



Prüfstandsge- triebe

Leistungsbeschreibung

Autor: Niklas-Benedict Hellmann
Wolfgang Gross

Inhalt

1.	Vorbemerkungen	3
2.	Allgemeine Beschreibung.....	3
3.	Grundlegende Randbedingungen und Mindestanforderungen	3
4.	Technische Anforderungen und Spezifikationen	4
4.1.	Hauptanwendung – Heavy Duty Hydrogen ICE Testing.....	4
4.2.	Zweitverwendung – E-Machine Testing.....	4
4.3.	Abmessungen	5
4.4.	Flanschverbindungen	5
4.5.	Überwachung.....	6
4.6.	Getriebekühlung	6
4.7.	Drehmomentmessung.....	6
4.8.	Spannungsversorgung	7
4.9.	Montage und Transport	7
5.	Bauseitige Versorgungsschnittstellen	7
6.	Kommunikationsschnittstelle	7
7.	Optionale Angebotsumfänge	8
8.	Dokumentation.....	8
9.	Aufstellung, Anlieferung und Inbetriebnahme der Anlage	8
10.	Ausführungsrichtlinien	9

1. Vorbemerkungen

Dieses Dokument stellt nur eines von vielen Dokumenten einer öffentlichen Ausschreibung dar. Es sind alle der Ausschreibung angehängten Dokumente zu beachten. Entsprechend der dort beschriebenen Regelungen ist zu verfahren.

2. Allgemeine Beschreibung

Das FKFS betreibt einige Prüfstände für PKW-Verbrennungsmotoren und möchte diese Prüfstände sukzessive durch den Erwerb von bis zu drei baugleichen Prüfstandsgetrieben für weitere Anwendungen ertüchtigen.

Als Hauptanwendung ist der Betrieb von Nutzfahrzeugwasserstoffverbrennungsmotoren (Heavy Duty Hydrogen ICE Testing) vorgesehen. Hierfür ist es erforderlich zwischen NfZ-Prüfling und den bestehenden PKW-Belastungseinrichtungen mittels Prüfstandsgetriebe den notwendigen Drehzahl-/Drehmomentbereich abzudecken. Aufgrund des erhöhten Bauraumbedarfs der größeren Prüflinge ist ein vertikaler Versatz nach oben zu realisieren, vgl. Abbildung 1.

Als Zweitverwendung ist der Betrieb von Elektrischen Antriebsmaschinen (E-Machine Testing) vorgesehen. Hierfür wäre z.B. das Drehen des Prüfstandsgetriebes um 180° in Verbindung mit einer Höhenanpassung im Vergleich zur Hauptanwendung denkbar. Geeignete Maßnahmen zum Ausgleich des vertikalen Wellenversatz sind in diesem Falle entsprechend vorzuhalten.

Für beide Anwendungen sind prüflingsseitig demontierbare Befestigungen für die in Abschnitt 4.7 beschriebenen Drehmomentflansche vorzusehen.

Das Prüfstandsgetriebe muss über eine integrierte Schmierölversorgung und Kühlung verfügen. Die hierfür vorgesehene hausseitige Kühlwasserversorgung weist keine Kühlmittelzusätze auf und ist idealerweise direkt an das Prüfstandsgetriebe anzuschließen. Die genauen Spezifikationen sind Tabelle 8 zu entnehmen.

Die Begrifflichkeiten Eintrieb und Abtrieb beziehen sich im gesamten Dokument stets auf die Hauptanwendung.

