

Leistungsbeschreibung für den Dienstleistungsauftrag: „MH2Regio“

Auftraggeber dieses Dienstleistungsauftrages ist:	Stadt Frankfurt – Dezernat IX
Das förmliche Vergabeverfahren wird durchgeführt durch:	Stadt Frankfurt – Ordnungsamt
Die inhaltliche Begleitung der Auftragserfüllung erfolgt durch:	Mainova AG – Kristian Junker

I. Hintergrund

Die Energiewende und die zunehmend kontrovers diskutierte systemimmanente Verkehrswende stellen deutsche Kommunen und die damit verbundenen kommunalen Unternehmen der Daseinsvorsorge vor erhebliche Herausforderungen. Besonders in den Ballungsräumen herrscht in Anbetracht der infrastrukturellen Anforderungen dringender Handlungsbedarf. Im Bereich der Energieerzeugung zeichnet sich eine Unsicherheit in Bezug auf Primärenergieverfügbarkeit und Kostenentwicklung bei gleichzeitig notwendiger Flexibilisierung des Kraftwerksparks ab. Die Energiebereitstellung hingegen erfordert einen Netzausbau auf allen Ebenen, verbunden mit einer zunehmend dezentralen Erzeugungsstruktur durch bspw. Kleinst-PV-Anlagen. Die Verbrauchsseite wiederum ist gekennzeichnet durch die Forderung nach Effizienzsteigerung der Nutzenergiegewinnung sowie der Elektrifizierung des Verkehrssektors.

Die aufgeführten Herausforderungen haben einen erheblichen Einfluss auf die zukünftige Energieversorgungsinfrastruktur von sowohl Mittel- als auch Oberzentren, bis hin zu Metropolregionen wie dem Rhein-Main-Gebiet. Dieses ist einer der wichtigsten intermodalen Verkehrsknotenpunkte Europas und weist zahlreiche Superlative auf. Das Frankfurter Kreuz ist mit ca. 305.000 Fahrzeugen pro Tag das verkehrsreichste Autobahnkreuz Deutschlands. Der Flughafen Frankfurt nimmt bei Passagierzahlen Platz 3 und bei Luftfracht Platz 1 innerhalb Europas ein. Für die Binnenschifffahrt stehen im Rhein-Main-Gebiet 3 trimodale Binnenhäfen in Mainz und Frankfurt mit einem Umschlagvolumen von über 8 Mio. t auf über 4000 Schiffen pro Jahr zur Verfügung. Im schienengebundenen ÖPNV werden pro Tag 2,5 Mio. Fahrgäste auf 1.450 km Schiene und knapp 400 Bahnhöfen im Rhein-Main-Verkehrsverbund verteilt. Der straßengebundene Güterschwerlastverkehr ist geprägt von einer Vielzahl essenzieller Logistikzentren zur regionalen, überregionalen sowie internationalen Versorgung.

Wasserstoff in Reinform oder als Feedstock für synthetische Kraftstoffe ist durch die Eigenschaft als Energievektor die einzige technisch realisierbare Möglichkeit der verkehrsträgerübergreifenden Elektrifizierung. Folglich sind Regionen, wie Frankfurt Rhein-Main mittel- bis langfristig zwingend darauf angewiesen eine lokale Wasserstoff-Wertschöpfungskette zu entwickeln. Doch gerade in Ballungsräumen ist eine Nutzung von lokaler Wind- oder Solarenergie durch den Mangel an Freiflächen nicht möglich. Solche Anlagen liefern naturbedingt, in Abhängigkeit von Sonne und Wind, schwankend Energie und damit schwankend erzeugten Wasserstoff, was besondere Herausforderungen an die Planungs- und Versorgungssicherheit stellt. Im Kontext der 21. *Conference of Parties* (COP) Ziele in Paris, der *Clean Vehicle Directive* oder der Ausweitung des Emissionszertifikatehandels sind Ballungsräume vorrangig zu behandeln.

Der Großraum Frankfurt ist durch den als chemisches Nebenprodukt des im Industriepark Höchst entstehenden Wasserstoffs in der Lage, als zentrale Anfangsversorgung für Wasserstoffprojekte zu dienen. Durch Projekte, wie die Beschaffung der Wasserstoff-Brennstoffzellen-Züge von Alstom oder die Umrüstungen von Verkehrsverbänden in der näheren Umgebung auf Wasserstoff-Brennstoffzellen-Busse, ist jedoch eine Kapazitätsgrenze in naher Zukunft bereits in Sicht. Es ist also notwendig weitere Wasserstoffquellen zu erschließen und mit den Anwendern intelligent zu vernetzen. Das Gesamtsystem muss in der Lage sein, eine garantierte Grundversorgung für alle zukünftigen Wasserstoffnutzer zu schaffen. Dabei müssen die Quellen nachhaltig erzeugten Wasserstoff in örtlicher Nähe zu den Anwendern bereitstellen, um durch kurze effiziente Transportwege den ökologischen Einfluss der Logistik auf das Gesamtsystem niedrig zu halten. Als Schnittstelle zwischen den Sektoren Strom, Gas und Wärme bieten sich Müllheizkraftwerke an. Sie besitzen den doppelten Vorteil der nachhaltigen elektrischen Energieerzeugung direkt vor Ort und die räumliche Nähe zu Ballungszentren und Wasserstoffanwendern. Neben dem ohnehin hohen Energiebedarf für Strom, Wärme und Mobilität weisen

Ballungsregionen die Herausforderung einer hohen Flächenkonkurrenz auf. Neue flächenverbrauchende Lösungen sind hier nur schwer zu integrieren.

Aus diesem Grund haben sich die Stadt Frankfurt und ihre Tochterunternehmen Mainova AG, Frankfurter Entsorgungs- und Service GmbH (FES) und das Gemeinschaftskraftwerk MHKW (Müllheizkraftwerk Frankfurt – jeweils 50% Mainova AG und FES) zur Erstellung eines regionalen Wasserstoffgesamtsystems zusammengetan und das Projekt „MH2Regio“ ins Leben gerufen. Am Beispiel des Rhein-Main Gebiet soll ein regionales Wasserstoffsystem konzeptioniert und unter technischen und ökonomischen Gesichtspunkten optimiert werden. Das Grundlastverhalten von Müllheizkraftwerken ist in Ballungsräumen die ideale Voraussetzung für einen stetigen Bedarf an regenerativ erzeugter und bedarfsgerecht zwischengespeicherter Energie in Form von Wasserstoff, wie sie im Verkehrssektor benötigt wird. Sie eignen sich als Ausgangspunkt wasserstoffbasierter Wirtschaften und Kopplung anderer Sektoren. Das Vorhaben zielt auf die Nutzung dieser Strukturvorteile ab und soll ein Konzept zur Lösung der vorausgestellten Problemstellungen liefern. Die Region Frankfurt Rhein-Main steht hier exemplarisch als Blaupause für nahezu alle deutschen Großstädte zur Verfügung und die hier entwickelten Ergebnisse sollen auf andere Regionen übertragbar sein.

II. Ziel des Auftrags

In diesem Projekt sollen die Partner aus Luft-, Binnenschifffahrt, öffentlichen Personennah- und Fernverkehr und städtischen Versorgungsunternehmen hinsichtlich einer gemeinsamen Nutzung von Wasserstoff als Energieträger für alternative Antriebskonzepte identifiziert und in Anbetracht ihrer spezifischen Anforderungen (Menge, Reinheit, Versorgungssicherheit etc.) vernetzt werden.

Ziel ist die Entwicklung eines Konzepts zur gemeinschaftlichen Nutzung einer regionalen Wasserstoffversorgungsinfrastruktur, die alle Bestandteile der Wasserstoff-Wertschöpfungskette, von der Erzeugung, über die Distribution bis zum Verbrauch in der Region Frankfurt Rhein-Main abbildet und sowohl technisch als auch ökonomisch bewertet. Das Gesamtsystem soll durch gemeinsam genutzte Infrastrukturelemente kosteneffizienter und leistungsfähiger werden. Gleichzeitig bietet das Gesamtsystem den zukünftigen Wasserstoffanwendern Investitionssicherheit und reduziert die Markteintrittshürden durch Sicherstellung der Wasserstoffversorgung und einer intelligenten Verknüpfung von Wasserstofferzeugung und –nutzung. Die dabei entstehenden Ergebnisse sollen interessierten Wasserstoffanwendern in einem Softwaretool zur Verfügung gestellt werden und den Dialog zwischen den unterschiedlichen Marktteilnehmern verstärken. Damit soll eine infrastrukturpolitische Neuausrichtung angestoßen werden, welche durch die regionale Vernetzung technisch und wirtschaftlich vorangetrieben werden kann.

