



Space Technology Laboratory, summer semester 2025

[German version below]

The laboratory will take place in combination with the lecture Satellite Technology (module Satellitentechnik mit Labor). The laboratory is organised via StudIP. However, the self-registration is disabled for the StudIP course. We will register you manually if you participated in the **group allocation** during the **obligatory online introductory session** on **9 April 2025 at 3 pm** via the **BigBlueButton** link <https://webconf.tu-bs.de/jus-230-zin-qyr>.

Experiments and Colloquium

In this laboratory, three experiments from the field of spaceflight technology will be conducted, each being preceded by a colloquium. Every experiment will be described via a script which gives the main foundations, background information and task for the lab. The script and potential other material, such as videos, data sets or task documents will be provided via StudIP.

Your task will be to work through the materials, prepare for the experiments and document as well as evaluate the conducted experiments in a report. The sufficient preparation of each experiment shall be ensured via the colloquiums. For the experiments as well as the colloquiums the attendance is compulsory. The type of colloquium will be announced by each lab supervisor and can for example be in the form of a short oral exam or a written test. The colloquium will be assessed individually and takes up a 15 – 25 % part of the grade of the respective experiment. The presumable dates as well as the title and the supervisor of all three experiments are given in the following table.

No.	Date	Experiment	Supervisor
1	Option 1: 24.04.2025 Option 2: 29.04.2025 Option 3: 08.05.2025 (day weather dependent) 18:00 – 22:00 Sternfreunde Hondelage	Orbit determination of earthbound satellites	Teresa Klinner-Teo teresa.klinner-teo@tu-braunschweig.de
2	CW 22, precise date TBD IRAS	Orifice Calibration on a rocket engine test bench	Justus Caspar justus.caspar@tu-braunschweig.de
3	Group 1+2: 26.06.25 Group 3+4: 27.06.25 9:00 – 17:00 IRAS	Thermal Engineering	Declan Jonckers d.jonckers@tu-braunschweig.de

Experiment 1: Orbit determination of earthbound satellites

In this lab, satellite passes in the sky will be recorded using a telescope and attached camera. Predictions for the paths of satellites passing overhead will be calculated early on the day of the experiment using

orbital data. Then, in the evening, the actual positions of these satellites can be deduced from photographs of the sky. Finally, the resulting positions from these observations will be compared with the predicted positions, and any discrepancies discussed.

- **Preparation:** Write a small program (any language) to propagate the orbit of a given satellite and predict its position in the sky (see the script for the detailed task description)
- **Individual examination:** Short (10min) written quiz during the lab based on the script & preparatory work → 15% of the final mark
- **Lab:** Set up the telescope, observe the predicted satellites and compare the predictions with the actual recorded positions
 - Time / location: 24.04.2025 or 29.04.2025 or 08.05.2025, 18:00 – 22:00 @ Sternwarte Hondelage (three potential dates due to weather dependency, go/no-go will be communicated ASAP ahead of the dates)
- **Other:** BBQ! and possibly stargazing if time (Mars & Jupiter should be visible)

Experiment 2: Orifice Calibration on a rocket engine test bench

At IRAS, space propulsion systems with gaseous methane and oxygen are investigated experimentally. An important parameter in all tests is the mass flow of the gases, which can be measured using sonic orifices. These orifices must be calibrated using a Coriolis mass flow meter. As part of the test, the mass flows are measured at varying pressure with different orifice types. The test data will be used to determine the pressure loss coefficients of the orifices.

- **Preparation:** Orifice dimensioning with hand calculations / a short program (see the script for the detailed task description)
- **Individual examination:** Colloquium based on the preparation
- **Lab:** Perform the orifice calibration at the rocket engine test bench, then process the data and perform an uncertainty analysis.
 - Time / location: CW 22, precise date TBD @ IRAS

Experiment 3: Thermal Engineering

This laboratory consists of two components: Simulation and thermal testing. In the simulation part, students will be given a crash course in using ESATAN, the standard thermal modelling software used by the European space industry. The aim will be to produce a thermal model of a mock up spacecraft, calculating the thermal power required for it to remain at a constant temperature in a vacuum environment. In the thermal testing part, the temperature of a mock up spacecraft in the IRAS vacuum chamber will be controlled based on the simulation results.

