

**Zwischenevaluation der Förderinitiative „KI-Leuchttürme
für Umwelt, Klima,
Natur und Ressourcen“
2022/23**

**Zusammenfassende Ergebnisse
und Handlungsempfehlungen**

de|rerum – Evaluation und Beratung Volker Ebert
Systemisches Coaching & Beratung Claudia Heß

Bonn/München, den 17.05.2023.

Kontaktdaten

Prof. Dr. Volker Ebert
(de|rerum Evaluation und Beratung)

**als Gesamtbevollmächtigter für die Bietergemeinschaft,
Teamleiter sowie Ansprechpartner der Auftraggebenden
für alle administrativen Rückfragen**

EVALUATION UND BERATUNG VOLKER EBERT
Küdinghovener Straße 107
D – 53227 Bonn

Tel.: +49 (0)172 175 174 5
Mail: Volker.Ebert@ebve.de
Volker.Ebert@iu.org

Prof. Dr. Claudia Heß
(Systemisches Coaching & Beratung)

**als Evaluatorin sowie
Expertin für Künstliche Intelligenz**

SYSTEMISCHES COACHING & BERATUNG CLAUDIA HEß
Sammelweisstr. 1
80999 München

Tel.: +49 177 429 42 46
Mail: coaching@claudia-hess.de
claudia.hess@iu.org

Anmerkungen

Aus den Formulierungen dieses Textes geht hervor, ob ausschließlich Personen eines Geschlechts (z. B. ausschließlich Frauen) oder alle Geschlechter angesprochen sind.

Sofern Personen mehr als eines Geschlechts gemeint sind, wird mit der folgenden Priorität verfahren:

- (1) Es werden geschlechtsneutrale Bezeichnungen genutzt (z. B. „Studierende“).
- (2) Es werden das weibliche und das männliche Geschlecht im Begriff genannt (z. B. „Schüler:innen“).

Bei zusammengesetzten Wörtern oder bei Platzmangel (bspw. in Tabellen) wird für das an erster Stelle stehende Bestimmungswort

- a) eine geschlechtsneutrale Form gewählt (z. B. „Studierendenbefragung“),
- b) das generische Maskulinum genutzt (z. B. „Schülergruppe“).

1 Zusammenfassende Ergebnisse und Handlungsempfehlungen

In der zusammenfassenden Bewertung sind zum gegenwärtigen Stand der Umsetzung des Förderprogramms die nachfolgenden Aspekte festzuhalten. Die Bewertung basiert im Wesentlichen auf der **zusammenfassenden Analyse** der im Verlauf der Evaluation gewonnenen Erkenntnisse. Mit ihnen verknüpft sind **Handlungsempfehlungen**, die darauf ausgerichtet sind, das Förderprogramm „KI-Leuchttürme“ auf die jeweiligen Herausforderungen und Veränderungen optimal auszurichten.

1.1 Effektivität

1.1.1 Operative Zielerreichung

Das auf Basis der ersten Förderinformation (08/2019) etablierte Förderprogramm „KI-Leuchttürme“ folgt einer grundlegenden Wirkungslogik, um die definierten langfristigen Ziele als Impact zu erreichen. Unter Berücksichtigung der gegenwärtig (Stand 04/2023) 43 geförderten Projekte, des bislang erfolgten Mittelabflusses sowie des vergleichsweise hohen Antragsvolumens in der Startphase ist davon auszugehen, dass die **quantifizierten operativen Ziele** des Förderprogramms (insgesamt 50 Projekte bis 2025) erreicht werden.

Die Stichprobe der geförderten Projekte weist eine ausgeprägte **Diversität** hinsichtlich verschiedener konstituierender Faktoren auf, darunter Umfang der Gesamtausgaben und Einsatz von Eigenmitteln, quantitative und qualitative Zusammensetzung der Projektverbünde, Projektart sowie Themenbereich und adressierte Zielgruppe(n) der projektbezogenen Ergebnisse.

- ▶ Auf der Grundlage der genannten Merkmale der Stichprobe ist aus evaluatorischer Perspektive anzunehmen, dass das Förderprogramm gegenwärtig ein – formell und inhaltlich – adäquat breites Spektrum an Vorhaben unterstützt, um die definierten Ziele zu erreichen.
- ▶ Für die Einordnung des Förderprogramms ist die genannte Diversität bedeutend, da die Bewertung von Aktivitäten, Ergebnissen und Wirkungen die Besonderheiten des gegebenen Spektrums berücksichtigen muss.
- ▶ In diesem Zusammenhang ist auch hervorzuheben, dass in drei der betrachteten Vorhaben keine technische KI-Anwendung erarbeitet wird, sondern Querschnittsthemen des Einsatzes Künstlicher Intelligenz im Mittelpunkt stehen. Diese Projekte bilden gleichsam eine inhaltliche Klammer im Gesamtportfolio des Förderprogramms und liefern dadurch einen konkreten Mehrwert insbesondere dann, wenn ihre Ergebnisse von anderen Projekten und auch weiteren Akteuren aus Politik, Wirtschaft und Gesellschaft aufgenommen und genutzt werden.

EMPFEHLUNG: FORTFÜHRUNG UND WEITERENTWICKLUNG DES PROGRAMMS

Unter Berücksichtigung der verifizierten Wirkungslogik sowie dem Stand der operativen Zielerreichung ist eine Fortführung des Förderprogramms „KI-Leuchttürme“ aus evaluatorischer Einschätzung zielführend, um die definierten Ziele mittel- und langfristig zu erreichen. Ansätze zur inhaltlichen und/oder operativen Weiterentwicklung des Programms werden im Rahmen der nachfolgenden Ausführungen thematisiert. Hierbei ist der im Rahmen der Zwischenevaluation angelegte Bewertungsrahmen (FR 2019) zu beachten, der durch die Novellierung der Förderrichtlinie 2021 bereits teilweise angepasst worden ist.

