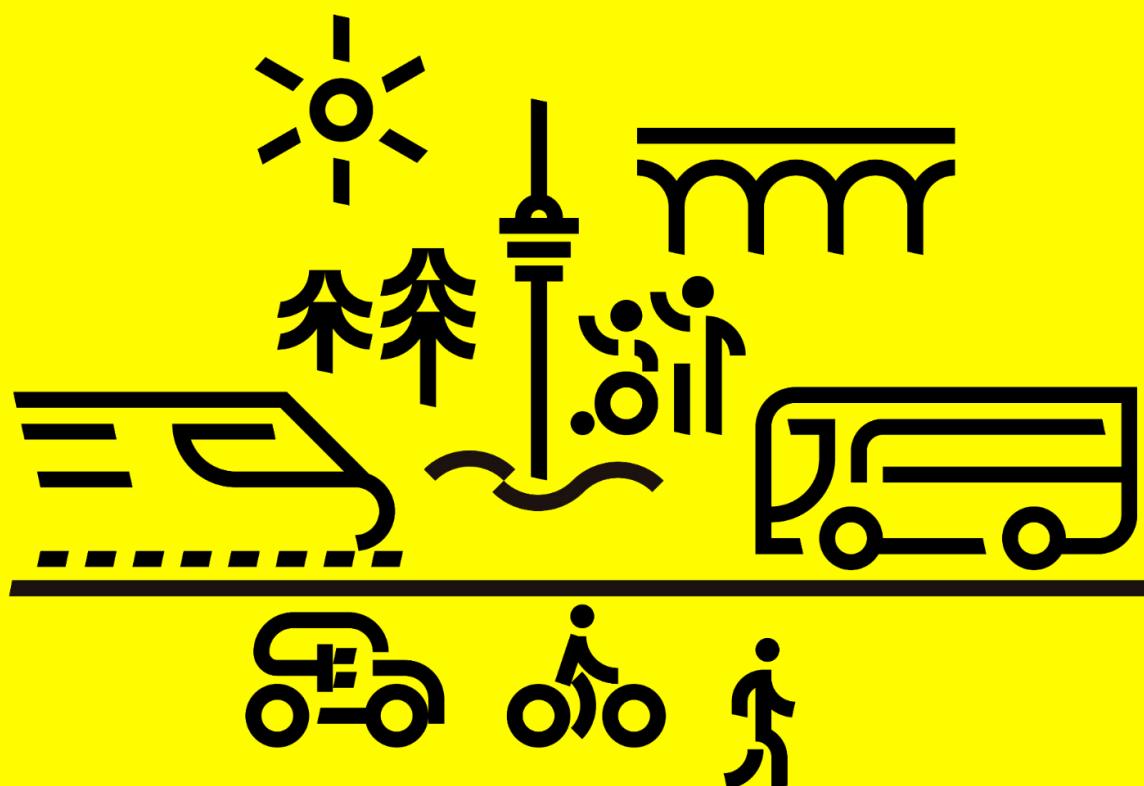




BlendBilanz4Mobility

Aufbau und Inbetriebnahme einer variablen Blendanlage zur Herstellung Bilanzierungs-geeigneter reFuels-Kraftstoffblends zum Erreichen höherer Beimischungsmengen zur steigenden THG-Reduktion in der Mobilität

Abschlussbericht





BlendBilanz4Mobility, gefördert durch das Ministerium für Verkehr Förderkennzeichen VM5-2426-1/26/1
wurde bearbeitet von:

Frank Schulze, Frank.Schulze@exolum.com
Exolum Mannheim GmbH

Dr.-Ing. Olaf Toedter olaf.toedter@kit.edu
Alexander Heinz, alexander.heinz2@kit.edu
Institut für Kolbenmaschinen
Karlsruher Institut für Technologie

Mannheim am 26.11.2025



Baden-Württemberg
Ministerium für Verkehr



Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	4
Management Summary.....	5
Handlungsempfehlungen	8
1. Zusammenfassung	9
2. Darstellung und Ergebnisse der Arbeitspakete	10
2.1. Ausgangssituation	10
2.2. Aufbau der Blendanlage.....	13
2.3. Digitale Schnittstelle	16
3. Zusammenfassung	18
Abkürzungsverzeichnis	20
Abbildungsverzeichnis.....	20
Anhang	22

Management Summary

Notwendigkeit des Imports von reFuel-Komponenten

Die Synthese von reFuels¹ wird nach aktuellem Stand der Technik mindestens mittelfristig hochpreisiger sein, als die Produktion fossiler Kraftstoffe. Vor allem in der Hochlauf-Phase werden reFuels zudem in der Menge begrenzt sein. Beides wirkt einem raschen Hochlauf entgegen. Auch wenn die bestehende Regulatorik den Import von E-Fuels (PtX-Kraftstoffe, die über Elektrolyse-Wasserstoff synthetisiert werden²) von Ländern außerhalb Europas stark einschränkt, werden diese aus langfristiger Sicht eher aus sonnen- und windreichen Ländern importiert werden müssen.

Für den Handel mit erneuerbaren Kraftstoffen bietet die variable Zumischung von biogenen oder strombasierten reFuels zu fossilen Kraftstoffen mehrere Vorteile. Die erreichte Treibhausgas (THG)-Reduktion der als Kraftstoffblend bezeichneten Kraftstoffmischung kann auf die individuelle Nachfrage von Kraftstoffkunden angepasst werden. So kann der Mehrpreis der reFuels-Komponenten effektiv mit nachweisbaren THG-Reduktionen auch in Kraftstoffblends vermarktet werden. Die Nachweisbarkeit der THG-Reduktion ist wichtig, weil sich Unternehmen diese Einsparungen auf ihre Nachhaltigkeitsberichterstattung anrechnen lassen können und die Kraftstoffe dadurch einen höheren Wert haben.

Im vorliegenden Projekt BlendBilanz4Mobility geht es um den Aufbau und die Inbetriebnahme einer variablen Blendanlage zur Herstellung Bilanzierungs-geeigneter reFuels-Kraftstoffblends zum Erreichen höherer Beimischungsmengen mit dem Ziel steigenden THG-Reduktion in der Mobilität im Tanklager von Exolum in Mannheim. Die wissenschaftliche Begleitung erfolgte durch das Karlsruher Institut für Technologie (KIT).

Für den Kraftstoffimport nach Baden-Württemberg ist Mannheim ein entscheidender Standort.

Wenn erneuerbare Kraftstoffe und Kraftstoff-Vorprodukte (z.B. Methanol) importiert werden, erfolgt dies für eine Nutzung in Baden-Württemberg meist über den Hafen Rotterdam, ab dem die Kraftstoffe oder Kraftstoffkomponenten in Binnentankschiffen über den Rhein transportiert werden. Die am Rhein in Mannheim angeordneten Tanklager sind somit die erste Importstelle in Deutschland und dienen zur weiteren Distribution per Tankzug an die Empfängerstellen. Die Lagerung der Kraftstoffe wird unter Energiesteueraussetzung in einem Energiesteuererlager durchgeführt. Die Energiesteuererhebung erfolgt

¹ reFuels ist die Obermenge der Kraftstoffe aus erneuerbaren Quellen und setzt sich zusammen aus fortschrittlichen Biokraftstoffen, Kraftstoffen aus Rest- und Abfallstoffen und aus auf Elektrolyse-Wasserstoff basierenden E-Fuels

² Die entsprechenden PtX-Kraftstoffe (Power-to-X) werden in der EU Regulatorik als RFNBO - Renewable Fuels of Non-Biological Origin bezeichnet

erst mit der Verladung der Kraftstoffe über geeichte Zähler in die abholenden Tankzüge oder Tanklastwagen.

reFuels müssen ihren höheren Preis durch gesicherte Nachhaltigkeitskriterien rechtfertigen.

