

Vergabe eines Vertrags für die Entwicklung eines Datenmodells zur Analyse des Klimaschutznettonutzens von digitalen Technologien

Leistungsbeschreibung

Vergabekennziffer: CWFFLF

Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena)
Bereich Digitale Technologien und Start-up Ökosystem
Chausseestraße 128a
10115 Berlin

Inhaltsverzeichnis

1	Gegenstand der Ausschreibung: Hintergrund und Zielsetzung	3
1.1	Hintergrund.....	3
1.2	Das Projekt im Überblick.....	4
1.3	Zielsetzung	5
2	Leistungsbeschreibung	5
2.1	Arbeitspaket 01: Projektgrundlagen und Projektmanagement.....	6
2.2	Arbeitspaket 02: Erstellung und Veröffentlichung einer wissenschaftlichen Studie	8
2.3	Arbeitspaket 03: Entwicklung eines Datenmodells zur Bilanzierung des Klimaschutznettonutzens beim Einsatz digitaler Technologien, inkl. Datenerhebung und Anwendung auf min. einen Praxisfall.....	9
2.4	Arbeitspaket 04: Bereitstellung eines Datendashboards mittels einfacher Webanwendung 12	
2.5	Arbeitspaket 05: Stakeholderbeteiligung	13
2.6	Arbeitspaket 06: Externes Code Audit und technische Weiterentwicklung.....	14
2.7	Arbeitspaket 07: Erweiterung des Datenmodells.....	15
2.8	Arbeitspaket 08: Förderung der Nutzerfreundlichkeit	15
2.9	Zuschlagskriterien	Fehler! Textmarke nicht definiert.
3	Zeitplan	16

1 Gegenstand der Ausschreibung: Hintergrund und Zielsetzung

Gegenstand dieser Ausschreibung ist die Beauftragung für die Entwicklung, Umsetzung und Kommunikation von Datenmodellen, einer Webanwendung für die Datenausgabe und einer zugehörigen Studie zum Thema ‚Analyse des Einsatzes digitaler Technologien für die Energiewende hinsichtlich des Nettonutzens ihrer Anwendung für den Klimaschutz‘ im Rahmen des Projektes „Future Energy Lab III – Digitalisierungsprojekte im Energiesektor 2025–2027 (kurz: FEL III)“, welches das Future Energy Lab (FEL) der Deutschen Energie Agentur (dena) im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWE, vormals BMWK) durchführt. Die dena sucht einen oder mehrere Dienstleister (Konsortium) für die Umsetzung der unter Ziffer 2 beschriebenen Leistungen.

Das Future Energy Lab

Die Energiewende konsequent digital zu gestalten, ist das Ziel des Future Energy Labs. Nur durch die konsequente Digitalisierung kann das Jahrhundertprojekt Energiewende gelingen. Unter „konsequent“ verstehen wir dabei, die Digitalisierung als einen eigenständigen und unverzichtbaren Bereich des Energiesystems im Wandel zu betrachten, der auf Klimaneutralität, Versorgungssicherheit, Wirtschaftlichkeit, Sozialverträglichkeit und Umweltschutz einzahlen kann.

Deshalb bietet das Future Energy Lab unter seinem Dach einen (virtuellen und physischen) Ort für Start-ups, Energiewirtschaft, Politik und Zivilgesellschaft, um gemeinsam digitale Zukunftstechnologien für die Energiewende zu erproben. Im Future Energy Lab wird Theorie zu Praxis.

1.1 Hintergrund

Der dezentrale Charakter erneuerbarer Energien und die daraus folgende Transformation unserer Energiesysteme erfordert digitale Lösungen für den optimierten Einsatz von Groß-, aber vor allem auch Klein- und Kleinstanlagen (z.B. Heimbatteriespeicher, Balkonkraftwerke, etc.). Aus Klimaschutzsicht müssen der Einsatz und die Anwendung digitaler Technologien einen Klimaschutznettonutzen zeitigen, um gerechtfertigt zu sein. Auf der einen Seite bringen einzelne digitale Lösungen konkrete Nutzen für den Klimaschutz hervor, indem sie dazu führen, dass Energie eingespart oder die Systemeffizienz erhöht und dadurch der Einsatz fossiler Energieträger zurückgedrängt wird. Auf der anderen Seite entstehen durch den Einsatz von digitalen Technologien auch Kosten für den Klimaschutz, da digitale Technologien über ihren gesamten Lebenszyklus selbst Strom verbrauchen, welcher für die Gewinnung der verwendeten Rohstoffe, ihren Transport, die Herstellung der Technologien, wiederum ihren Transport, ihre Wartung, die Prozesse der Nutzung (Datenerhebung, -speicherung, -analyse, -übertragung, -anwendung) sowie ihr Recycling bzw. ihre Entsorgung benötigt wird. Die Abwägung dieser Nutzen und Kosten ist elementar für den Einsatz digitaler Technologien für die Energiewende. Dieser gewinnt deutlich an gesellschaftlicher Akzeptanz und Legitimation, wenn er in einer Gesamtbeurteilung der Energiewende dient. Bei der Beurteilung konkreter Anwendungsfälle müssen die eingesetzten Rechenzentren, die verwendeten Infrastrukturen / Übertragungstechnologien, genutzten Endgeräte und ebenso etwaige Rebound-Effekte des Einsatzes berücksichtigt werden. Sowohl die Übersetzung des Klimaschutznutzens als auch der Klimaschutzkosten konkreter digitaler Anwendungsfälle

jeweils in CO₂-Äquivalente ist komplex und muss mitunter Schätzungen unterliegen, für die wiederum die Erstellung komplexer Modelle erforderlich ist.

