



Vergabe eines Vertrags für die Entwicklung und Erprobung eines KI-basierten Steuerungsalgorithmus für die Gebäudetechnik von Nichtwohngebäuden in Verbindung mit dem intelligenten Messsystem

Leistungsbeschreibung

Vergabekennziffer: VSMWVB

Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena)
Bereich Digitale Technologien & Start-up Ökosystem
Herr Elias Schiafone
Chausseestraße 128a
10115 Berlin



Inhaltsverzeichnis

1	Gegenstand der Ausschreibung: Hintergrund und Zielsetzung	3
1.1	Hintergrund	3
1.2	Zielsetzung	5
1.3	Einordnung des Vorhabens innerhalb der dena	7
2	Leistungsbeschreibung	8
2.1	Leistungspaket 1: Kick-Off Treffen und Konkretisierung der Projektplanung.....	9
2.2	Leistungspaket 2: Entwicklung des KI-basierten Steuerungsalgorithmus unter Einbezug des intelligenten Messsystems	9
2.3	Leistungspaket 3: Aufbereitung und Übergabe der Ergebnisse.....	14
2.4	Leistungspaket 4: Fortschrittsberichte und Projektkommunikation	15
3	Zeitplan	15



1 Gegenstand der Ausschreibung: Hintergrund und Zielsetzung

1.1 Hintergrund

Der Betrieb von Gebäuden ist in Deutschland für rund 35 Prozent des Endenergieverbrauchs verantwortlich und verursacht gleichzeitig etwa 30 Prozent der CO₂-Emissionen.¹ Angesichts der von der Bundesregierung festgelegten Klimaschutzziele, die eine Reduzierung der CO₂-Emissionen um 65 Prozent bis 2030 (im Vergleich zu 1990) und die Erreichung der Netto-Treibhausgasneutralität bis 2045 vorsehen, ist der Gebäudesektor von entscheidender Bedeutung. Bisher liegt dieser Sektor jedoch weit hinter den gesteckten Reduktionszielen zurück.

Status Quo von Nichtwohngebäude

In Deutschland existieren circa drei Millionen Nichtwohngebäude (NWG), darunter Büroimmobilien, Handwerksbetriebe, Supermärkte, Hotels, Sporthallen, Kirchen und Schulen. Obschon sie lediglich etwa ein Siebtel des gesamten Gebäudebestands ausmachen, verbrauchen sie mehr als ein Drittel der Endenergie aller Gebäude.² Die energetische Modernisierung dieser Gebäude birgt somit ein erhebliches Potenzial zur Einsparung von Energie und zur Reduzierung von CO₂-Emissionen. NWG stellen eine bedeutende technische und funktionale Vielfalt dar, die sich deutlich von Wohngebäuden unterscheidet. Dies zeigt sich insbesondere in der Vielfalt der installierten Anlagentechnik, die stark von der Nutzung und der Fläche abhängt. Büroimmobilien, Gastronomie, Verwaltungsgebäude, Handwerksbetriebe sowie Food- und Non-Food-Handel weisen erhebliche Unterschiede auf und bieten daher verschiedene Ansatzpunkte für Energieeffizienzmaßnahmen.³ Knapp ein Drittel aller NWG verfügt bereits über eine Gebäudeautomation, die die integrierte, automatisierte Steuerung und Überwachung der gebäudetechnischen Anlagen übernimmt.⁴ Durch den Einsatz eines Monitoringsystems sowie einer automatisierten Steuerung verschiedener Komponenten im Gebäude steigt das Energieeinsparpotential signifikant.⁵ Angesteuert werden können zum Beispiel Sensoren, Aktoren, Controller von Heizungs-, Lüftungs-, Klimaanlage sowie Beleuchtung und Beschattung.

Bei der Überwachung von Energieflüssen, wird momentan bei NWG in der Regel der Betrieb der Gebäudetechnik, das Energiemanagement und das Lastmanagement nicht gesamtheitlich betrachtet. Diese Bereiche werden oftmals mittels spezieller Software und Systeme individuell analysiert. Die einzelnen Lösungen operieren dabei weitgehend unabhängig voneinander, ohne dass eine übergreifende Integration von Daten und Werten stattfindet oder eine ganzheitliche Optimierung der Steuerungsmaßnahmen durchgeführt wird. Ein Datenaustausch zwischen den Systemen scheitert oft an Abstimmungs- und Aufwandshürden. Ein Grund dafür

¹ Umweltbundesamt; 2023: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/energiesparen/energiesparende-gebäude#eigentümer>

² Deutsche Energie Agentur GmbH; 2019: https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2019/dena-GEBAEUDEREPORT_KOMPAKT_2019.pdf

³ Deutsche Energie Agentur GmbH; 2023:

https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2023/STUDIE_Fit_fuer_2045_Zielparameter_fuer_Nichtwohngebäude_im_Bestand.pdf

⁴ Bitkom; 2021: https://www.bitkom.org/sites/main/files/2021-11/211111_st_klimaschutz-und-energieeffizienz.pdf

⁵ Deutsche Energie Agentur GmbH; 2017: https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Studien/rolle-der-digitalisierung-im-gebäudebereich.pdf?__blob=publicationFile&v=8



ist die hohe Komplexität, die in NWG besteht. In den Gebäuden sind viele unterschiedliche Anlagen, Herstellersysteme und Schnittstellen vorhanden, die eigene Steuerungseinheiten und spezielle Protokolle erfordern. Zudem werden durch den Einsatz von regelbasierten Systemen und der fehlenden kontinuierlichen, gesamtheitlich optimierten Steuerungsstrategie (z.B. ohne Berücksichtigung von Wetterprognosen und Raumbelugung) Effizienzpotentiale nicht optimal genutzt.

