

# Auslegung leistungsfähiger Wasserstofftankstellen für schwere Nutzfahrzeuge

## Technische Referenzparameter für Planung, Bewertung und Vergleichbarkeit

Mit der aktuellen kombinierten Förderung für Wasserstofftankstellen und schwere Nutzfahrzeuge sowie den regulatorischen Vorgaben durch die Alternative Fuels Infrastructure Regulation (AFIR) entstehen wesentliche Impulse für den Markthochlauf der Wasserstoffmobilität im Straßengüterverkehr. Die AFIR legt hierfür verbindliche Ziele für Netzabdeckung und Mindestkapazitäten öffentlich zugänglicher Wasserstoffinfrastruktur entlang der europäischen Verkehrsnetze fest und bildet damit auch die Grundlage für die Kombiförderung. Konkrete Anforderungen an die technische Auslegung einzelner Tankstellen bleiben jedoch weitgehend offen.<sup>1</sup>

Aus Industriesicht sind für den Langstreckeneinsatz schwerer Nutzfahrzeuge die Betankung mit gasförmigem Wasserstoff mit bis zu 700 bar bzw. mit Flüssigwasserstoff (LH<sub>2</sub>) vorgesehen, um die erforderlichen Reichweiten zu ermöglichen. Eine Betankung mit LH<sub>2</sub> nutzt dabei andere technische Ansätze für die Speicherung sowie die Betankung, kann allerdings mit einem geringen technischen Aufwand auf 700 bar sowie 350 bar erweitert werden.<sup>2</sup> Die folgenden Ausführungen beziehen sich entsprechend in erster Linie auf gasförmige 700 bar-Systeme, während zentrale infrastrukturelle Planungsprinzipien auch für LH<sub>2</sub>-Tankstellen gelten.

Für Betreiber und Projektentwickler ergibt sich aus den regulatorischen und technischen Anforderungen heraus die Frage, wie Tankstellen technisch so ausgelegt werden können, dass sie sowohl heutigen Anforderungen gerecht werden als auch zukünftige Entwicklungen berücksichtigen - und

---

<sup>1</sup> Vgl. Verordnung (EU) 2023/1804 (AFIR): Aufbau öffentlich zugänglicher Wasserstofftankstellen entlang des TEN-T-Kernnetzes (≤ 200 km Abstand), Mindestkapazität von 1 t H<sub>2</sub>/Tag je Standort sowie Eignung für schwere Nutzfahrzeuge; zusätzlich Versorgung urbaner Knoten. ABI. L 234 vom 22.9.2023.

<sup>2</sup> Vgl. <https://www.tankstelle-der-zukunft.de/wasserstoffpfade/>

dabei unter den Bedingungen des Markthochlaufs wirtschaftlich realisierbar bleiben. Gleichzeitig ergibt sich auch für Fördergeber die Herausforderung, eingereichte Projekte auf Basis nachvollziehbarer und vergleichbarer technischer Kriterien bewerten zu können.

Ein einheitlicher technischer Referenzrahmen, der sowohl die Planung von Tankstellen als auch die Bewertung von Förderprojekten systematisch unterstützt, fehlt bislang. Die Clean Energy Partnership hat daher auf Grundlage der technischen Arbeiten des Sustainable Transport Forums<sup>3</sup> sowie industrieller Erfahrungen eine Einordnung technischer Leistungsparameter vorgenommen. Diese dienen als Orientierung für die Planung und Bewertung von Tankstellenkonfigurationen und schaffen zugleich eine Grundlage für die Bewertung von Förderprojekten. Ziel ist es, eine gemeinsame Referenz für die Auslegung von Wasserstofftankstellen zu etablieren und damit zu einer stärkeren Standardisierung von Anlagenkonzepten und Bemessungsgrundlagen beizutragen. Der Fokus liegt dabei auf der operativen Leistungsfähigkeit der Infrastruktur im Schwerlastverkehr sowie auf Planungsprinzipien, die eine schrittweise Skalierung der Anlagen ermöglichen.

