

	Nachname, Vorname	Matrikel-Nr.	Semestergruppe
Studierende(r)			
Unterschrift / Erklärung:	Ich habe die Studienarbeit selbst ausgeführt. Quellen und Hilfsmittel sind eindeutig benannt.	Note:	Signatur Prof.:

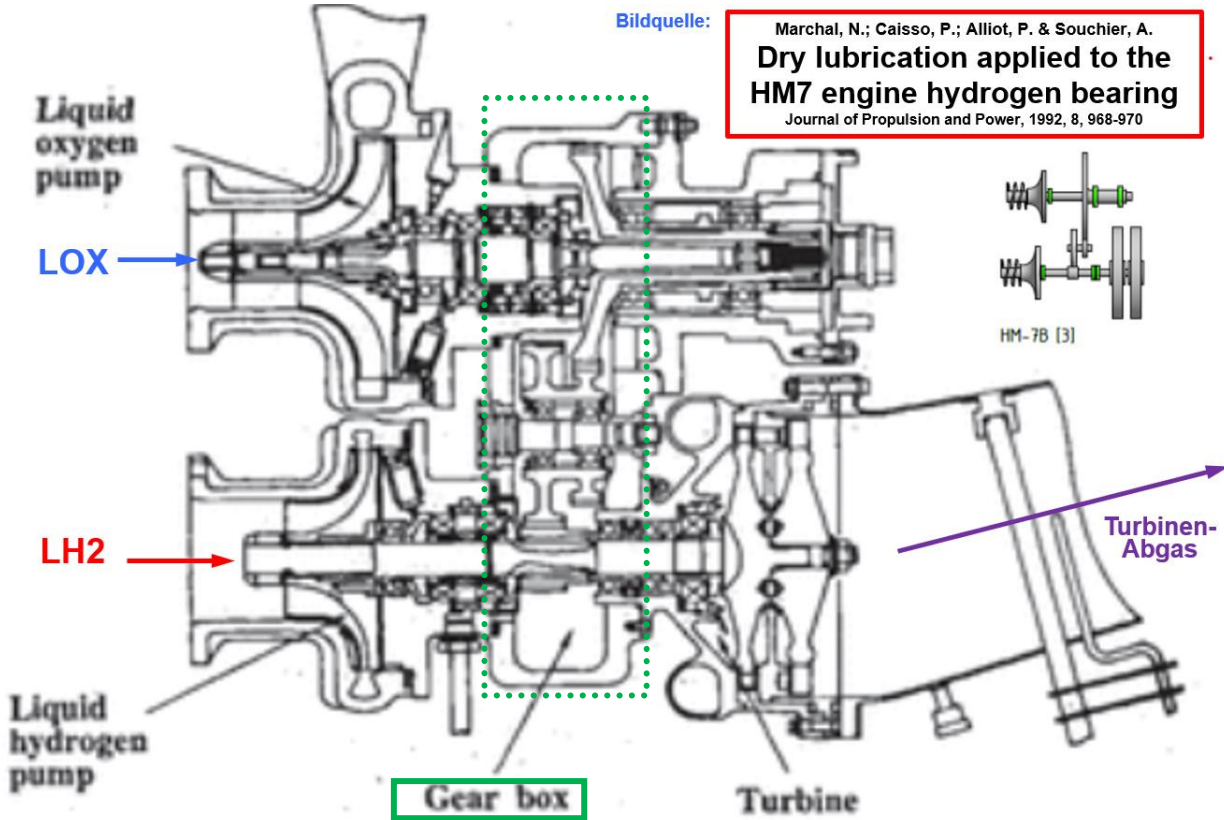
Portfolioprüfung zur Konstruktion / Methodik (B-KO4), WS 2024/25 „Getriebe zwischen zwei Turbopumpen eines Raketentriebwerks“

Konstruieren Sie ein Getriebe gemäß Beispiel / Prinzipskizze und Anforderungen auf Seite 2.