Die nachweisbare Nachhaltigkeit bei Nutzung der reFuels ist eine wesentliche Voraussetzung für die Wertschöpfung von reFuels. Damit ist eine geschlossene und bilanzierungsfähige Nachweifähigkeit notwendig, auch wenn die erneuerbar erzeugten Kraftstoffe fossilen Kraftstoffen beigemischt werden.

Die Abgabe von kleineren, bedarfsgerechten Kraftstoffmengen kann ein Türöffner für den Hochlauf der reFuels sein.

Durch Investitionen in Mischanlagen zum Mischen kleiner Mengen können auch einzelne Tankkraftwagen-Lieferungen gezielt abgemischt und eingesetzt werden. Damit können in den Phasen des Hochlaufs und anfangs begrenzter verfügbarer Mengen diese Mengen in Form von Beimischungen in gezielten Anwendungen (z.B. Seetankstellen, Speditionstankstellen oder Hoftankstellen von Feuerwehren) bilanziert und genutzt werden. Die Bilanzierung der Kraftstoffe ist im Zusammenhang mit der zugeordneten Nutzung die Basis einer normgerechten Bilanzierung der Treibhausgasemissionen und ihrer Reduktion bei den Anwendern. Eine Beimischung von tankwagengroßen Mengen ist bislang für Raffinerien nicht finanziell attraktiv. Daher stellt die Anlage keine Konkurrenz beispielsweise für die Mineraloelraffinerie Oberrhein (MiRO) in Karlsruhe dar. Gleichzeitig bietet BlendBilanz4Mobility für kleinere Hersteller oder geringere Produktionsmengen von reFuels eine Vermarktungsmöglichkeit und kann damit den Hochlauf der Produktion durch regionale Produzenten ankurbeln.

Mit BlendBilanz4Mobility wurde die Fähigkeit der Kleinmengenabgabe (in Tankkraftwagen) für beliebige reFuel-Kraftstoffmischungen nachgewiesen.

Hierzu wurde im Projekt eine mit Sensorik ausgestattete Blendanlage mit Anschluss an drei Tanks aufgebaut. In diesen drei Tanks können biogene, strombasierte und fossile Kraftstoffe gelagert und anschließend in variablen Mengenverhältnissen auf einzelne Transportmittel (z.B. Tankwagen TKW und Kesselwagen KWG) abgefüllt werden. Durch diese Blendanlage wurde erstmalig in Deutschland eine bilanzierte Kleinmengen-Mischfähigkeit erreicht. Auszüge aus Unterlagen zur Umsetzung der Anlage befinden sich im Anhang dieses Dokumentes.

Die digitale Nachweisführung ist entscheidend für das Schaffen von Vertrauen in die Treibhausgasreduktionen durch reFuels.

Mit dem erfolgreichen Bau der Mischanlage wurde die in der Verrohrung der drei Kraftstofftanks integrierte Sensorik mit digitaler Schnittstelle versehen. Durch die **Integration der Mengenmessung** in der Tanklagersoftware wird für jeden ausgelieferten Kraftstoff die genaue Treibhausgaseinsparung berechnet. Mittels Bereitstellung der Daten in den Zoll-Meldungen und im Tool „Digital Fuel Twin“ (DFT) der Fa. Bosch wird für jeden ausgelieferten Kraftstoff die genaue nachgewiesene Treibhausgaseinsparung berechnet.



Das Tanklager Exolum Mannheim nutzt das Softwaresystem OpenTAS der Fa. OpenTAS GmbH als Mengen-Buchhaltungsprogramm. Diese Software wurde um drei Schnittstellen zu den Zählern erweitert, um die validierten digitalen Meldungen an die Zollmeldungen und das Tool „Digital Fuel Twin“ der Fa. Bosch senden zu können.

Nutzer des Kraftstoffes wie Logistikflobettenbetreiber können hiermit entsprechend der Corporate Sustainability Reporting Directive der EU (CSRD) eine Reduktion der Transportemissionen nachweisen. Als direkte Emissionen (Scope 1) für den eigenen Betrieb und die eigene Berichtserstellung ermöglicht dies das Erreichen eigener Klimaschutzziele. Als indirekte Emissionen (Scope 3) wird die Weitergabe der THG-Reduktionen an Logistikkunden in Rahmen von THG-reduziertem Logistikverkehr möglich. Durch diese Nachweisbarkeit in einer durchgängig digitalen Nachweiskette wird die Selbstauskunft von Logistik-Unternehmen im Rahmen von Ausschreibungen mit zertifizierten THG-Emissionsdaten untermauert und das Vertrauen in real erreichbare Emissionsreduktionen erhöht.

Unternehmen können sicher nachgewiesene Treibhausgasreduktionen durch den Einsatz von reFuels für die Erreichung ihrer Klimaziele und die Nachhaltigkeitsberichterstattung (CSRD) nutzen.

Die Konformität mit der CSRD-Richtlinie der EU wird erreicht, indem unter Einhaltung der ESRS-Kriterien (European Sustainability Reporting Standards) gemäß dem sogenannten Greenhouse Gas Protokoll die genutzten Mengen und die damit verbundene Nutzung digital und gesichert verknüpft werden.

Neben der technischen Realisierung der Pilot-Blendanlage wurde das Ziel erreicht, eine belastbare bilanzielle THG-Reduktion beim Einsatz von reFuels als Beimischung nachzuweisen.

Handlungsempfehlungen

Für den Hochlauf von reFuels aus nicht-EU-Staaten muss die geltende EU-Regulatorik angepasst werden (Aktionsplan reFuels) oder Ausnahmeregelungen für den Hochlauf zugelassen werden.

Der Import von RFNBO (erneuerbare Kraftstoffe nicht-biologischen Ursprungs auch bezeichnet als PTX-Kraftstoffe oder E-Fuels, engl. Renewable Fuels of Non-Biological Origin) muss gemäß der Erneuerbaren-Energien-Richtlinie der EU erfolgen. Diese inkludiert ein Emissionshandels-kompatibles System (Emission Trading System ETS) für die Kohlenstoffquelle und die Bereitstellung des erneuerbaren Stroms für die Elektrolyse. Dies hat zur Folge, dass heute keine Abnahmeverträge unterschrieben werden und keine Importe erfolgen. Die Mengen heute projektierte Anlagen können daher oft nur außerhalb der EU abgenommen werden. Damit geht die EU leer aus.

Die Autoren empfehlen, auf eine Flexibilisierung dieser Richtlinien hinzuwirken, um den Import von reFuels und die Nutzung in der hier vorgestellten Blendanlage zu fördern, wie im Aktionsplan reFuels dargestellt.

Reduktion statt Kompensation

In allen Anwendungen sollte die Treibhausgasreduktion durch den Einsatz auch kleinerer Beimengungen von reFuels möglich gemacht werden (sog. Carbon Offsetting). Die tatsächliche Reduktion von Treibhausgasen in Unternehmen und im Mobilitätssektor sollte gegenüber Kompensationsleistungen bevorzugt werden. Dies ermöglicht es Unternehmen in Baden-Württemberg, früh am Hochlauf erneuerbarer Kraftstoffe zu partizipieren und in allen Branchen (u.a. Kraftstoffhandel, Anlagenbau, Industrie, Logistik) nutzbar zu machen.

1. Zusammenfassung

Mehrere Studien belegen, dass nach Anwendung der aktuellen Erneuerbaren-Energien-Richtlinie der EU (Renewable Energy Directive RED³) hergestellte E-Fuels bei der derzeitigen Skalierung und dem aktuellen Stand der Technik zu hochpreisig für die direkte Vermarktung („Reinvermarktung“) sind. Daraus resultierend ist die Möglichkeit, E-Fuels dem fossilen Benzin und nachhaltigem Ethanol beizumischen (zu blenden) eine Option, den hemmenden Einfluss dieses Mehrpreises bei der Einführung zu reduzieren.