Für die Erreichung der CO₂-Reduktionsziele im Gebäudesektor sind neben aktuellen Bestrebungen zur CO₂-Minderung, wie geplante Modernisierungsmaßnahmen von Anlagen, Sanierungen und Nutzung von grünen Energieträgern weitere Maßnahmen notwendig. Hierbei kann laut einer Studie von Bitkom der Einsatz von digitalen Technologien eine valide zusätzliche Strategie sein, um die Effizienz in Gebäuden zu erhöhen.⁶ Dabei können auch Technologien wie künstliche Intelligenz eine wichtige Rolle spielen. Zum einen können sie bei komplexen Gebäudesystemen dazu beitragen, dass die einzelnen Anlagen effizienter betrieben werden. Zum anderen kann die künstliche Intelligenz auch bei der Steuerung von Verbrauchsanlagen eingesetzt werden und ihr Potential genutzt werden, um vorausschauend und automatisiert auf dynamische Kontextbedingungen zu reagieren. Somit wird die Möglichkeit geschaffen kontinuierlich auf sich ändernde Gegebenheiten zu reagieren. Voraussetzung für eine möglichst hohe Ausnutzung der Optimierungspotenziale sind Softwarelösungen basierend auf einer nachhaltigen Infrastruktur⁷ (IKT), welche die Skalierbarkeit und Interoperabilität geeignet abbilden, die Informationen von allen Anlagen und Komponenten im NGW sammeln, auswerten und die vorhandenen Anlagen gesamtheitlich überwachen und optimiert steuern.

Einsatz von intelligenten Messsystemen

Für die beschleunigte Etablierung einer digitalen Infrastruktur wurde durch das Gesetz zum Neustart der Digitalisierung der Energiewende (GNDEW) ein wichtiger Grundstein gelegt. Mit der Verabschiedung des Gesetzes in 2023 wurde ein verbindlicher Rolloutplan für intelligente Messsysteme (iMSys) vereinbart, um den Energiesektor weiter zu digitalisieren und eine sichere Kommunikation von energiewirtschaftlich relevanten Daten zu gewährleisten.

Der durch das GNDEW festgelegte Pflichtrollout definiert, dass ab 2025 ein iMSys für Verbraucher von 6.000 - 100.000 kWh/Jahr einschl. steuerbarer Verbrauchseinrichtungen nach § 14a EnWG und Erzeuger von 7 bis 100 kW installierter Leistung und ab 2028 für Verbraucher über 100.000 kWh/Jahr und Erzeuger von über 100 kW installierter Leistung eingebaut werden muss. Ab 2025 können Verbraucherinnen und Verbraucher letzter Kategorie optional ein iMSys einbauen lassen.⁸ Das Ziel ist, dass bis 2032 ein Großteil der Gebäude mit iMSys ausgestattet sind.

Mit dem Einsatz von iMSys sowie weiteren digitalen Technologien können Energiedaten zu Erzeugung und Verbrauch feingranular erfasst werden, Steuerungssignale versendet und relevante Daten an verschiedene

⁶ Bitcom; 2021: https://www.bitkom.org/sites/main/files/2021-11/211111_st_klimaschutz-und-energieeffizienz.pdf

⁷ Eine Infrastruktur, die über einen längeren Zeitraum nutzbar und für Anpassungen und Erweiterungen adaptierbar ist.

⁸ Bundesnetzagentur; 2023: <https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Vportal/Energie/Metering/start.html>



externe Marktteilnehmer (z.B. Lieferanten oder Netzbetreiber [NB]) übermittelt werden. Somit kann das iMSys eine Schlüsselrolle im Energiesystem einnehmen und die digitale Grundlage für die Entwicklung von neuen Anwendungsfällen und Geschäftsmodellen werden. Diese können sich zum Beispiel darauf fokussieren, Anreize für Verbraucherinnen und Verbraucher oder sogenannte “Prosumer“ so zu setzen, dass diese Flexibilität markt- oder netzorientiert bereitstellen. Mit dem GNDEW wurde u. a. beschlossen, dass ab 2025 alle Energieversorger sogenannte dynamische Stromtarife anbieten müssen. Der variable Bestandteil des dynamischen Stromtarifs muss sich dabei an der aktuellen Entwicklung der Börsenpreise orientieren. Damit die dynamischen Stromtarife korrekt abgerechnet werden können, muss ein iMSys vorhanden sein, bzw. installiert werden. Zudem wurden Ende 2023 von der Bundesnetzagentur im Rahmen der Festlegung zu §14a EnWG sowohl die Ausgestaltung von Regelungen für steuerbare Verbrauchseinrichtungen beschlossen, als auch festgelegt, dass Verteilnetzbetreiber (VNB) ab 2025 für Besitzer von steuerbaren Verbrauchseinrichtungen zeitvariable Netzentgelte anbieten müssen. Laut der Festlegung dürfen nun VNB steuerbare Anlagen, die ab dem 01.01.2024 installiert werden auf maximal 4,2 kW pro steuerbarer Verbrauchseinrichtung drosseln, wenn sich ein Engpass im Netz abzeichnet. Wenn in Haushalten oder Gebäuden ein Energiemanagementsystem vorhanden ist, kann die Steuerung über das Energiemanagementsystem erfolgen. Hierbei wird die Aufteilung der zu reduzierenden Leistung von ggf. mehreren Anlagen über das Energiemanagementsystem verrechnet und angesteuert.

Die Bestimmungen des §14a EnWG treffen in der Regel auf Gebäude zu, die in der Niederspannung (Netzebene 6 und 7) verortet sind und bei denen eine steuerbare Anlage (installiert ab 01.01.2024) mit mindestens 4,2 kW vorhanden ist.

1.2 Zielsetzung

Die übergeordnete Zielsetzung dieses Pilotierungsvorhabens ist das Aufzeigen von Mehrwerten, die über eine flächendeckende Etablierung einer Smart-Meter-Gateway (SMGW)-Infrastruktur geschaffen werden können. Bei dieser Pilotierung soll der Einsatz von iMSys in NWG im Vordergrund stehen. Hierbei soll die in einem repräsentativen NWG vorhandene Gebäudetechnologie (u. a. Verbrauchs-, Erzeugungs- und Speicheranlagen) im Zusammenspiel mit dem iMSys genutzt werden, um das NWG gesamtheitlich zu optimieren und als virtuellen steuerbaren Verbraucher einzusetzen. Die zu erprobende Umgebung soll auf gängigen Gebäudetechnologien aufbauen, um eine spätere Anwendung auf den in Deutschland bestehenden Realgebäudebestand, ohne kapitalintensive Nachrüstungen der Gebäude, zu ermöglichen.