Ziel dieser Vergabe ist es, ein bisher fehlendes Bilanzierungsmodell zu entwickeln, mit dem konkrete digitale Anwendungsfälle für die Energiewende hinsichtlich ihres Klimaschutznettonutzens bestmöglich bewertet werden können. Es umfasst dabei alle drei Wertschöpfungsstufen des digitalen Informationsflusses, also die Dateninfrastruktur (für die Datenerfassung, -übertragung und -speicherung), die Datengovernance und die Datenanalyse. Dieses Bilanzierungsmodell soll anhand verschiedener Anwendungsfälle getestet werden. Der Fokus liegt hierbei klar auf dem Themenfeld Energie. Es werden nur Anwendungsfälle betrachtet, die dezidiert der Energiewende dienen. Weitere Umweltauswirkungen des Einsatzes und der Anwendung digitaler Technologien über die Energieströme hinaus (wie z.B. Wasserverbrauch oder Abbau und Verwendung seltener Erden o.ä.) werden nicht betrachtet.

1.2 Das Projekt im Überblick

Zur Erreichung der Projektziele sollen zunächst ein Studiendesign entwickelt und exemplarische Anwendungsfälle identifiziert werden, die sowohl eine hohe praktische Relevanz für die Energiewende aufweisen als auch über eine ausreichende Datengrundlage verfügen. Zeitgleich soll eine Status-quo-Übersicht zur Messung der Klimaschutznutzenseite, der Klimaschutzkostenseite sowie zu Netto-Berechnungen für den Klimaschutz in Wissenschaft und Praxis erstellt werden. Grundlage dafür sind eine umfassende Literaturrecherche sowie Gespräche mit Forscherinnen und Forschern und Verbandsvertretern auf diesem Gebiet. Nach einer wissenschaftlich sauberen Dokumentation dieser Status-quo-Übersicht soll ein Bilanzierungsmodell für den Klimaschutznettonutzen von digitalen Technologien entwickelt werden. Dieses Modell soll in wissenschaftlich-methodisch saubereren, datengestützten Überlegungen auf min. einen ausgewählten Anwendungsfall angewandt werden. Um die Praxistauglichkeit des Bilanzierungsmodells konstruktiv-kritisch zu beleuchten, sollen relevante Stakeholder identifiziert und ab Beginn des Projektes für eine Einschätzung zum jeweiligen Stand der Modellentwicklung einbezogen werden. Alle gewonnenen Erkenntnisse sollen abschließend in einer Studie zusammengefasst und durch eine Veröffentlichung mit der Branche geteilt werden. Zudem soll das Modell per einfacher Webanwendung einer interessierten Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt werden. Zur freien Nutzung und Weiterentwicklung des Modells soll der zugrunde liegende Code open-source auf dem dena Github zur Verfügung gestellt werden. Die Unterstützung der Auftraggeberin (AG) bei der Kommunikation der Ergebnisse (inkl. vorherigen Stakeholdermappings, Framing-Strategie und Kommunikationsstrategie) liegt ebenfalls im Rahmen der grundlegenden Vergabe.

Das Projekt kann mittels der optionalen Leistungspakete erweitert und verlängert werden. Hierbei handelt es sich um Leistungen eines Code-Audits und gegebenenfalls anschließender Code-Verbesserung, sowie eine Ausweitung des Modells um weitere Technologieanalysen und/oder Anwendungsfälle, sowie die Verbesserung der Nutzerfreundlichkeit. Die einzelnen optionalen Arbeitspakete können bei Bedarf durch die dena beauftragt werden.

1.3 Zielsetzung

Das Ziel des Projekts ist es, den Einsatz von digitalen Technologien im Sinne des Klimaschutzes und des sogenannten „Netto Null“-Ziels zu fördern und durch eine wissenschaftliche Datengrundlage zu unterstützen. Zu diesem Zweck soll ein Klimaschutznettonutzenmodell (nachfolgend: Bilanzierungsmodell) für den Einsatz von digitalen Technologien über den gesamten Lebenszyklus ihrer Hard- und Softwarekomponenten hinweg entwickelt und am Ende des Projektes als einfach zu bedienende Webanwendung mit offenen Schnittstellen zur Verfügung gestellt werden. Das Bilanzierungsmodell soll politischen Entscheidungsträgerinnen und Entscheidungsträgern sowie der Digital- und Energiebranche die Möglichkeit geben, zu bewerten, ob der Einsatz einer digitalen Technologie für die Energiewende in dem Sinne sinnvoll und effektiv ist, dass er dem Klimaschutz dient. Es liefert so datengestützte Kriterien und Auswahlempfehlungen für die nachhaltige Digitalisierung der Energiewende.

2 Leistungsbeschreibung

Im Folgenden werden die Mindestanforderungen für die Vergabe eines Auftrages als einzelne Arbeitspakete definiert. Die Arbeitspakete liegen in zwei Kategorien vor: verpflichtend und optional.

Alle Leistungen müssen in deutscher Sprache erbracht werden. Die Angebote müssen sowohl den Pflichtteil als auch den optionalen Teil berücksichtigen.

Folgende Arbeitspakete (AP) sind im Rahmen des Auftrags verpflichtend zu bearbeiten:

- **AP 01: Projektgrundlagen und Projektmanagement**
- **AP 02: Verfassen und Veröffentlichen einer wissenschaftlichen Studie**
- **AP 03: Entwicklung eines Datenmodells zur Bilanzierung des Klimaschutznettonutzen beim Einsatz digitaler Technologien, inkl. Datenerhebung und Anwendung auf min. einen Praxisfall**
- **AP 04: Bereitstellung der Modelldaten als Web-Tool mit Dashboard**
- **AP 05: Stakeholderbeteiligung**

Folgende Arbeitspakete (AP) müssen im Rahmen des Auftrags optional bearbeitet werden:

- **AP 06: Externes Code Audit und technische Weiterentwicklung des Datenmodells**
- **AP 07: Erweiterung des Datenmodells**
- **AP 08: Förderung der Nutzerfreundlichkeit** Die Kosten für verpflichtende und optionale Anteile sollten gut nachvollziehbar und voneinander getrennt dargestellt werden.