1.1.2 Administration und Konditionen der Förderung

Zur **administrativen Umsetzung** des Förderprogramms wurde zu Beginn (2019) bei der ZUG ein Fördermittelmanagement etabliert. Die ursprünglichen Personalressourcen wurden in den Folgejahren sukzessive und bedeutend von 4,4 VZÄ auf aktuell 15,0 VZÄ erweitert und erscheint gegenwärtig adäquat bemessen, um die inhaltliche und administrative Steuerung des Förderprogramms zu gewährleisten.

Die **Bewertung der Zusammenarbeit** durch die Zuwendungsempfänger hat sich im Zeitverlauf verbessert (von durchschnittlich 2,4 auf 1,6); essenzielle Kritikpunkte beziehen sich im Wesentlichen retrospektiv auf die Antragstellung und damit die Aufbauphase des Programm-Managements bei der ZUG, in der ein erhebliches Antragsvolumen sowie Lernprozesse zu verzeichnen waren.

Hinsichtlich der Umsetzungsphase werden durch die Zuwendungsempfänger v. a. Aspekte der Prozessgestaltung thematisiert, darunter die anzuwendenden Verfahren zur Rückmeldung, Aufwände bei inhaltlichen und/oder budgetären Änderungen bzw. Planabweichungen sowie die Kontinuität von Ansprechpersonen. Es ist aus evaluativer Perspektive zu beachten, dass die genannten Kritikpunkte vielfach aus den übergeordneten Vorgaben des Zuwendungsrechts (bzw. seiner Anwendung) resultieren.

EMPFEHLUNG: KOMMUNIKATION ÜBER DEN HANDLUNGSRahmen VERBESSERN

Die Vorgaben des Zuwendungsrechts sind insbesondere für unternehmerische, ehrenamtlich getragene und/oder erstmalige Zuwendungsempfänger in der Regel wenig eingänglich und führen oftmals zu Frustration. Eine intensivere und proaktivere Kommunikation über die erforderlichen Verfahren ist hilfreich, das Verständnis über die Sachzwänge, denen v. a. die ZUG unterliegt, zu verbessern. Hierzu gehören auch proaktive Hinweise über Berichtspflichten und regelmäßige Kommunikations- und Austauschformate.

Die genannten Herausforderungen der Programm-Administration in der ersten Antragsphase (ca. 300 Einreichungen) sind u. a. auf die **Konditionen der Förderung** zurückzuführen. Die Förderrichtlinie 2019 ließ ein breites Spektrum an Themen, Projektarten und Entwicklungsstufen zu und adressierte damit eine potenziell sehr große Zielgruppe. Der für die Zuwendung wesentliche Begriff der „digital-ökologischen Innovation“ folgt beispielsweise einem sehr allgemeinen Verständnis und basiert auf insgesamt 15 verschiedenen bzw. teilweise sich überschneidenden Themengebieten.

EMPFEHLUNG: FOKUSSIERUNG BEIBEHALTEN

Die im Rahmen der Novellierung der Förderrichtlinie (2021) durchgeführten Weiterentwicklungen der Förderkonditionen (Einführung eines zweistufigen Verfahrens für alle Antragstellenden, Fokussierung des Themenspektrums etc.) sind aus gutachterlicher Einschätzung zielführend, um sowohl das inhaltliche Profil des Förderprogramms zu schärfen als auch die Administration zu optimieren.

1.1.3 Projektinterne Aktivitäten und Effekte

Zur operativen Umsetzung sind in allen Vorhaben verschiedene **projektinterne Aktivitäten** erfolgt, um die interne Steuerung der Projekte zu gewährleisten, Lernprozesse zu unterstützen und Konzepte der digital-ökologischen Innovation zu erproben. Qualität und Quantität der projektinternen Aktivitäten variieren in den Projekten aufgrund des spezifischen Projektzuschnitts; das Zusammenwirken von Partnern unterschiedlicher Provenienz bzw. fachlichem Vorwissen erforderte und erfordert eine intensivere Kommunikation zur Etablierung eines gemeinsamen Projektverständnisses. Dies wird mitunter daran deutlich, dass in zahlreichen der befragten Projektverbände unterschiedliche Einschätzungen

der Partner bspw. hinsichtlich Innovationsgrad, technologischem Reifegrad und weiteren konstituierenden Faktoren der Vorhaben vorliegen, über die im Prinzip ein einheitliches Verständnis gebildet sein sollte.

EMPFEHLUNG: PROJEKTINTERNE KOORDINATION SICHERSTELLEN

Kritischer Erfolgsfaktor für das effektive Zusammenwirken ist das Vorhandensein einer hauptamtlich koordinierenden Instanz innerhalb der Projektverbünde. In der Bewertung und Entwicklung zukünftiger Projektanträge sollte daher verstärkt darauf geachtet werden, dass Aspekte des Projektmanagements explizit adressiert und hinreichend mit Ressourcen untersetzt sind. Gute Erfahrungen wurden in einzelnen Projekten mit Formen agiler Arbeitsweisen gemacht. Der Bedarf nimmt dabei mit dem Grad an Diversität bzw. Heterogenität der Projektverbünde zu.

Durch die Umsetzung der geförderten Vorhaben sind Formen der interdisziplinären Zusammenarbeit etabliert und verstetigt worden, die zu den in der Wirkungslogik unterstellten **projektinternen Effekten** führten bzw. führen, darunter die Erhöhung der Praxisrelevanz der Forschung, des Wissens zu Möglichkeiten der KI-Nutzung etc. Art und Anzahl der ausgewiesenen Effekte variieren zwischen den Projekten. Durch die Vernetzung unterschiedlicher Akteure wird Innovation befördert und die Gemeinschaft im Kern verbreitert, die sich mit den Chancen digitaler Technologien beschäftigt. Einschränkend wirkt hierbei, dass einzelne Projekte nur von einer Einrichtung oder Einrichtungen gleichgelagerter Provenienz umgesetzt werden sowie der Großteil der beteiligten Akteure bereits vor Projektbeginn ausgeprägte Expertise in digitalen Technologien aufwies, die Lerneffekte in diese Richtung folglich weniger ausgeprägt sein können.