Abgabe	Arbeitsschritt	Testat	
		Nr.	Punkte
16.10.'24	1. „Hefter“, Recherche-Ergebnisse, Anforderungsliste	1	
23.10.'24	2. Vorauslegen Sie die Zahnräder , erforderliche Wellendurchmesser sowie den Typ, die Anordnung und Tragzahlen der Lager. (TM-Freikörperbilder, Handrechnung mit Skizzen!)	2	
6.11.'24	3. Erstellen Sie den Hauptschnitt des (Hand-) Entwurfs (Schnitt in Wellenebene), DIN A3, Karton, blanko, 1:1.	3	
10.11.'24	4. Erstellen Sie die restlichen Schnitte des Entwurfs (ggf. Kryoschmierstoff- / Lager-Konzept). Aktualisieren Handrechnung!	$\Sigma 1-4$	/24
KW47 Methodik 19.11.'24	5. Lösen Sie die drei Aufgaben zur Methodik während Ihres Übungstermins . Die Aufgabenstellung erhalten Sie zu Beginn des Termins auf einem gesonderten Blatt!	$\Sigma 5$	/22
Ab 9.12.'24	6. Präsentieren Sie im individuellen Konstruktionsgespräch ein CAD-Modell der Konstruktion mit Gehäuse am Rechner. (Def. Schnitte, Werkstoff und Toleranzen, sog. „ CAD-Testat “)	6	Bestanden
12.12.'24	7. Erstellen Sie die Zusammenbauzeichnung mit Stückliste . (CAD, M 1:1, DIN A3...A0, normgerecht).	7	
15.12.'24	8. Berechnen Sie die Verzahnung der Getriebestufen und die Getriebewellen mit Lagerung per Programm (auch Sicherheiten, ggf. manuell!). Berechnen Sie die WN-Verbindungen und Lager.	8	
19.12.'24	9. Erstellen Sie die Einzelteilzeichnungen einer Getriebewelle und eines Zahnrades (CAD, M 1:1, DIN A4...A3, normgerecht).	9	
21.12.'24	10. Erstellen Sie eine Montageanleitung und Konstruktionsbegründung . Heften Sie Ihre Unterlagen ein. (Abschnittsweise nummerieren!) Obige Erklärung eigenhändig unterschreiben → Ausschließlich elektronische Abgabe über ELO/Moodle	$\Sigma 6-10$	/54

Die Termine sind so gelegt, dass Sie eine Woche **vor** dem Termin eine prinzipiell abgabefähige Ausarbeitung vorlegen und durchsprechen können. Konkrete **Details der Testierung** werden von der jeweiligen Gruppenleitung in den ersten Sitzungen festgelegt. Die Gruppenleitungen sorgen dafür, dass der Arbeitsaufwand und der Bewertungsmaßstab unabhängig vom jeweiligen didaktischen Vorgehen vergleichbar sind. Für die rechtzeitige Abgabe im Dezember gibt es vier Pünktlichkeitspunkte, die sich bis zur rechtlich möglichen Abgabe am letzten Vorlesungstag gemäß Semesterkalender linear abbauen.

In **Flüssigkeitsrakentriebwerken** müssen große, **tiefkalte („kryogene“)** Treibstoff- und Oxidator-**Fluidströme** mit **Turbopumpen (TP)** unter hohem Druck in die Brennkammer gedrückt werden. Die Antriebsenergie kommt dabei von Turbinen, die auf unterschiedlichste Weise von Gasströmen angetrieben werden. Während heutige Konstruktionen auf je eine Turbine für jede TP setzen trieb 1990 im **HM7-B-Triebwerk** der **Drittstufe** der **Ariane 4-Rakete** eine einzige Turbine beide Turbopumpen mit unterschiedlicher Drehzahl über ein **Stirnradgetriebe** an:



Die Turbine ($P_T = 410 \text{ kW}$ bei 60500 U/min) trieb die **LH2-Pumpe direkt** ($V_{LH2} = 36,5 \text{ l/s}$) und die **LOX-Pumpe** ($V_{LOX} = 10,3 \text{ l/s}$ bei 12900 U/min) indirekt über die **Zahnrad-Getriebestufe** an. Ohne die spezielle **Kryotechnik** von Raketen-Turbopumpen im Detail nachvollziehen zu können, soll im Rahmen der KO4 auf elementarer Basis (Roloff/Matek, KissSoft) ein „Lehre-Zahnradgetriebe“ entworfen werden, welches bzgl. Leistungsgewicht, Kühl- / Schmierungsbedingungen von vorne herein nicht konkurrenzfähig sein wird. Dem methodischen Vorgehen und didaktisch wertvollen Kennenlernen von MB-Getrieben höchster Leistungsdichte bei extrem tiefen Temperaturen tut dies jedoch keinen Abbruch!

Weitere Hinweise (... werden in der Gruppe noch gruppenspezifisch angepasst!):

- als WNV sind **Zahnwellen** vorzusehen; TP-Wirkungsgrad $\approx 70\%$; $\Delta p_{LOX} \approx \Delta p_{LH2} \approx 60 \text{ bar}$
- Eingangswellenlager werden turbinenseitig mit „gasförmigem H2 mit **Tributylphosphat-Zusatz**“ kühl-geschmiert; LH2-pumpenseitig werden die Lager von Flüssig-Wasserstoff durchströmt und sind mit einer trockenschmierenden Laufbahn-Beschichtung versehen.
- Das PM fordert eine Lebensdauer von **50 min** sowie eine **Stückzahl von 10 Stück /a**

Das Getriebe ist zu **berechnen**, zu **entwerfen** und **konstruktiv vollständig festzulegen**

		Semestergruppe			
		(Brw1) MB4-Mo1Di2	(Brw2) MB4-Mo2Di3		
Getriebebauform		2-stufiges Stirnradgetriebe	Einstufiger Planetenradsatz		

Beachten Sie auch die **formalen gruppenspezifischen Anforderungen** und **Vorlagen!**

Zur Gruppeneinteilung nutzen Sie – wie bereits von KO3 gewohnt – den Link auf der Fakultäts-Homepage.