Im Folgenden werden die Arbeitspakete detailliert beschrieben.

2.1 Arbeitspaket 01: Projektgrundlagen und Projektmanagement

Das Ziel dieses Leistungspakets sind ein effektives Projektmanagement und die Sicherstellung einer effizienten Kommunikation und Koordination innerhalb des Projekts. Der Auftragnehmer (AN) ist verantwortlich für die Organisation und Durchführung regelmäßiger Treffen mit der AG und die Dokumentation und Protokollierung von Fortschritten.

Sollten die zu erbringenden Leistungen nicht durch eine einzelne Partei, sondern durch ein Konsortium abgedeckt werden, sind notwendige Aufgaben der Konsortialführung und des Vertragsmanagements ebenfalls Teil dieses Leistungspaketes.

Während des gesamten Bearbeitungszeitraums steht der AN im kontinuierlichen Kontakt mit der AG, bespricht die Arbeitsschritte und berichtet über den Fortschritt.

Regelmäßige Jour Fixe (JF) dienen über den gesamten Projektverlauf der Koordination und Abstimmung des AN untereinander, sowie mit der AG und umfassen die Berichterstattung über den aktuellen Arbeitsstand durch den AN, jeweils inkl. Rück- und Ausblick. Der JF sollte in ein- bis zweiwöchigem Abstand erfolgen, mit einer empfohlenen Gesamtdauer von monatlich bis zu fünf Stunden. Je nach Projektfortschritt werden Frequenz und Dauer gemeinsam zwischen AG und AN abgestimmt.

Darüber hinaus nimmt der AN an min. drei physischen Arbeitstreffen im Future Energy Lab teil. Die Konzeption der Treffen wird vom AN übernommen. Dies umfasst einen Entwurf für Konzept und Agenda, die mit der AG abzustimmen sind. Zudem übernimmt der AN die Vorbereitung der Inhalte, einschließlich der Erstellung von Präsentationen in zur Verfügung gestellten Vorlagen der AG, die Moderation (ggf. in Zusammenarbeit mit der AG) und die Nachbereitung der Termine (inkl. Protokollierung). Der Zeitplan ist wie folgt festgelegt:

- Physisches Projekttreffen #1 (Kick-off) – Okt. 2025
- Physisches Projekttreffen #2 – 1. Quartal 2026
- Physisches Projekttreffen #3 – 2.-3. Quartal 2026

Bei erweiterter Beauftragung:

- Physisches Projekttreffen #4 – 4. Quartal 2026
- Physisches Projekttreffen #5 – 2. Quartal 2027
- Abschließendes Projekttreffen – 4. Quartal 2027
(ggf. In Koordination mit AG im Rahmen einer Abschlussveranstaltung)

Die konkrete Festlegung der Termine wird im Verlauf des Projektes in Abstimmung mit der AG erfolgen. Dabei übernimmt die AG die Vorbereitung der Räumlichkeiten und Technik. Eventuell anfallende Reisekosten des AN für die Projekttreffen/Workshops im Future Energy Lab in Berlin sind im Budget zu berücksichtigen.

Der AN übernimmt die Organisation eines min. dreistündigen Kick-Off-Termins mit der AG. Im Rahmen des Kick-Off Termins werden die im Angebot dargelegten Vorschläge und Zeitpläne näher erläutert, die Zusammenarbeit organisiert und das weitere Vorgehen vereinbart. Der AN protokolliert das Kick-Off-Treffen und stellt das Protokoll allen Teilnehmenden spätestens nach vier Werktagen zur Verfügung. Der Kick-Off wird im Future Energy Lab durchgeführt. Die AG übernimmt die Organisation von Räumlichkeiten, Technik und Catering.

Der AN erstellt zu Beginn der Zusammenarbeit in Abstimmung mit der AG einen agilen Projektplan (Roadmap), der regelmäßig überprüft und bei Bedarf in Absprache mit der AG angepasst wird. Anpassungen am Projektplan erfolgen iterativ und unter Berücksichtigung des Projektfortschritts sowie neuer Erkenntnisse aus der laufenden Umsetzung.

Der Fortschritt der Leistungserbringung wird durch ein Reporting der durchgeführten Tätigkeiten dargestellt, welches quartalsweise erstellt wird und auch als Basis für die Rechnungslegung dient. Der AN soll in einem Check-In-Termin pro Quartal der AG über den Projektfortschritt, den Quartalsrückblick und den Ausblick berichten.

Während der gesamten Projektlaufzeit unterstützt der AN die Kommunikation nach außen durch den AG. Zur Identifikation relevanter Kommunikationsmaßnahmen werden von dem AN sowohl Stakeholder-Mappings erstellt als auch strategische Kommunikationsnarrative entwickelt. Darauf aufbauend soll der AN gezielte und wirkungsvolle Kommunikationsmaßnahmen vorschlagen und zum Teil umsetzen, wie beispielsweise Hintergrundgespräche mit relevanten Stakeholdern, Beiträge in Form von Vorträgen oder Podiumsdiskussionen auf externen Veranstaltungen, Messeständen, Webinaren oder Pressegesprächen. Für verschiedene Kommunikationsanlässe sind entsprechende Inhalte, Formate und Materialien zu erstellen. Der AN arbeitet im Projektzeitraum anlassbezogen die Inhalte der eigenen Leistungen für die AG zur Kommunikation auf und unterstützt bei Bedarf die AG bei der Präsentation des Projekts. Corporate Design-Vorgaben der AG sind einzuhalten. Der AN wirkt an Kommunikationsmaßnahmen der AG zum Projekt mit, z.B. durch ein Interview für das FEL-Magazin oder auch die aktive Unterstützung bei Aktivitäten des Future Energy Labs wie dem Tag der offenen Tür, einem politischen Kaminabend oder dem Future Energy Day.