Hierfür soll entweder eine Laborumgebung aufgebaut werden oder ein Realgebäude genutzt werden (siehe Verfahrensbeschreibung Ziffer 2.2.2). Das unter Laborbedingungen zu testende, simulierte NWG muss repräsentativ für bestehende NWG-Typen stehen und verschiedene, (u. a. nach §14a EnWG steuerungsrelevante) Anlagearten vorweisen (Verbrauchs-, ggf. Erzeugungs- und Speicheranlagen). Ziel ist es hierbei breite Erkenntnisse zu verschiedenen Gebäudetypen und -ausrichtungen zu erlangen. Zudem sollen im Labor Hardwarekomponenten der verschiedenen Bussysteme und der zu simulierenden Anlagen verbaut werden, um die Übertragbarkeit des virtuellen NWG auf den Realbestand, für eine Skalierung der Lösung zu gewährleisten.

Bei Nutzung eines Realgebäudes sollte darauf geachtet werden, dass dieses, wie das virtuelle NWG im Labor, repräsentativ für bestehende NWG-Typen steht und verschiedene Anlagearten (Verbrauchs-, ggf. Erzeugungs-



und Speicheranlagen) vorweist. Im weiteren Verlauf dieser Leistungsbeschreibung werden die Anforderungen anhand der Laborumgebung erläutert. Alle Leistungsansprüche, die im Zusammenhang mit dem simulierten NWG des Labortests gestellt werden, müssen im Rahmen der Erprobung auch im Realbestandsgebäude erfüllt werden.

Die Pilotierung soll demonstrieren, wie unter Einbeziehung des iMSys ein NWG als Gesamtenergiesystem netz- und marktorientiert eingesetzt und mittels KI-Steuerung optimiert werden kann, um gleichzeitig die Energieeffizienz im Gebäude zu erhöhen. Hierbei sollen verschiedene Verbrauchsanlagen eines NWG (z.B. Kühlung, Lüftung, Heizung, Beleuchtung, Beschattung etc.) mittels der Verknüpfung üblicherweise vorhandener Bussysteme der Gebäudetechnik digital zusammengeführt und gesamtheitlich betrachtet werden. Alle Zustandswerte der Anlagen, Energiemesswerte und Soll- und Ist-Werte der Räumlichkeiten sollen von einem Ort aus ausgelesen werden und die Anlagen mittels eines KI-Algorithmus (basierend auf Inputwerten aus dem NWG) gesteuert werden. Neben den Verbrauchsanlagen sollen idealerweise auch Erzeugungsanlagen (z.B. EE-, PV-Anlagen, BHKW etc.) und Speicherkapazitäten (z.B. Batteriespeicher, thermische Speicher) digital in die zentrale Schnittstelle der Verbrauchserfassung der Hardware-Bussysteme eingebunden werden.

Der zentrale Fokus muss dabei neben der energetischen und wirtschaftlichen Optimierung darauf liegen wie alle Erzeugungsanlagen und Verbrauchseinrichtungen, unter Einsatz des iMSys, koordiniert Steuersignale umsetzen und auf Preisanreize reagieren. Es soll gezeigt werden, wie das NWG als flexibler Prosumer auf Signale aus dem Netz (bspw. ein Steuerungssignal des VNB zur Reduktion des Netzbezugs gemäß §14a EnWG) und Preissignale aus dem Markt bzw. des Lieferanten (über einen dynamischen Tarif) reagieren kann. Die präferierte Variante ist hier, dass das dynamische Preissignal kurzfristig vom Lieferanten über das SMGW weitergeben wird und über eine Schaltung des Tarifierungsfalls 5 (TAF 5) durchgeführt wird. Das dynamische Preissignal kann so an Steuereinheiten weitergeleitet und in der Steuerungslogik des NWG berücksichtigt werden.

Im Pilotprojekt sollen verschiedene Informationen und Signale wie Eigenstrommengen, Wetterprognosen, Raumbelagungen und Heiz- und Kühlbedarfe, Energiepreise und Signale aus dem Netz intelligent genutzt und in die Steuerungslogik miteinbezogen werden. Für die Erfassung der Nutzungsbedürfnisse im NWG sollten neben verschiedener Sensorik (Bewegungsmelder, Temperatursensoren etc.) auch Daten externer Systeme (Raumbuchungssystem etc.) berücksichtigt werden. Hierbei soll Wert auf datensparsame Kommunikation, insbesondere von konkreten Steuerungssignalen oder personenbeziehbaren Daten, gelegt werden. Grundsätzlich sollen zwei Ergebnisse erzielt werden: Zum einen soll durch den Einsatz der KI-Steuerung gezeigt werden, dass der Energieverbrauch der integrierten Gebäudetechnik gesenkt werden kann ohne den Komfort im Gebäude einzuschränken. Zum anderen soll demonstriert werden, dass im Falle einer Signalgebung von außen (Steuerungssignal des VNB oder dynamisches Preissignal) der Leistungsbezug im benötigten Maße und zuverlässig abfällt, um Anforderungen von Seiten der NB zu erfüllen bzw. Kosten beim Strombezug einzusparen. Die dahinterstehenden Mechanismen sollen im Rahmen der Erprobung getestet werden und im Zuge des Projektes evaluiert und optimiert werden. Eine zentrale Anforderung der Pilotierung ist, ein praxisnahes Konzept zu entwerfen, welches auf den Gebäuderealbestand übertragbar und anwendbar ist.