Mit dem Bau einer Demonstrationsanlage zum Zertifikats-geeigneten Kraftstoffblenden soll sichergestellt werden, dass aus verschiedenen Tanks mehrere unterschiedliche Kraftstoffkomponenten (in diesem Fall ein reFuel, ein fossiles Benzin und ein Bioethanol) in definierten Mengenrezepturen gemischt werden können. Künftig ist es geplant, eine derartige Mischung in Mannheim auch für Kerosin durchführen zu können. Üblich im Raffineriebereich sind Mischanlagen in kompletter Tankgröße, sogenanntes Batch-Blending⁴. Mit dem Projekt BlendBilanz4Mobility sollen auch kleine Mischmengen für beispielsweise Speditionen oder Bootstankstellen marktfähig gemacht und damit in Folgeschritten skalierbar werden. Da das Mischen dieser Kraftstoffe für Abnahmemengen in Tankwagengröße in den bestehenden Tanklagereinrichtungen bisher nicht möglich war – wird mit dem Bau dieser Zusatzeinrichtung das Blenden in Bedarfs-gemäßen Größen ermöglicht.

Neben dem Bau der technischen Einrichtung der eigentlichen Blendanlage hat diese Pilotanlage das Ziel, eine belastbare bilanzielle THG-Reduktion nachweisbar zu machen. Hierzu muss bei der Herstellung eines reFuel-Blends beispielsweise aus reFuel-Importen (der Transportweg aus Rotterdam führt über den Rhein nach Mannheim) sichergestellt werden, dass die Meldung der Kraftstoff-Blends an ein entsprechendes Datenbanksystem (aktuell Nabisy des BLE und in Zukunft Union Database (UDB)) hinsichtlich seiner Nachhaltigkeit einer Überprüfung (einem Audit) standhält. Um dies zu erreichen müssen die jeweiligen Mischmengen mit geeichten Zählern erfasst und elektronisch in das Mengenverwaltungssystem des Tanklagers eingespeist werden. Die eigentliche Meldung an die BLE-Datenbank erfolgt über eine Zollmeldung des Lagernutzers. Die Meldung der zuvor erfassten Mengen erfolgt parallel an die Cloud des Bosch „Digital Fuel Twin“, was es ermöglicht, die Kraftstoffe in ihrem Einsatz zu verfolgen und in der Anwendung zu bilanzieren. Die hierzu im DFT hinterlegten Prozesse sind vom TÜV Nord auditiert worden. Bei der Reproduzierbarkeit dieser Kraftstoff-Blends und paralleler Meldung an die Datenbanksysteme wird von einem „auditfestem Reporting“ gesprochen. Dies wird durch das Projekt BlendBilanz4Mobility erfüllt.

³ RED Richtlinie (EU) 2023/2413

⁴ <https://www.mbenrgy.com/global/de/news-info/branchen-glossar-energielexikon/tanklagerung-tanklagerlogistik-tanklager-terminal/#:~:text=Als%20Tanklager%20bezeichnet%20man%20Anlagen,gelagert%20und%20umgeschlagen%20werden%20k%C3%B6nnen.>

2. Darstellung und Ergebnisse der Arbeitspakete

Die Arbeiten bei Exolum konzentrieren sich auf die Anbindung der Gesamtanlage.

Die Implementation der Anlagen, Sensoren und Software zur der 3-Komponentenmischung war ursprünglich erst als Verbindung von zwei Tanks und anschließende Ergänzung mit dem dritten Tank geplant. Durch den Projektverlauf hat sich eine Zusammenfassung der zweistufig avisierter Aufteilung der Implementierung (Arbeitspakete A&B) in ein Arbeitspaket als vorteilhaft und rascher umsetzbar erwiesen.

Die Ziele der beiden Arbeitspakete sind davon unberührt geblieben. Das Arbeitspaket gliedert sich in die Hauptaktivitäten:

1. Beschreibung der Ausgangssituation
2. Aufbau der Blendanlage
3. Digitale Anbindung der Blendanlage

2.1. Ausgangssituation

Die Vorgehensweise für die Herstellung Normkonformer Kraftstoffe vom Typ DIN EN 228 (Benzin E5/E10) im Tanklager Mannheim ist wie folgt:

- Die Komponenten des Endkraftstoffes – Basis-Otto-Kraftstoff (Blendstock for Oxygenate Blending (BOB) und vergälltes Ethanol DIN EN 15376 - werden per Schiff oder Ganzzug angeliefert und in separate Lagertanks abgefüllt und vorgehalten.
- Gemäß der in Abfolge der Kraftstoffmischung beschriebenen Abläufe werden die zur Erfüllung der notwendigen Kraftstoffqualitäten notwendigen Blendanteile und auch Kraftstoffadditive beigegeben.
- Das Endprodukt wird in einem Großtank aus den einzelnen Komponenten gemischt. Die Überwachung der Mengenverhältnisse geschieht durch die Überwachung des Tankvolumens.
- Das fertige Produkt wird aus dem Tank in Tankwagen gefüllt.
- Der verwendete Kraftstoffanteil aus erneuerbaren Quellen wird im Warenstrom erfasst und gesammelt an Nabisy übermittelt.
- Der genaue Ethanolanteil im Kraftstoff wird bei Auslieferung nicht dokumentiert, nur die Produktspezifikation (E5 oder E10)

Dieses Vorgehen ist für die Erfüllung der Dokumentationspflicht für die Zollanmeldung des Inverkehrbringers des Kraftstoffes und den Eintrag in Nabisy ausreichend. Für den Downstream-

Verbraucher (Verbraucher im Kunden-Lieferpfad, z.B. eine Speditionstankstelle oder eine Seetankstelle) des Kraftstoffes ist jedoch nicht dokumentiert und einsehbar wie der tatsächliche Emissionsfaktor der verwendeten regenerativen Komponente ist. Im Kontext einer möglichen Verfügbarkeit von reFuels ist dies ein Nachteil, da der Einsatz von reFuels für den Endverbraucher des Kraftstoffes einen potentiellen Nutzen für die Darstellung von CO₂-Emissionsreduktionen einer Fahrzeugflotte hat. Der im Projekt BlendBilanz4Mobility betrachtete zukünftige Benzinkraftstoff besteht aus drei Hauptkomponenten die je nach Nachhaltigkeitsanforderung in unterschiedlichen Verhältnissen gemischt werden müssen.

1. **Basiskraftstoff (Blendstock for Oxygenate Blending BOB):** Der fossile Basiskraftstoff stellt heute die Hauptkomponente dar. Er wird aus Rohöl in Raffinerien hergestellt und erfüllt selber keine Nachhaltigkeitsanforderungen.
2. **Ethanol:** In der Regel Bio-Ethanol, in Zukunft unter Umständen auch synthetisches E-Ethanol auf einem regenerativen Prozessweg zur Herstellung unterschiedlicher Ethanol-Benzin-Blends (E5, E10; zukünftig E20 und E85). Ein möglicher Lieferant aus Baden-Württemberg wäre Crop Energies AG.
3. **reFuel:** hier synthetisches Benzin (z.B. als E-Fuel aus einem Methanol-to-Gasoline-Prozess) eine zusätzliche regenerative Kraftstoffkomponente. Dieser Anteil im Endprodukt erzeugt ein erhöhtes CO₂-Einsparpotential, aber auch einen erhöhten Kraftstoffpreis.