Übersicht der durch den AN zu erbringenden Leistungen:

- Organisation, Vorbereitung, Durchführung und Protokollierung von Abstimmungsterminen
- Projektkommunikation nach innen und Unterstützung der Kommunikation nach außen
- Erstellung eines agilen Projektplans (Roadmap)
- Dokumentation der Projektarbeit entsprechend wissenschaftlichen Standards zwecks Erstellung einer Studie
- Aufsetzen und Pflegen einer übergeordneten und gemeinsamen Versionsverwaltung für alle Elemente des Projektes
- Bereitstellung von regelmäßigen Minimum Viable Products (MVPs) und Zwischenstandsberichten

2.2 Arbeitspaket 02: Erstellung und Veröffentlichung einer wissenschaftlichen Studie

Hauptbestandteil dieses Leistungspakets ist die Entwicklung des Studiendesigns inkl. Auswahl min. eines relevanten Anwendungsfalls sowie die gemeinsame Ausarbeitung einer darauf aufbauenden Studie.

Der AN entwickelt ein detailliertes Studiendesign, das mit der AG abgestimmt wird. Dieses Studiendesign muss die Auswahl der für die Modellierung verwendeten Methoden enthalten. Dabei ist schriftlich zu erläutern, welche sozialwissenschaftlichen, ökonomischen, mathematischen oder sonstigen Methoden zum Einsatz kommen und aus welchen Gründen sie gewählt wurden. Bei der Entwicklung der Studie sind insbesondere die zeitlichen Aspekte (Aussagen über den Klimaschutznettonutzen von digitalen Technologien über den gesamten Lebenszyklus hinweg), sowie die Anschlussfähigkeit für zusätzliche Datensätze, zukünftige Technologien und weitere Anwendungsfälle zu berücksichtigen. Hier ist auch von Bedeutung, welche Präsentationsform der Modelle gewählt wird. Die Modelle sind für die Studie schriftlich zu dokumentieren.

Der AN ist ebenfalls dafür verantwortlich, eine strukturierte Gliederung der Studie in Absprache mit der AG zu erstellen.

Der AN soll der AG ein bis zwei Monate nach dem Kick-Off min. drei geeignete Vorschläge für potenzielle Anwendungsfälle unterbreiten. Im Anschluss werden diese Vorschläge in einem durch den AN organisierten Online-Workshop mit externen Fachexpertinnen und -experten diskutiert, um eine strukturierte Rückmeldung zu Potenzialen, Herausforderungen und branchenspezifischer Relevanz zu erhalten. Dabei sollen das Vorhandensein ausreichender Datengrundlagen (Umfang, Detailgrad, Qualität) sowie die Praxisrelevanz entsprechend den Projektzielen berücksichtigt werden. Auf Grundlage des eingeholten Feedbacks entwickelt der AN einen Anforderungskatalog für praxistaugliche Anwendungsfälle. Dieser Katalog dient als Entscheidungsgrundlage für die Auswahl von min. einem Anwendungsfall durch AN und AG auf den im weiteren Projektverlauf das Datenmodell angewendet wird (siehe AP 03). Die Auswahl des Anwendungsfalls ist in der Studie entsprechend wissenschaftlichen Standards zu dokumentieren.

Darauf aufbauend erfolgt eine gemeinsame Ausarbeitung einer Studie. Die fertige Studie wird durch die AG veröffentlicht. Das Lektorat und die Umsetzung des Layouts erfolgen durch die AG. Der AN verwendet für die Studie eine Formatvorlage der dena, die ihm nach der offiziellen Beauftragung durch die AG zur Verfügung gestellt wird. Die endgültige Fassung der Studie ist der AG nach mehreren zeitlich einzuplanenden Iterations- und Kommentierungsschleifen mit der AG (einschließlich Text, Layout und Grafiken) vorzulegen. Alle Grafiken sind darüber hinaus auch als bearbeitbare Vektorgrafiken zur Verfügung zu stellen. Alle den Grafiken zugrunde liegenden Daten sind in Tabellenform zur Verfügung zu stellen.

Die Studie soll eine Status-quo-Übersicht zur Messung der Klimaschutzkosten- und Klimaschutznutzensseite digitaler Technologien und Anwendungen beinhalten. Es sollen umfassende Literaturrecherchen und Hintergrundgespräche zum aktuellen Stand von Wissenschaft und Praxis durch den AN durchgeführt werden. Diese Übersicht soll detaillierte Informationen darüber liefern, in welcher Form und in welchem Umfang eine vergleichbare Bilanzierung von Nutzen und Kosten (Nettonutzen)

digitaler Technologien für den Klimaschutz bisher in Wissenschaft und Praxis erfasst, bewertet und modelliert wurde. Hierbei ist ein besonderes Augenmerk auf die bundesdeutsche Förderlandschaft zu legen. Etwaige thematische Überschneidungen sind früh an die AG zu melden und gegebenenfalls notwendige Abgrenzungen zwischen Projekten zwischen AG und AN zu koordinieren.

Im Fokus stehen bestehende wissenschaftliche und praktische Ansätze, die eine Bewertung des Klimaschutznutzens, der Klimaschutzkosten und des Klimaschutznettonutzens ermöglichen. Dabei können z. B. je nach Anwendungsfall die Quantifizierung der durch digitale Technologien eingesparten und erzeugten Treibhausgasemissionen, die Verbesserung von Energieeffizienz oder andere Auswirkungen analysiert werden. Neben Lebenszyklus-Emissionsberechnungen oder produktbezogenen CO₂e-Berechnungen sind auch systemische Effekte (z. B. Rebound-Effekte) zu berücksichtigen.