Die konkreten Ziele der Konzeptionierung sind:

- Erstellen einer regionalen wasserstoffbasierten Infrastruktur entlang der Wertschöpfungskette von der Erzeugung bis zur Betankung
- Quantifizierung des Wasserstoffbedarfs und Auslegung der erforderlichen, nachhaltigen Wasserstofferzeugungstechnik und –leistung
- Systemintegration in bestehende Infrastrukturen der Kreislaufwirtschaft
- Erarbeiten spezifischer Nutzerprofile für Personen-, Güter- und Schifffahrtsverkehr für die bedarfsgerechte Wasserstoffbelieferung
- Kostenoptimierung der Distributionsinfrastruktur durch bedarfsgerechter Distributionslogistik und marktorientierte Betriebskonzepte
- Dynamische Erprobung öffentlicher sowie privater Distributionslogistik und techno-ökonomische Optimierung des Gesamtsystems (*Softwaresimulation*)
- Ableiten und Veröffentlichung eines Softwaretools für zukünftige Wasserstoffanwender aus den Softwaresimulationsergebnissen
- Kooperative Vernetzung von regionalen Wasserstofferzeugern und -verbrauchern
- Aktivierung des Wasserstoff-/Brennstoffzellen Markthochlaufes durch Standardisierung, Beratung und bedarfsgerechte Marktanreizprogramme

Im Wasserstoffversorgungsgebiet werden Infrastrukturelemente, wie zum Beispiel Betriebstankstellen, Speicher und Wasserstofftrailer an unterschiedlichen Standorten gleichzeitig betrieben. Der Ausfall einer Einheit im Gesamtversorgungsgebiet kann so durch andere Einheiten kompensiert werden. Komplizierte und kostentreibende individuelle Backup-Lösungen für jede Einzelkomponente und jeden Anwender werden somit überflüssig. Das Gesamtsystem wird kosteneffizienter und für Interessierte die Markteintrittshürde gesenkt. Je

mehr Wasserstoffanwender dem regionalen Versorgungssystem beitreten, desto stabiler und ausfallsicherer wird es.

III. Aufgabenstellung/zu erbringende Leistungen

Die unter II. ausgeführten Ziele sollen durch Ausschreibung von vier Losen erfüllt werden.

Im Angebot sind die gewählte Methodik und die konkrete Vorgehensweise zur Erfüllung der in den aufgeführten Arbeitspaketen geforderten Leistungen ausführlich darzustellen. Die Beschreibung soll hinreichend konkrete Angaben dazu enthalten, welche Vorgehensweise und welche einzelnen Arbeitsschritte in der Bearbeitung der Teilaufgaben gewählt werden. Es ist ein hinreichend detaillierter Arbeits-, Zeit-, Meilenstein- und Ressourcenplan inklusive Reisetätigkeit beizufügen. Diese sollen die die Aufwände in den einzelnen Arbeitspaketen aufgliedern und eine zeitliche Einordnung liefern. Es ist ein angemessener Personal- und Sachmitteleinsatz anzusetzen, der die vollständige termingerechte Bearbeitung des gesamten Aufgabenumfangs bei gleichbleibend hoher wissenschaftlicher Qualität sicherstellt. Zur Orientierung bei der Angebotserstellung wurde für jedes Arbeitspaket der vom Auftraggeber geschätzte notwendige Arbeitsaufwand in Personentagen angegeben.

Los 1 – Konzeptionierung des Gesamtsystems

Geschätzter Aufwand für Los 1 (ohne AP 1.5.): ca. 200 Personentage (PT)

Maximaler Angebotspreis für Los 1: 243.950 € (brutto)

AP 1.1.: Grundlagenermittlung

(11/2020 – 01/2021)

Geschätzter Aufwand: ca. 40 Personentage (PT)

AP 1.2.: Elemente des Wasserstoffsystems

(01/2021 – 07/2021)

Geschätzter Aufwand: ca. 75 Personentage (PT)

AP 1.3.: Softwaremodellierung des Gesamtsystems und technoökonomische Optimierung (Softwaretool)

(07/2021 – 11/2021)

Geschätzter Aufwand: ca. 65 Personentage (PT)

AP1.4.: Projektmanagement

(11/2020 – 11/2021)

Geschätzter Aufwand: ca. 20 Personentage (PT)

AP 1.5.: Optionale Positionen

(11/2020 – 11/2021)

Los 2 – Rechtliche Analyse

Geschätzter Aufwand für Los 2: ca. 5 Personentage (PT)

Maximaler Angebotspreis für Los 2: 11.900 € (brutto)

AP 2: Erarbeitung des relevanten rechtlichen Rahmens für das Gesamtsystem

(12/2020 – 01/2021)

Los 3 – Umfeldanalyse

Geschätzter Aufwand für Los 3: ca. 20 Personentage (PT)

Maximaler Angebotspreis für Los 3: 23.800 € (brutto)

AP 3.1.: Marktaktivitäten und -potentiale
(11/2020 – 12/2020)

AP 3.2.: Quellen-Senken-Analyse
(11/2020 – 12/2020)

AP 3.3.: Verkehrsaufkommen Analyse
(11/2020 – 12/2020)

Los 4 – Öffentlichkeitsarbeit

Geschätzter Aufwand für Los 4: ca. 15 Personentage (PT)

Maximaler Angebotspreis für Los 4: 14.280 € (brutto)

AP 4.1: Erklärvideo
(11/2020 – 01/2021)

AP 4.2: Projektgrafiken
(11/2020 – 01/2021)

Los 1 – Konzeptionierung des Gesamtsystems

Pos.-Nr.	Menge	Gegenstand der Leistung	Preis Euro
1.		Konzeptionierung des Gesamtsystems	
1.1.		Grundlagenermittlung	
1.1.1.	psch.	Standortanalysen Für das zu erstellende Gesamtsystem sind verschiedene Standorte hinsichtlich ihrer Eignung zur Integration ins Gesamtsystem zu analysieren. Dazu sind Standorte im Rhein-Main-Gebiet für Infrastrukturelemente, wie Wasserstofflager/Distribution und Wasserstofftankstellen im öffentlichen Raum zu erkunden (Zuarbeit erfolgt aus Los 3). Die Standortanalysen sind als eine Art Bestandsaufnahme bzw. Ist-Zustandsdefinition anzusehen und dienen als Grundlage für alle weiteren Überlegungen und Betrachtungen. Die Ergebnisse der Analysen und Bestandsaufnahmen werden zur späteren Verarbeitung in einer softwaregestützten Modellebene in einer Parameter/Variablenliste festgehalten und dokumentiert. Die Parameter/Variablenliste ist das zentrale Austauschformat zur Festlegung aller systemrelevanten Daten und Festlegungen. Hier werden technische, wirtschaftliche, rechtliche, ökologische und weitere systemrelevante Informationen abgelegt, sowie Änderungen während der Projektlaufzeit nachvollziehbar festgehalten. Der Wasserstoffherstellungsstandort spielt im Gesamtsystem eine zentrale Rolle. Das Müllheizkraftwerk Nordweststadt (MHKW) dient exemplarisch dem Gesamtkonzept und muss für die Erzeugung von Wasserstoff genauestens analysiert werden. Dazu gehören die zur Verfügung stehenden Platzverhältnisse, die elektrische Einbindung sowie die Nutzung von vorhandenen Medien zur Optimierung der Wasserstoffherzeugungsanlage. Alle vorhandenen Medien sind mit ihren definierten Ausprägungen (technische Werte) aufzunehmen und ebenfalls in die Parameter/Variablenliste zu übertragen. Folgende Tätigkeiten sind bei der Standortanalyse am MHKW durchzuführen: - Feststellen der zur Verfügung stehenden Platzverhältnisse (Detailskizze) - Beschreibung der technischen Grenzen ausgewählter Medien im MHKW, sowie Aufwandsabschätzung für Erweiterung/Verstärkung - Festlegung möglicher Einbindungspunkte für alle zur Wasserstoffherzeugungsanlage benötigten Medien (Strom, VE-Wasser, Sauerstoff, Wasserstoff, Abwärme, etc.) und Dokumentation deren technischer Ausprägung (MS-Excel – Parameter/Variablenliste) - Überführen der Ergebnisse in die Parameter/Variablenliste Für die zentrale Lagerung von Wasserstoff aus dem MHKW und zur Belieferung der angeschlossenen Wasserstoffanwender, wird ein Distributionsstützpunkt für das Gesamtsystem benötigt. Die grundlegenden Anforderungen an den Standort sollen definiert und eine Auswahl möglicher Standorte anhand der Anforderungen im Frankfurter Raum aufgestellt werden. Potenzielle Standorte sollen wiederum miteinander verglichen und mit Bodenwertschätzung versehen werden. Dies dient unter anderem der konzeptionellen Betrachtung und weiteren Auslegung des Gesamtsystems. Die Standortsuche dient dabei exemplarisch einem Mustervorgehen und wird durch Fachpersonal eines Konsortialpartners des AG begleitet und unterstützt.	

Folgende Tätigkeiten sind für den Distributionsstützpunkt durchzuführen:

- Zusammenstellen von Anforderungen an einen idealen Distributionsstützpunkt nach wirtschaftlichen, technischen, rechtlichen und organisatorischen Gesichtspunkten
- Prüfung ob im Untersuchungsgebiet potenziellen Standorten die Anforderung für den Aufbau eines Distributionsstützpunkt im Rhein-Main-Gebiet (in Zusammenarbeit mit AG) erfüllen
- Vergleich und Bewertung potentieller Standorte nach gewichteten Anforderungskriterien (Musterverfahren)

Für die Identifizierung von möglichen öffentlichen **Wasserstofftankstellen** für den Schwerlastverkehr ist die Erfassung des Verkehrsaufkommens auf den Hauptverkehrsachsen exemplarisch für das Rhein-Main-Gebiet erforderlich (Ergebnisse aus Los 3). Potentielle Standorte können bereits bestehende Tankstellenstandorte aber auch neue Standorte sein. Die Anforderungen werden an dieser Stelle definiert und übergabefähig dokumentiert. Ideale Standorte vereinen alle Standortanforderungen und heben zusätzliche Synergien zukünftiger Wachstumspotentiale.