EMPFEHLUNG: INTERDISZIPLINARITÄT AUSBAUEN

Projektinterne Effekte mit dem Ziel einer substanziellen Verbreiterung der Gemeinschaft, die sich mit den Chancen digitaler Technologien beschäftigt, sind in ihrer Qualität größer in solchen Vorhaben zu bemessen, die durch ihre Zusammensetzung unterschiedliche Perspektiven und Arbeitsweisen zusammenbringen. Sofern beabsichtigt wird, dass dieser Aspekt in der Förderstrategie perspektivisch einen größeren Stellenwert einnimmt, sollte auf eine entsprechende Zusammensetzung bei Aufrufen verstärkt geachtet werden.

In den Projektverbänden liegt mittlerweile ein gewachsener Bestand an Erfahrungen mit unterschiedlichen Arbeitsweisen und Formen der Projektsteuerung vor. Diese können aus evaluatorischer Perspektive untereinander nutzbar gemacht werden.

EMPFEHLUNG: VERNETZUNG UND WISSENSTRANSFER DER PROJEKTE UNTEREINANDER AUSBAUEN

Die durch die ZUG organisierten Vernetzungstreffen sind als Format des projektübergreifenden Austausches etabliert, bewährt und werden gut angenommen. Um Erfahrungen aus den Einzelvorhaben im Sinne von „Best Practice“ noch stärker zusammenzuführen, sollten in die Programmplanung auch einzelne Elemente der Projektsteuerung aufgenommen werden. Nach Vorbild von „DigitalGreenTech“ könnte auch die bottom-up getriebene Bearbeitung von Querschnittsthemen angeregt werden, indem die Projekte zu Beginn entsprechende Themen und Bedarfe sammeln sowie gemeinschaftlich bearbeiten. Hierfür sind entsprechende zusätzliche Ressourcen vorzusehen.

Darüber hinaus sollte geprüft werden, inwiefern neben den fachspezifischen Vernetzungstreffen weitere Schulungsangebote entwickelt werden können, die stärker auf administrative (darunter auch zurechtliche) Aspekte eingehen.

1.1.4 Projektbezogene Ergebnisse und Zielgruppenansprache

Es ist gegenwärtig davon auszugehen, dass die individuellen Ziele in den betrachteten Projekten im Wesentlichen erreicht und in verschiedenen Formen als projektbezogene Ergebnisse einer Zielgruppe zur Verfügung gestellt werden können. Unter Berücksichtigung der inhaltlichen Ausrichtung der betrachteten Projekte, ihrer spezifischen Zielsetzung sowie dem Stand der Umsetzung haben die geförderten Konzepte im Verbund mit den zu entwickelnden Leistungen grundsätzlich das **Potenzial, zu weniger Umweltbelastung** in spezifischen Bereichen beizutragen.

Das durch die Projekte vorgesehene Spektrum sowohl an Ergebnissen als auch an Zielgruppen weist (auch angesichts der noch laufenden Umsetzung) überwiegend deklaratorischen Charakter auf und ist projektspezifisch auf einzelne Hauptleistungen bzw. Kernzielgruppen fokussiert, die der jeweiligen Aufgabenstellung entsprechen. Maßnahmen der Öffentlichkeitsarbeit finden lediglich unsystematisch, anlassbezogen bzw. sporadisch statt, so dass der ursprünglich gesetzte Anspruch „das große Potenzial der KI für die Umwelt zu erforschen, zu nutzen, auf breiter Basis in die Anwendung zu bringen und in der Lebenswelt der Bürgerinnen und Bürger wahrnehmbar zu machen sowie den gesellschaftlichen Diskurs zu stärken“ (FRL 2019, S. 1), zumindest noch nicht erreicht ist.

EMPFEHLUNG: LEUCHTTURM-EFFEKTE SICHERSTELLEN

Um gemäß Förderrichtlinie „breite Außenwirkung und Strahlkraft zu entfalten („Leuchtturmcharakter“)“, müssen die bereitgestellten projektbezogenen Ergebnisse als digital-ökologische KI-Innovationen von Außenstehenden – auch über die eigenen Kernzielgruppen hinaus – wahrgenommen werden. Art und Umfang der Zielgruppenansprache sollte in den Projekten von Beginn an einen größeren Stellenwert einnehmen und systematischer erfasst werden.

Um eine breite Öffentlichkeit zu erreichen, verfolgt beispielsweise das Förderprogramm „Methoden der Künstlichen Intelligenz als Instrument der Biodiversitätsforschung“ das Ziel „Partizipation/Citizen Science“: Bürger:innen sollen bei der Gewinnung und Bewertung von Daten eingebunden werden, soweit dies in einem Projekt sinnvoll umgesetzt werden kann. Weitergehende und vertiefende Empfehlungen zum Handlungskomplex „Kommunikation“ enthält ► Kap. 6.4.2 (Impact).

Es ist in diesem Kontext zu beachten, dass hinsichtlich der Zielgruppenansprache in der FR 2019 ein sehr weitgehender Anspruch formuliert worden ist (breite Gesellschaft), dessen Umsetzung durch die Projekte auch aufgrund ihres thematischen Zuschnitts mit zum Teil bedeutenden Herausforderungen verbunden ist. Aus evaluatorischer Sicht sollte daher förderstrategisch geprüft werden, ob eine stärkere Fokussierung der Zielgruppenansprache das Verhältnis von Aufwand und Nutzen der Ergebnisdissemination optimiert.