Im Zentrum steht die Darstellung der Treibhausgas-Bilanzen für den ausgewählten Anwendungsfall. Dabei soll die zeitliche Dimension mitgedacht werden und Szenarien für kurz-, mittel- und langfristige Wirkungen analysiert werden. Eine Präsentation der Methodik und Ergebnisse des Bilanzierungsmodells schließen die Studie ab. In Rücksprache mit der AG kann die Studie in zwei Teilen veröffentlicht werden.

Übersicht der durch den AN zu erbringenden Leistungen:

- Literaturrecherche und Status-Quo-Analyse
- Methodenauswahl und Entwicklung einer Studiengliederung
- Durchführung eines Online-Workshops mit Fachexperten und Erstellung eines Anforderungskatalogs für praxistaugliche Anwendungsfälle
- Darstellung der Treibhausgas-Bilanzen für ausgewählte Anwendungsfälle
- Präsentation der Methodik und Ergebnisse des Bilanzierungsmodells
- Erstellung eines min. 50-seitigen Studientextes
- Wissenschaftliche Qualitätssicherung
- Erstellung von Begleitdokumenten für die öffentlichkeitswirksame Publikation der Studie

2.3 Arbeitspaket 03: Entwicklung eines Datenmodells zur Bilanzierung des Klimaschutznettonutzens beim Einsatz digitaler Technologien, inkl. Datenerhebung und Anwendung auf min. einen Praxisfall

Im Fokus dieses Arbeitspakets steht die Entwicklung eines Datenmodells zur Bilanzierung des Klimaschutznettonutzens von digitalen Technologien, um digitale Lösungen im Hinblick auf ihre gesamte Klimawirkung fundiert zu bilanzieren, sowie die Anwendung dieses Modells.

Das Bilanzierungsmodell muss dabei eine fundierte Gegenüberstellung von Klimaschutznutzen- und -kostenseite ermöglichen und als **analytisches Entscheidungswerkzeug** hinsichtlich des Einsatzes

digitaler Technologien und Anwendungen dienen können. Es muss zudem so konzipiert sein, dass es übertragbar auf eine möglichst große Anzahl weiterer Anwendungsfälle ist.

Die Nutzung des Modells ist so zu gestalten, dass eine unkomplizierte Auswertung der Ergebnisse entlang verschiedener, **gemeinsam festzulegender Parameter** möglich ist – zum Beispiel:

- nach zeitlichen Szenarien: kurz-, mittel- und langfristiger Klimaschutznettonutzen, um Aussagen über den gesamten Lebenszyklus einer Technologie hinsichtlich ihrer Klimawirkung treffen zu können,
- nach Art der angewandten digitalen Technologie
- Energieverbrauch von KI-Typen: generativ, übersetzend, klassifizierend
- Trainingsmethoden und -parameter von LLMs: Konfiguration der CPU, RNN, MLP
- nach Art der verursachten Treibhausgasmissionen: z.B. CO₂ oder CO₂e.

Diese Parameter sind lediglich Vorschläge und andere/weitere sinnvolle Parameter sollen durch den AN erarbeitet, in Absprache mit der AG festgelegt und in das Modell eingearbeitet werden.

Zur Prüfung der Funktionstüchtigkeit des Modells ist es im Rahmen dieses APs außerdem erforderlich, das Bilanzierungsmodell auf festzulegende konkrete Anwendungsfälle anzuwenden. Mindestens **drei Vorschläge für mögliche Anwendungsfälle** sind vom AN zu erarbeiten, im Rahmen eines externen Stakeholder-Workshops zu evaluieren und anschließend gemeinsam mit der AG festzulegen. Bei der Vorbereitung von Vorschlägen sollen

- das Vorhandensein ausreichender Datengrundlagen (Umfang, Detailgrad),
- das Fokussieren auf das Themenfeld Energie,
- sowie die Praxisrelevanz entsprechend der Projektziele

berücksichtigt werden. Der **Workshop mit externen Stakeholdern** zur Auswahl der Anwendungsfälle dient dazu, externes Feedback zu den vorgeschlagenen Anwendungsfällen zu erhalten und eine Entscheidungsgrundlage zu schaffen.

Der Prozess zur Auswahl des Anwendungsfalls ist nach wissenschaftlichen Standards zu dokumentieren und auch für die entstehende Studie zu berücksichtigen (siehe AP 02).

Anschließend folgt die **Anwendung des Modells auf mindestens einen Praxisfall**. Dabei soll das Modell so auf den oder die Anwendungsfälle angewendet werden, dass eine unkomplizierte Auswertung entlang der zuvor festgelegten Parameter möglich ist und sich eine detaillierte Gegenüberstellung der Kosten- und Nutzenseite darlegt.

Nach erfolgter Anwendung des Klimaschutznettonutzenmodells auf die Anwendungsfälle sollen das Modell und die Ergebnisse auf ihre **Plausibilität** hin geprüft werden. Je nach Bedarf sind auf Basis der Modellanwendung Anpassungen an Datengrundlage, Modellparametern oder Parametergewichtung vorzunehmen. Zum Zweck der Modell-Erprobung ist das Modell der AG in einer kollaborativen Data-Science-Plattform (z.B. Datalore oder selbst gehosteter Server) bereitzustellen, sodass ein

selbständiges Testen auch durch die AG möglich ist. Entscheidungen bei der Entwicklung des Modells, finaler Aufbau, Ergebnisqualität und sonstige Ergebnisse sind **nach wissenschaftlichen Standards** in der Studie **zu dokumentieren** sollen zudem auch ausgewiesener Inhalt der Statusberichte sein.

Der AN ist verantwortlich für die die **Auswahl, Beschaffung und Aufbereitung der Datengrundlage** für das Modell und das Erproben an den Anwendungsfällen.

Die erhobenen bzw. beschafften Daten für die Modellerstellung und die Erprobung anhand der Anwendungsfälle sowie das Bilanzierungsmodell selbst sind unter **Open Source Lizenz**, vorzugsweise im dena github repository, bereitzustellen.