Folgende Tätigkeiten sind für die Tankstellenstandortanalyse durchzuführen:

- Festlegen von Standortanforderungen für öffentliche Tankstellenstandorte
- Feststellen des Anteils der Projektpartner am Verkehrsaufkommen (nur Logistik) in Einheit mit Los 3
- Erarbeitung einer Absatzprognose im Betrachtungszeitraum für drei potentielle Standorte

Für die Wasserstoffanwender ist im Rahmen der Gesamtkonzeptionierung ein standardisiertes Tankstellenkonzept zu erarbeiten. Grundlage eines standardisierten Tankstellenkonzepts sind die Anforderungen der Wasserstoffanwender aus den unterschiedlichen Verkehrssegmenten. Je nach Nutzergruppe und Anforderungen können standardisierte Betriebstankstellen oder öffentliche (ggf. halböffentliche) Tankstellen erforderlich werden. Gemeinsamkeiten in den Tankstellenanforderungen bilden die Basis erster Konzeptansätze. Für eine Wasserstofftankstelle mit möglichst breiter Abdeckung von Anwenderanforderungen sind zu berücksichtigende Standards zu formulieren.

Folgende Tätigkeiten sind für die Erfassung der Anforderungen der Wasserstoffanwender durchzuführen:

- Konzeptionierung von Anwenderworkshops für die Gruppen Nahverkehr, Fernverkehr, Logistik, Schifffahrt
- Erarbeitung und Dokumentation von Anforderungen der Partner an eine Wasserstofftankstelle und -infrastruktur
- Festlegen, welche Partner eine Betriebstankstelle und welche eine öffentliche Tankstelle bevorzugen bzw. welcher Typ geeignet wäre
- Feststellen von Platzverhältnissen auf relevanten Betriebsstandorten der Wasserstoffanwender

Abzuliefernde Ergebnisse Gesamt:

- Erstellung einer Parameter/Variablenliste für alle Analysen und Bewertungen (Excel und ggf. weiteres Format zur Softwareverarbeitung)

- Definition und grafische Darstellung der zur Verfügung stehenden Platzverhältnisse und Grenzen (Detailskizze) am MHKW
- Darstellung von Anpassungsbedarf/Mehrbedarf bei unzureichenden lokalen Voraussetzungen/Gegebenheiten bzw. Definition der technischen Grenzen am MHKW
- Liste von Standortanforderungen für den Distributionsstützpunkt
- Liste von potenziellen Distributionsstandorten im Rhein-Main-Gebiet inkl. Ranking der Standorte nach Erfüllungsgrad der Anforderungen
- Grafische Übersicht öffentlicher Tankstellenstandorte mit potentieller Absatzentwicklung (Rangfolge)
- Grafische Darstellung grundsätzlich geeigneter Tankstellenstandorte mit Fokus auf Partnerunternehmen (räumliche Darstellung)
- Ableitung von Betriebstankstellekonzepten für die relevanten Standorte und Aufstellungsentwürfe

1.1.2. psch. Definition von Eingangsparameter zur Softwaresimulation

Die Erstellung des Gesamtsystems ist in drei Phasen unterteilt. In der letzten Phase der Konzeptentwicklung (AP 1.3.) werden die Ergebnisse aus der ersten Phase (Grundlagenermittlung) und zweiten Phase (Elemente des Wasserstoffsystems) in ein Softwaremodell überführt und technisch sowie wirtschaftlich optimiert. Dabei sollen Abweichungen vom Normalbetrieb und Stressszenarien am Softwaremodell erprobt werden. Die Erkenntnisse aus diesem Szenario basierten Stresstests werden zur Optimierung des Gesamtsystems genutzt. Hierfür sind im Vorfeld Festlegungen zu treffen, welche inneren und äußeren Einflüsse auf das Gesamtsystem wirken und wie extrem die einzelnen Einflüsse das Gesamtsystem beeinflussen.

Für die Auslegung des Gesamtkonzepts sind systembedingte Grenzen zu definieren. Diese Festlegungen werden als Systemgrenzparameter in der Auslegung einzelner Komponenten berücksichtigt und in der Parameter/Variablenliste hinzugefügt. Die Systemgrenzparameter dienen der Einhaltung von Systemgrenzen im Rahmen der Softwaresimulation des Gesamtkonzepts. Ein einheitliches Verständnis sorgt für eine bessere Akzeptanz der erarbeiteten Ergebnisse.

Folgende Tätigkeiten sind bei der Definition der Systemgrenzen durchzuführen:

- Definition der grundsätzlichen Leistungsgrenze des Gesamtsystems auf Grundlage der Begrenzungsparameter
- Festlegen von technischen, wirtschaftlichen, organisatorischen Systemgrenzparameter für alle Elemente des Wasserstoffgesamtkonzepts
- Überführung der Festlegungen in die Parameter/Variablenliste

1.1.3. psch. Entwicklung von Standardnutzerprofilen

Neben den grundsätzlichen Anforderungen der Wasserstoffanwender zur Tankstelle ergeben sich weitere Anforderungen aus dem Betrieb der Brennstoffzellenfahrzeuge (Bus, LKW, Schiff). Diese sind je nach Verkehrsdienstleistergruppe unterschiedlicher Art und Qualität. In diesem Schritt sollen die individuellen Anforderungen zusammengetragen und in der Parameter/Variablenliste aufgenommen werden.

		Folgende Tätigkeiten sind für die Transportgruppen Nahverkehr, Fernverkehr, Transport/Logistik, Schifffahrt jeweils durchzuführen: - Entwicklung von standardisierten Nutzungsprofilen für die Verkehrsdienstleistergruppen (Wasserstoffanwender) - Festlegung der Reife und Qualität der individuellen Nutzungsprofile - Ggf. Erweiterung um weitere Variablen zur Abgrenzung / Anhebung der Qualität / Güte der zu Grunde liegenden Daten / Informationen - Überführung der Anforderungen in die Parameter/Variablenliste
1.1.4.	psch.	Definition von Störereignissen und Stresstestszenarien Zusätzlich zu den betriebsüblichen Nutzungsprofilen gibt es geplante und ungeplante, sowie innere oder äußere Ereignisse im Verlauf eines Betriebsjahres, welche Einfluss auf den Betriebsablauf haben und folglich auch auf das Wasserstoffgesamtsystem. Diese sollen für die Anwendergruppen entsprechend benannt und in die Parameter/Variablenliste integriert werden. Ebenso sollen Stresstest- und Extremszenarien definiert und Störereignisse mit schwerwiegenden Auswirkungen erstellt werden. Die Szenarien müssen so erarbeitet werden, dass sie in der späteren Softwaremodellierung integriert werden können. Folgende Tätigkeiten sind für die Transportgruppen Nahverkehr, Fernverkehr, Transport/Logistik, Schifffahrt jeweils durchzuführen: - Beschreibung möglicher Störereignisse in den einzelnen Verkehrsegmenten, welche einen Einfluss auf die Gesamtsystemstabilität haben könnten - Festlegen von Ereignissen, welche zu einem geplanten oder ungeplanten Mehr- oder Minderbedarf von Wasserstoff sorgen können - Bewertung der Ereignisse nach Einfluss- und Schadensrisiko (Risikoanalyse) - Definition von Extremszenarien zur späteren Erprobung der Systemstabilität und Leistungsfähigkeit des Wasserstoffgesamtsystems - Überführung der Anforderungen in die Parameter/Variablenliste und Kennzeichnung in der Liste als ereignisabhängige Eingangsgrößen / Szenarien
1.2.		Elemente des Wasserstoffsystems
1.2.1.		Entwicklung standardisierter Wasserstofftankstelle (öffentliche Tankstelle)
1.2.1.1.	psch.	Festlegen grundsätzlicher Anforderungen Standardisierung ist ein Erfolgsfaktor zur Kostensenkung und Effizienzsteigerung von komplexen Systemen. Das Arbeitspaket soll bereits bestehende Entwicklungsansätze für Trailer-belieferte Tankstellen aufgreifen und weiter entwickeln. Hauptaufgabe ist die sinnvolle Reduktion von Systemkomponenten einer standardisierten Tankstelle auf ein Minimum der benötigten. Speicher sollen möglichst entfallen oder nur zur Pufferung dienen (Reduktion der Stellfläche). Der beladene Wasserstofftrailer soll als mobiler Speicher der Tankstelle zur Verfügung gestellt werden und somit als rollender flexibler Speicher im gesamten Wasserstoffsystem genutzt werden können. Das reduziert die Kosten des Gesamtsystems bei standardisierter Tankstelleninfrastruktur. Die Anforderungen an die

Wasserstofftankstelle werden aus den zuvor erstellten Anforderungskatalog in das zu erstellende Tanksystem fließen. Es soll möglichst ein breites Spektrum von Anwenderanforderungen aller Systemteilnehmer abgedeckt werden. Ein modularer Ansatz soll helfen individuelle Anforderungen zu einem späteren Erfüllungszeitpunkt berücksichtigen zu können.