Teil der Wertschöpfungskette ist bei einem solchen Kraftstoff eine nachweisbare CO₂-Reduktion, die höher ausfällt als der Emissionsfaktor der für Deutschland als Mittelwert ermittelt wird. Der Emissionsfaktor des Kraftstoffes muss also als Teil des Produktes mitgeliefert werden. Da absehbar der Markt für diese Kraftstoffe zunächst klein und die verfügbaren Mengen an strombasierten reFuels niedrig sein werden, ist die Mischung der Kraftstoffblends in Großtanks nicht wirtschaftlich, da für eine spezifische Mischung unter Umständen nur Abnahmen in Größe einzelner Tankwagen angefragt werden.

All diese Punkte führen auf folgende Anforderungen an die Produkterstellung:

- Die Mischung der Kraftstoffkomponenten muss für beliebige Mengen variabel erfolgen.
- Die Nachhaltigkeitseigenschaften der Blendkomponenten müssen dokumentiert und nachverfolgbar sein. Dies ist durch Nachhaltigkeitsnachweise (bzw. Teilenachhaltigkeitsnachweise) gegeben.
- Die genaue Mischung der Komponenten muss als Teil des Produkts digital übermittelt werden, damit der Endnutzer des Kraftstoffes eine zertifizierbare Emissionsreduktion für seine Nachhaltigkeitsziele nachweisen kann.

Für die Umsetzung innerhalb von BlendBilanz4Mobility ergeben sich daraus folgende Arbeitspakete:

- Aufbau der Blendanlage und Anbindung der Tankinfrastruktur (siehe Kapitel 2.2)
- Einrichtung einer Digitalen Schnittstelle zur Nachweisführung. (siehe Kapitel 2.3)

Beispiel für heute übliche Kraftstoff-Mischungen ist der an Tankstellen etablierte E10-Kraftstoff. Bei dieser Benzin-Mischung werden bis zu 10 Volumen-Prozent (10 Vol%) Ethanol dem fossilen Ausgangskraftstoff (BOB) beigemengt. Damit der Kraftstoff weiterhin alle Parameter der Benzin-Kraftstoffnorm EN228 erfüllt, müssen neben die Klopfneigung beschreibenden Oktanzahl auch Werte hinsichtlich des Sauerstoffgehaltes, der Siedelinie⁵ und der Dichte eingehalten werden.

Beispiele für zukünftige Benzin-Kraftstoffe mit erhöhtem Anteil an reFuels sind E20 mit bis zu 20 % Ethanol-Anteil und das in Frankreich verbreitete E85 mit ca. 85% Ethanol-Anteil. Beide Kraftstoffe liegen nicht in der aktuell gültigen Norm für Standard-Benzinkraftstoffe EN228. Eine Alternative zur Erhöhung des reFuels-Anteils innerhalb der Norm EN228 ist die Beimengung von aus Methanol über das MtG-Verfahren (Methanol-to-Gasoline) gewonnenen Benzinkomponenten. Der dann aus drein Kraftstoff-Komponenten gebildete Benzin-Blend muss gemäß den zuvor beschriebenen Parametern der drei Kraftstoffkomponenten anteilig gemischt werden. Die Vorgehensweise zur Festlegung der jeweiligen Anteile.ist in Abschnitt 2.2 beschrieben.

⁵ Die Siedelinie beschreibt, bei welcher Temperatur welcher Teil des Kraftstoffes in die Gasphase übergeht. Dieses Verhalten ist wichtig für eine möglichst emissionsarme Verbrennungsmotorische Umsetzung des Kraftstoffes.



2.2. Aufbau der Blendanlage

Auswahl der Tanks

Auf dem Gelände des Tanklagers Mannheim wurden drei Tanks für BlendBilanz4Mobility ausgewählt:

- **Tank 203 (BOB-Tank):** 2.700 m³ (davon 95% nutzbar)
- **Tank 208 (Bio-Ethanol):** 2.700 m³ (davon 95% nutzbar); mit min 2,5% BOB-Anteil im Bio-Ethanol
- **Tank 201 (E-Fuels):** 2.700 m³ (davon 95% nutzbar)

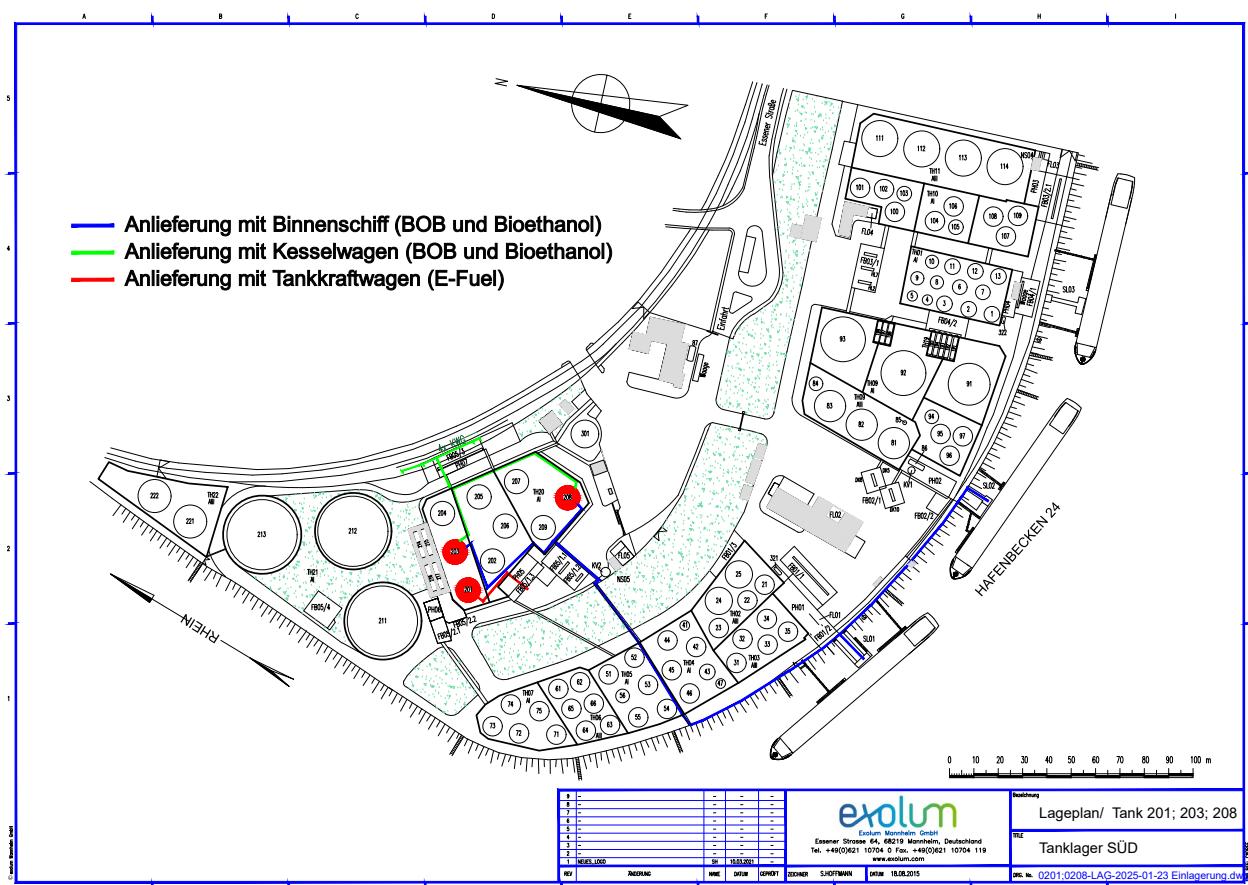


Abbildung 1: Lageplan des Tanklagers mit Anordnung der verwendeten Tanks

Aktuell verfügen die Tanks 203 und 208 über eine dedizierte Importinfrastruktur, die die Tanks mit den Steigern (Anleger für Binnenschiffe – blaue Linie) im Hafen und mit der Füllbühne zum Abladen von Ganzzügen (grüne Linie) verbindet. Abbildung 1 zeigt die räumliche Anordnung der Tanks im Tanklager



(rot) sowie schematisch der Verlauf der Import-Leitungen (blau und grün). Für Tank 201 (E-Fuels) wird die Anlieferung mittels TKW vorgesehen (rot).