Für die Integration des Modells in Webanwendungen sind durch den AN **offene Schnittstellen** bereitzustellen, über welche das Modell ohne komplexes Vorwissen genutzt werden kann.

Das Datenmodell soll inkrementell weiterentwickelt werden und im Projektverlauf ist durch den AN in regelmäßigen Abständen zunächst ein MVP und anschließend die folgenden Weiterentwicklungszyklen zu präsentieren, um einen Überblick über die Verbesserungen und Anpassungen des Modells zu erhalten.

Übersicht der durch den AN zu erbringenden Leistungen:

- Entwicklung eines Modells zur Analyse des Klimaschutznettonutzens digitaler Technologien inkl. Datenerhebung,- beschaffung und -auswertung
- Erarbeitung sinnvoller Parameter für das Bilanzierungsmodell, die benötigt werden, um ein möglichst vollständiges Bild hinsichtlich des Klimaschutznettonutzens zu erhalten
- Erarbeitung von Vorschlägen und gemeinsame Auswahl von Anwendungsfällen für das Modell entsprechend technischen und wissenschaftlichen Anforderungskriterien, inklusive Dokumentation des Auswahlprozesses
- Vorbereitung & Durchführung eines digitalen Workshops mit externen Stakeholdern zur Auswahl des Anwendungsfalls inkl. Einladung geeigneter Akteure
- Bereitstellung des Modells in einer kollaborativen Data-Science-Plattform (z.B. Datalore oder selbst gehosteter Server) für eine ausführliche Erprobung des Klimaschutznettonutzenmodells anhand der gewählten Anwendungsfällen durch AG und AN
- Prüfung der Plausibilität des Klimaschutznettonutzenmodells
- Bereitstellung von Daten und Modell unter Open Source Lizenz im dena github
- Entwicklung und Bereitstellung offener Schnittstellen für die Integration des Modells in Web-Anwendungen
- Dokumentation und Präsentation des inkrementellen Modellentwicklungsprozesses, des Modelaufbaus, einem ersten MVP und weiteren Ergebnissen in den Statusberichten

2.4 Arbeitspaket 04: Bereitstellung eines Datendashboards mittels einfacher Webanwendung

Um die Ergebnisse des Projektes niederschwellig und nutzerfreundlich bereitstellen zu können, soll im Rahmen dieses Arbeitspaketes ein Dashboard oder ein anderes geeignetes Format entwickelt und als einfache Webanwendung auf einer dena-Webseite zur Verfügung gestellt werden.

Zu diesem Zweck sollen die Ergebnisse des Datenmodells zur Klimaschutznettonutzenbilanzierung („Backend“) den Nutzern übersichtlich und in optisch ansprechender Weise in einem geeigneten Format zur Verfügung gestellt werden („Frontend“). Dabei ist von entscheidender Bedeutung, dass die Ergebnisse leicht nach verschiedenen Parametern differenziert werden können (u.a. Filterfunktionen, Interaktionsmöglichkeiten) und insbesondere Klimaschutzkosten und Klimaschutznutzen einer digitalen Technologie als getrennte Indikatoren ausgewiesen werden können.

Vor der ersten Implementierung ist ein Mock-Up (WireFrame, Klick-Dummy, etc.) zu entwickeln und mit dem aufgebauten Stakeholderkreis (siehe AP 05) in einem Workshop zu validieren. Anschließend ist ein überarbeitetes Frontend entweder als MVP oder als Mock-Up der AG zu präsentieren und danach inkrementell weiterzuentwickeln. Bei der Weiterentwicklung sind Rückmeldungen von Stakeholdern sowie Entwicklungen im Backend zu berücksichtigen. Neben der korrekten und nutzerfreundlichen grafischen Bereitstellung der Modellergebnisse sind die Anschlussfähigkeit für zusätzliche Anwendungsfälle und weitere digitale Technologien sowie allgemeine Entwicklungen zu funktionalen und nicht-funktionalen (Usability, UX, Nutzerfreundlichkeit) Anforderungen bei best practices, Barrierefreiheit und Standards verschiedener Endgeräte und gängiger Browser zu berücksichtigen. Der AN unterstützt die AG bei der Bereitstellung der Webanwendung auf den eigenen Webauftritten der AG (Kompatibilität mit wordpress, typo3, etc sicherstellen).

Der Code hierfür ist zum Ende des Projektes als Repository unter öffentlicher Open Source Lizenz im dena GitHub zur Verfügung zu stellen. Dieser muss in einem einheitlich Stil (z.B. PEP8) vorliegen und eine ordentliche Code-Kommentierung (z.B. Docstrings) beinhalten. Sollten nach einem eventuellen Code-Audit Nachbesserungen für notwendig erachtet werden, sind diese durch den AN noch bis zum bis 31.12.2026 zu erbringen. Für eine langfristige Weiternutzung ist der Code für ein Fachpublikum angemessen zu dokumentieren (z.B.: Sphinx, Jupyter Notebooks, ...) und mit einfachen Tutorials für die Nutzung zu ergänzen. Hierdurch ist eine Benutzbarkeit über die Projektlaufzeit hinaus zu gewährleisten.