Abzuliefernde Ergebnisse:

- Liste von Anforderungen für ein standardisiertes Tankstellensystem zur breiten Anwendung auf unterschiedliche Kundengruppen und Anwenderanforderungen (Nahverkehr, Fernverkehr, Logistik, Schifffahrt)
- Prüfung der notwendigen Medienanschlüsse und deren Dimensionierung
- Festlegen der technischen Daten und Leistungsbedarfe
- Definition von Implementierungsanforderungen zur Integration in das Gesamtsystem
- Definition des maximalen Platzbedarfs

1.2.1.2. psch.

Aufstellungs- und Auslegungsentwurf

Die Ergebnisse aus dem AP 1.2.1.1. werden in einen Aufstellungsentwurf der Hauptkomponenten und deren optimale Funktionsweise hin dargestellt. Das Tankstellenkonzept soll zunächst standortunabhängig erstellt werden, um es an möglichst vielen potentiellen Standorten installieren zu können. Hierzu sollen verschiedene Anlagenaufstellungsvarianten erarbeitet werden. Für einen exemplarischen Standort im Rhein-Main-Gebiet (AP 1.1.1.) soll anschließend ein Aufstellungsentwurf beispielhaft erfolgen.

Abzuliefernde Ergebnisse:

- Festlegen aller notwendigen System- und Anlagenkomponenten
- Schematische Darstellung verschiedener Aufstellungsvarianten der Hauptkomponenten
- Erstellen eines standardisierten R&I Schema
- Liste mit Parametern der Hauptkomponenten und Hilfsaggregaten

1.2.2.

Adaptieren der Standardtankstelle auf Anwenderanforderungen

Die Entwurfsfassung einer standortunabhängigen Wasserstofftankstelle ist die Grundlage für alle weiteren Gesamtsystemplanungen. Die Vorteile der Standardisierung sind eine breite Anwendbarkeit auch bei unterschiedlichen Anwenderanforderungen und Flexibilität in der Positionierung auf unterschiedlichen Standorten. Im nächsten Schritt soll die Tankstelle auf die Anwender spezifischen Anforderungen (Nahverkehr, Fernverkehr, Logistik, Schifffahrt) übertragen werden. Als Ergebnis sollen vier Verkehrsdienstleister spezifische Tankstellenentwürfe mit einer gemeinsamen standardisierten Plattform erstellt werden.

1.2.2.1. psch.

Tankstellenkonzept Nahverkehr

Das erarbeitete standardisierte Tankstellenkonzept soll auf die noch offenen spezifischen Anforderungen aus dem Nahverkehr angepasst werden. Hierfür sind modulare Erweiterungen oder Komponentenwechsel bzw. -erweiterungen notwendig, um die spezifischen Anforderungen zu erfüllen. Das standardisierte Tankstellenkonzept wird somit verfeinert und kann als Blaupause für zukünftige Anwender aus der Gruppe der Nahverkehrsdienstleister genutzt werden.

Abzuliefernde Ergebnisse:

		- Erweiterung der System- und Anlagenteile für eine standardisierte Nahverkehrstankstelle - Schematische Darstellung verschiedener Aufstellungsvarianten der Hauptkomponenten - Anpassen des standardisierten R&I Schema für Nahverkehrsanwender - Erweiterung/Anpassung der Liste mit Parametern für Hauptkomponenten und Hilfsaggregaten
1.2.2.2.	psch.	Tankstellenkonzept Fernverkehr Das erarbeitete standardisierte Tankstellenkonzept soll auf die noch offenen spezifischen Anforderungen aus dem Fernverkehr angepasst werden. Hierfür sind modulare Erweiterungen oder Komponentenwechsel bzw. -erweiterungen notwendig, um die spezifischen Anforderungen zu erfüllen. Das standardisierte Tankstellenkonzept wird somit verfeinert und kann als Blaupause für zukünftige Anwender aus der Gruppe der Fernverkehrsdienstleister genutzt werden. <i>Abzuliefernde Ergebnisse:</i> - Erweiterung der System- und Anlagenteile für eine standardisierte Fernverkehrstankstelle - Schematische Darstellung verschiedener Aufstellungsvarianten der Hauptkomponenten - Anpassen des standardisierten R&I Schema für Fernverkehrsanwender - Erweiterung/Anpassung der Liste mit Parametern für Hauptkomponenten und Hilfsaggregaten
1.2.2.3.	psch.	Tankstellenkonzept Logistik Das erarbeitete standardisierte Tankstellenkonzept soll auf die noch offenen spezifischen Anforderungen der Logistik angepasst werden. Hierfür sind modulare Erweiterungen oder Komponentenwechsel bzw. -erweiterungen notwendig, um die spezifischen Anforderungen zu erfüllen. Das standardisierte Tankstellenkonzept wird somit verfeinert und kann als Blaupause für zukünftige Anwender aus der Gruppe der Logistiker genutzt werden. <i>Abzuliefernde Ergebnisse:</i> - Erweiterung der System- und Anlagenteile für eine standardisierte Logistiktankstelle - Schematische Darstellung verschiedener Aufstellungsvarianten der Hauptkomponenten - Anpassen des standardisierten R&I Schema für Logistikanwender - Erweiterung/Anpassung der Liste mit Parametern für Hauptkomponenten und Hilfsaggregaten
1.2.2.4	psch.	Tankstellenkonzept Schifffahrt Das erarbeitete standardisierte Tankstellenkonzept soll auf die noch offenen spezifischen Anforderungen der Schifffahrt angepasst werden. Hierfür sind modulare Erweiterungen oder Komponentenwechsel bzw. -erweiterungen notwendig, um die spezifischen Anforderungen zu erfüllen. Das standardisierte Tankstellenkonzept wird somit verfeinert und kann als Blaupause für zukünftige Anwender aus der Gruppe der Schifffahrt genutzt werden. <i>Abzuliefernde Ergebnisse:</i> - Erweiterung der System- und Anlagenteile für eine standardisierte Schifffahrtstankstelle - Schematische Darstellung verschiedener Aufstellungsvarianten der Hauptkomponenten - Anpassen des standardisierten R&I Schema für Binnenschifffahrtsanwender

		- Erweiterung/Anpassung der Liste mit Parametern für Hauptkomponenten und Hilfsaggregaten
1.2.3.		Wasserstofferzeugung und -abfüllung
1.2.3.1.	psch.	Aufstellungs- und Auslegungsentwurf Die Ergebnisse aus dem AP 1.1. werden in einen Aufstellungs- und Dimensionierungsentwurf der Wasserstofferzeugungs- und Abfüllungsanlage überführt. Dies beinhaltet die Machbarkeitsprüfung zur Integration aller zur Wasserstofferzeugung benötigten Medien zur Einbindung in das MHKW. Ziel ist eine vollständige Integration der Wasserstofferzeugung in das bestehende Kraftwerkskonzept als Blaupause ähnlicher Kraftwerkskonzepte. Die Elektrolyse und Abfüllung sollen möglichst auf dem Standort oder in räumlicher Nähe installiert werden. Die Elektrolyse soll entsprechend den Anforderungen der Anwender ausgelegt werden. Eine Vorratsspeicherung soll nur im begrenzten Rahmen stattfinden (Pufferspeicher), um ein runterfahren (Shutdown) der Anlage zu vermeiden. Die Kombination mit einer Tankstelle soll ebenfalls konzeptionell betrachtet werden. Diese kann auch in räumlicher Nähe denkbar sein, weshalb eine Leitungsgebundene Versorgung untersucht werden soll und als Option in dem Konzeptmodell aufgeführt werden soll. <i>Abzuliefernde Ergebnisse:</i> - Festlegen aller notwendigen System- und Anlagenkomponenten - Schematische Darstellung verschiedener Aufstellungsvarianten der Hauptkomponenten - Erstellen eines R&I Schemas - Liste mit Parametern der Hauptkomponenten und Hilfsaggregaten - Liste der anzupassenden Bestands-/Anlagenteile sowie Art und Umfang - Darstellung von Möglichkeiten einer Systemintegration - Optionale Anbindung einer leitungsgebundenen Tankstelle an die Erzeugung
1.2.3.2.	psch.	Betreiberkonzept Für die Betriebsweise eines Elektrolyseurs und somit der Erzeugung und Abfüllung von Wasserstoff gibt es unterschiedliche Betriebskonzepte und Restriktionen, welche einen Einfluss auf die Wasserstofferzeugung, die Betriebskosten, den Balance of Plant und den Alterungsgrad der Anlage haben. In diesem Arbeitspaket sollen unterschiedliche Betriebskonzepte erarbeitet und deren Vor- und Nachteile dargestellt werden. Anschließend soll ein optimales Betriebskonzept für die Anlage erstellt und die notwendigen Komponenten und Signale definiert werden. Hierbei ist es möglich, dass eine Mischung aus unterschiedlichen Betriebskonzepten entwickelt werden muss, um möglichst alle Anforderungen zu erfüllen. <i>Abzuliefernde Ergebnisse:</i> - Darstellung unterschiedlicher Betreiberkonzepte einer Wasserstofferzeugungsanlage - Vergleich und Bewertung der unterschiedlichen Ansätze als Erfüllungsmatrix (Excel) - Erarbeitung einer optimalen Betriebsweise nach den betrieblichen und wirtschaftlichen Anforderungen der Wasserstoffanwender und -betreiber
1.2.3.3.	psch.	Umgang mit Betriebsstörungen Bei der Erstellung einer funktionierenden Wasserstoffinfrastruktur ist im Vorfeld ein besonderes Augenmerk auf mögliche interne und externe Störeinflüsse, welche einen Einfluss auf den Betriebsablauf haben können, zu legen. Die Einflüsse können sich auf alle Komponenten des

Wasserstoffgesamtsystems auswirken und bedürfen der Entwicklung zielgerichteter Gegenmaßnahmen. Um frühzeitig Betriebsstörungen und deren Einfluss auf das Gesamtsystem in die Auslegung der Anlagenteile zu berücksichtigen, soll ein Überblick über die möglichen Störungen und deren Schäden bzw. Auswirkung verschafft werden. Anhand einer Risikomatrix und möglicher Gegenmaßnahmen sollen Störeinflüsse nach inneren und äußeren Faktoren geclustert und bewertet werden. Als Grundlage dienen die Ergebnisse aus dem AP 1.1.4

Abzuliefernde Ergebnisse:

- Begriffliche Abgrenzung von Störung, Unterbrechung, Revision, geplant und ungeplant
- Übersicht zu geplanten und ungeplanten Betriebsstörungen und Unterbrechungen sowie Revisionen(Excel)
- Bewertung des Einflusses auf das Gesamtsystems (Excel)
- Entwicklung von geeigneten Gegenmaßnahmen zur Minderung oder Verhinderung der Auswirkungen
- Übersetzung der Störereignisse zur Nutzung in der Softwaresimulation (Parameter/Variablenliste)

1.2.4.