Im ersten Schritt soll die finale Definition der Gesamtsystemarchitektur unter Einbezug des iMSys und eine Finalisierung des Umsetzungskonzeptes des KI-basierten Steuerungsalgorithmus in einem Pflichtenheft definiert



werden. Hierfür sollen auch alle benötigten Hardwarekomponenten, Liefer- und Beschaffungszeiten, simulierte Anlagentypen, Akteurinnen und Akteure, Rollen sowie Dienstleistungen für die Umsetzung des Konzeptes final festgelegt werden.

Im zweiten Schritt sollen alle Entwicklungsschritte für den Aufbau der Gesamtsystemarchitektur durchgeführt werden, um die Lösung für die Erprobung einzusetzen. Im Rahmen der Erprobung werden auch Absprachen mit energiewirtschaftlichen Akteurinnen und Akteuren (z.B. Lieferanten und NB) getroffen, um möglichst nah an einer realen Umsetzung zu bleiben.

Im dritten Schritt soll der KI-Steuerungsalgorithmus in Verbindung mit dem iMSys erprobt und getestet werden. Hierbei soll auch ein zu entwickelndes User-Interface entwickelt und erprobt werden. Die aus der Erprobung entstehenden Daten und Erkenntnisse werden im Nachgang analysiert und im Anschluss in einem Bericht festgehalten.

Zudem wird der Pilot durch eine wissenschaftliche Analyse begleitet, welche durch die dena separat beauftragt wird.

1.3 Einordnung des Vorhabens innerhalb der dena

Die Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) ist ein Kompetenzzentrum für angewandte Energiewende und Klimaschutz. Sie arbeitet mit Akteurinnen und Akteuren aus allen Bereichen zusammen – national und international. Als Think-Tank der angewandten Energiewende betrachtet sie die Herausforderungen einer klimaneutralen Gesellschaft und unterstützt die Bundesregierung beim Erreichen ihrer energie- und klimapolitischen Ziele. Die dena ist eine Projektgesellschaft und ein öffentliches Unternehmen in Bundeseigentum.

Start-ups spielen eine strategisch wichtige Rolle für die Energiewende. Durch ihre digitalen Kompetenzen und agile Arbeitsweise können sie Innovationsprozesse innerhalb der Energiewirtschaft beschleunigen. Zur Förderung von Start-ups im Energiesektor und zur Stärkung des zugehörigen Ökosystems wurde die dena vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) mit dem Projekt Start-up Energy Transition Hub (SET Hub) beauftragt. Zuständig innerhalb der dena für dieses Projekt ist der Bereich Digitale Technologien und Start-Up Ökosystem.

Der SET Hub stellt durch die SET Academy, das SET Mentoring und das SET Network ein Informations-, Beratungs- und Vernetzungsangebot an Start-ups im Energiebereich. Der hier zu vergebende Auftrag stellt das dritte von vier Pilotierungsprojekten dar, die im Rahmen des SET Hubs durchgeführt werden. Im Zentrum steht dabei die Etablierung der Smart-Meter-Gateway-Technologie als Sicherheitsanker und Plattform für den Datenaustausch in allen Anwendungsbereichen des Energiesektors. Die thematischen Schwerpunkte für zwei der Pilotierungsvorhaben werden durch Ideenwettbewerbe bestimmt. Für die anderen Beiden sind sie durch das BMWK vorgegeben.

Im Vorfeld der Konzeption des hier zu vergebenden Pilotierungsvorhabens wurde ein Ideenwettbewerb durchgeführt, bei dem Projektideen von Start-ups für Anwendungsfälle unter Verwendung des Smart-Meter-Gateways (SMGW) gesucht wurden. Hierbei hat die dena insgesamt fünf Projektideen ausgewählt, die im

Vergabe eines Vertrags für die Entwicklung und Erprobung eines KI-basierten Steuerungsalgorithmus für die Gebäudetechnik von Nichtwohngebäuden in Verbindung mit dem intelligenten Messsystem



Nachgang als Feinkonzepte ausgearbeitet wurden. Eins dieser eingereichten Feinkonzepte hat den Anstoß für die Konzeption dieses Pilotierungsvorhabens geliefert. Die Beschreibungen dieser Projektidee ist als Anlage 6 dieser Ausschreibung beigefügt. Darüber hinaus dienten weitere Fachgespräche innerhalb der dena und mit Vertreterinnen und Vertretern des BMWKs (jeweils ohne Beteiligung der Start-ups) sowie der Austausch im Rahmen von Veranstaltungen des Start-up Ökosystems als Grundlage für die Konzeption dieser Ausschreibungsunterlagen bzw. dieses Pilotierungsvorhabens.

2 Leistungsbeschreibung

Der Auftragnehmer erarbeitet und evaluiert den in Ziff. 1 beschriebenen Piloten für einen KI-basierten Steuerungsalgorithmus, der die Energiesituation von NWG gesamtheitlich optimiert und auf externe Steuerungssignale und dynamische Preissignale reagiert. Die zu erbringende Leistung umfasst vier Leistungspakete. In *Leistungspaket 1* wird die Zusammenarbeit zwischen Auftragnehmer und Auftraggeberin festgelegt und das vom Auftragnehmer eingereichte Angebot konkretisiert. In *Leistungspaket 2* werden die technischen, systemseitigen und projektspezifischen Anforderungen für die Umsetzung des Pilotprojektes bearbeitet, die verschiedenen Entwicklungsschritte durchgeführt und die Erprobung gestartet, um die Lösung in einem praxisnahen Kontext zu erproben. *Leistungspaket 3* dient dazu die im Verlauf des Projektes gesammelten Ergebnisse aufzubereiten und in Form eines Ergebnisberichtes an die Auftraggeberin zu übergeben. Im Rahmen des *vierten Leistungspaketes* soll der fortlaufende Austausch zwischen Auftragnehmer und der Auftraggeberin gewährleistet werden.

Der Fokus des Pilotierungsvorhabens liegt auf der Spezifizierung der Gesamtarchitektur, der Durchführung der Entwicklung, der Klärung von technischen und praktischen Fragestellungen und der Erprobung. Das grundsätzliche Ziel des Projektes ist es zudem, geltende regulatorische Vorgaben und gesetzliche Rahmenbedingungen sowie den aktuellen Stand der Technik zu berücksichtigen.