Übersicht der durch den AN zu erbringenden Leistungen:

- Bereitstellung einer grafischen Darstellung der Ergebnisse des Bilanzierungsmodells in Form eines einfachen Dashboards oder eines anderen geeigneten Formats
- Einbindung von Modell („Backend“) und Dashboard („Frontend“) als Webanwendung auf einer dena-betriebenen Webseite
- Bereitstellung des gesamten Codes unter Open Source Lizenz im dena GitHub
- Bereitstellung eines dynamischen Frontends für min. drei Browser (Chrome, Safari, Firefox)

- Ausführliche Dokumentation zwecks Weiterentwicklung und zur Einbindung weiterer Datensätze und Anwendungsfälle, inklusive eventueller Anpassungen nach Code-Audit

2.5 Arbeitspaket 05: Stakeholderbeteiligung

Ziel dieses Arbeitspakets ist die **frühzeitige, kontinuierliche und gezielte Einbindung relevanter Stakeholder**, um die Praxistauglichkeit des entwickelten Modells auf möglichst niederschwellige Art zu überprüfen und sicherzustellen, dass es den Anforderungen realer Anwendungsbereiche entspricht. Die Ergebnisse der Stakeholderbeteiligung sollen:

- in die Konzeption und Weiterentwicklung des Modells einfließen,
- zur Erstellung von Mock-Ups dienen,
- bei der Auswahl des Anwendungsfalls unterstützen,
- die Anwendbarkeit sowie Nutzerfreundlichkeit des Modells verbessern.
- zukünftige Weiterentwicklungsbedarfe über die Projektlaufzeit hinaus identifizieren

Das konkrete **Format** der Stakeholderbeteiligung ist nicht vorgegeben und soll möglichst zielführend durch den AN im Rahmen der Angebotslegung ausgearbeitet und dessen Auswahl begründet werden. Zu Projektbeginn wird das Format dann in Absprache mit der AG festgelegt. Denkbare Formate sind beispielsweise qualitative Experteninterviews, interaktive Workshops oder andere Dialogformate mit relevanten Akteuren. Auf Wunsch übernimmt die AG die Bereitstellung von Räumlichkeiten in Berlin, inklusive technischer Ausstattung.

Die eingeladenen Stakeholder übernehmen dabei aktiv die **Rolle von Testnutzenden**: Sie erproben das Modell direkt im Anwendungskontext und bewerten es hinsichtlich Verständlichkeit und Nutzerfreundlichkeit. Die Rückmeldungen der Stakeholder dienen der Feinjustierung des Modells. Die Stakeholder sollen so früh wie möglich eingebunden werden, um den AN früh im Prozess bei der Entwicklung des Modells zu unterstützen, insbesondere bei der Auswahl des Anwendungsfalls und der Konzeption des Web-Tools.

Der Stakeholderdialog soll sich **im Abstand von ca. zwei bis drei Monaten** ab Projektbeginn regelmäßig wiederholen. In jeder Iteration wird das Modell anhand der Rückmeldungen weiterentwickelt und anschließend erneut mit relevanten Stakeholdern getestet. Konkrete Termine werden in Absprache mit der AG final festgelegt. Die thematische Schwerpunktsetzung der sich daraus ergebenden drei Termine könnte wie folgt aussehen, kann aber in Absprache mit der AG auch abweichen:

- 1. Workshop: Konzeption des Modells und Auswahl des Anwendungsfalls/der Anwendungsfälle
- 2. Workshop: Vorstellung einer ersten Version des Datenmodells (MVP) und Einsammeln von Rückmeldungen und Verbesserungsbedarfen
- 3. Workshop: Selbstständiger Test des Datenmodells durch die Teilnehmenden und Identifikation von Verbesserungsbedarfen

- 4. Workshop: Validierung der finalen Version und Identifikation weiteren Entwicklungsbedarfs sowie Sicherstellung der Übertragbarkeit auf weitere Anwendungsfälle

Der AN übernimmt die **Identifikation geeigneter Stakeholder** in Abstimmung mit der AG sowie deren Ansprache und Einladung zur Teilnahme an dem Beteiligungsformat. Außerdem ist der AN für die inhaltliche Gestaltung, Moderation und Dokumentation der Veranstaltungen bzw. Gespräche verantwortlich. Die Auswahl der Stakeholder sowie die inhaltliche und organisatorische Ausgestaltung wird gemeinsam mit der AG festgelegt.

Übersicht der durch den AN zu erbringenden Leistungen:

- Erstellung eines Stakeholdermappings zur Identifikation der zu konsultierenden Akteure. Min. 30 Personenvorschläge für den Aufbau eines unterstützenden Stakeholderkreises
- Stakeholdermanagement (inkl. Einladung und Kommunikation)
- Konzeption, Vor- und Nachbereitung sowie Durchführung inkl. Moderation von min. vier Stakeholderbeteiligungen (zu Projektbeginn und dann alle 2-3 Monate) im gemeinsam festgelegten Format. Ziel ist die Überprüfung der Praxistauglichkeit und Nutzerfreundlichkeit des Bilanzierungsmodells mit Bezug zu Anwendungsfällen
- Bereitstellung einer funktionierenden und bewertbaren Version des Modells zu den vier Terminen der Stakeholderbeteiligung (bzw. Mock-Ups)
- Dokumentation der vier Stakeholderbeteiligungstermine durch ein Protokoll mit Fokus auf Feedback und Verbesserungsvorschläge der Beteiligten
- Rückführung in das Modell und Umsetzung der vorgeschlagenen Verbesserungsmaßnahmen

2.6 [Optional] Arbeitspaket 06: Externes Code Audit und technische Weiterentwicklung des Datenmodells

Ziel dieses optional zu bearbeitenden Arbeitspakets ist die Durchführung eines externen Code Audits des zuvor erstellten Datenmodells. Zu diesem Zweck ist ein Unterauftragnehmer vom AN in Abstimmung mit der AG auszuwählen und dessen Arbeit durch den AN zu koordinieren. Im Zuge des Code Audits sollen primär folgende Punkte untersucht werden:

- Stabilität und Funktionstüchtigkeit des Modells und des zugehörigen Codes
- Anschlussfähigkeit des Modells, also Übertragbarkeit auf weitere Anwendungsfälle und digitale Technologien
- Nutzerfreundlichkeit des Modells unter Einbezug potenzieller relevanter Nutzer

Im Anschluss an das durchgeführte Code Audit sollen identifizierte Verbesserungen und Ergänzungen für das Datenmodell durch den AN, den Unterauftragnehmer oder beide implementiert werden.