3. Grundlegende Randbedingungen und Mindestanforderungen

Tabelle 1: Grundlegende Randbedingungen

Anforderung	Einheit	Wert/Beschreibung
Aufstellort	-	im Gebäude, frostfrei
Temperaturbereich Aufstellort	°C	10 ... 40
Ablade-/Transportmöglichkeit	-	Gabelstapler und gängige Hubwagen sowie Anschlagösen zur Kranaufnahme

Tabelle 2: Mindestanforderungen

Anforderung	Einheit	Wert/Beschreibung
max. Breite (B_{Getriebe})	mm	1250
max. Länge (L_{Getriebe})	mm	500 mm
vertikaler Versatz ($h_{\text{Eintrieb}} - h_{\text{Abtrieb}}$)	mm	200 ... 300 mm
Betriebsgewicht inkl. Ölkonditionierung	kg	≤ 1.250
Befestigung Prüfstandgetriebe	-	über M16-Schrauben auf Stahlfundament
Wärmeabfuhr	-	bauseits verfügbares Kühlwasser (Tabelle 8)
Konformität & Zertifizierung	-	EU-Konformitätserklärung CE-Kennzeichnung 2006/42/EG

4. Technische Anforderungen und Spezifikationen

4.1. Hauptanwendung – Heavy Duty Hydrogen ICE Testing

Das Prüfstandgetriebe soll hauptsächlich in Verbindung mit der Belastungseinrichtung zur Untersetzung für Versuche mit Nutzfahrzeugwasserstoffmotoren eingesetzt werden. Die genauen Spezifikationen gehen aus Tabelle 3 hervor.

Tabelle 3: Spezifikation Belastungseinrichtung

Beschreibung	Einheit	Wert/Beschreibung
Bauweise	,-	Asynchronmaschine
Leistung	kW	500
Drehmoment	Nm	1.530
Drehzahl	min ⁻¹	9.000

Das Prüfstandgetriebe soll Drehmoment und Drehzahl auf die in Tabelle 4 angegebenen Werte wandeln.

Tabelle 4: Spezifikation Prüfling (Heavy Duty Hydrogen ICE Testing)

Beschreibung	Einheit	Wert/Beschreibung
Leistung	kW	500
Drehmoment	Nm	4.800
Drehzahl	min ⁻¹	3.200

4.2. Zweitverwendung – E-Machine Testing

Weiterhin ist die Tauglichkeit des Prüfstandgetriebes für das Betreiben von E-Maschinen vorzusehen. Es ist ein vier Quadrantenbetrieb zu ermöglichen. Die Leistungsanforderungen sind Tabelle 5 zu entnehmen.

Tabelle 5: Spezifikation Prüfling (E-Machine Testing)

Beschreibung	Einheit	Wert/Beschreibung
Leistung	kW	500
Drehmoment	Nm	400
Drehzahl	min ⁻¹	25.000

4.3. Abmessungen

In der nachfolgenden Abbildung 1 sowie Abbildung 2 sind die Montagegegebenheiten bezüglich Aufbauhöhe und Nutenbreiten dargestellt. Dargestellt ist die Hauptanwendung. Es ist ein positiver vertikaler Versatz (h_{Eintrieb}) zwischen Wellenhöhe Belastungseinrichtung und Wellenhöhe Prüfling zu realisieren, vgl. Abbildung 1.

Ein horizontaler Versatz ist nicht zulässig.

In Flucht mit den inneren beiden Nuten des Aufspannfundaments ist eine beidseitige Überschreitung der Getriebelänge zu Zwecken der Aussteifung und Befestigung des Getriebes um 150 mm zulässig.