Zentrale Wasserstoffspeicherung und -verteilung

1.2.4.1. psch.

Aufstellungs- und Auslegungsentwurf

Das Gesamtsystem benötigt zur zentralen Verteilung des Wasserstoffes einen Distributionsstützpunkt. Exemplarisch soll an einem zu definierenden Standort die Nutzung der Flächen auf Grundlage der Anforderungen geplant werden. Hauptsächlich werden am Standort Stellflächen für die Wasserstofftrailer benötigt und die Wendekreise der Zugmaschinen müssen berücksichtigt werden. Auch sollte ausreichend Platz für ein Betriebsgebäude eingeplant werden, um die Bedarfsgerechte Verteilung und die Organisation des Fuhrparks zu gewährleisten. Die einschlägigen Richtlinien zur Arbeitsstätten und Lagerung von Wasserstoff sind dabei zwingend zu berücksichtigen. Unterstützung wird aus den Ergebnissen des Los 2 erwartet.

Abzuliefernde Ergebnisse:

- Aufstellungsentwurf und Grundrisse in verschiedenen Aufstellungsvarianten für die Stellplätze am exemplarischen Standort
- Darstellung der Abstellflächen, Rangierflächen, Infrastrukturelemente

1.2.4.2. psch.

Automatisierungskonzept zur bedarfsorientierten Distributionssteuerung

Zur Bewirtschaftung des Gesamtsystems sind Informationen der teilnehmenden technischen Anlagen (öffentliche Tankstellen und Betriebstankstellen, Lager, Erzeugung, Flotte) notwendig. Diese sollen so verarbeitet werden, dass eine automatische und bedarfsorientierte Transport-Logistik für den Wasserstoff generiert werden kann und nicht gegen geltende Datenschutzanforderungen verstößt. Hierzu gehört auch die vorausschauende Bedarfsplanung, Störungspotentialanalyse bzw. –management. Das zu erstellende Gesamtsystem soll konzeptionell mit Sensoren und Aktoren erweitert werden, sowie angeschlossenen Partner durch Integration von Bedarfsfahrplänen optimal versorgen.

Abzuliefernde Ergebnisse:

- Auflistung von Anforderungen an eine Softwaregestützte automatisierte Systemüberwachung, -steuerung, -planung und Störungsmanagement (Anforderungsmatrix)
- Übersetzung der Anforderungen für die Simulation (Parameter/Variablenliste)

		- Überblick geeigneter Softwarelösungen mit Empfehlung (Markt- oder Individuallösung) und Darstellen der jeweiligen Kostenstrukturen - Auflisten der benötigten Infrastrukturkomponenten zur Nutzung der Software - Implementierungsanforderungen zur Softwaremigration in bestehende IT-Infrastrukturen
1.3.		Softwaremodellierung des Gesamtsystems und technoökonomische Optimierung (Softwaretool)
1.3.1.		Aufbau eines Softwaremodells
1.3.1.1.	psch.	Erstellen des Softwaregrundmodells Die Ergebnisse der einzelnen Elemente des Gesamtkonzepts sollen Software gestützt nachmodelliert und zu einem Gesamtsystem zusammengeführt werden. Dabei sollen alle relevanten physikalischen und betriebsrelevanten Parameter/Variablen, welche in den vorangegangenen Arbeitspaketen erarbeitet wurden in das Modell integriert werden. Das Modell dient als Grundlage zur Identifizierung von Schwachstellen und zur technischen sowie wirtschaftlichen Optimierung. Mithilfe nachfolgender Szenario basierter Stresstests und Simulationen soll das Grundmodell zur Umsetzungsreife weiterentwickelt und gegen Störeinflüsse möglichst immunisiert werden. Die Grundlagen werden in diesem Arbeitspaket gelegt. <i>Abzuliefernde Ergebnisse:</i> - Softwaremodell in der alle Elemente des Gesamtkonzept hinterlegt und modelliert sind - Integration der Parameter/Variablenliste, welche im Modell verwendet werden - Beschreibung zum Aufbau und der Funktionsweise des Softwaremodells - Darstellen der Simulationsgrenzen und Ergebnisinterpretierung
1.3.1.2.	psch.	Schnittstellenanalyse der zusammengeführten Gesamtkonzeptelemente Bei der Software gestützten Zusammenführung der einzelnen Gesamtsystemkomponenten könnte es zu einem zusätzlichen Anpassungsbedarf an den Komponentenschnittstellen kommen. Diese sollen in diesem Arbeitspakete identifiziert und Lösungen zur Zusammenführung durch Anpassung der Komponenten erarbeitet werden. In jedem Fall muss sichergestellt sein, dass die Anlagenteile in allen Parametern und Auslegungsgrößen zusammen harmonisieren und modelliert werden können. <i>Abzuliefernde Ergebnisse:</i> - Darstellung der Systemelemente, welche angepasst werden müssen - Beschreibung des Anpassungsbedarf und möglicher Folgen - Durchführung der Anpassung durch Abändern der zuvor definierten Auslegungsgrößen in Abstimmung mit AG
1.3.2.		Technische Optimierung
1.3.2.1.	psch.	Hinzufügen und Dimensionierung notwendiger System-Pufferspeicher Im Rahmen der Zusammenführung könnten neben der Anpassung der bestehenden Komponenten nachträglich System-Pufferspeicher notwendig werden und trotz der Bemühungen auf Verzicht sinnvoll erscheinen. Dieses Arbeitspaket gibt die Möglichkeit dem Gesamtsystem an geeigneten Stellen nachträglich Speicher hinzuzufügen und diese entsprechend den Systemanforderungen auszulegen. Das Modellierungstool gibt idealerweise Empfehlungen zum sinnvollen Speichereinsatz aus. <i>Abzuliefernde Ergebnisse:</i>

		- Darstellung von Systembedingten (Puffer)-Speichern - Auslegung und Dimensionierung der notwendigen Systemspeicher - Erstellen von Skizzen als Ergänzung zu den bestehenden Unterlagen - System- und Integrationsprüfung
1.3.2.2.	psch.	Hinzufügen weiterer zusätzlich notwendiger Anlagenkomponenten Bei der Zusammenführung besteht die Möglichkeit, dass weitere Systemkomponenten (ausgenommen Speicher) notwendig werden. Hierfür muss ausreichend Zeit zur Erweiterung des Gesamtsystems eingeplant werden. Die Benennung und Dimensionierung erfolgt, wie in den zuvor bearbeiteten Arbeitspaketen, entsprechend den dafür explizit definierten Anforderungen – hier Zusatzanforderungen. Anschließend werden die fehlenden Anlagenkomponenten dem Gesamtsystem hinzugefügt dokumentiert und das System erneut betrachtet. Das Arbeitspaket gilt als vollständig bearbeitet, wenn keine Anlagenkomponenten mehr dem Gesamtsystem hinzugefügt werden müssen. <i>Abzuliefernde Ergebnisse:</i> - Definition von Anforderungen an zusätzliche Anlagenkomponenten - Auslegung und Dimensionierung der notwendigen Anlagenkomponenten - Ergänzung der technischen Daten in die Parameter/Variablenliste - Erstellen von Skizzen als Ergänzung zu den bestehenden Unterlagen - System- und Integrationsprüfung
1.3.2.3.	psch.	Variieren der Systemparameter und –variablen zur technischen Eingrenzung Nach der vollständigen Modellierung erfolgt die Variierung der Eingangsgrößen im Modell. Dabei werden alle Variablen und veränderbaren Werte aus der Variablenliste zwischen ihren Min- und Max-Wert variiert. Im Ergebnis erhält man Anlagenkonstellationen welche Voroptimiert sind oder Werte-Paare die technisch nicht realisierbar sind. Anschließend werden die technischen Anforderungen aus dem AP 1.1. angelegt, um den Ergebnisraum Einzugrenzen. Es sollte sich eine überschaubare Anzahl an Lösungen aus der Vielzahl der Möglichkeiten (Lösungsraum), welche technisch sinnvoll realisierbar sind, ergeben. <i>Abzuliefernde Ergebnisse:</i> - Variieren der Software Eingangsparameter und –variablen - Darstellung aller realisierbaren Systemkombinationen - Anlegen der Anwenderanforderungen sowie der technischen Auslegungsgrenzen und Beschreibung von Vor- und Nachteilen der verbleibenden Lösungsmöglichkeiten
1.3.2.4.	psch.	Stresstests zur Definition der technischen Leistungsgrenzen der verbleibenden Systemvarianten Die verbleibenden Lösungssysteme werden abschließend den in AP 1.1.4. festgelegten Stresstestszenarien unterzogen. Es soll die Leistungsfähigkeit der verbleibenden Systemlösungen herausgearbeitet und das technisch stabilste System gefunden werden. Ein stabiles System ist neben der Erfüllung der Betriebs- und Anwenderanforderungen auch unempfindlich gegen äußere geplante und ungeplante Störeinflüsse sowie Extremszenarien. <i>Abzuliefernde Ergebnisse:</i> - Darstellung der Auswirkungen von besonderen Ereignissen auf die verbleibenden Lösungssysteme und Vergleich