### 1. Einordnung der Zielparameter und Planungsrealität

Die dargestellten Parameter definieren hierbei einen Orientierungsrahmen sowie zentrale Mindestanforderungen für die Nutzbarkeit von Tankstellen im Schwerlastverkehr. Gleichzeitig berücksichtigen sie die dynamische Entwicklung des Markthochlaufs: Während in frühen Marktphasen wirtschaftlich realisierbare und erweiterbare Einstiegslösungen in Abhängigkeit von Fahrzeugverfügbarkeit, Investitionskosten und regulatorischer Rahmenbedingungen im Vordergrund stehen, rücken mit zunehmender Auslastung höhere Leistungsanforderungen in den Fokus. Die Parameter sind daher als entwicklungsabhängiger Referenzrahmen zu verstehen, der eine schrittweise Annäherung an das technische Zielbild ermöglicht.

**Vor diesem Hintergrund stellen die dargestellten Parameter keine starren Designvorgaben dar, sondern sollen eine technische Einordnung möglicher Tankstellenkonfigurationen ermöglichen.** Sie beschreiben dabei ein technisches Zielbild für eine leistungsfähige Wasserstoffinfrastruktur im Schwer-

---

<sup>3</sup> [https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/clean-transport/sustainable-transport-forum-stf/active-sub-groups/sub-group-hydrogen-refuelling-infrastructure-road-transport-vehicles-regex-e033219\\_en](https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/clean-transport/sustainable-transport-forum-stf/active-sub-groups/sub-group-hydrogen-refuelling-infrastructure-road-transport-vehicles-regex-e033219_en)

lastverkehr, sind jedoch nicht so zu verstehen, dass jede einzelne Tankstelle bereits in der frühen Marktphase sämtliche Zielwerte erfüllen muss.

Entscheidend ist weniger die sofortige Erfüllung aller Zielwerte, als vielmehr die Fähigkeit zur skalierbaren Weiterentwicklung entlang der tatsächlichen Nachfrageentwicklung.

## 2. Planungs- und Entscheidungsdimensionen für Wasserstofftankstellen

Die Auslegung von Wasserstofftankstellen erfordert eine Reihe zentraler Planungsentscheidungen, die sich nicht allein auf einzelne Komponenten reduzieren lassen. Für die praktische Umsetzung ist es daher hilfreich, die Auslegung entlang zentraler Entscheidungsdimensionen zu strukturieren:

- **Leistungsniveau der Betankung**
  - (z. B. Ziel-Betankungsdauer, Durchfluss, Back-to-Back-Fähigkeit)
- **Versorgungskonzept**
  - (Trailer, Pipeline, Liquid-to-Gas)
- **Speicher- und Pufferstrategie**
  - (Dimensionierung Speicherkonzepte, Kompressorleistungen)
- **Kühl- und Kompressionskonzept**
  - (z. B. Vorkühlung vs. kryogene Ansätze)
- **Skalierungs- und Erweiterungsstrategie**
  - (modular, nachrüstbar, vorgerüstet)
- **Standort- und Flächenkonzept**
  - (Zufahrt, Erweiterbarkeit, ggf. temporäre Nutzung)

Diese Dimensionen bilden den Rahmen für die Auslegung von Tankstellen und ermöglichen es, unterschiedliche technische Lösungen standortspezifisch zu bewerten, ohne eine bestimmte Konfiguration vorzugeben.

Die Leistungsfähigkeit von Wasserstofftankstellen im Schwerlastverkehr lässt sich dabei anhand mehrerer zentraler Kriterien bewerten:

- Betankungsgeschwindigkeit
- Verfügbarkeit im Betrieb

- Back-to-Back-Fähigkeit
- Recovery-Verhalten
- Skalierbarkeit
- Betriebskosten (OPEX)
- Investitionsaufwand (CAPEX)
- Anpassungsfähigkeit an technologische Entwicklungen
- Wiederverwertbarkeit der Anlagenkomponenten (Lebensdauer von einigen Komponenten 20 Jahre)

Diese Kriterien ermöglichen eine vergleichende Bewertung unterschiedlicher Anlagenkonfigurationen, unterstützen Entscheidungsprozesse bei Planung und Förderung und tragen zur Vergleichbarkeit von Projekten bei. Im Zentrum steht dabei die Frage, wie Anlagen so ausgelegt werden können, dass sie sowohl im Markteinstieg wirtschaftlich tragfähig als auch in späteren Ausbaustufen leistungsfähig und anpassbar bleiben.