Der Auftragnehmer wird mit anderen im Rahmen dieses Projektes von der dena beauftragten Unternehmen vertrauensvoll und partnerschaftlich zusammenarbeiten (s. bspw. Ziff. 1.2).

Die Leistungspakete sind im Folgenden, zusammen mit einer Schätzung ihres Arbeitsaufwands in Bezug auf den Gesamtarbeitsaufwand, aufgelistet:

- I. Leistungspaket 1: Kick-Off Treffen und Konkretisierung der Projektplanung (ca. 5 Prozent)
- II. Leistungspaket 2: Entwicklung des KI-basierten Steuerungsalgorithmus unter Einbezug des iMSys (ca. 75 Prozent)
 - a. Leistungspaket 2.1: Konkretisierung der Gesamtsystemarchitektur und Konzeptionierung der Erprobung (ca. 15 Prozent)
 - b. Leistungspaket 2.2: Durchführung der Entwicklungsschritte für den Aufbau der Gesamtsystemarchitektur (ca. 35 Prozent)
 - c. Leistungspaket 2.3 Erprobung des entwickelten Gesamtsystems unter Berücksichtigung der beteiligten Komponenten (ca. 25 Prozent)



- III. Leistungspaket 4: Aufbereitung und Übergabe der Ergebnisse (ca. 10 Prozent)
- IV. Leistungspaket 5: Fortschrittsberichte und Projektkommunikation (ca. 10 Prozent)

2.1 Leistungspaket 1: Kick-Off Treffen und Konkretisierung der Projektplanung

Das *Leistungspaket 1* dient der Vorbereitung der Entwicklung und Evaluierung des Konzeptes und der geplanten Umsetzung im Projekt. In einem Kick-Off Treffen stimmen sich Auftragnehmer und -geber ab und einigen sich auf das Konzept zur Ausarbeitung der Umsetzung. Hierfür skizziert der Auftragnehmer die dafür benötigte Gesamtinfrastruktur und konkretisiert ggf. umzusetzende regulatorische und energiewirtschaftliche Anforderungen. Zudem legt er das weitere Vorgehen, eine konkrete Zeitplanung und die Rolle und Verantwortlichkeiten der verschiedenen Projektpartnerinnen und Projektpartner dar. Für die Rollen und Verantwortlichkeiten der verschiedenen Projektpartnerinnen und Projektpartner wird im Vorfeld eine Beschlussvorlage vorbereitet, die im Rahmen des Treffens abgenommen wird. Dadurch soll ein effizientes Projektmanagement ermöglicht werden.

Grundlage des Treffens ist das vom Auftragnehmer erstellte Angebot. Im Nachgang des Termins werden die Ergebnisse dann in einer Überarbeitung des Angebots schriftlich festgehalten.

Das Leistungspaket umfasst die folgenden Leistungen:

- Erstellung eines Projektplans auf Grundlage des Angebots in Abstimmung mit der Auftraggeberin zur Vorbereitung des Kick-Off Treffens; Vorbereitung einer Beschlussvorlage, die die Rolle und Verantwortlichkeiten der verschiedenen Projektpartnerinnen und Projektpartner darlegt; Organisation, Durchführung und Protokollierung eines Kick-Off Treffens zwischen Auftragnehmer und -geber (nach Möglichkeit als Präsenzveranstaltung im Future Energy Lab der dena; Dauer: ca. 2-3 Stunden; Inhalt: Vorstellung und weitere Diskussion des Projektplans)
- Überarbeitung des Projektplans auf Grundlage des Kick-Off Treffens (Inhalt: Vorgehen hins. der Konkretisierung des Umsetzungskonzeptes, Definition und Entwicklung der Gesamtsystemarchitektur, Umsetzung potentieller regulatorischer und energiewirtschaftlicher Anforderungen, Einbindung benötigter Partnerinnen und Partner, Umsetzung der Erprobung, Abstimmung der Vorgaben für das in Leistungspaket 2.1. zu erstellende Pflichtenheft, Projektmanagementplanung)

2.2 Leistungspaket 2: Entwicklung des KI-basierten Steuerungsalgorithmus unter Einbezug des intelligenten Messsystems

Leistungspaket 2.1: Konkretisierung der Gesamtsystemarchitektur und Konzeptionierung der Erprobung

In diesem Leistungspaket soll das Umsetzungskonzept des KI-basierten Steuerungsalgorithmus finalisiert und die Gesamtsystemarchitektur der zu entwickelnden Lösung abschließend definiert werden. Ziel ist es eine

Vergabe eines Vertrags für die Entwicklung und Erprobung eines KI-basierten Steuerungsalgorithmus für die Gebäudetechnik von Nichtwohngebäuden in Verbindung mit dem intelligenten Messsystem



Lösung, basierend auf einer nachhaltigen Infrastruktur, zu entwickeln, welche die benötigte Skalierbarkeit und Interoperabilität angemessen abbildet. Die Lösung soll die Informationen von allen Anlagen und Komponenten in einem repräsentativen NWG sammeln, auswerten und die vorhandenen Anlagen gesamtheitlich überwachen sowie optimiert steuern können. Die hierfür von der Auftraggeberin präferierte Architektur ist eine zukunftsfähige Cloud-Edge-Umgebung. Bei einer Cloud-Edge-Architektur erfolgt das Training des KI-Algorithmus in der Cloud, während die Ausführung der Steuerungsmodelle lokal auf der Edge-Komponente stattfindet. Die Kommunikation zwischen diesen beiden Komponenten muss sicher und wiederkehrend gewährleistet sein. Sollte der Auftragnehmer eine andere Infrastruktur (z.B. Verortung des KI-Algorithmus On-Premise an den Hardwarekomponenten der Systeme) präferieren, sollte dieses im Angebot dargelegt werden und die Vorzüge der gewählten Variante erläutert werden.