		- Bewertung der verbleibenden Lösungen nach Anfälligkeit auf besondere Ereignisse, geclustert nach planbaren, nicht planbaren und extremen Einflüssen - Erarbeiten der technisch stabilsten Gesamtsystemlösung
1.3.3.		Wirtschaftliche Optimierung
1.3.3.1.	psch.	Anlegen der KPI's zur Eingrenzung der wirtschaftlichsten Lösung Nach Feststellung aller möglichen technischen Lösungen und der Erfüllung der dazugehörigen Anforderungen, soll unabhängig von der technisch besten Lösung die wirtschaftlichste Lösung erarbeitet werden. In dieser Phase werden zu den einzelnen Haupt- und Nebenanlagen erstmals Kosten hinterlegt. Hierzu werden wieder alle Systemlösungen aus dem AP 1.3.2.2. unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten bewertet. Durch anlegen der zuvor definierten KPI's werden die technischen Systemlösungen der Wirtschaftlichkeit und der Erfüllung nach geordnet. Somit ergibt sich ein differenziertes Bild zwischen technisch optimaler und wirtschaftlich optimaler Lösung. <i>Abzuliefernde Ergebnisse:</i> - Integration der Kostenstruktur (Mengen- und Kostengerüst – Excel) - Aufzeigen von Kostenvor-/nachteilen unterschiedlicher Systemkomponenten - Ranking der wirtschaftlichsten Systemlösungen
1.3.3.2.	psch.	Optimierung durch Variierung der wirtschaftlichen Eingangsparameter Um die Wirtschaftlichkeit des Gesamtsystems weiter zu optimieren soll der Lösungsraum hinsichtlich der Kostenstruktur optimiert werden. Hierzu ist die Identifikation von Kostentreibern in den unterschiedlichen Systemen mit zu erwartenden Marktentwicklungen zu verschneiden (Preisentwicklung, Skaleneffekte, etc.). Im Ergebnis könnte sich eine andere Reihenfolge der unter wirtschaftlichen Aspekten betrachteten Systeme ergeben. Als Folge lassen sich hieraus Maßnahmen ableiten, welche regulatorischen, politischen oder förderrechtlichen Forderungen / Maßnahmen zukünftig notwendig wären. <i>Abzuliefernde Ergebnisse:</i> - Darstellen des optimalen Gesamtsystems unter Kostenstruktur optimierten Annahmen - Ranking der Gesamtsystemlösungen - Forderungskatalog zur Verbesserung der regulatorischen, förderrechtlichen und/oder politischen Einordnung der zu präferierenden Gesamtsystemlösung
1.3.3.3.	psch.	Optimierung durch Anlegen und Kombinieren der Betriebskonzepte Die Ergebnisse aus dem AP 1.2.3.2. werden für einen weiteren Optimierungsschritt softwareseitig integriert. Durch die veränderten Betriebsweisen der Wasserstoffherzeugungseinheit wird sich ein Einfluss auf die verbleibenden Gesamtsysteme einstellen. Die Betriebskonzepte müssen so ausgesteuert werden, dass der Lösungsraum möglichst nicht reduziert wird, jedoch die Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit der einzelnen Lösungen verbessert werden. Hierbei ist es wahrscheinlich, dass eine Verschiebung der zu favorisierenden Gesamtsystemlösung stattfindet. <i>Abzuliefernde Ergebnisse:</i> - Darstellung zur Verschiebungseffekte der Ergebnisse nach Anlegen der unterschiedlichen Betriebskonzepte - Ranking der wirtschaftlichsten Gesamtsystemlösung und Auswahl des favorisierten Betreiberkonzept
1.3.4.		Kosten- und Förderbedarfsermittlung
1.3.4.1.	psch.	Darstellung der Gesamtsystemkosten

Nach erfolgreicher Optimierung findet abschließend die Auswahl des zu favorisierenden Gesamtsystems statt. Berücksichtigung finden bei der Auswahl alle relevanten Anforderungen und KPI's, sowie als Orientierungshilfe die Ergebnisse aus den einzelnen Optimierungsschleifen. Die Kostenstruktur des favorisierten Gesamtsystems wird vollständig nach den einzelnen Wertschöpfungsstufen wirtschaftlich gerechnet und die Kosten je Stufe aufgelistet. Durch Anlegen eines geeigneten Geschäftsmodells und unter der Annahme eines Markthochlaufsenarios soll die Gesamt- und Teilwirtschaftlichkeit der Gesamtsystemlösung berechnet werden.

Abzuliefernde Ergebnisse:

- Festlegen der unter allen Gesichtspunkten und Optimierungsvorgängen wirtschaftlichsten und technisch stabilsten Gesamtsystemlösung
- Berechnung und Auflisten der endgültigen Gesamtsysteminfrastrukturkosten (Excel)
- Berechnung zur Wirtschaftlichkeit unter Annahme der vorläufigen Zusagen der Wasserstoffanwender
- Gesamt- und Teilwirtschaftlichkeitsberechnung entsprechend der Wertschöpfungsgrenzen

1.3.4.2. psch. GAP-Analyse zu allen festgelegten KPI's

Zur Auswahl kommt eine geeignete Gesamtsystemlösung, welche aller Voraussicht nach, technisch sinnvoll, wirtschaftlich tragfähig und äußeren Einflüssen resistent sein wird. Daher werden einige der KPI's und Anwenderanforderung nicht oder nur teilweise erreicht. Diese Lücken sollen anhand einer GAP-Analyse herausgestellt und dessen Einfluss auf das Gesamtsystem bewertet werden. Anschließend soll unter Zuhilfenahme geeigneter Mittel, nach weiteren Möglichkeiten zur Schließung der Lücken gesucht werden, ohne das präferierte System negativ zu beeinflussen.

Abzuliefernde Ergebnisse:

- Auflistung des Erfüllungsgrad aller Anforderungen und KPI's nach Auswahl des umsetzungsfähigen Gesamtkonzepts
- Darstellung geeigneter Mittel zur Schließung oder weiteren Reduzierung der noch offenen Lücken und Einfluss auf das Gesamtsystem

1.3.4.3. psch. Berechnung des Fördermittelbedarfs

Nach der Kostenrechnung des Gesamtsystems und der möglichen Erlöse ab Umsetzung und Implementierung, wird sich ein BEP (Break-Even-Point) einstellen, ab dem anzunehmen ist, dass sich das Gesamtsystem wirtschaftlich selbstständig trägt. Zur Überbrückung der Marktanlaufphase bis zur Etablierung am Markt werden Fördermittel notwendig sein. Hierzu existieren bereits bewährte Förderprogramme und Marktmechanismen, welche auf Anwendbarkeit hin geprüft werden sollen. Auch sollen Instrumente zur Marktaktivierung untersucht und entwickelt werden und deren Wirksamkeit auf die Verschiebung des BEP. Abschließend soll geprüft werden, welche individuellen Instrumente zur Marktetablierung des Gesamtsystems führen können (Investitionsförderung, Betriebsförderung, etc.).