1.2 Relevanz

Das Förderprogramm „KI-Leuchttürme“ ist eine der Maßnahmen zur Umsetzung sozial-ökologischer Innovationen im Rahmen der **Umweltpolitischen Digitalagenda**. Die Ausschreibung greift mit den Fördergegenständen das Verständnis der Umweltpolitischen Digitalagenda von Innovationen auf, nämlich dass diese sowohl technische Lösungen als auch die Entwicklung neuer Geschäftsmodelle sowie regulatorische Neuerungen und soziale Innovationen umfassen, die neue Formen gesellschaftlicher Kooperation und gesellschaftlichen Handelns ermöglichen. Dies spiegelt sich auch in der Bandbreite des aktuellen Förderportfolios wider (► Kap. 2.1.1). Es enthält Projekte aller gemäß Richtlinie zulässigen Arten, d. h. Durchführbarkeitsstudien, experimentelle Entwicklung, Capacity Building, angewandte / industrielle Forschung sowie Skalierung und Praxisanwendung innovativer KI-Verfahren.

Durch das aktuelle Förderportfolio werden Beiträge zu allen aufgeführten **Nachhaltigkeitszielen** (11 – 15) geleistet (► Kap. 3.2). Umfang und Beitrag unterscheiden sich allerdings zwischen den Nachhaltigkeitszielen. So leisten alle Projekte der untersuchten Stichprobe einen Beitrag zum Nachhaltigkeitsziel 13 (Maßnahmen zum Klimaschutz). Zu den Nachhaltigkeitszielen 14 (Leben unter Wasser) und 15 (Leben an Land) werden hingegen weniger und weniger umfangreiche Beiträge geleistet. Die weiteren inhaltlichen Schwerpunkte wie Mobilität, Biodiversität, naturverträgliche Landwirtschaft, Energieversorgung, Kreislaufwirtschaft und Stadtplanung werden ebenfalls durch das aktuelle Förderportfolio abgedeckt (► Kap. 3.1.2). Damit ist festzustellen, dass das **Themenspektrum grundsätzlich gemeinwohlorientiert** ist.

Das Förderprogramm „KI-Leuchttürme“ weist einen klaren Bezug zur **KI-Strategie der Bundesregierung** auf (► Kap. 3.1). Sämtliche Projekte der Stichprobe beinhalten laut Antragsbeschreibung und Zwischenberichten einen thematischen Anteil im Bereich Künstliche Intelligenz, wenngleich in einigen Vorhaben keine konkret technische KI-Anwendung entwickelt wird. Damit leistet das Förderprogramm insgesamt einen Beitrag zur KI-Strategie der Bundesregierung und ist insofern **relevant**. Bestimmte Aspekte der KI-Strategie werden im aktuellen Förderportfolio bisher noch wenig bzw. eher perspektivisch adressiert (► Kap. 3.1). Diese werden im Folgenden aufgeführt:

Die KI-Strategie der Bundesregierung strebt an, dass Künstliche Intelligenz in Deutschland (und Europa) auf einem weltweit führenden Niveau ist. Dies erfordert ein entsprechendes **Innovationsniveau** der geförderten Projekte. Die entwickelten KI-Anwendungen befinden sich größtenteils auf einer fortgeschrittenen Stufe (► Kap. 2.2.2), indem sie einen neuen Problemlösungsansatz verfolgen. Vier der entwickelten KI-Anwendungen werden auf der höchsten Stufe erachtet, also mit einem einzigartigen, für sich selbst stehenden Profil. Gleichzeitig ist anzumerken, dass der KI-Anteil in den verschiedenen Projekten unterschiedlich ausgeprägt ist.

- Sofern es förderstrategisch gewünscht ist, dass KI-Anwendungen auf *weltweit* führendem Niveau entwickelt werden, ist es zielführend, mehr Projekte in das Förderprofil aufzunehmen, deren entwickelte KI-Anwendung eine ausgeprägte Originalität aufweist, d. h. ein einzigartiges, für sich stehendes Profil besitzt. Dabei ist zu abwägen, dass die Anwendungsorientierung und der schnelle Transfer in die Praxis beeinträchtigt werden können (siehe auch nächster Punkt).

Die KI-Strategie der Bundesregierung charakterisiert eine KI auf weltweit führendem Niveau des Weiteren dadurch, dass sie sich insbesondere durch einen **umfassenden und schnellen Transfer von Forschungsergebnissen in Anwendungen** auszeichnet. Voraussetzung dafür sind ein hoher technologischer Reifegrad, die Skalierbarkeit sowie eine adäquate und umfassende Adressierung der relevanten Zielgruppen. Hinsichtlich des technologischen Reifegrads besteht bei vielen Projekten derzeit noch eine Lücke zwischen aktuellem und angestrebtem Stand (► Kap. 2.2.2 sowie 3.1.1).

- Diese Lücke zu schließen, sollte für die Projekte ein zentrales Ziel für die verbleibende Projektlaufzeit darstellen. Gleichzeitig ist anzumerken, dass nur eine Minderheit der Projekte einen entsprechend hohen technologischen Reifegrad anstrebt. TRL 7 (Prototyp im Einsatz) oder höher wird nur von sechs Projekten verfolgt. In Bezug auf die Skalierbarkeit der Ergebnisse lässt sich feststellen, dass diese potenziell gegeben ist (► Kap. 2.4.1 sowie 3.1.1). Ein zentrales Ziel für die Projekte muss es daher sein, eine **Fortführung über die Förderphase hinaus bis in den tatsächlichen breiten Einsatz in der Praxis** sicherzustellen.
- Des Weiteren ist festzustellen, dass der Faktor Künstliche Intelligenz und seine Verknüpfung mit der Lösung von Umweltproblemen in der Kommunikation bislang nachrangig ist (► Kap. 2.5). Um einen sichtbaren Beitrag zu einer gemeinwohlorientierten Digitalisierung zu leisten, wäre seitens der Projekte jedoch eine stärkere argumentative Verknüpfung zwischen den Möglichkeiten der KI

auf der einen und der Lösung umweltspezifischer Probleme auf der anderen Seite erforderlich. Konkrete Empfehlungen zu **Erhöhung der Anschlussfähigkeit und Nachhaltigkeit** gibt ► Kap. 6.4.1.