- **Preparation:** Hand calculations (see the script for the detailed task description). The lab, including the preparation, is based on the lecture on Thermal Engineering in “Satellitentechnik” (be sure to participate!)
- **Individual examination:** Colloquium based on the hand calculations
- **Lab:** Simulate a spacecraft mock up in ESATAN, then perform the experiment and compare the data.
 - Time / location: group 1+2: 26.06.25, group 3+4: 27.06.2025 @ IRAS. Simulations + Experiment on the same day.

Assessment

The examination performance of the space technology laboratory consists of the compulsory attendance at the colloquiums and experiments, the individual assessment of the colloquium as well as the documentation and evaluation of each experiment in the form of a graded report. Every experiment consisting of the individual grade of the colloquium and the group grade of the report must be graded better than 4.0 in order to pass the course "Raumfahrttechnikfachlabor". The final grade will be determined by taking the average of the grades of all three experiment grades. The reports must each include the following contents:

1. Introduction (motivation and short introduction in the subject of the experiment)
2. Description of the experimental setup
3. Description of the experiment procedure and results
4. Analysis and evaluation of the experiment results
5. Conclusion (Summary, critical review and optional outlook)

For the writing of the lab reports, the focus shall be set on the scientific analyses and evaluation of the experiment results (point 4.) or, if available, on the specific tasks/questions given in the script or an extra task sheet. The lab reports shall be written in groups of four to five people. The reports are assessed as a group performance. The group members are responsible for the distribution of the different parts of the report.

The final version of each lab report shall be uploaded as a PDF file together with other potential materials, such as code files, in a ZIP-file on StudIP in the corresponding folders for each lab. Please name the ZIP-files in the scheme "ExperimentX_GroupY". For the lab reports, a LaTeX template will be given in StudIP, which also contains important general information on the required contents of each of the five chapters. Please read this guidance information that you can find in the PDF named "vorlage" as it is crucial for the assessment/grading of the reports. For the four lab reports, the deadlines regarding the upload of the ZIP-files are as follows:

No.	Experiment	Lab report upload deadline
1	Orbit determination of earthbound satellites	Fr. 23.05.25, 5 pm
2	Orifice Calibration on a rocket engine test bench	Fr. 13.06.25, 5 pm
3	Thermal Engineering	Fr. 11.07.25, 5 pm

The required materials for each experiment will be uploaded in the space technology laboratory StudIP at least one week before the day of the experiment. The final dates for some of the experiments are not set yet, but will be given as soon as possible by the corresponding lab supervisors to you via a StudIP message/email (possibly with backup dates due to weather dependencies). In any case, the dates of the experiments shall be at least one week before the deadlines for the upload of the lab reports. As mentioned above, the module "Satellitentechnik mit Labor" (MB-ILR-68) can only be performed as a unity of the lecture and the laboratory. The total grade of the module results from the following weighting¹:

- 5/11 LP for the exam of the lecture
- 6/11 LP for the reports of the laboratory

¹ Information without warranty, in doubt, ask at the faculty or look in the module guide for your course of studies

Organisation

If you want to participate in the space technology laboratory, you need to attend the **online introductory session on 9 April 2025 at 3 pm** via the BigBlueButton link <https://webconf.tu-bs.de/jus-230-zin-qyr>. This is **obligatory** as the **group allocation** will be performed in this session. If possible, please try to find groups of four to five people already upfront and prepare two chat messages, one with the names (first and last name) and one with student mails of the group members. This will accelerate the group allocation process as we can quickly copy these lists and enter them in the slides of the online presentation. If you participated in the group allocation, we will register you in the StudIP course "Labor: Raumfahrttechnikfachlabor (SoSe 2025)" (Veranstaltungsnummer: 2514024).

For content specific and organisational questions regarding the different experiments, you can ask the lab supervisors mentioned above in the first table. For general organisational questions please contact the following organising people of the space technology laboratory:

Organisation of the space technology laboratory

Institute of Space Systems (IRAS)
Hermann-Blenk-Str. 23
38108 Braunschweig

Justus Caspar

E-Mail: justus.caspar@tu-braunschweig.de

Phone: 0531 391 9976

Tom Linnemann

E-Mail: tom.linnemann@tu-braunschweig.de

Phone: 0531 391 9973

Raumfahrttechnikfachlabor, Sommersemester 2025

Das Fachlabor findet in Einheit mit der Veranstaltung Satellitentechnik statt (Modul Satellitentechnik mit Labor). Die Organisation des Labors erfolgt über StudIP. Die Selbsteinschreibung für das entsprechende StudIP-Modul ist jedoch gesperrt. Wir werden Sie manuell eintragen, wenn Sie bei der **Gruppeneinteilung** in der **Pflicht-Online-Einführungsveranstaltung am 09.04.2025, 15 Uhr** über BigBlueButton <https://webconf.tu-bs.de/jus-230-zin-qyr> teilgenommen haben.