### 3. Modulare Auslegung von Wasserstofftankstellen

Eine vollständige Auslegung auf zukünftige maximale Anforderungen der Wasserstofftankstelle ist häufig wirtschaftlich nicht sinnvoll. Ein zentraler Planungsgrundsatz für Wasserstofftankstellen im Schwerlastverkehr ist daher eine modulare Anlagenkonzeption, die Tankstellen so auslegt, dass sie schrittweise erweitert werden können. Bei der Planung sollte dabei berücksichtigt werden, ob zentrale technische Grundstrukturen - etwa Rohrdimensionierungen, Medien- und Kabeltrassen, elektrische Anschlussleistungen oder Flächenreserven - spätere Leistungssteigerungen grundsätzlich ermöglichen.

Wasserstofftankstellen für schwere Nutzfahrzeuge benötigen in der Regel größere Bewegungsflächen sowie angepasste Zufahrten und Rangierbereiche, um unterschiedliche Fahrzeuglängen und Zugkombinationen sicher bedienen zu können. Aspekte wie Schleppkurven<sup>4</sup>, Fahrzeuglängen oder mechanische Zugänglichkeit von Anlagenkomponenten können dabei eine wichtige Rolle spielen.

---

<sup>4</sup> [https://vif.lu.ch/download/fachordner/fachordner\\_strassen/schleppkurven](https://vif.lu.ch/download/fachordner/fachordner_strassen/schleppkurven)