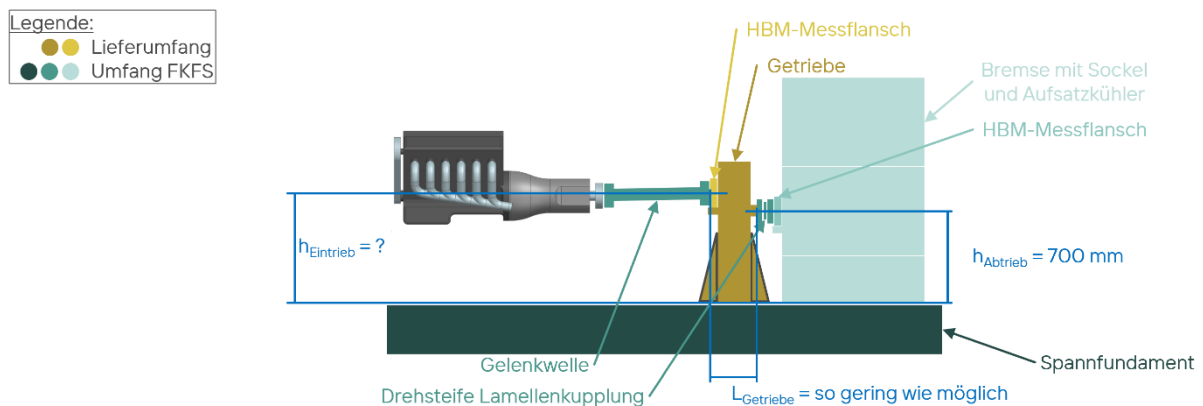


Abbildung 1: Schematische Darstellung Prüfstand, Seitenansicht Hauptanwendung

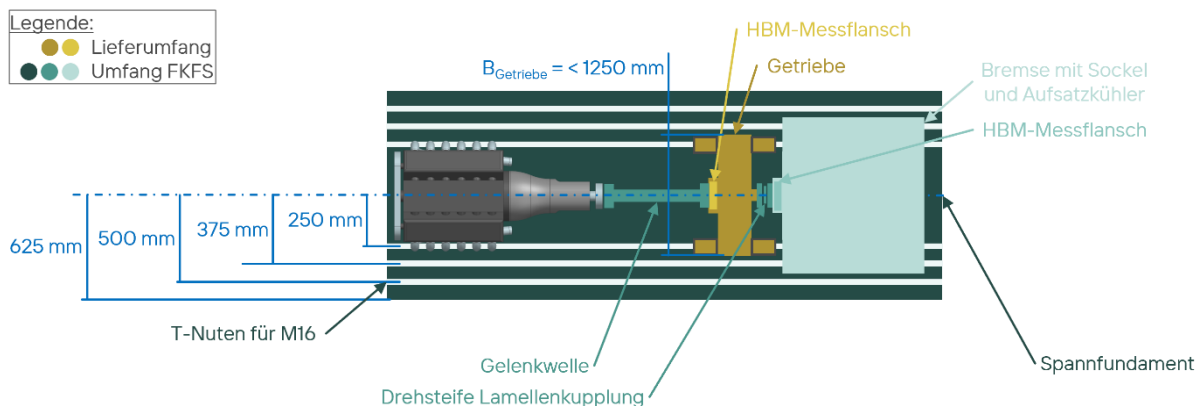


Abbildung 2: Schematische Darstellung Prüfstand, Draufsicht Hauptanwendung

Für die Zweitverwendung sind dieselben Befestigungs-nuten des Spannfundaments und eine identische Wellenhöhe der Belastungsmaschine anzunehmen.

4.4. Flanschverbindungen

Die Flanschverbindungen (Eintrieb und Abtrieb) der Hauptanwendung sind identisch und gemäß dem spezifizierten Drehmomentmessflansch (siehe Abschnitt 4.7) auszuführen. Falls notwendig ist ein Adapter für die Zweitverwendung mit beizulegen.

4.5. Überwachung

Die interne Überwachung aller kritischer Parameter hinsichtlich Betriebs- und Versuchsträgersicherheit sollen gebündelt über einen EtherCAT-Koppler der Prüfstandautomatisierung zur Verfügung gestellt werden. Dies ist in Beckhoff-Hardware auszuführen, vgl. Anschnitt 6.

Tabelle 6: Messgrößen über Beckhoff-EtherCAT-Koppler

zu überwachende Größe	Einheit	Wert/Beschreibung
Lagertemperaturen	°C	z.B. mittels PT100-Anlegesensor an Lagerring
Öltemperatur	°C	z.B. PT100
Öldruck	-	als Öldruckschalter ausreichend
Schwinggeschwindigkeit	mm/s	z.B. mittels einstellbarem Schwingungswächter nach DIN ISO 10816

Tabelle 7: Messgrößen über HBK TIM-EC

zu überwachende Größe	Einheit	Wert/Beschreibung
Drehzahl	min ⁻¹	über HBK-Drehmomentflansch
Drehmoment	Nm	über HBK-Drehmomentflansch