Anbindung der Auslagerungsleitung mit Blendeinrichtung

Die sogenannte Auslagerungsleitung ist die Rohranbindung zur Auslagerung der einzelnen Kraftstoffkomponenten aus ihren Lagertanks. Die gesamte Mischanlage beinhaltet eine dedizierte Mengenmessung in den Exportleitungen der Tanks und der Zusammenführung der Leitungen an der Füllbühne für die Verladung des Kraftstoffes in den abholenden Tankzug. Die Erfassung des Produktstroms erfolgt dezentral in der Nähe des Verladearms, so dass für einen Entnahmevergäng jeweils die zum Tankwagen geflossenen Mengen gemessen werden können. Das entstehende Produkt wird vor dem Verladen nicht in einem Blendtank zwischengelagert, sondern direkt in TKW verladen. Abbildung 2 zeigt die Komponenten und hydraulische Verschaltung der Anlagen für die Tankanbindung an die Tankwagen-Verladestation.

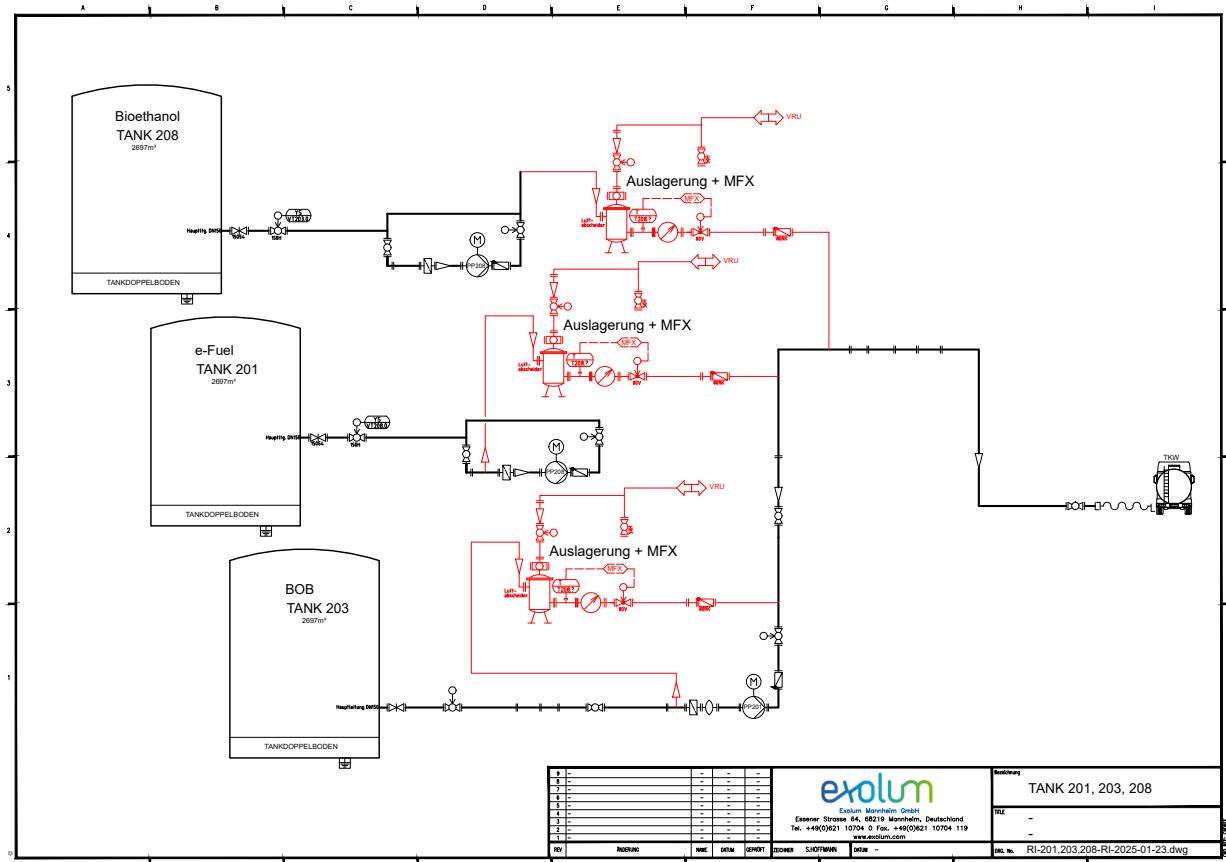


Abbildung 2: Hydraulische Tankanbindung an TKW-Verladung (zusätzliche Infrastruktur in rot)

Abfolge der Kraftstoffmischung

Ein gemischtes Benzin-Kraftstoffprodukt besteht geplant aus folgenden Kraftstoffkomponenten:

- Basis-Otto-Kraftstoff (BOB Blending Oxygenate Base-stock, fossiles Rohbenzin)
- Ethanol-Kraftstoff (meist Bio-Ethanol)
- Additive (zur Erzielung der Oktanzahl oder anderer Kraftstoffeigenschaften)
- Optional eine aus Methanol gewonnene Benzinkomponente (Methanol-to-Gasoline MtG)

Der Ablauf der Mischung von Benzinprodukten erfolgt wie folgt:

1. Analyse des Basis-Otto-Kraftstoffes hinsichtlich der für die Kraftstoffnorm EN228 relevanten Parameter⁶, wie bspw. dem Sauerstoffgehalt, dem Aromatengehalt, der Dichte und der Siedelinie. Dies erfolgt durch ein akkreditiertes Prüflabor für Kraftstoffe⁷ und wird bei jeder Anlieferung im Auftrag des Steuerlagerinhabers⁸ durchgeführt.
2. Ermittlung der entsprechenden Parameter für den Sauerstoffgehalt aus der Ethanol-Komponente. Lieferungen von Ethanol-Kraftstoffen liegen oft die entsprechenden Daten bei. Das Ethanol kann zu diesem Zeitpunkt vom Hersteller an den Steuerlagerinhaber geliefert worden sein, der die weiteren Abläufe steuert.
3. Ermittlung der erzielbaren⁹ Beimischquoten für die Ethanolbeimischung für einen Blendvorgang bei einer potenziellen Befüllung eines Tankkraftwagens (TKW) durch den Lieferanten. Die Ermittlung erfolgt anhand der Kraftstoffparameter (z.B. Sauerstoffgehalt und Oktanzahl) der einzelnen Kraftstoffkomponenten.
4. Überprüfung einer Probe der entsprechenden Mischung durch den Tanklagerbetreiber und Mitteilung an den Steuerlagerinhaber.
5. Festlegung der finalen Mischung und ggf. notwendiger Additive wie z.B. für Nautic E10 im Projekt zur Treibhausgasreduktion bei den drei baden-württembergischen Seetankstellen in der Bodensee-Privatschifffahrt.
6. Steuerung und Regelung der Mischung anhand der geeichten Zähler in der Mischanlage.

⁶ Für Sauerstoffgehalt, Aromatengehalt, Dichte und Punkte der Siedelinie sind in der Kraftstoffnorm EN228 Grenzen angegeben

⁷ <https://www.dakks.de/de/akkreditierte-stellen-suchergebnis.html?page=2>

⁸ Steuerlagerinhaber ist zugelassener Einlagerer und damit derjenige, der die Ware im Steuerlager besitzt und beim Zoll angemeldet ist (Energisteuer). Anders ausgedrückt handelt es sich um die Firma, die das Volumen beim Tanklagerinhaber und Tanklagerbetreiber (Exolum Mannheim GmbH) gemietet und dort seine Ware eingelagert hat. Weil dieser Fa. die Ware gehört, wird sie als Steuerlagerinhaber bezeichnet. Es handelt sich in den meisten Fällen um international tätige Kraftstoff-Großhändler.