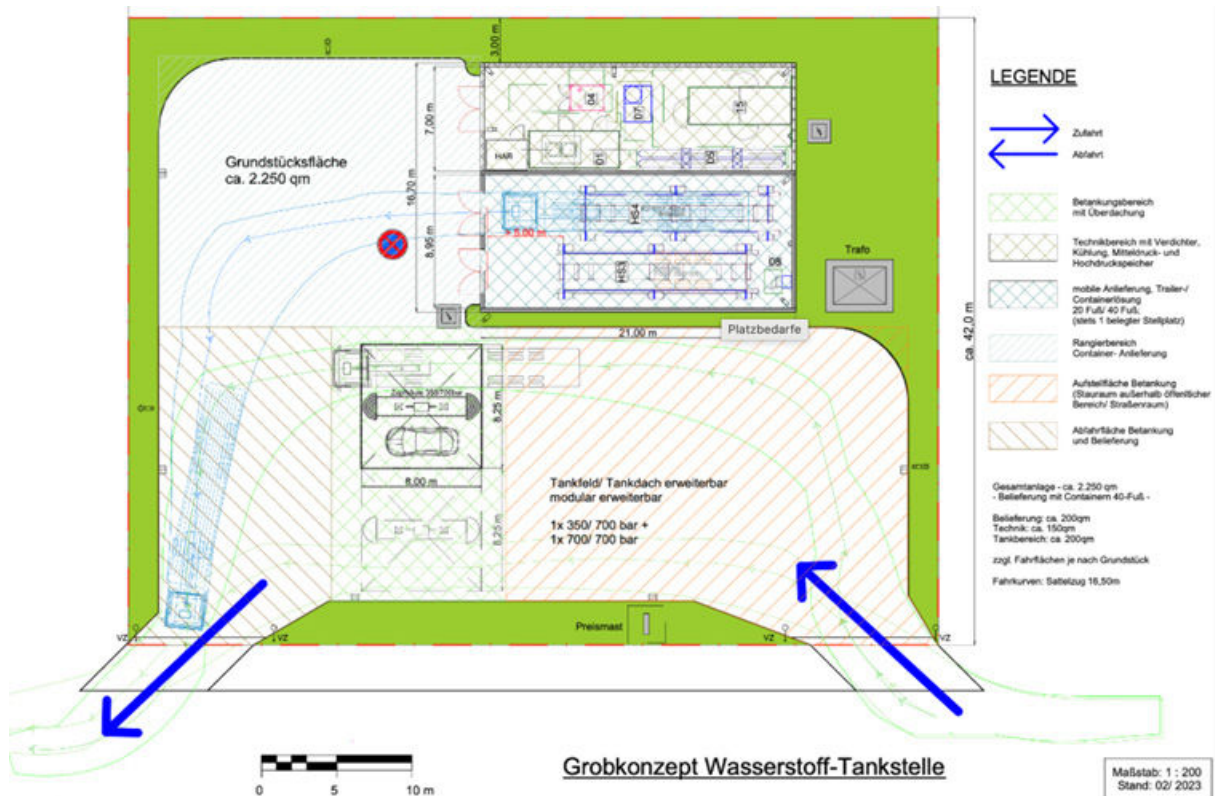


Abbildung 1: Grobkonzept für eine Wasserstofftankstelle, vgl. <https://www.tankstelle-der-zukunft.de/tankstellenanforderungen/>

Bereits in der frühen Planungsphase sollte berücksichtigt werden, ob zusätzliche Komponenten - wie Speicher, Kompressoren, Kühlleistung oder weitere Dispenser - später integriert werden können, ohne grundlegende Umbauten vornehmen zu müssen. Eine solche modulare Planung ermöglicht es, Investitionen an die tatsächliche Marktentwicklung anzupassen und gleichzeitig sicherzustellen, dass Tankstellen ihre Leistungsfähigkeit mit steigender Fahrzeugzahl ausbauen können.

Neben der Skalierbarkeit der Anlagenkomponenten sollte auch auf eine hohe Anlagenverfügbarkeit geachtet werden. Bei der Auswahl zentraler Komponenten wie Kompressoren, Kryopumpen, Kühlung oder Dispenser spielen daher Kriterien wie Mean Time Between Failure (MTBF) sowie Mean Time Between Maintenance (MTBM), also die durchschnittliche Zeit zwischen Ausfällen bzw. Wartungsintervallen, eine wichtige Rolle. Die angestrebte hohe Anlagenverfügbarkeit von 98 % muss dabei ein zentrales Ziel darstellen und erfordert sowohl robuste Systemauslegungen als auch betriebliche Optimierungsstrategien. Zur Reduzierung der Wartungsaufwände ist eine Standzeit von  $\geq 4.000$  h der einzelnen Komponenten (insb. Kompressoren) erforderlich.

Die CEP präferiert die Verwendung von Füllprotokollen, die sich flexibel an die Betankungstemperatur anpassen - insbesondere MC-Formular (wie in SAE J 2601-5 und zukünftig ISO 19885-3).

Wichtige Erweiterungsmöglichkeiten sind:

| Parameter                               | Bedeutung   |
|---|---|
| Mittel- und Hochdruck-speicherkapazität | Reduziert die Wartezeit und ermöglicht „Back-to-Back“ Betankungen mit gasförmigem Wasserstoff   |
| Maximaler Durchfluss                    | Ermöglicht eine höhere Betankungsgeschwindigkeit. <sup>5</sup>  |
| Massendurchsatz des Kompressors         | Reduziert die Wartezeit und ermöglicht „Back-to-Back“ Betankungen mit gasförmigem Wasserstoff   |
| Kryopumpenleistung                      | Ermöglicht eine schnellere Betankungsgeschwindigkeit mit flüssigem Wasserstoff  |
| Kühlleistung                            | Ermöglicht eine höhere Betankungsgeschwindigkeit mit gasförmigem Wasserstoff.   |
| Tageskapazität                          | Gesamtmenge an Wasserstoff, die pro Tag abgegeben werden kann; wird primär durch Versorgungsrate, Kompressor- bzw. Pumpenkapazität und Speichergröße bestimmt |
| Dispenseranzahl                         | Ermöglicht eine bessere Ausnutzung der Tankstelle und reduziert die Wartezeit.  |

Aus heutiger Sicht ist für die Erweiterung von Wasserstofftankstellen eine Verdoppelung der AFIR konformen Tageskapazität realistisch. Dies wird mit der Erweiterung von ein bis zwei Abgabeeinheiten Neben der physischen Erweiterbarkeit von Anlagen gewinnt zudem die technische Umrüstbarkeit und Umprogrammierbarkeit zunehmend an Bedeutung. Dazu gehört insbe-