Die verantwortungsvolle und **gemeinwohlorientierte Entwicklung und Nutzung von KI** ist ein zentrales Ziel der KI-Strategie der Bundesregierung. Dafür müssen ethische und rechtliche Aspekte angemessen berücksichtigt werden. Dies ist zwar in der Förderrichtlinie entsprechend formuliert, in den hier untersuchten Projekten allerdings aufgrund des spezifischen Themenzuschnitts nur in wenigen Fällen relevant (► Kap. 2.3.2 und 3.1.2).

- Sofern eine stärkere Berücksichtigung ethischer und rechtlicher Aspekte förderstrategisch gewollt ist, müsste dieser Aspekt stärker in der konkreten Projektarbeit verankert werden. Im KI-Anwendungshub Kunststoffverpackungen beispielsweise ist in den Projektverbänden jeweils ein Arbeitspaket zu ethischen und rechtlichen Fragen verankert, in welchem bereits ab Projektbeginn und über die gesamte Laufzeit rechtliche und ethische Grenzen mitberücksichtigt werden.

Eine weitere Grundlage für eine gemeinwohlorientierte Digitalisierung, wie sie auch die KI-Strategie der Bundesregierung verfolgt, ist das Vorhandensein eines entsprechenden Datenökosystems. Ein erfolgreiches **Datenökosystem für Umwelt- und Klimadaten** setzt voraus, dass geförderte Projekte aktiv zu dem Datenökosystem beitragen und offene Daten, Schnittstellen und/oder Open-Source-Produkte beitragen. Dies ist bei den untersuchten Projekten derzeit (noch) nicht systematisch gegeben (► Kap. 2.4.1).

- Damit Daten sicher geteilt und gemeinsam genutzt werden können, müssen Themen zum Datenaustausch und zur Datensicherheit zwischen allen Beteiligten klar geregelt sein. In den betrachteten Referenzförderprogrammen wird mit den Themen Open Source, Open Data und Open Science bisher sehr unterschiedlich umgegangen im Sinne von „wird positiv gesehen“ bis zu „sollte erfolgen, wenn nicht gute Gründe dagegensprechen“. Auch die Förderrichtlinie der KI-Leuchttürme von 2021 adressiert diese Thematik. Konkrete Erfahrungen schilderten die Programme KI-Anwendungshub Kunststoffverpackungen und SmartLivingNEXT, die mit den beteiligten Projekten klare Regelungen treffen wie beispielsweise Vereinbarungen in den Verbänden sowie über die Verbände hinweg. Die verbindliche Zusage, bestimmte Daten zu teilen, wird hier als Voraussetzung für eine Förderung gesetzt.

EMPFEHLUNG: BEITRÄGE ZUR KI-STRATEGIE DER BUNDESREGIERUNG NACHSCHÄRFEN

Um den Beitrag des Förderportfolios zur KI-Strategie der Bundesregierung zu erhöhen, sollten die folgenden Aspekte bei der Auswahl der Projekte eine stärkere Gewichtung finden, insbesondere mit dem Ziel, den Aspekt der gemeinwohlorientierten Digitalisierung zu stärken:

- Der Praxisbezug sollte erhöht werden, um einen schnelleren Transfer in die breite Anwendung sicherzustellen (siehe dazu ► Kap. 6.4.1).
- Die Thematisierung ethischer und rechtlicher Fragen sollte gestärkt werden, sowohl hinsichtlich des Einsatzes von Künstlicher Intelligenz als auch des Umgangs mit Daten. Dies ist ein zentraler Bestandteil einer verantwortungsvollen und gemeinwohlorientierten Entwicklung und Nutzung von KI und von hervorgehobener Bedeutung für die Akzeptanz von KI in der breiten Bevölkerung. In Hinblick auf die aktuell in Abstimmung befindliche KI-Verordnung der EU müssen rechtliche Aspekte zwingend berücksichtigt werden, um mögliche Probleme bei dem Transfer in die Anwendung zu vermeiden.
- Die Kommunikation darüber, wie KI eingesetzt wird, um Fragen des Umwelt- und Klimaschutzes zu lösen, sollte stärker gefordert und gefördert werden. Durch gezielte Maßnahmen sollten die

Wahrnehmung und die Akzeptanz von KI in der Bevölkerung verbessert werden. Zudem trägt dies dazu bei, dass Deutschland als attraktiver Forschungs-, Innovations- und Wirtschaftsstandort wahrgenommen wird. Dies ist entsprechend der KI-Strategie der Bundesregierung von Bedeutung, um Fachkräfte aus dem Bereich der KI anzuziehen und in Deutschland zu halten. Außerdem ist in Hinblick auf den sehr niedrigen Anteil von Frauen im Bereich der KI anzumerken, dass gerade Anwendungsbeispiele von KI im Bereich Umwelt- und Klimaschutz als attraktiv und interessant wahrgenommen werden. Dies sollte durch eine entsprechende Kommunikation gefördert werden (siehe auch ► Kap. 6.4.2).

- Umwelt- und Klimadaten sollten stärker nutzbar gemacht werden, damit auf dieser Grundlage, wie in der KI-Strategie der Bundesregierung angestrebt, KI-basierte Anwendungen zum Wohle von Gesellschaft, Umwelt, Wirtschaft, Kultur und Staat entwickelt werden können. Für diesen Aspekt erscheint die Vernetzung mit anderen Förderprogrammen zielführend (siehe auch ► Kap. 6.3.2), zudem adressiert die novellierte Förderrichtlinie von 2021 diesen Aspekt.