⁹ Es dürfen z.B. nicht der Sauerstoffgehalt überschritten oder die Oktanzahl unterschritten werden

7. Kommunikation der für eine TKW-Lieferung notwendigen Mengen über das Mengensystem an den Steuerlagerinhaber.

2.3. Digitale Schnittstelle

Die digitalen Schnittstellen sollen drei Hauptfunktionen erfüllen:

1. Im Ausgangszustand wird ein Mengenbuchhaltungssystem im Betriebsablauf bei Exolum verwendet. Für den Betrieb der neuen Anlage muss zunächst die Verbindungen zu diesem Mengenbuchhaltungssystem des Tanklagers hergestellt werden.
2. Diese Software stellt die Protokollierung der Kraftstoffmengen für die verschiedenen Kunden des Tanklagers, die die Lagerkapazitäten bei Exolum anmieten, zur Verfügung. Die einzelnen Kunden des Tanklagers melden dann als Inverkehrbringer die Mengen an Nabisy und Zoll und führen die Kraftstoffsteuer ab. Über Nabisy wird dann ein POS (proof of sustainability/Nachhaltigkeitsnachweis) oder PPOS (partial proof of sustainability/Teilnachhaltigkeitsnachweis) erzeugt, der die Nachhaltigkeitskriterien des Kraftstoffes enthält. Diese Information fließt zurück in das CSRD-Tool (DFT). Der DFT erzeugt dann für Kunden in der Downstreamkette (Kraftstofflogistik bis z.B. zu Betriebstankstellen), explizit nach der Inverkehrbringung des Kraftstoffes, entsprechende Nachweise, falls diese für eine weitere Nachweisführung angefragt werden.
3. Damit der DFT die Nachhaltigkeitsnachweise einer konkreten Kraftstoffmenge zuordnen kann, übergibt das Mengenbuchhaltungssystem die Tankvorgänge an den DFT. Über Identifikatoren können diese Mengen dann den jeweiligen POS von Ethanol und E-Fuel zugeordnet werden und für den gemischten Kraftstoff Nachhaltigkeitsinformationen an die Flottenbetreiber (beispielsweise eine Spedition) weitergegeben werden. Als Alternative kann der DFT auch Daten direkt aus den Massenflussmessern oder vom Inverkehrbringer nutzen. Für diese Wege wurden weitere digitale Schnittstellen vorgesehen

Zusätzlich können Flottenbetreiber den DFT nutzen, um ihre Flottenverbrauchsdaten mit den Nachhaltigkeitsinformationen der verwendeten Kraftstoffe zu verknüpfen. Diese Informationen fließen dann in einem Nachweis zusammen, der für das eigene CSRD-Reporting oder das Reporting an Kunden (z.B. im Falle von Auftragslogistik) verwendet werden kann. Dieses europäisch regulierte Nachhaltigkeitsreporting wird zuerst für größere, am Finanzmarkt tätige Unternehmen gelten und eine jährliche Berichterstattung der getroffenen Maßnahmen zur Treibhausgasreduktion beinhalten. Bei produzierenden Unternehmen beinhaltet das z.B. die mit der Logistik der produzierten Güter verbunden Emissionen. Kleinere Unternehmen (wie z.B. Logistikdienstleister) werden indirekt betroffen, wenn zusätzlich zu Erbringung der Dienstleistung von den jeweiligen Auftraggebern Nachweise zur Nachhaltigkeit der erbrachten Leistung gefordert werden.

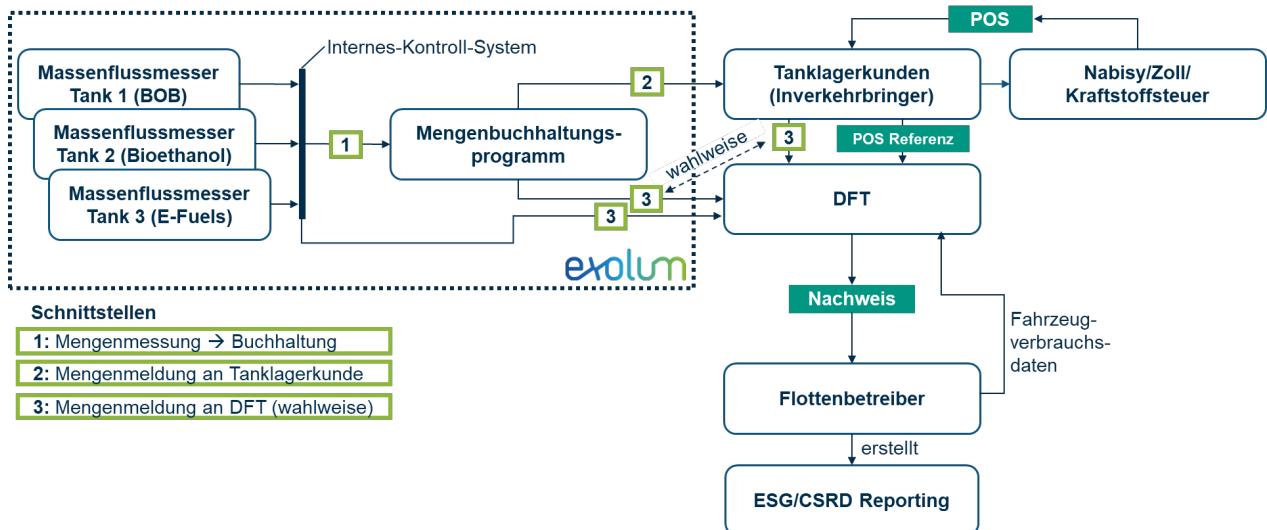


Abbildung 3 Schnittstellen zur Anbindung der Blendanlage und weitere Verwendung der Mengendaten im Rahmen von CSRD-Reporting

Aktuell wird im sog. Omnibusverfahren auf EU-Ebene eine Änderung der Schwelle für die Berichtspflicht bei Unternehmen diskutiert. Als Schwellen für Unternehmen mit Berichtspflicht gelten dann eine Größe von über 1000 Mitarbeitern oder entweder ein Umsatz von über 50 Millionen Euro oder eine Bilanzsumme von über 25 Millionen Euro. Laut Kommission wären dann 80% der Unternehmen nicht mehr unmittelbar von der Regulierung betroffen.¹⁰

Mit dem Aufbau dieser digitalen Nachweiskette ist die Ausweisung von Nachhaltigkeitskriterien für einzelne Kraftstoffabgaben erst möglich, da jede Anlieferung von reFuels in das Tanklager digital erfasst und mit abgegebenen Mengen und Nachhaltigkeitsnachweisen verknüpft werden kann.