Abzuliefernde Ergebnisse:

- Übersicht zur Förderinstrumenten und deren Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit
- Übersicht zu Marktaktivierungsprogrammen und der Einfluss auf den BEP
- Erarbeitung und Entwicklung neuer Instrumente zur Marktetablierung

1.3.5. Übertragung der Ergebnisse in ein Softwaretool

		Die Stadt Frankfurt möchte zur Marktaktivierung zukünftigen Wasserstoffanwendern ein einfach zu bedienendes Softwaretool zur Verfügung stellen. Das Tool soll auf der Grundlage des entworfenen Gesamtkonzepts und dessen erarbeiteten Ergebnisse potenziellen Nutzern eine erste Indikation über die Teilnahmemöglichkeit an dem Wasserstoff Gesamtsystem geben. Interessenten erhalten nach Eingabe ihrer spezifischen Daten Aussagen über notwendige Umrüst- und Investitionskosten, deren Wasserstoffbedarf, den notwendigen Flächenbedarf und Handlungsempfehlung zum weiteren Vorgehen, sowie dem Umgang der Ergebnisse. Abfrageergebnisse werden in einer zweiseitigen Ergebnisseite festgehalten, mit dem Ist-Zustand verglichen und grafisch ansprechend aufbereitet. Nutzer des Tools müssen der Speicherung Ihrer Abfrageergebnissen in einer Datenbank zustimmen, welche für die Weiterverarbeitung durch dritte oder zu Analysezwecke genutzt werden kann.
1.4.		Projektmanagement
1.4.1.	psch.	Schnittstellen- und Kommunikationsplanung Der Auftragnehmer hat einen Projektleiter und einen Stellvertreter zu benennen. Dieser bildet die Schnittstelle zu dem auftragserfüllenden Projektleiter des Auftraggebers. Alle Informationen und Abstimmungen erfolgen zwischen diesen beiden Personen. Entscheidungsebene ist der Lenkungskreis des Projektes, bestehend aus je einem Vertreter der Konsortialpartner (Stadt Frankfurt, Mainova AG, MHKW GmbH, FES GmbH). Der Projektleiter des Auftragnehmers hat zu den regelmäßigen Sachstandsbericht- und Entscheidungsterminen anwesend zu sein. Während des Erfüllungszeitraums werden neben dem auftragserfüllenden Projektleiter weitere Schnittstellen zu Projektmitarbeitern aus dem Konsortium und zu Mitarbeitern der Wasserstoffanwender notwendig sein. Grundsätzlich sind direkte Kommunikationswege zur effizienten Aufgabenerfüllung zu wählen. Um Informationen dem gesamten Projektteam zur Verfügung zu stellen, daher ist mit dem Auftraggeber ein Kommunikationsplan abzustimmen und einzuhalten. <i>Abzuliefernde Ergebnisse:</i> - Zeit- und Ressourcenplan - Kommunikationsplan - Sachstandsberichte (alle 6 – 8 Wochen) - Entwicklungsplan Softwaretool
1.4.2.	psch.	Abschlussbericht Jedes Arbeitspaket und dessen Ergebnisse sind in geeigneter Form zu dokumentieren (siehe Vorgaben je AP). Der Auftragnehmer verpflichtet sich, dass vollständig ausgearbeitete Konzept in einem Abschlussbericht nieder zu schreiben. Die Inhalte werden mit dem auftragserfüllenden Projektleiter des Auftraggebers abgestimmt und durch diesen veröffentlicht. Betriebsdaten und Betriebsgeheimnisse sind nicht zu veröffentlichen, es sei denn die Konsortialpartner bzw. Wasserstoffanwender erteilen jeweils ihre Zustimmung. Im Abschlussbericht müssen auch die Ergebnisse aus den Losen 2 – 4 integriert werden. Zum Abschlussbericht gehört auch die Übergabe des Softwaretools auf einen mobilen elektronischen Datenträger (z.B. USB). Der Abschlussbericht wird in digitaler Form und in dreifacher gedruckter und gebundener Form samt Datenträger an den AG übergeben.
1.4.3.	psch.	Reisekosten Der Auftragnehmer hat für Präsenztermine wie Sachstandsberichte und Workshops entsprechende Reisekosten zu planen. Die Reisekosten sind entweder an der entsprechenden Stelle zu inkludieren oder hier separat

1.5.

1.5.1. psch.

auszuweisen. Eine nachträgliche Geltendmachung von Kosten über die Reisekostenpauschale hinaus wird ausgeschlossen.

Optionale Position

Sauerstoffnutzung in der Verbrennung

Während dem Elektrolyseprozess fällt neben Wasserstoff auch Sauerstoff als Reaktionsprodukt aus dem Prozess an. Dieser wurde bisher an die Umwelt imitiert oder kostenintensiv in Gasflaschen abgefüllt. Sauerstoff könnte man auch wieder dem Verbrennungsprozess zuführen. Generell ist die Nutzung von sauerstoffangereicherter Luft in Verbrennungsprozessen nicht neu. Vorteile dieser Technik sind die Reduzierung des auf die Brennstoffmenge bezogenen Rauchgasvolumenstroms, ggf. Reduzierung des Zusatzbrennstoffbedarfes bei der Verbrennung heizwertarmer Abfälle und eine verstärkte thermische Zerstörung von organischen Schadstoffen durch Erreichen höherer Verbrennungstemperaturen. Die Reduzierung des auf die Brennstoffmenge bezogenen Rauchgasvolumenstroms führt dazu, dass man bei einer bestehenden Rauchgasreinigung den Brennstoffdurchsatz im Ofen erhöhen kann oder bei gleichbleibender Brennstoffmenge sich die Rauchgasbehandlungskosten durch das geringere Volumen verringern. Randbedingung hierbei ist, dass der Kessel dabei jedoch nicht thermisch überlastet wird. Dieses Arbeitspaket soll die grundsätzliche Eignung von Sauerstoff in der Verbrennung von Müllheizkraftwerken und dessen Potenziale, sowie Nutzungs- und Einbindungskonzepte am Beispiel des MHKW Frankfurt darlegen.

Los 2 – Rechtliche Analyse

Pos.- Nr.	Menge	Gegenstand der Leistung	Preis/Einheit Euro	Preis/Menge Euro
2	psch.	Rechtliche Analyse Vor der Ausgestaltung des Gesamtkonzepts ist die Erstellung eines rechtlichen Rahmens als Grundlage jeglicher technischer und wirtschaftlicher Überlegungen im Bereich Wasserstoff notwendig. Die rechtlichen Grundlagen dienen anfänglich der Berücksichtigung von Anforderungen aus dem EEG, KWKG, EnWG und weiterer relevanter Rechtsvorschriften für den Start der Konzeptionierung. Während der Konzeptentwicklung werden Zwischenstände mit den rechtlichen Anforderungen abgeglichen und wenn nötig unter Abwägung von möglicher Alternativen Anpassungen vorgenommen. Das schließt auch mögliche Änderungen des rechtlichen Rahmens in der Zukunft ein. Hier sollen mögliche Einflüsse auf das Gesamtsystem aus bevorstehenden gesetzlichen Änderungen, Anpassungen des Förderrahmen oder EU-Rechtseinflüsse auf die nationale Gesetzgebung, wie zum Beispiel die Umsetzung der Anforderungen der RED II oder Einflüsse des European Green Deal geprüft werden. Bis zum Abschluss der Konzeptionierung soll hierdurch Rechtssicherheit gewonnen werden. <i>Abzuliefernde Ergebnisse:</i> - Übersicht zu den wichtigsten zu berücksichtigenden Rechtsnormen im Bereich Wasserstoffherzeugung, Abfüllung, Distribution, Logistik, Betankungsanlagen, Abrechnung - Liste von rechtlichen Anforderungen, welche als Parameter oder Variable in der Parameter/Variablenliste zur Softwaresimulation aufgenommen werden müssen - Definition von Anforderungen und rechtssicheren Spielräumen für die Konzeptentwicklung - Erstellen einer Risikomatrix zum Einfluss zukünftiger Änderungen/Anpassungen der nationalen Gesetzgebung		

Los 3 - Umfeldanalyse

Pos.- Nr.	Menge	Gegenstand der Leistung	Preis/Einheit Euro	Preis/Menge Euro
3.		Umfeldanalyse		
3.1.	psch.	Marktaktivitäten und -potentiale Zur Bewertung von Marktaktivitäten und Marktpotentialen sollen exemplarisch am Rhein-Main-Gebiet die bestehenden regionalen Marktaktivitäten qualitativ und quantitativ erfasst und aufgelistet werden. Für regionale Tätigkeiten und Projekte sollen einheitliche Steckbriefe mit den relevantesten Informationen erstellt werden und in einer Projektlandkarte verzeichnet werden. <i>Abzuliefernde Ergebnisse:</i> - Erstellen einer Liste von regionalen Aktivitäten im Wasserstoffbereich (MS-Word/MS-Excel) mit definierten Merkmalen und Eigenschaften (u.a. Unternehmen/Partner, Marktsegment, Projektschwerpunkt, Marktreife, Wasserstoffumschlagkapazität/Marktpotential) - Erstellen von Projektsteckbriefen (MS-Word) - Erstellen einer Übersichtskarte mit allen regionalen Aktivitäten (Grafik)		
3.2.	psch.	Quellen-Senken-Analyse Ebenso soll exemplarisch eine Karte (Heatmap) erstellt werden, in welcher die in der Region ansässigen Speditions- und Logistikunternehmen einen Standort verzeichnen und über welche Fahrzeugkapazität dieser vor Ort verfügt (LKW Zugmaschinen). Über die Assoziierten Partner hinaus sollen weitere im Rhein-Main Gebiet tätigen ÖPNV Busverkehrsdienstleister und ihre Betriebsstandorte identifiziert werden und ebenfalls in einer Karte verzeichnet werden. Beide Karten sollen miteinander abschließend in einer gemeinsamen Darstellung verschnitten werden. <i>Abzuliefernde Ergebnisse:</i> - Erstellen einer Heatmap über Speditionen und Logistiker im Rhein-Main Gebiet - Erstellen einer Heatmap über ÖPNV-Busunternehmen im Rhein-Main Gebiet - Erstellen einer Gemeinsamen Heatmapkarte - Excel Tabellen je Heatmap mit Detailinformationen (Name der Spedition, Schwerpunkt/Segment, Größe des Fuhrparks, jährliche Kilometerleistung)		
3.3.	psch.	Verkehrsaufkommen Analyse Zur Auswahl einer idealen Tankstelle im öffentlichen Bereich mit möglichst hohen Schwerlastverkehrsaufkommen, sind die Hauptverkehrsachsen im Rhein-Main Gebiet zu untersuchen und das Schwerlastverkehrsaufkommen zu erheben. Hier ist vor allem wichtig zu erkennen in welche Richtungen Verkehrsströme fließen und ob es signifikante Unterschiede in den Zu- und Abflussrichtungen gibt. Der Fokus liegt hier auf die im Rhein-Main-Gebiet befindlichen Autobahnen und Bundesstraßen. <i>Abzuliefernde Ergebnisse:</i> - Karte über Schwerlastverkehrsaufkommen farbig abgestuft an den Hauptverkehrsachsen im Rhein-Main Gebiet (Autobahnen und Bundesstraßen) - Vorschlagsliste zu Auswahlkriterien und deren Gewichtung		