1.3 Kohärenz

Hinsichtlich der **Kohärenz** ist festzustellen, dass für die Zielgruppen in Deutschland eine Reihe vergleichbarer Förderprogramme in den Bereichen Digitalisierung, Nachhaltigkeit und Verbraucherschutz etabliert ist (► Kap. 4.1). In manchen dieser Programme sind aktuell Ausschreibungen veröffentlicht, andere sind in der Begutachtung der eingereichten Projektanträge sowie bereits in der Durchführung (ohne Ausschreibung). Die Förderprogramme adressieren den Aspekt der Künstlichen Intelligenz in unterschiedlichem Maße und weisen potenzielle Überschneidungen mit dem Förderprogramm „KI-Leuchttürme“ auf (► Kap. 4.2).

1.3.1 Alleinstellungsmerkmal der „KI-Leuchttürme“

Zum Zeitpunkt der Etablierung wies das Förderprogramm „KI-Leuchttürme“ (2019) in direkter Reaktion auf die KI-Strategie der Bundesregierung in der Ausschreibung eine Reihe von **Alleinstellungsmerkmalen** auf, darunter insbesondere ein ausgeprägter Anwendungsbezug, in der Zielsetzung ein Fokus auf Energieeffizienz und Ressourcenschonung, die Erfassung von Rebound-Effekten sowie die Zielstellung eines gesellschaftlichen Nutzens (nicht nur wirtschaftliche Verwertung; ► Kap. 4.2.1). In den darauffolgenden Jahren wurden in Deutschland verschiedene weitere Förderprogramme zum Einsatz digitaler Technologien, u. a. Künstlicher Intelligenz, für Themen des Umwelt- und Klimaschutzes sowie für eine nachhaltige Digitalisierung etabliert (► Kap. 4.1). Dies bestätigt die Bedeutung dieser, von den KI-Leuchttürmen bereits sehr frühzeitig adressierten Themen. Durch das Aufgreifen dieser Themen an verschiedenen Stellen handelt es sich heute damit nicht mehr um Merkmale, die heute nur noch das Programm „KI-Leuchttürme“ aufweist.

Der Vergleich des Förderaufrufs „KI-Leuchttürme“ (von 2019) mit den heute ausgeschriebenen Förderprogrammen zeigt, dass die aktuellen Förderaufrufe deutlich stärker auf einen bestimmten Themenbereich aus dem Bereich Klima und Umwelt zugeschnitten sind, z. B. Recycling von Kunststoff, Biodiversität (► Kap. 4.2.2). Gleichzeitig finden sich auch in den Förderprogrammen, die nicht speziell „KI“ im Titel führen, diverse Projekte mit KI-Anteil. Der Einsatz von KI wird hier als Vorteil und nicht als Ausschlusskriterium bewertet.

Alleinstellungsmerkmal des Förderprogramms „KI-Leuchttürme“ ist gegenwärtig die (auch nach der Novellierung 2021 noch immer) **große Bandbreite an geförderten Themen im Bereich KI und Umweltschutz** (► Kap. 2.1.1), weniger der Fokus auf eine einzelne, von anderen Förderprogrammen

nicht adressierte Zielsetzung. Dadurch können prinzipiell Themenstellungen kombiniert und in einem größeren Maße interdisziplinär angegangen werden.

Während die aufgeführten Förderprogramme des BMWK sich primär an Unternehmen mit ihren wirtschaftlichen Interessen richten, adressieren die im Rahmen der FONA-Strategie betrachteten Förderprogramme – ähnlich wie die „KI-Leuchttürme“ – verschiedene Zielgruppen (insb. Unternehmen, Breite Öffentlichkeit, Politische Entscheidungsträger, Öffentliche Verwaltung). Bezüglich der adressierten **Zielgruppen** lässt sich daher gegenwärtig kein Alleinstellungsmerkmal der „KI-Leuchttürme“ mehr erkennen.

Die Erfassung von **Rebound-Effekten** ist in den Förderrichtlinien 2019 und 2021 verankert und kann als Alleinstellungsmerkmal bewertet werden, da andere Förderprogramme diesen Aspekt nicht oder nur oberflächlich aufgreifen. Das Förderprogramm „KI-Leuchttürme“ leistet dadurch potenziell einen Beitrag, die quantitative und qualitative Einordnung dieser Effekte in der Digitalisierung zu unterstützen. Im aktuellen Förderportfolio (der betrachteten Projekte) hat jedoch die Frage der eigenen Umweltbilanz sowie der Rebound-Effekte kaum Relevanz.

EMPFEHLUNG: ALLEINSTELLUNGSMERKMALE NACHSCHÄRFEN BZW. NEU AUSRICHTEN

Sofern es förderstrategisch vorgesehen ist, dass das Programm „KI-Leuchttürme“ weiterhin über verschiedene Alleinstellungsmerkmale definiert wird, sollten die genannten Aspekte stärker in den geförderten Projekten implementiert werden. Zur Abgrenzung innerhalb der Förderlandschaft sind aus evaluatorischer Perspektive insbesondere die ethischen und rechtlichen Aspekte des Einsatzes Künstlicher Intelligenz geeignet (siehe auch Empfehlung in ► Kap. 6.2). Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz könnte zu letztgenannten Themengebieten wichtige Beiträge liefern, um den Diskurs über die Interessen der Verbrauchenden aktiv zu gestalten.

1.3.2 Vernetzung mit anderen Fördergebern und Förderprogrammen

Zur Umsetzung der KI-Strategie der Bundesregierung und der deutschen Nachhaltigkeitsstrategie ist ein gewachsener Bestand an Förderprogrammen etabliert (► Kap. 4.1 und 4.3). Dabei sind verschiedene fachlich-inhaltliche Überschneidungen und Potenziale für Synergien festzustellen, auch mit dem Förderprogramm „KI-Leuchttürme“ (► Kap. 4.3). In den Interviews mit Programmverantwortlichen der Referenzförderprogramme wurde großes Interesse an einem Austausch signalisiert, auch seitens der jeweils verantwortlichen Ministerien.