<sup>5</sup> Für die 350 bar-Lkw-Betankung sind heute Betankungskupplungen und Füllstutzen bis 120 g/s Peak Massenstrom verfügbar. Obwohl heute verfügbare Tanksysteme für die 700 bar-Betankung Maximaldurchflüsse bis etwa 90 g/s ermöglichen, sind Hochleistungssysteme mit bis zu 300 g/s bereits in der Entwicklung. Für eine Erweiterung von 90 g/s auf 300 g/s werden Leitungen mit entsprechenden Durchmesser notwendig sein.

sondere die Fähigkeit, zukünftige Entwicklungen in die Tankstellenkonzepte zu integrieren, wie z.B.:

- Anpassung an neue Betankungsprotokolle (z. B. Weiterentwicklung von SAE J2601 bzw. ISO-Standards)
- Aktualisierung von Betankungstabellen und Steuerungslogiken
- Implementierung neuer/angepasster Fahrzeugschnittstellen
- Integration neuer Fahrzeuganforderungen oder Druck-/Temperaturprofile
- Neue Kommunikationstechnologien (Advanced Communication wie in der zukünftigen ISO 19885-2 beschrieben)

Tankstellen sollten daher so ausgelegt werden, dass zentrale Steuerungs- und Kommunikationssysteme updatefähig sind und Anpassungen ohne grundlegende Hardwareänderungen erfolgen können.

Es gibt auch technische Weiterentwicklungen auf dem Markt, die die Herausforderungen einer Hochleistungstankstelle adressieren, wie

- die „Liquid-to-Gas“ Tankstellen, die mit Flüssigwasserstoff als Quelle funktionieren und sowohl flüssigen Wasserstoff als auch gasförmigen Wasserstoff abgeben können;
- Kompressoren, die den Wasserstoff direkt ins Fahrzeug verdichten (direct compression);
- Kühllösungen, die die Back-to-Backanforderungen nicht limitieren.

Diese Lösungen sollten bei Überlegungen für den Neubau von Wasserstoff-tankstellen berücksichtigt werden.

Neben der stationären Skalierbarkeit gewinnen auch flexible und teilweise mobile Versorgungslösungen an Bedeutung. Halbmobiler oder modular versetzbare Tankstellenkonzepte können insbesondere in frühen Marktphasen dazu beitragen, Unsicherheiten hinsichtlich Standortentwicklung und Nachfrage zu adressieren. **Solche Lösungen müssen auf ihre AFIR-Konformität überprüft werden und ersetzen keine langfristig ausgelegten Hochleis-**

**tungsstandorte**, können jedoch eine wichtige Rolle im initialen Markthochlauf und bei der schrittweisen Entwicklung von Standorten spielen.

#### 4. Technische Leistungsparameter zur Bewertung von Tankstellen

In der Diskussion über Wasserstofftankstellen wird häufig auf die nominelle Tageskapazität einer Anlage, etwa in Form einer „1 t-Tankstelle“ verwiesen. Diese Kennzahl beschreibt jedoch nur eingeschränkt die tatsächliche Leistungsfähigkeit einer Tankstelle im Schwerlastverkehr <sup>6</sup>.

Anwender erwarten eine schnelle und möglichst unterbrechungsfreie Betankung, die sich in bestehende Logistikprozesse integrieren lässt. Entscheidend ist daher nicht allein die gesamte Tageskapazität einer Anlage, sondern insbesondere ihre **Betankungsleistung während der Hauptnutzungszeiten**.

Zwei technische Komponenten spielen für die gasförmige Betankung eine zentrale Rolle: die **Kapazität der Hochdruckspeicher** sowie die **Vorkühlung des Wasserstoffs während der Betankung**. Für die Betankung von schweren Nutzfahrzeugen mit bis zu 700 bar ist das Betankungsprotokoll nach SAE J2601-5 möglich bzw. zukünftig nach ISO 19885-3 vorgesehen. Diese setzen in der Regel eine Vorkühlung des Wasserstoffs auf etwa -20 °C oder darunter voraus, um kurze Betankungszeiten sowie hohe Füllgrade zu ermöglichen. Danach ergeben sich für ein 80 kg-Tanksystem bei einer Umgebungstemperatur von 20 °C typische Betankungszeiten von

- weniger als **7 Minuten** bei einer Vorkühltemperatur von -30 °C
- etwa **16 Minuten** bei -20 °C
- etwa **24 Minuten** bei -10 °C.