Los 4 Öffentlichkeitsarbeit

Pos.-Nr.	Menge	Gegenstand der Leistung	Preis/Einheit Euro	Preis/Menge Euro
4.		Öffentlichkeitsarbeit		
4.1.	psch.	Erklärvideo Das zu erstellende Wasserstoffsystem ist in seiner Funktionsweise komplex und sowohl für Fachfremde als auch für technisch versierte Personen schwer zu durchdringen. Die Erklärung dieses komplexen Systems bedarf einer visuellen Unterstützung, in der die einzelnen Schritte von der Wasserstofferzeugung, über Abfüllung und Transport, Zwischenspeicherung und Distribution zu den Tankstellen der Wasserstoffanwender erklärt wird. Das Erklärvideo soll den Betrachter mit auf die Reise nehmen und das Thema aus Sicht eines Wasserstoffmoleküls erklären. Auf der Reise sollen die zahlreichen Schritte und weiteren Optionen näher gebracht werden. Das Kommunikationsziel soll sein, dass sich die Konsortialpartner in diesem Projekt gemeinsam den Aufbau einer Wasserstoffinfrastruktur annehmen und interessierte Bürger und Anwender beteiligen. <i>Folgende zentrale Botschaften sollen dabei übermittelt werden:</i> - Wasserstoff ist die Zukunft für den Schwerlastverkehr, ÖPNV und Binnenschiffverkehrsverkehr - Wasserstoff aus dem Strom vom Müllheizkraftwerk ist CO2 neutral - Regionaler Vertrieb von Wasserstoff reduziert teure und klimaschädliche Transportkosten - Das Projekt soll als Blaupause für Deutschland übertragbar sein <i>Zielgruppe:</i> - Interessierte Bürger mit und ohne technischen Vorkenntnissen - Zukünftige Wasserstoffanwender aus Transport und Logistik, ÖPNV und Binnenschiffahrt - Politik und Verbände <i>Video-Vorgaben:</i> - Komplexere Animation von Figuren, Szenen, Icons und Typografie - Vertonung inkl. Sprache (deutsch) und Musik - Bis 2 Minuten Länge - 1080p – Auflösung <i>Produktion:</i> - drei Konzeptansätze zur Auswahl und Abstimmung - 2 Briefings vor Ort bis zu 4 Stunden - Erstellen von bis zu 10 individueller Icons und Grafiken - 3 Korrekturschleifen jeweils für Text, Bild und Musik - 5 Grafiken aus dem Video für Power Point und interne Werbemittel		
4.2.	psch.	Projektgrafiken Die Öffentlichkeitsarbeit des Projektes und die Beteiligung interessierter Bürger erfolgt über verschiedene Medienkanäle. Diese sollen mit geeigneten Grafiken begleitet werden. Ein einheitlicher Stil und eine einfache Bildsprache sind nötig, um die komplexen Inhalte für jedermann verständlich zu transportieren.		

Für das Projekt existieren bereits ein Logo und eine Gesamtsystemgrafik. Diese sollen weiter professionalisiert werden.

Zielgruppe:

- Zukünftige Wasserstoffanwender aus Transport und Logistik, ÖPNV und Binnenschifffahrt
- Interessierte Bürger mit und ohne technischen Vorkenntnissen
- Politik und Verbände
- Die breite Öffentlichkeit

Grafik Vorgaben:

- Einheitlicher Stil für alle Grafiken
- Übernahme des Konzeptansätze aus Videoproduktion
- Vektorgrafiken für die Kanäle: Print, Social-Media, Web, PowerPoint

Produktion:

- 2 Briefing vor Ort bis zu 4 Stunden
- Erstellen von bis zu 10 individuellen Projektgrafiken u.a. Projektlogo, Erklärung Gesamtsystem (statisch und/oder dynamisch), Darstellung von Teilprozessschritten (statisch und/oder dynamisch), Projektsteckbrief
- 2 Korrekturschleifen

IV. Bearbeitungszeit

Die Auftragslaufzeit für Los 1 erstreckt sich über 13 Monate. Der voraussichtliche Beginn ist unmittelbar nach Zuschlagserteilung, 11/2020 – 11/2021.

Die Lose 2 -4 haben eine abweichende Bearbeitungszeit (siehe III.).

Sollte die Bearbeitung der Arbeitspakete nicht in dem gewählten Zeitraum zu leisten sein ist diese bei Angebotsabgabe entsprechend zu vermerken.

Verzögerungen während der Bearbeitungszeit sind dem Auftragnehmer 3 Wochen vor Zieltermin anzuzeigen und zu begründen.

V. Allgemeine Anforderungen an die zu erbringende Leistung

V.1. Projektmanagement und Zusammenarbeit

Für die Bearbeitung aller Leistungsanforderungen ist sich an der vorgegebene Struktur der Arbeitspakete zu orientieren. Es sind entsprechende Zeitpläne, Projektstrukturpläne, Abstimmungstermine und weitere Projektmanagement übliche Dokumente zu erstellen. Ein Vorschlag ist bei Angebotsaufforderung mit Vorzulegen (Projektstrukturplan und Zeitplan). Die Detailierung erfolgt in Abstimmung nach Auftragsvergabe. Statusmeldungen erfolgen mindestens einmal wöchentlich und sind schriftlich zu dokumentieren. Dabei sind Projektfortschritt und Bearbeitungsstand der einzelnen Arbeitspakete in geeigneten Abständen zu kommunizieren.

V.2 Berichte (nur Los 1 – 3)

Jedes Arbeitspaket und dessen Ergebnisse sind in geeigneter Form zu dokumentieren (siehe Vorgaben je AP und in Abstimmung nach Auftragsvergabe). Die Inhalte werden mit dem auftragserfüllenden Projektleiter des Auftraggebers abgestimmt. Betriebsdaten und Betriebsgeheimnisse sind nicht zu veröffentlichen, es sei denn die Konsortialpartner bzw. Wasserstoffanwender erteilen jeweils ihre Zustimmung.

V.3 Veröffentlichungen (nur Los 1 – 3)

Der Auftragnehmer verpflichtet sich an der Mitarbeit von Fachveröffentlichungen und Fachartikeln im Rahmen der Projektarbeit.

Alle Veröffentlichungen müssen den Vorgaben des Leitfadens Kommunikation HyLand entsprechen (<https://www.now-gmbh.de/de/service/logos-und-leitfaeden>).

Presse und öffentlichkeitswirksame Termine sind durch einen Vertreter nach Aufforderung auftragserfüllenden Projektleiter im Rahmen der Projektlaufzeit wahrzunehmen.

V.4. Besondere Anforderungen an die Qualifikationen für Los 1

Der Auftragnehmer verfügt in der voraussichtlichen Dauer des Projektes über ausreichende Mittel zur Erfüllung des Auftrags. Der Auftragnehmer hat darüber hinaus folgende Nachweise einzureichen:

- Schriftliche Referenzen über Aufträge in vergleichbarer Art und Größenordnung (Zeugnisscharakter) mit folgenden Inhalten:
 - Ansprechpartner des AG (Name, Anschrift, Abteilung, Telefon, Mail)
 - Auftragsvolumen
 - Auftragsschwerpunkt (Art/Inhalt)
 - Zeitraum der Bearbeitung
 - Bewertung der erbrachten Leistung
- Konzept über den Ablauf der Leistung
- Vorlage einer Arbeitsprobe als Nachweis der fachlichen Eignung (z.B. Softwareentwicklung, Referenzprojekt)

Die potentiellen Bieter haben einen Vorschlag von möglichen Methoden zur Lösungsfindung der spezifischen Problem- und Aufgabenstellungen vorzustellen. Die Methoden können standardisierte oder eigen entwickelte Herangehensweisen beinhalten. Der Fokus sollte auf einer zielgerichteten und effizienten Lösungsorientierten Methodik je Problemstellung liegen.

Für alle technischen Konzeptlösungen gelten die einschlägigen Gesetze und Vorschriften, wie zum Beispiel DIN EN- und DIN-Normen, DGUV Vorschriften, Regeln, Informationen, etc. sowie das DVGW- bzw. das AGFW-Regelwerk, die VTÜV-Merkblätter, die AD 2000-Merkblätter, die VDE-Bestimmungen, die DVS-Richtlinien und die einschlägigen, durch das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung erlassenen Richtlinien, technischen Bestimmungen, Vorschriften, etc. jeweils in der gültigen Fassung sowie Herstellervorschriften.

V.5. Zahlungsziel

Je Los ist 100% der Leistung 30 Tage nach Abnahme und Rechnungstellung zu begleichen.

Es sind keine Abschlagszahlungen vorzunehmen.