EMPFEHLUNG: MIT ANDEREN FÖRDERGEBERN STÄRKER VERNETZEN / IN DEN AUSTAUSCH KOMMEN

Zur Stärkung der Kohärenz sollte der Austausch zwischen den relevanten Förderprogrammen bzw. den diese umsetzenden Institutionen und Ressorts intensiviert werden, zumal Interesse an Vernetzung prinzipiell gegeben ist. Hierzu sind bspw. folgende Maßnahmen möglich:

- Organisation einer öffentlichen (Abschluss-)Veranstaltung mit Einladung der vergleichbaren Förderprogramme
- Austausch bezüglich der im Rahmen der Zwischenevaluation erzielten Erkenntnisse
- Austausch bezüglich Best Practices, z. B. in Bezug auf den Transfer in die Praxis oder erfolgreicher Kommunikationsmaßnahmen zum Erreichen bestimmter Zielgruppen
- Gezielte Vernetzung der in den verschiedenen Förderprogrammen und -projekten aufgebauten Datenbestände

- Kommunikation fachlich / inhaltlicher Themen sowie Identifikation von Querschnittsthemen
- Aktiver Austausch von Glossaren und anderen Dokumentationen, die es Projektbeteiligten aus IT und Umwelt erleichtern, eine gemeinsame Sprache zu finden.

1.4 Impact

Ausweislich ihrer themenspezifischen Anlage leisten die geförderten Projekte einen konkreten Beitrag zu den Nachhaltigkeitszielen der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie und lassen sich darüber hinaus in übergeordnete öffentliche Diskurse eingliedern (Bewahrung der Biodiversität, Zusammenhänge des Klimawandels etc.). Die Projekte im Einzelnen sowie das Programm als Ganzes sind ferner grundsätzlich dazu geeignet, Umweltwirkungen unterschiedlicher Art zu erzielen sowie Wissen und Kompetenzen zum Einsatz von Künstlicher Intelligenz zu steigern und damit einen konkreten Beitrag zur Stärkung Deutschlands als Innovationsstandort zu leisten.

Hierbei ist aus evaluatorischer Perspektive zu beachten, dass in der Anlage der Projekte die Entwicklung, Erprobung und Demonstration unterschiedlicher Methoden im Vordergrund steht, deren Wirkungsmessung auf Einzelfälle beschränkt bleiben muss. Eine Quantifizierung der Wirkungen ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht möglich und in den Projekten allenfalls Gegenstand eines *zukünftigen* Arbeitsprogramms.

Darüber hinaus weisen die unterstellten Wirkungszusammenhänge einen stark mittelbaren und auch punktuellen Charakter auf – bedingt durch die Tatsache, dass die projektspezifischen Ergebnisse bislang vornehmlich auf den internen Projektverbund sowie auf eine eingeschränkte, vornehmlich fachspezifische Kernzielgruppe konzentriert ist, weniger hingegen auf eine breite(re) Öffentlichkeit. Wirkungen sind daher lediglich für ausgewählte Gruppen zu unterstellen.

Art und Umfang der theoretisch zu bemessenden Wirkungen sind daher wesentlich davon abhängig, inwieweit

- ▶ die einzelnen Methoden und Ergebnisse perspektivisch skaliert und damit aus dem Laborbetrieb in einen größeren Anwendungsrahmen transferiert werden können (**Anschlussfähigkeit und Nachhaltigkeit der Projekte**; ▶ Kap. 6.4.1) sowie
- ▶ die projektspezifischen Ergebnisse über effektive Verfahren der Dissemination im Sinne von „Leuchttürmen“ zielgruppengemäß transferiert werden können (▶ **Kommunikationskonzept**; ▶ Kap. 6.4.2).

1.4.1 Anschlussfähigkeit und Nachhaltigkeit der Projekte

Hinsichtlich der Anschlussfähigkeit und Nachhaltigkeit ist festzustellen, dass in der überwiegenden Zahl der betrachteten Vorhaben eine Fortführung über die Förderphase hinaus nicht absehbar und/oder mit finanziellen Unsicherheiten verbunden ist. Dies ist mitunter durch den dezidierten Forschungsschwerpunkt des Programmportfolios bedingt (▶ Kap. 6.2) und relativiert die Einschätzungen zur Übertragbarkeit und Skalierbarkeit der Ergebnisse.

EMPFEHLUNG: PRAXISTRANSFER STÄRKER UND VON BEGINN AN VERANKERN

Zur Vermeidung einer Transferlücke ohne Finanzierung sollten Übertragungsleistungen bereits im Projekt vorbereitet und begonnen werden. Um den im Förderprogramm angestrebten Transfer in die Praxis zu stärken, sollten (in vergleichbaren Förderprogrammen erprobte) Kriterien bereits vor Förderbeginn in der Ausschreibung und bei der Auswahl der Projekte stärker berücksichtigt werden:

- Projektskizzen sollten einen klaren Use Case enthalten und aufzeigen, wie eine (zügige) Verwertung erreicht werden kann.
- Die Zusammenstellung der Konsortien sollte nicht nur Lösungsanbieter umfassen, sondern auch Anwendungspartner der Use Cases (Beispiel DigitalGreenTech: Bei der Projektauswahl wird darauf geachtet, dass Praxispartner nicht lediglich pro forma integriert werden, sondern Unternehmen beteiligt sind, die eine Signalwirkung bei der Umsetzung einer entsprechenden Lösung haben).
- Im Projektverlauf sollte ein kontinuierliches Monitoring sicherstellen, dass vereinbarte Umsetzungen in der Praxis durchgeführt werden.
- Wirkungen sollten möglichst bereits im Projekt quantifiziert und getestet werden.
- Die Etablierung eines Beirats, der alle Projekte als eigenes, extern besetztes Gremium (Vertreter z. B. von Kommunen, Behörden, Wirtschaftsverbänden etc.) begleitet, kann dazu beitragen, die vorgenannten Aspekte zu unterstützen und sicherzustellen. Im Förderprogramm „DigitalGreenTech“ formuliert das entsprechende Gremium bspw. Anforderungen aus der Praxis, während die Forschungsprojekte frühzeitig und kontinuierlich ihre erarbeiteten Lösungen zeigen.