4.6. Getriebekühlung

Das Prüfstandgetriebe muss über eine Ölkonditioniereinrichtung verfügen, welche zu jeder Zeit sämtliche Reibungswärme abführen kann. Hierfür stehen eine bauseitige Kühlwasserversorgung gemäß Tabelle 8 und elektrische Anschlüsse gemäß Tabelle 9 zur Verfügung. Die Ölkonditionierung kann getrennt vom Getriebegehäuse als Beistellgerät erfolgen. Eine Integration der Ölkonditionierung wird jedoch positiv bewertet, siehe Anlage 7. Ein Standortwechsel des Prüfstandgetriebes samt Ölkonditionierung muss ohne Ablassen aller Medien möglich sein.

4.7. Drehmomentmessung

Die zur Verwendung kommenden Drehmomentflansche unterscheiden sich je nach Anwendung. Für die Hauptanwendung ist ein Drehmomentflansch von HBK des Typs T40B 5 kNm mit Drehzahlmesssystem ohne Referenzimpuls vorgesehen. Dieser Drehmomentflansch ist Bestandteil dieser Ausschreibung, siehe unten. Die Inbetriebnahme des Drehmomentflansch übernimmt das FKFS. Für die Zweitverwendung ist ein Drehmomentflansch von HBK des Typs T40MS 500 Nm mit Drehzahlmesssystem ohne Referenzimpuls geplant. Dieser Drehmomentflansch ist jedoch nicht Bestandteil dieser Ausschreibung.

Für beide Anwendungen muss der Drehmomentflansch ohne zusätzlichen vom FKFS bereitzustellenden Adapter mit dem Prüfstandgetriebe verbunden werden können. Darüber hinaus sind die prüflingsseitig notwendigen Befestigungen der Drehmomentflansche in demontierbarer Ausführung vorzusehen.

Folgende HKB-Geräte sind somit im Angebot zu berücksichtigen:

- Drehmomentmessflansch T40B 5 kNm: **K-T40B-005R-MF-S-M-DU2-1-U**
- EtherCAT Drehmoment-Schnittstellenmodul TIM-EC: **TIM-EC**

4.8. Spannungsversorgung

Das Prüfstandsgetriebe ist über einen 16A CEE-Steckerkupplung an einer fest installierten CEE-Gerätesteckdose anzuschließen. Es sind 5 m Leitungslänge zwischen Gerät und Stecker vorzusehen. Die notwendige Spannungsversorgung der EtherCAT-Komponenten und des Drehmomentmessflanschs sind intern bereitzustellen. Etwaige, zwischen Prüfstandsgetriebe und Ölkonditionierung, notwendige Leitungen sind mit IP67 konformen Steckverbindungen und einer Leitungslänge von 3 m vorzusehen. Die Leitungen müssen über einen geeigneten Schutz gegenüber mechanischen Beschädigungen (z.B. Schutz-/Wellschlauch) aufweisen.

4.9. Montage und Transport

Für die Montage des Prüfstandsgetriebes und der Ölkonditionierung sind Anschraubpunkte zur Befestigung von Hebezeugen für einen Kranbetrieb vorzusehen. Das Prüfstandsgetriebe ist darüber hinaus mit Einfahröffnungen für Hubwagen und Gabelstapler vorzusehen.

Bei separater Ölkonditionierung ist diese mit blockierbaren und für das Überfahren von Gitterflächen geeigneten Rollen auszustatten.