Aus Sicht der CEP sollte daher bei der Auslegung von 700 bar-Wasserstofftankstellen für schwere Nutzfahrzeuge eine Vorkühlung von mindestens -20 °C berücksichtigt werden, um eine leistungsfähige und praxistaugliche Betankung zu ermöglichen.

Bei der Betankung mit flüssigem Wasserstoff hingegen wird die Betankungsleistung primär durch das Design des Kryotanksystems sowie die thermi-

---

<sup>6</sup> Eine Tankstelle, die rechnerisch eine Tonne Wasserstoff pro Tag abgeben kann, entspräche bei gleichmäßiger Verteilung über 24 Stunden einer durchschnittlichen Abgabeleistung von rund **42 kg Wasserstoff** pro Stunde. Für eine typische Lkw-Betankung von etwa **50 kg Wasserstoff** würde dies rechnerisch eine Betankungsdauer von **mehr als einer Stunde** bedeuten.

schen Eigenschaften des Betankungsvorgangs bestimmt. Im Unterschied zur gasförmigen Betankung entfällt hierbei die Notwendigkeit einer Vorkühlung des Wasserstoffs. Die erreichbaren Betankungszeiten hängen daher maßgeblich von der Auslegung des Gesamtsystems ab.<sup>7</sup>

### Technische KPI-Matrix für HDV-fähige Wasserstofftankstellen

In der Praxis entwickeln sich Tankstellenstandorte typischerweise entlang mehrerer Ausbaustufen, die sich an der tatsächlichen Nachfrage und Nutzung orientieren. Für frühe Marktphasen lassen sich daraus grundlegende Mindestanforderungen an HD-Ready-Standorte ableiten, etwa hinsichtlich Lkw-tauglicher Zufahrt, Betankbarkeit, Kühlung, Erweiterbarkeit und digitaler Anpassungsfähigkeit. Die folgenden Stufen beschreiben eine mögliche Entwicklungslinie von initialen Standorten bis hin zu hoch ausgelasteten Knotenpunkten:

| Stufe                              | Beschreibung   | Fokus  |
|------------------------------------|--|--|
| <b>HD-Ready</b>                    | Standort mit Lkw-tauglicher Zufahrt, ausreichend Rangierflächen und vorbereiteter Infrastruktur für spätere Erweiterungen    | Erste Integration von Wasserstoff-Lkw in bestehende Tankstellenstandorte |
| <b>HD-Tankstelle</b>               | Anlage mit für Lkw ausgelegten Dispensern, ausreichender Speicher-, Kompressor- und Kühlleistung für regelmäßige Betankungen | Versorgung regionaler Flotten und erster logistischer Korridore          |
| <b>High-Capacity HD-Tankstelle</b> | Hochleistungsanlage mit hoher Back-to-Back-Fähigkeit und mehreren Dispensern   | Versorgung größerer Flotten oder Logistik-Hubs                           |
|                                    |  |  |

Für den operativen Einsatz im Schwerlastverkehr ergibt sich ein technisches Zielbild, das sowohl schnelle Betankungen als auch eine ausreichende Back-to-Back-Fähigkeit der Infrastruktur umfasst. Daraus lassen sich zentrale Anforderungen an Betankungsrate, Speicherverfügbarkeit und - bei gasförmigem Wasserstoff - an die Kühlleistung ableiten.

<sup>7</sup> [Sicher, schnell und einfach: Daimler Truck und Linde setzen mit sLH2-Technologie neuen Standard für Flüssigwasserstoff-Betankung | Daimler Truck](#)

Die folgende Übersicht fasst zentrale technische Leistungsparameter zusammen, die zur Einordnung der Leistungsfähigkeit von Wasserstofftankstellen im Schwerlastverkehr dienen. Sie stellen einen Orientierungsrahmen für leistungsfähige HD-Tankstellen und High-Capacity-Standorte dar und können als Referenz für die Bewertung von Anlagenkonfigurationen sowie als Zielkorridor für die Weiterentwicklung von Standorten im Zuge des Markthochlaufs herangezogen werden. Für die praktische Umsetzung bedeutet dies entsprechend nicht, dass jede Anlage bereits in der ersten Ausbaustufe sämtliche Zielwerte vollständig erreichen muss. Entscheidend ist vielmehr, dass Tankstellen so konzipiert werden, dass sie sich mit zunehmender Nachfrage schrittweise an dieses Zielniveau heranentwickeln können.