1.4.2 Kommunikationskonzept zur Erhöhung des Leuchtturm-Effekts

Die Abschätzung von Wirkungen der einzelnen Projekte sowie des Programms als Ganzes ist von dem Umstand bestimmt, dass die in den Vorhaben erarbeiteten Ergebnisse mit einem weitestgehend exklusiven Fokus auf die jeweilige Kernzielgruppe zur Verfügung gestellt und von diesen als digital-ökologischen KI-Innovationen wahrgenommen werden. Es ist zum gegenwärtigen Stand der Projektumsetzung (noch) nicht feststellbar und auch nur in Einzelfällen absehbar, dass digital-ökologische KI-Innovationen skaliert, übertragen oder von anderen Akteuren konkret weiterentwickelt werden. Dies würde eine **breitere Dissemination bzw. Kommunikation** voraussetzen.

EMPFEHLUNG: LEUCHTTURM-CHARAKTER SICHTBAR(ER) MACHEN

Um den Leuchtturm-Charakter eines Vorhabens zu stärken, sollten Projekte bereits in der Antragsphase Maßnahmen des Ergebnistransfers über die Kernzielgruppe hinaus als eigenständiges Arbeitspaket vorsehen.

Als Hilfestellung für Antragstellende ließe sich das SMART-Konzept auf die Erstellung von Kommunikationsmaßnahmen anwenden, da es sich sowohl für qualitative als auch für quantitative Erfolgsfaktoren eignet, einfach anzuwenden ist und keine methodischen Kenntnisse erfordert (► Tabelle 22).

Tabelle 22: SMART-Konzept zur Planung und Einordnung von Kommunikationsmaßnahmen

Ziele	Leitfragen
Spezifisch	<ul style="list-style-type: none"> Sind die Maßnahmen des Konzepts eindeutig/explicit formuliert und auf die Projektergebnisse bezogen? Ist das gewählte Narrativ hinreichend geschärft (z. B. „KI hat eine Wirkung auf den Umweltschutz“)? Sind die wichtigsten Zielgruppen und ihre Bedürfnisse identifiziert und über die Maßnahmen adressiert? <p>Abgleich: wer wird bereits erreicht / wer noch nicht (ausreichend)?</p>
Messbar	<ul style="list-style-type: none"> Sind konkrete Erfolgsindikatoren (quantitativ/qualitativ) benannt, die das festgelegte Ziel in einem Soll-Ist-Abgleich bestimmbar machen? Wo sind die größten Hebelwirkungen zu erwarten?
Angemessen	<ul style="list-style-type: none"> Stehen das Kommunikationskonzept und seine Maßnahmen in einem angemessenen Verhältnis zur fachlichen Qualität des Projekts und zum finanziellen Aufwand? Sind die Maßnahmen zielgruppenspezifisch aufbereitet und leicht verständlich? Mit welchen Medien sollen die verschiedenen Ergebnisse zielgruppenspezifisch aufbereitet werden? <p>Bspw.: Website, Eintrag in KI-Landkarte, Soziale Medien, Veröffentlichungen (peer reviewed, renommierte Journals und Fachkonferenzen, als Voraussetzung für Folgeförderung)</p> <ul style="list-style-type: none"> Welche Live-Formate sind für die Kommunikation bestmöglich geeignet, um die Sichtbarkeit zu erhöhen (z. B. wissenschaftliche Konferenzen und Praxisveranstaltungen/Messen)?
Realistisch	<ul style="list-style-type: none"> Ist die Vermittlung der Ergebnisse innerhalb der Projektlaufzeit tatsächlich erreichbar und durch die Verantwortlichen beeinflussbar? Lassen sich kurzfristige und strategisch-langfristige Maßnahmen unterscheiden?
Terminiert	<ul style="list-style-type: none"> Sind die Maßnahmen mit einer zeitlichen Dimension verbunden, in der die Ziele erreicht werden sollen?

Die Erarbeitung und Umsetzung von Kommunikationsmaßnahmen stellt die Verantwortlichen in (technischen) Forschungsprojekten häufig vor Herausforderungen, da Methoden und Disseminationswege nicht hinreichend bekannt und entsprechende Expert:innen nur in Ausnahmefällen Teil der Projektverbände sind. Hier bestehen Bedarf und Möglichkeiten der **Unterstützung**.

EMPFEHLUNG: KOMMUNIKATION UNTERSTÜTZEN

Das Programm-Management sollte, anknüpfend an die bewährten Methoden der Vernetzungstreffen, die Verbreitung und den Transfer der in den Projekten erarbeiteten Ergebnissen stärker unterstützen bzw. entsprechende Angebote schaffen. Hierzu können folgende Maßnahmen zählen:

- Erarbeitung von Leitfäden zur Aufbereitung von Ergebnissen, z. B. für Webseiten, die ausführliche Informationen über den Projektsteckbrief hinaus bereitstellen (Veröffentlichungen, Workshop-Protokolle etc.)
- Präsentation von Standard- bzw. Best-Practice-Beispielen, an denen sich Projekte orientieren können.

-
- Organisation von Möglichkeiten, Projektergebnisse gezielt zu präsentieren (über die Vernetzungstreffen hinaus)
 - Zentralisierte Formen der Vermarktung, z. B. Darstellung auf der Webseite der ZUG mit professionell aufbereiteten Inhalten. Gegenwärtig sind bspw. lediglich die initialen Projektbeschreibungen verlinkt und nur teilweise direkte Links auf die Projektseiten angegeben. Auch für abgeschlossene Projekte besteht kein Verweis auf konkrete Ergebnisse.
 - Vernetzung zu weiteren Initiativen / Stakeholdern
 - Unterstützung bei der Wissenschaftskommunikation, z. B. Science Slams, re:publica, Start-up-Wettbewerbe
 - Bereitstellung von Begleitforschung v. a. in der Endphase