Der KI-Algorithmus soll in der Cloud mit einem digitalen Zwilling des virtuellen NWG kombiniert werden. Das Zusammenspiel zwischen dem digitalen Zwilling des NWG und dem KI-Algorithmus sowie die Übertragung des Trainingsergebnis der KI in der Cloud auf die Edge-Komponente soll im Detail betrachtet und konzipiert werden.

Grundsätzliches Ziel ist es die im NGW vorhandenen Anlagen und Komponenten kommunikativ anzubinden und steuerbar zu machen. Die steuerbaren Einrichtungen sollen externe Steuerungssignale über eine CLS-Komponente (siehe BSI TR-03109-5) erhalten und in das SMGW-Umfeld integriert werden. Signale, die von einem VNB oder einem Lieferanten über das SMGW weitergeben werden, sollen in der Steuerungslogik der Gebäudeautomation berücksichtigt werden. Die grundlegende Architektur und die Kommunikation zwischen dem CLS-Modul und der steuerbaren Einrichtung soll im Zuge des Projektes entwickelt werden.

Bei der Entwicklung der Gesamtarchitektur ist im Rahmen des Projektes zu bewerten, wie das Zusammenspiel der CLS-Komponente und der Edge-Komponente erfolgt und welche Lösungsansätze verwendet werden können. Hierfür sollen die vom Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik formulierten Mindestvorgaben der Technischen Richtlinie *BSI-TR-03109-5* beachtet werden. Dabei könnte sich entweder die Edge-Komponente an den Vorgaben der *BSI-TR-03109-5* orientieren (eine Zertifizierung muss in Rahmen des Projektes nicht durchgeführt werden) oder die Logik der Edge-Komponente (ggf. auch nur in Teilen) auf einer am Markt verfügbaren nach TR-03109-5 zu zertifizierenden CLS-Komponente abgebildet werden. Sollte ein Ansatz gewählt werden, bei dem für die Weitergabe der Steuerungssignale ein abgesetzter CLS-Kommunikationsadapter genutzt wird, sodass die Edge-Komponente eine nachgelagerte Komponente darstellt, muss dieses im Angebot gut begründet werden und erläutert werden, warum dieser Ansatz für die Umsetzung des Projektes am besten geeignet ist.

Der Auftragnehmer soll einen Detailentwurf der Prozesse und Systemarchitektur des technischen Gesamtkonzeptes (inklusive der Detailplanung von Schnittstellen) erstellen, sowie die weitere Hardwareeinbindung und weitere Softwareentwicklung detailliert darlegen. Dabei soll auch ausführlich beschrieben werden, wie sich der KI-basierte Steuerungsalgorithmus in das SMGW-Umfeld integriert. Zudem sollen die anzuwendenden energiewirtschaftlichen Anwendungsfälle (EAF bzw. SAF) beschrieben und weitere benötigte Rollen oder Dienstleistungen im Projekt für die Umsetzung des Konzeptes final definiert werden. Hierunter fällt bspw. auch die Evaluierung und Darlegung welche Rolle des Externen Marktteilnehmers (EMT),



z.B. aktiver EMT, passiver EMT oder Energieserviceanbieter, für die Umsetzung benötigt wird und in welcher Weise diese abgebildet wird.

Des Weiteren sollen Vorbereitungen für den Aufbau der Testumgebung getroffen werden. Hierbei soll ein Standort ausgewählt werden und alle benötigten Anforderungen für die Durchführung der Erprobung definiert werden. Das zu testende, NWG muss repräsentativ für einen Großteil der NWG-Typen stehen und verschiedene Anlagearten (Verbrauchs-, ggf. Erzeugungs- und Speicheranlagen) vorweisen. In der Testumgebung sollen die benötigten Hardwarekomponenten der verschiedenen Bussysteme und zu simulierenden Anlagen verbaut werden. Die benötigte Hardware soll ausgewählt und der Beschaffungsprozess gestartet werden. Die für die Testumgebung zu verwendenden Hardwarekomponenten müssen im Rahmen des Angebots detailliert, inklusive möglicher zeitlicher und sonstiger Herausforderungen, aufgeführt und beschrieben werden (Preis, Beschaffung, Einsatz etc.). Zudem soll die Akquise aller benötigter externer Partnerinnen und Partner und ggf. Dienstleisterinnen und Dienstleister gestartet werden.

Das Leistungspaket umfasst die folgenden Leistungen:

- Finalisierung und Dokumentation der Gesamtsystemarchitektur
- Sicherstellung der Kompatibilität der Architektur und Steuerungslogik mit technischen Standards, insbesondere den Anforderungen der Technischen Richtlinie *BSI-TR-03109-5*
- Finale Definition aller benötigter Rollen (z.B. EMT), Kooperationsstrukturen bzw. Dienstleistungen und zugehörige Umsetzungsprozesse
- Auswahl und Einarbeitung in im Projekt benötigte Hard- und Softwarelösungen
- Vorbereitung des Aufbaus der Testumgebung: Auswahl Standort, Definition der Anforderungen an die Testumgebung, Hardwareauswahl und -beschaffung, Akquise von fehlenden Projektpartnerinnen, -partnern und Dienstleistungsunternehmen
- Präsentation und Diskussion der Ergebnisse mit der Auftraggeberin. Übergabe eines detaillierten schriftlichen Dokumentes an die Auftraggeberin zur Gesamtsystemarchitektur, Anforderungen an die Testumgebung, Beschreibung der Hardwareauswahl und der benötigten Partner- sowie Dienstleisterstruktur zur Umsetzung im Feldtest (ca. 8-10 Seiten)
- Erstellung eines Pflichtenheftes und Übergabe an die Auftraggeberin. Änderungen an diesem müssen im Zuge des Projektes mit der Auftraggeberin abgestimmt werden. Hält sich der Auftragnehmer nicht an die vereinbarten Inhalte, hat die Auftraggeberin das Recht, den Vertrag zu kündigen.
- Präsentation und Diskussion der entwickelten Gesamtsystemarchitektur im Rahmen eines Fachaustauschs mit Expertinnen und Experten aus dem Bereich SMGW, Energie- und Digitalwirtschaft (virtuell, Veranstaltungs- und Einladungsmanagement durch den Auftragnehmer, Abstimmung der Teilnehmendenliste mit der Auftraggeberin; Dauer: ca. 2 Stunden)



Leistungspaket 2.2: Durchführung der Entwicklungsschritte für den Aufbau der Gesamtsystemarchitektur

In diesem Leistungspaket sollen alle Entwicklungsschritte für den Aufbau der Gesamtsystemarchitektur durchgeführt werden, um die Lösung für die Erprobung einzusetzen. Ziel ist es hierbei den Entwicklungsprozess mit Implementierung von Hardware- und Softwarekomponenten bestmöglich durchzuführen.