### Mindestanforderungen an eine AFIR konforme HD-Tankstelle

| Parameter  | Orientierungswert  | Bedeutung  |
|--|--|--|
| Betankungsmenge pro Fahrzeug (sLH2) (wenn sLH2 verfügbar)    | ca. 40-60 kg H <sub>2</sub>  | typische Energiemenge schwerer Nutzfahrzeuge       |
| Betankungsmenge pro Fahrzeug (350 bar)                       | ca. 20-30 kg H <sub>2</sub> , bis 120 g/sec  | typische Energiemenge schwerer Nutzfahrzeuge       |
| Betankungsmenge pro Fahrzeug (700 bar)                       | ca. 40-60 kg H <sub>2</sub> , bis 90 g/sec   | typische Energiemenge schwerer Nutzfahrzeuge       |
| Zielbetankungsdauer  | etwa 15 Minuten pro Betankung (typischer Zielwert)                                 | Integration in Logistikprozesse                    |
| Back-to-back-Betankungen (Limitierung durch H <sub>2</sub> ) | ≥ 3 Betankungen pro Stunde je Stunde   | Versorgung mehrerer Fahrzeuge ohne Leistungsabfall |
| Back-to-back-Betankungen (Limitierung durch Vorkühlung)      | Unlimitiert  | Versorgung mehrerer Fahrzeuge ohne Leistungsabfall |
| Tankfüllstand nach Betankung (SOC)                           | ≥ 90 %   | Planungssicherheit für Reichweiten                 |
| Dimensionierung der Anlage                                   | Auslegung auf Nutzungsspitzen bei gleichzeitig modular erweiterbarer Infrastruktur | stabile Betankungsleistung                         |

|   |  |  |
|---|--|--|
| Tageskapazität                          | mindestens 1 t H <sub>2</sub> in 16 Stunden Hauptbetriebszeit  | abhängig von Standort und Verkehrsprofil   |
| Kühltemperatur (350 bar)                | etwa 0 °C bis -20 °C   | ermöglicht hohe Betankungsraten  |
| Kühltemperatur (700 bar)                | etwa -20 °C bis -30 °C   | ermöglicht hohe Betankungsraten  |
| Kryogene Speicherung (LH <sub>2</sub> ) | LH <sub>2</sub> -Speicher und geeignete Betankungssysteme  | ermöglicht hohe Betankungsleistungen ohne Vorkühlung, ist ohne großen Aufwand um 700 bar sowie 350 bar Betankung erweiterbar |
| Dispenseranzahl                         | ≥ 2 für HDV-Standorte  | reduziert Wartezeiten  |
| Anlagenlayout                           | Lkw-taugliche Zufahrt und Rangierflächen   | praktische Nutzbarkeit   |
| Anzahl Fahrspuren / Dispenserspuren     | Die Anforderungen für die Abgabe von 1 t/H <sub>2</sub> in 16 Stunden mit 3 Back-to-Back-Betankungen je Stunde sollte aus Sicht der CEP mit zwei voneinander unabhängigen Dispensern umgesetzt werden. |  |

Bei der konkreten Ausgestaltung von Tankstellen sind zudem standortspezifische Anforderungen aus Genehmigungsrecht und Sicherheitsvorschriften zu berücksichtigen, etwa Sicherheitsabstände, Anfahrtsschutz, Explosionsschutz, Kritische Infrastrukturen oder Zugänglichkeiten für Wartung und Betrieb.

Die dargestellten Leistungsparameter verdeutlichen, dass sich die Nutzbarkeit einer Wasserstofftankstelle im Schwerlastverkehr aus mehreren miteinander verknüpften Systemkomponenten ergibt.