5. Bauseitige Versorgungsschnittstellen

Am Standort des FKFS sind unterschiedliche Versorgungsmöglichkeiten bereits vorhanden, sodass für die Auslegung nachfolgende Bereitstellungen zu berücksichtigen sind:

- Kühlwasserversorgung:

Tabelle 8: Spezifikation der bauseitigen Kühlwasserversorgung

Beschreibung	Einheit	Wert/Beschreibung
Vorlauftemperatur	°C	12 ... 15
Rücklauftemperatur max.	°C	50
max. Volumenstrom	m³/h	10
Beschaffenheit	-	unaufbereitetes und ungefiltertes Wasser ohne Zusätze

- Spannungsversorgung:

Tabelle 9: Spezifikation der bauseitigen Spannungsversorgung

Beschreibung	Einheit	Wert/Beschreibung
Spannungsversorgung	V AC	3 x 400
Max. Stromstärke	A	16
Netzfrequenz	Hz	50
Netzform	-	TN-C-S
Anschluss	-	CEE-Gerätesteckdose gem. IEC 60309

6. Kommunikationsschnittstelle

Das Prüfstandsgetriebe muss über eine Beckhoff-Kommunikationsschnittstelle zur Übermittlung aller, in Tabelle 6 ersichtlichen, Messgrößen an das prüfstandseitige Automatisierungssystem verfügen. Als Kommunikationsschnittstelle ist ein EtherCAT-Koppler EK1101 mit ID-Switch vorzusehen.

7. Optionale Angebotsumfänge

Das Angebot muss als optionalen Angebotsumfang die Lieferung von bis zu zwei weiteren baugleichen Getrieben enthalten (Gesamtstückzahl somit maximal drei). Die Anschaffungskosten für die weiteren Getriebe sind in Anlage 5 (Preis- und Wertungsblatt) anzugeben und werden gem. Anlage 7 (Angebotsbewertung) bewertet.

Mit dem Zuschlag wird zunächst nur die Lieferung eines Getriebes beauftragt. Auf den Abruf der zwei optionalen Getriebe besteht kein Anspruch des Auftragnehmers, der Auftraggeber ist zum Abruf nicht verpflichtet.

Ein möglicher Abruf weiterer Getriebe erfolgt über eine separate Beauftragung. Für abgerufene Getriebe gelten die Leistungs-, Liefer- und weiteren Vertragsbedingungen des Vertrags (Anlage 4) sowie die im Preisblatt angebotenen Preise (Anlage 5). Das FKFS verpflichtet sich eine Beauftragung der optionalen Getriebe bis spätestens **01.12.2026** ordnungsgemäß zu übermitteln. Die Lieferung der abgerufenen Getriebe erfolgt binnen 24 Wochen ab Zugang dieser Beauftragung.

8. Dokumentation

Die Dokumentation des Prüfstandgetriebes ist sowohl in digitaler, maschinenlesbarer und durchsuchbarer Form als auch in Papierform beizulegen. Hierzu zählen insbesondere aber nicht ausschließlich:

- Bedienungsanleitungen der Hard- und Software
- Wartungsanleitung
- (Zusammenbau-) Zeichnungen
- Ersatzteillisten
- Konformitätserklärungen
- Zertifikate

9. Aufstellung, Anlieferung und Inbetriebnahme der Anlage

Der Aufstellort des Prüfstandgetriebes wird in einem Gebäude innerhalb einer Prü fzelle und damit frostfrei und trocken sein. Versand und Anlieferung erfolgen DDP FKFS in Stuttgart gemäß Incoterms® 2020. Lieferverzögerungen können nicht mit der COVID-19 Pandemie begründet werden.

Die Einbringung ins Gebäude als auch der mechanische Aufbau sowie die Anbindung an die externe Medien- und Energieversorgung erfolgt, falls durch den Hersteller nicht anders spezifiziert, durch das FKFS. Hierzu stehen vor Ort ein Gabelstapler und gängige Schaltschrank- sowie Hubwagen zur Verfügung. Sollten weitere Transport- und Einbringungsmittel notwendig sein, so ist deren Leihgebühr im Angebot mit zu berücksichtigen.

Im Angebot ist zudem eine Vorabnahme am Hersteller vorzusehen. Diese kann durch eine Schwingungsmessung in allen vier Quadranten erfolgen, welche später zur Referenz herangezogen werden kann.

10. Ausführungsrichtlinien

Für die Ausführung der beschriebenen Anlage/Umfänge sind die gängigen EU-Richtlinien und Normen zu berücksichtigen und zu benennen.