Übersicht der durch den AN zu erbringenden Leistungen:

- Externe Evaluation des bereitgestellten Datenmodells und der Nutzeroberfläche hinsichtlich Stabilität, Anschlussfähigkeit, Dokumentation und Nutzerfreundlichkeit unter Einbeziehung relevanter Stakeholder
- Umsetzung von Verbesserungen aus dem Code-Audit bzw. eigenständige Datenmodell-Ergänzungen

2.7 [Optional] Arbeitspaket 07: Erweiterung des Datenmodells

Ziel dieses Arbeitspakets ist es, das vorab entwickelte Datenmodell weiterzuentwickeln und inhaltlich zu erweitern. Dadurch soll das Modell so gestaltet werden, dass es für eine möglichst breite Zielgruppe nutzbar ist und eine Berechnung des Klimanettonutzens für unterschiedliche Anwendungsfälle und/oder digitale Technologien ermöglicht.

Dabei werden insbesondere zwei Stoßrichtungen verfolgt, die auch kombiniert werden können:

- **Ergänzung um weitere Anwendungsfälle:** Identifikation und Integration neuer, relevanter Anwendungsfälle, um die Einsatzbreite und Praxisrelevanz des Datenmodells zu erhöhen (min. 3, keine Obergrenze).
- **Erweiterung um weitere digitale Technologien:** Berücksichtigung zusätzlicher digitaler Technologien, um das Modell zukunftsfähig zu gestalten und breiter anwendbar zu machen.

Als abschließendes Ergebnis dieses AP ist die Erstellung einer Vergleichsstudie vorgesehen, in der die erweiterten bzw. neu integrierten Anwendungsfälle und digitalen Technologien systematisch gegenübergestellt und hinsichtlich ihrer Klimaschutznetto bilanz bewertet werden.

Übersicht der durch den AN zu erbringenden Leistungen:

- Ergänzung des Modells um weitere Anwendungsfälle und/oder digitale Technologie
- Erstellung einer Vergleichsstudie

2.8 [Optional] Arbeitspaket 08: Förderung der Nutzerfreundlichkeit

Ziel dieses Arbeitspakets ist es, die Anwendungsoberfläche des Datenmodells so weiterzuentwickeln, dass sie von möglichst vielen Anwenderinnen und Anwendern, unabhängig von Vorkenntnissen, benutzt werden kann. Damit soll die Verbreitung und praktische Nutzung des Modells deutlich erleichtert werden.

Neben der Überarbeitung und Optimierung der Benutzeroberfläche selbst, um zentrale Funktionen leichter zugänglich und verständlich zu machen, können auch solche Maßnahmen vorgesehen werden wie z. B.:

- Erstellung von Lehrmaterialien (z. B. Präsentationen, Schritt-für-Schritt-Anleitungen) zur Einführung in die Modelllogik und Funktionsweise
- Entwicklung von praxisorientierten Anwendungsleitfäden und Tutorials, die typische Arbeitsschritte und Fragestellungen abdecken.
- Produktion von Video-Tutorials oder Anwender-Workshops im Video-Format, die den Umgang mit dem Modell anschaulich vermitteln und online zur Verfügung gestellt werden.

Weitere Maßnahmen

Übersicht der durch den AN zu erbringenden Leistungen:

- Analyse der Bedürfnisse der potenziellen Anwender und schriftliche Ausarbeitung eines verbesserten UX-Konzepts
- Verbesserung und Evaluierung der Nutzerfreundlichkeit der Anwendungsoberfläche des Datenmodells
- Erstellung und Evaluierung von Lehrmaterialien (z.B. Anwendungsleitfäden, Tutorials)
- Durchführung von Anwender-Workshops zur Evaluierung und Verbreitung der o.g. Inhalte

3 Auftragswert

Der Wert des Auftrages (AP 01-05) wird auf etwa 200.000–250.000 EUR geschätzt. Die Schätzung des genannten Auftragswertes bezieht sich nicht auf die optionalen Arbeitspakete (AP 06–08).

4 Zeitplan

Ereignis	Termin
Frist zur Angebotsabgabe	23.09.2025
Voraussichtliche Zuschlagserteilung durch die dena	21.10.2025
Allgemeine Fortschrittsberichte	Monatlich
Statusberichte	quartalsweise

Stakeholderdialoge (freie Formatwahl)	Alle 2–3 Monate ab Projektstart, insgesamt 4
Physisches Projekttreffen #1 – Kick-off	Sep. / Okt. 2025
Meilenstein #1: Entwicklung eines Studiendesigns inkl. Auswahl eines geeigneten Anwendungsfalls	November 2025
Meilenstein #2: Abschluss von Literaturrecherche und Status Quo-Darstellung	Dezember 2025
Physisches Projekttreffen #2	Q1 2026
Meilenstein#3: MVP des Bilanzierungsmodells liegt vor	Feb/März 2026
Physisches Projekttreffen #3	Q2 2026
Fertigstellung und Veröffentlichung der Studie	September 2026
Öffentliche Bereitstellung der Webanwendung	September 2026
[Optionale Arbeiten] Physisches Projekttreffen #4	Q4 2026
[Optionale Arbeiten] Physisches Projekttreffen #5	Q2 2027
[Optionale Arbeiten] Meilenstein #4: Datenmodell wurde auf weitere 3–X Anwendungsfälle angewendet	Jun. 2027
[Optionale Arbeiten] Meilenstein #5: Veröffentlichung einer weiteren Studie nach Anwendung des Modells auf weitere Anwendungsfälle	Sep. / Okt. 2027
[Optionale Arbeiten] Meilenstein #6: Anwender-Workshop	Q1–Q3 2027
[Optionale Arbeiten] Abschließendes physisches Projekttreffen #5	Q4 2027