gestaltung unserer Gesellschaft und unserer Zukunft. Die 1949 gegründete Organisation betreibt in Deutschland derzeit 76 Institute und Forschungseinrichtungen. Etwa 30 800 Mitarbeitende, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Forschungsvolumen von rund 3,0 Mrd. €. Davon fallen 2,6 Mrd. € auf den Bereich Vertragsforschung.

Kontakt

Herausgeber

Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der
angewandten Forschung e. V.
Hansastraße 27 c, 80686 München
<https://www.fraunhofer.de>

Ansprechpersonen

Pierre Prasuhn
Zentrale der Fraunhofer-Gesellschaft, Abteilung Wissenschaftspolitik
Telefon: +49 30 688 3759-1607
E-Mail: pierre.prasuhn@zv.fraunhofer.de

Dr. Ulrich Leiner
Zentrale der Fraunhofer-Gesellschaft, Abteilung Forschungscoordination
Telefon: +49 89 1205 1125
E-Mail: ulrich.leiner@zv.fraunhofer.de