¹⁰ Pressemitteilung der Kommission (26.02.2025): https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de_ip_25_614
Zugehöriger Gesetzesvorschlag: https://commission.europa.eu/publications/omnibus-i_en?prefLang=de

3. Zusammenfassung

Mit BlendBilanz4Mobility konnte folgendes erreicht und gezeigt werden:

- **Aufbau und Inbetriebnahme Blendanlage:**
Die **Blendanlage wurde erfolgreich aufgebaut und in Betrieb genommen**. Nach erfolgter Eichung können die beschriebenen nachgelagerten Prozesse in den Betriebsalltag des Tanklagers übernommen werden. Damit ist die variable Mischung von beliebigen Abgabemengen möglich.
 - **CSRD-konforme Bilanzierung:**
Die Daten der Blendanlage wurden an das bestehende Mengenbuchhaltungsprogramm angeschlossen. Die digitalen Schnittstellen wurden um Schnittstellen zum Digital Fuel Twin (DFT) der Fa. Bosch zur Ermöglichung einer **CSRD-konformen Nutzung** erweitert. Damit können zukünftig die abgegebenen Mengen digital mit Informationen aus Nachhaltigkeitsnachweisen verknüpft werden.
 - **Digitale Nachweiskette hergestellt:**
Durch die **Integration der Mengenmessung** im DFT ist für jeden ausgelieferten Kraftstoff die genaue Treibhausgaseinsparung berechenbar und nachweisbar. Nutzer des Kraftstoffes wie Logistikflottenbetreiber können hiermit CSRD-Konform eine entsprechende Reduktion der Transportemissionen nachweisen. Als direkte Emissionen (Scope 1) für den eigenen Betrieb und die eigene Berichtsstellung ermöglicht dies die Erreichung eigener Klimaschutzziele. Als indirekte Emissionen (Scope 3) wird die Weitergabe der THG-Reduktionen an Logistikkunden in Rahmen von THG-reduziertem Logistikverkehr möglich. Durch diese Nachweisbarkeit in einer durchgängig digitalen Nachweiskette, wird die Selbstauskunft von Logistik Unternehmen im Rahmen von Ausschreibungen mit zertifizierten THG-Emissionsdaten untermauert und das Vertrauen in real erreichbare Emissionsreduktionen erhöht und sichtbar gemacht .
 - **Kleinmengen-Mischanlage ermöglicht:**
Für den Handel mit erneuerbaren Kraftstoffen bietet die variable Zumischung von biogenen oder strombasierten reFuels mehrere Vorteile. Die erreichte THG-Reduktion des Kraftstoffblends kann auf die Nachfrage von Kraftstoffkunden individuell angepasst werden, beispielsweise für Nautic E10 für die Seetankstellen am Bodensee. So kann der Mehrpreis der reFuels-Komponenten effektiv mit nachweisbaren THG-Reduktionen auch in Kraftstoffblends vermarktet werden. Das bietet unter anderem für kleinere Hersteller oder geringere Produktionsmengen von reFuels eine Vermarktungsmöglichkeit und kann damit den Hochlauf der Produktion durch regionale Produzenten ankurbeln.
- Für Standardblends wie E10 ergibt sich aus der genauen Kenntnis über die Nachhaltigkeitskriterien des Bioethanols und der Kraftstoffzusammensetzung die Möglichkeit, eine höhere



Treibhausgasreduktion nachzuweisen, als dies bei einem zulässigen Durchschnittswert für E10 deutschlandweit auf Basis von Zoll-Daten zu erreichen wäre. Es kann auch gewährleistet werden, dass bei Nautic E10, dem Kraftstoff, der bei den Seetankstellen am Bodensee eingesetzt wird, tatsächlich der erneuerbare Anteil bei 10 Prozent liegt und nicht nur bei bis zu 10 Prozent wie es die aktuelle Regelung vorsieht.

Mit der zusätzlich möglichen Erweiterung auf noch höhere Ethanolgehalte (z.B. E20 mit 20 % Zielanteil Ethanol an der Kraftstoffmischung) und der Nutzung teurerer reFuels Kraftstoffkomponenten, wie Methanol-basiertes MtG-Benzin können diese Kraftstoffmischungen gezielt für einzelne Anwendungen bereitgestellt werden.

Dieser Vorteil kann auch den gezielten Markteintritt von sogenannten „High-Savers“ als Kraftstoffkomponenten fördern. Als „High Saver“ werden Kraftstoffe mit einer besonders hohen Treibhausgasreduktion bezeichnet, beispielsweise durch die Anrechnung der Vermeidung von Methanemissionen bei der Vergärung.

Die in BlendBilanz4Mobility geschaffene Möglichkeit der Abgabe auch kleiner Mengen von Kraftstoffen als Blends in fossilen Kraftstoffen wird den Hochlauf der Nutzung von reFuels beschleunigen, da die zu Beginn begrenzten und hochpreisigen Mengen auch bereits in einer geringen Beimischung schon klimawirksam werden können. Mit der Option diese Mengen sukzessive zu steigern wächst auch der Klimanutzen.

Abkürzungsverzeichnis

BLE ist die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung

BOB ist die Abkürzung der engl. Bezeichnung Blending Oxygenate Base-stock, dem fossilen Basis-Kraftstoff für das Blenden von Ottokraftstoffen

CO₂ Kohlenstoffdioxid

CSRD Corporate Sustainability Reporting Directive der EU ([Richtlinie \(EU\) 2022/2464](#))

DFT Digital Fuel Twin, der Produktnname eines Software-Werkzeuges der Fa. Robert Bosch GmbH

E5, E10, E20, E85 sind die Bezeichnungen für einen Benzinblend mit (bis zu) x% Ethanolgehalt

E-Fuels bezeichnet Erneuerbare Kraftstoffe nicht-biologischen Ursprungs im Sinne der RED

ESRS European Sustainability Reporting Standards beschreiben die Bilanzierungs-Regeln für ein Nachhaltigkeitsreporting

ETS Emission Trading System – Emissionshandelssystem der EU für Erlaubnisse zur Treibhausgasemission

KWG Kesselwagen

Nabisy Nachhaltige-Biomasse-System; Datenbank der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung

(P)POS sind in Nabisy erzeugten (Teil-)Nachhaltigkeitsnachweise (engl (partial) proof of sustainability)

PtX Power-to-X Gruppe der auf Elektrolyse-Wasserstoff basierenden Kraftstoffe, auch als E-Fuels oder RFNBO bezeichnet

RED Erneuerbaren-Energien-Richtline der EU

reFuel Regenerativ hergestellter Kraftstoff, der in Bestandsmotoren einsetzbar ist

RFNBO Renewable Fuels of Non Biological Origin Erneuerbare Kraftstoffe nicht-biologischen Ursprungs

THG Treibhausgas (auch engl. GHG, greenhouse gas)

TKW Tankkraftwagen

Rollen im Tanklager:

Hersteller ist der Produzent des Kraftstoffes, meist basierend auf Basis von zugekauften Ausgangsstoffen (Feedstocks)

Inverkehrbringer ist derjenige, der erstmalig versteuert (Energiesteuer §27EStG) und haftbar ist für Weiterleitung der Energiesteuer (6Wo Frist)

Lieferant ist derjenige, der versteuert an einen Endkunden liefert (Energiesteuer)

Steuerlagerinhaber ist mittelbar haftbar (zugelassener Einlagerer unmittelbar haftbar) und ist derjenige, der die Ware im Steuerlager besitzt und beim Zoll angemeldet ist (Energiesteuer)

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lageplan des Tanklagers mit Anordnung der verwendeten Tanks13

Abbildung 2: Hydraulische Tankanbindung an TKW-Verladung (zusätzliche Infrastruktur in rot)14

Abbildung 3 Schnittstellen zur Anbindung der Blendanlage und weitere Verwendung der Mengendaten im Rahmen von CSRD-Reporting17



Abbildung 4 Anpassung der Verrohrung zur Integration der Komponenten der Blendanlagen22

Abbildung 5 Auszug aus Gesamtanlagenschema zur TKW Be- und Endladung23

Abbildung 6 Anlagenplan der zusätzlichen Verladeleitung für geblendetem Kraftstoff24



Anhang

Auszüge aus der Arbeitsdokumentation der Fa. Exolum



Abbildung 4 Anpassung der Verrohrung zur Integration der Komponenten der Blendanlagen