Die benötigten Entwicklungsschritte der Lösung könnten folgende sein:

Entwicklung der IT-Infrastruktur

- Entwicklung einer Cloud-Edge-Architektur
- Entwicklung einer Edge-Komponente (kompatibel zu Gebäudeprotokollen, sammelt Daten und führt Steuerungsalgorithmus lokal aus) unter Berücksichtigung der Vorgaben zur Technischen Richtlinie *BSI-TR-03109-5* (s. Leistungspaket 2.1.)
- Entwicklung eines User-Interfaces (Backend/Frontend)

Entwicklung der Schnittstellen

- Entwicklung der Schnittstellen zu gängigen Gebäudeprotokollen
- Entwicklung der Schnittstelle zum SMGW (Berücksichtigung entsprechender EMT-Rollen)
- Entwicklung der Schnittstelle zur CLS-Kommunikation
- Entwicklung der Schnittstellen zu externen Partnerinnen und Partnern

Vorbereitung der KI-Steuerung

- Zeitliche Abschätzung von Optimierungszyklen und Antwortzeiten
- Synchronisierung der zeitlichen Abläufe planen und darstellen

In diesem Leistungspaket soll sichergestellt werden, dass die Durchführung aller benötigten Entwicklungsschritte stattfindet, um die externen Signale (VNB Steuerungssignal und dynamisches Preissignal vom Lieferanten über bspw. TAF 5) in die Steuerungslogik und -Modelle zu integrieren. In diesem Zuge sollen auch alle benötigten Abstimmungen mit externen Partnern, Hardware-Herstellern etc. für die Erprobung durchgeführt werden und entsprechende Vorbereitungen getroffen werden.

Das Leistungspaket umfasst die folgenden Leistungen:

- Umsetzung der benötigten Entwicklungsschritte (IT-Infrastruktur, Schnittstellen, Integration der externen Signale etc.)
- Vorbereitung der KI-Steuerung
- Erstellung und Übergabe eines Detailentwurfs der zu entwickelnden IT-Infrastruktur, Schnittstellen und KI-Steuerung in schriftlicher Form. Detaillierte Dokumentation zu den einzelnen Modulen, Darlegung der



Wirkung einzelner Abhängigkeiten zwischen den Modulen, Beschreibung der Schnittstellen etc. (ca. 20 Seiten). Abstimmung mit der Auftraggeberin; bei Bedarf Überarbeitung des Dokumentes

Leistungspaket 2.3: Erprobung des entwickelten Gesamtsystems unter Berücksichtigung der beteiligten Komponenten

Ziel des Leistungspaketes ist es einen ersten funktionsfähigen Zustand des Gesamtsystems herzustellen, welcher im Rahmen des Labortest erprobt werden soll. Hierfür müssen zunächst alle benötigten Hardware- und weitere Softwarekomponenten final beschafft und installiert werden. Es soll eine Labor- und Testumgebung aufgebaut werden, in der die Funktionsweise der Lösung getestet wird. Zudem soll erprobt werden wie die Anbindung und Schnittstellen zu externen Partnerinnen und Partnern, sowie die Kommunikation über das SMGW und die Steuerung der Anlagen des NWG über den CLS-Kanal getestet werden kann. Darüber hinaus sollen Modultests durchgeführt werden, die die Kommunikation zwischen den Modulen (z.B. Edge-Komponente mit unterlagerten Bussystemen) erproben.

An dieser Stelle sollen auch fehlende benötigte Absprachen mit Partnerinnen und Partnern wie NB oder Lieferant getroffen werden, um ein Steuerungssignal gemäß §14a EnWG empfangen zu können oder ein dynamisches Preissignal (bspw. über TAF 5) zu integrieren. Potentiell auftretende regulatorische Fragen oder praktische Umsetzungshürden sollten an dieser Stelle adressiert werden.

Bei der Erprobung soll die eingesetzte Gesamtsystemarchitektur mit allen beteiligten Komponenten, Modulen und Akteurinnen und Akteuren abgebildet werden. Für die Erprobung müssen alle Systeme, Komponenten und Hardware-Lösungen von externen Partnerinnen und Partnern angeschlossen und betriebsfähig sein oder ggf. simulativ angebunden werden. Mögliche emulierte bzw. Real-Schnittstellen zu Partnerinnen und Partnern, Akteurinnen und Akteuren und Komponenten können in diesem Schritt noch final angepasst werden.

Für das Training des KI-Algorithmus werden Testdaten des virtuellen Gebäudezwillings über die Edge-Komponente für ein zu simuliertes NWG genutzt und bereitgestellt. Die Testdaten für das NWG sollen kontinuierlich ausgelesen werden, um das KI-Training vorzubereiten. In diesem Zuge sollen die Daten und Schnittstellen validiert werden. Hierfür werden die Daten in einer Datapipeline aufbereitet und aggregiert. Im nächsten Schritt soll die KI-Lernumgebung entwickelt werden und das KI-Training begonnen werden. Der daraus entstehende, mit Testdaten unterfütterte virtuelle Gebäudezwillings, als KI-Lernumgebung, muss im Anschluss hinsichtlich der Resilienz und Effizienz weiter optimiert werden.