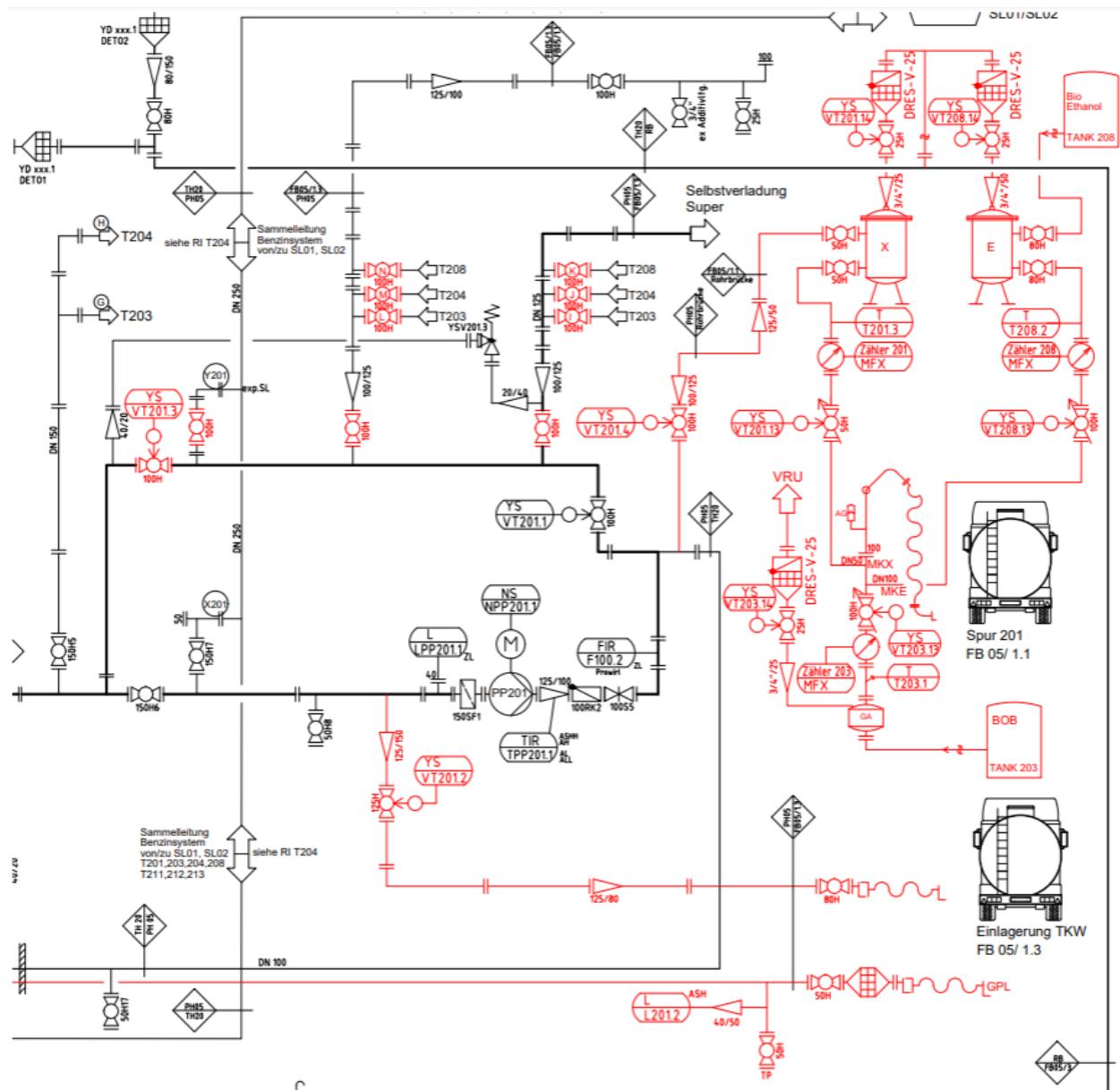


Abbildung 5 Auszug aus Gesamtanlagenschema zur TKW Be- und Endladung

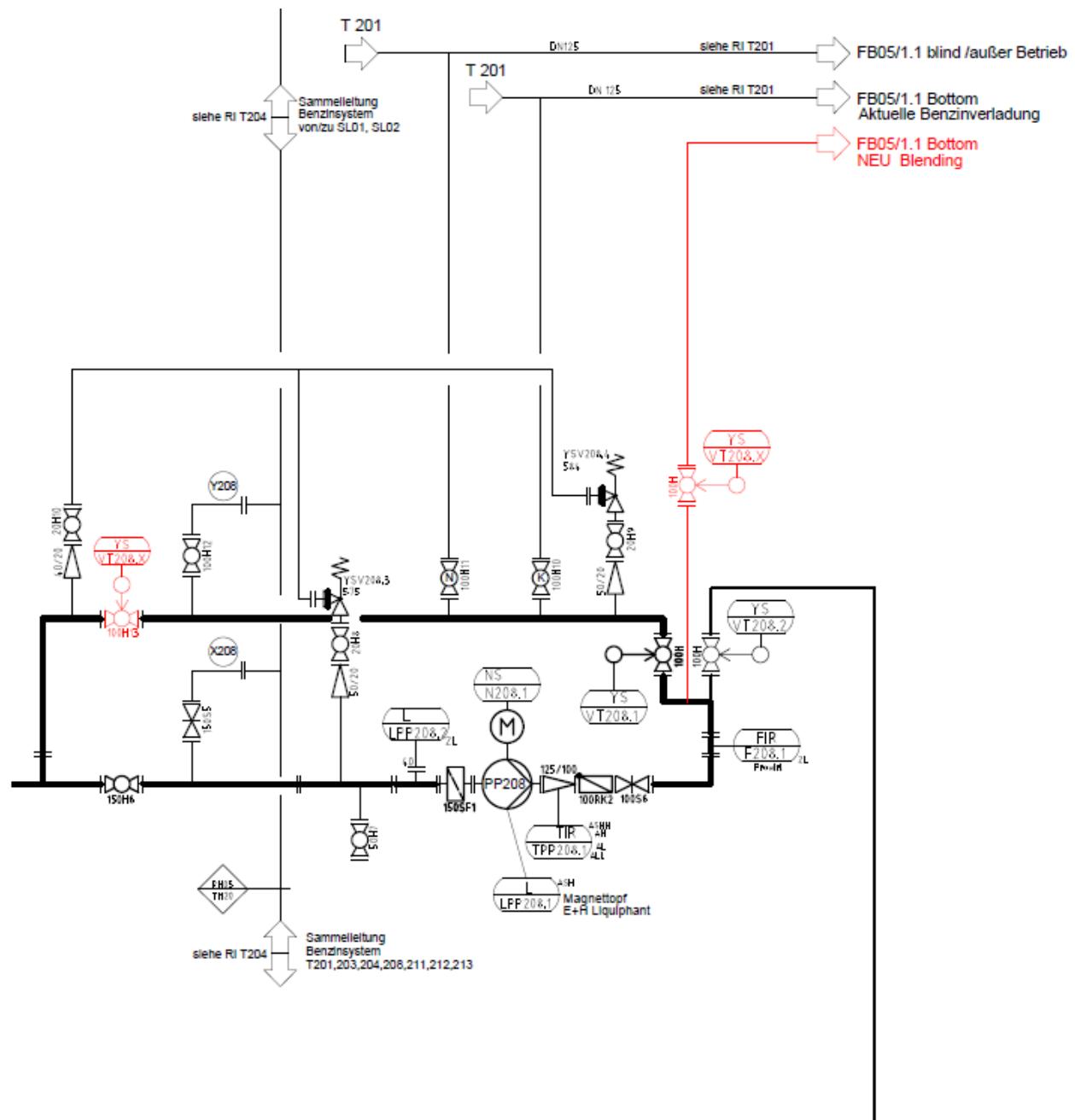


Abbildung 6 Anlagenplan der zusätzlichen Verladeleitung für geblendetem Kraftstoff