Im Rahmen der Erprobung sollen die Steuerungsmodelle evaluiert werden. Zudem sollen die Anlagen bzw. Verbrauch und Erzeugung sowie die Optimierung über ein einfaches User- Interface visualisiert werden. Alle Ergebnisse werden dokumentiert und ausgewertet. Im Rahmen der Erprobung soll das entwickelte User-Interface benutzt werden und evaluiert werden, welche Anpassungsbedürfnisse dieses in einem realen Kontext hätte.



Alle Ergebnisse des Labortests sollen detailliert dokumentiert und ausgewertet werden. Ein besonderes Augenmerk soll darauf liegen zu evaluieren, inwiefern die erprobte Lösung auf den Realgebäudebestand übertragbar ist. Hierbei soll auf bestehende Hürden, Probleme und Optimierungsbedarfe hingewiesen werden und Lösungsansätze beschrieben werden.

Das Leistungspaket umfasst die folgenden Leistungen:

- Erprobung der Gesamtsystemarchitektur mit allen beteiligten Komponenten, Modulen und Akteurinnen und Akteuren
- Absprache mit externen Partnerinnen und Partnern zu praktischen Umsetzungsprozessen
- Befähigung und Konsolidierung der Systeme für den Empfang und Verarbeitung von externen Signalen (Steuerungssignalen vom NB und von dynamischen Preissignalen vom Lieferanten) über den CLS-Kanal
- Vorbereitung, Durchführung und Verbesserung des KI-Trainings
- Operative Durchführung der Erprobung, Erprobung und Iteration des Steuerungsmodells, Erprobung des User-Interfaces
- Auswertung der Erprobung
- Erstellung eines Zwischenberichts; nach Bedarf des Auftraggebers Überarbeitung und Übergabe (Inhalt: Zielsetzung, Ablauf und Ergebnisse der Erprobung; Umfang: ca. 10 Seiten)
- Präsentation und Diskussion der Ergebnisse der Erprobung im Rahmen eines Fachaustauschs mit Expertinnen und Experten aus dem Bereich SMGW, Energie- und Digitalwirtschaft (virtuell, Veranstaltungs- und Einladungsmanagement durch den Auftragnehmer, Abstimmung der Teilnehmendenliste mit dem Auftraggeber; Dauer: ca. 2 Stunden)

2.3 Leitungspaket 3: Aufbereitung und Übergabe der Ergebnisse

Der Auftragnehmer erstellt und finalisiert einen kohärenten Projektbericht aus den Schriftstücken, die zum Abschluss der Leistungspakete 2 erstellt wurden. Dabei sind mögliche Redundanzen zu vermeiden und die Inhalte für ein allgemein sachkundiges Publikum aufzubereiten. Die einzelnen Schriftstücke sind sinnvoll miteinander zu verknüpfen und um notwendige Hintergrundinformationen zu ergänzen. Wo möglich, sollen Visualisierung, Grafiken und Tabellen zur Vermittlung der Inhalte verwendet werden. Der Bericht ist nach finaler, inhaltlicher Freigabe (von der Auftraggeberin) durch den Auftragnehmer professionell lektorieren zu lassen (Kosten für die Beauftragung eines Lektorats durch Dritte sind bereits bei der Angebotserstellung zu berücksichtigen).

Das Leistungspaket umfasst die folgenden Leistungen:

- Abstimmung des Aufbaus eines Projektberichts mit der Auftraggeberin, Übergabe eines ersten Gesamtentwurfs an die Auftraggeberin, Berücksichtigung der Kommentare der Auftraggeberin

- Erstellung des finalen Berichts und Übergabe des finalen, lektorierten Berichts an die Auftraggeberin (Umfang: entsprechend den erstellten Schriftstücken; Aufbereitung für allgemein sachkundiges Fachpublikum; allgemeinverständlicher Stil; Nutzung Formatvorlage des Auftraggebers)
- Präsentation der Projektergebnisse im Rahmen einer durch die dena organisierten, öffentlichkeitswirksamen Veranstaltung

2.4 Leistungspaket 4: Fortschrittsberichte und Projektkommunikation

Während des gesamten Bearbeitungszeitraums ist ein kontinuierlicher Austausch mit der Auftraggeberin sicherzustellen. Dies beinhaltet die Vorbereitung und Teilnahme an regelmäßigen Projektbesprechungen mit der Auftraggeberin. Diese umfassen einen Bericht über den aktuellen Arbeitsstand sowie erreichte Meilensteine. Die Ergebnisse des Austauschs werden vom Auftragnehmer zusammengefasst und bis spätestens zwei Werktage vor dem nächsten Arbeitstreffen der Auftraggeberin zugesendet.

Das Leistungspaket umfasst die folgenden Leistungen:

- Vorbereitung von und Teilnahme an regelmäßigen Meetings (ca. 2-3 wöchentliche Jour-Fixes)
- Protokollbereitstellung an den Auftraggeber

3 Zeitplan

Der Zeitplan soll einen ungefähren Richtwert geben und wird im Rahmen des Kick-Off Meetings (siehe LP1) gemeinsam mit dem Auftragnehmer konkretisiert.

Meilenstein	Termin/Zeitraum
Frist für den Eingang der Angebote	02.05.2024
Voraussichtliche Zuschlagserteilung	27.05.2024
Kick-Off Treffen	Anfang Juni 2024
Übergabe – mit dem AG abgestimmten – Pflichtenhefts mit dem detaillierten Umsetzungskonzept inkl. der Prozesse und Systemarchitektur des technischen Gesamtkonzeptes, der Pilotanlagen und der Partner- und Dienstleistungsstrukturen	Anfang Q3 2024
Übergabe eines Detailentwurfs der zu entwickelnden IT-Infrastruktur, Schnittstellen und KI-Steuerung.	Q3/Q4 2024
Start der Erprobung im Labortest	Q4 2024
Übergabe des Zwischenberichts zur Umsetzung im Labortest	Q4 2024
Kommentierung des Berichts durch die dena	Q1 2025
Übergabe der überarbeiteten und finalen Fassung des Ergebnisberichts	Q1 2025



Ergebnispräsentation

Q1 2025