Laborversuche und Kolloquium

Es müssen drei verschiedene Versuche aus dem Bereich der Raumfahrttechnik durchgeführt werden, vor denen jeweils ein Kolloquium stattfindet. Jeder Laborversuch wird durch ein Kurzsript beschrieben, welches die wesentlichen Grundlagen, Hintergrundinformationen und Arbeitsanweisungen zum Versuch beinhaltet. Gegebenenfalls liegen auch weitere Dokumente wie Videos, Datensätze oder Arbeitsanweisungen vor.

Ihre Aufgabe ist es, sich in die zu Verfügung gestellten Materialien einzuarbeiten, sich auf die Versuche vorzubereiten und die durchgeführten Versuche in Form eines Protokolls zu dokumentieren sowie auszuwerten. Die ausreichende Vorbereitung auf die jeweiligen Versuche soll über die Kolloquien sichergestellt werden. Für die Versuche sowie die Kolloquien gilt Anwesenheitspflicht. Das genaue Format des Kolloquiums wird vom Versuchsbetreuer kommuniziert und kann beispielsweise die Form eines mündlichen Kurztests oder eines schriftlichen Testats annehmen. Das Kolloquium geht je nach Versuch als Einzelleistung mit 15 – 25 % in die Note des jeweiligen Versuchs ein. Der Termin sowie der Titel und die betreuenden Personen der drei Versuche sind nachfolgend aufgeführt:

Nr.	Termin	Laborversuch	Betreuer
1	Option 1: 24.04.2025 Option 2: 29.04.2025 Option 3: 08.05.2025 (wetterabhängig) 18:00 – 22:00 Sternfreunde Hondelage	Bahnbestimmung von erdgebundenen Satelliten	Teresa Klinner-Teo teresa.klinner-teo@tu-braunschweig.de
2	KW 22, genaues Datum TBD IRAS	Blendenkalibrierung an einem Raketen- triebwerksprüfstand	Justus Caspar justus.caspar@tu-braunschweig.de
3	Gruppen 1+2: 26.06.25 Gruppen 3+4: 27.06.25 9:00 – 17:00 IRAS	Thermal Engineering	Declan Jonckers d.jonckers@tu-braunschweig.de

Versuch 1: Bahnbestimmung von erdgebundenen Satelliten

In diesem Versuch werden mit Hilfe eines Teleskops und angeschlossener Kamera Überflüge von Satelliten an dem Versuchsabend aufgenommen. Die erwarteten Überflüge werden früh am Tag des Laborversuchs schon vorberechnet. Aus den aufgenommenen Bildern während des Versuchsabends

werden die Winkel der Satellitenposition bestimmt. Anschließend werden die tatsächlichen Ergebnisse (Positionen der Satelliten) mit den vorher berechneten verglichen und eventuelle Abweichungen diskutiert.

- **Vorbereitung:** Schreiben Sie ein kleines Programm (in einer beliebigen Sprache), um die Umlaufbahn eines gegebenen Satelliten zu berechnen und seine Position am Himmel vorherzusagen (siehe Skript für die detaillierte Aufgabenbeschreibung)
- **Individuelle Prüfung:** Kurzes (10min) schriftliches Quiz während des Versuchstags auf der Grundlage des Skripts und der Vorbereitungsarbeiten → 15% der Endnote
- **Labor:** Aufbau des Teleskops, Beobachtung der vorhergesagten Satelliten und Vergleich der Vorhersagen mit den tatsächlich aufgezeichneten Positionen
 - Zeit / Ort: 24.04.2025 oder 29.04.2025 oder 08.05.2025, 18:00 - 22:00 Uhr @ Sternwarte Hondelage (drei mögliche Termine aufgrund von Wetterabhängigkeit, go/no-go wird rechtzeitig vor den Terminen bekannt gegeben)
- **Sonstiges:** Es wird gegrillt! Eventuell Sternbeobachtung, wenn Zeit ist (Mars & Jupiter sollten sichtbar sein)

Versuch 2: Blendenkalibrierung an einem Raketentriebwerksprüfstand

Am IRAS werden Raumfahrtantriebe mit gasförmigem Methan und Sauerstoff experimentell untersucht. Ein wichtiger Parameter in allen Tests ist der Massenstrom der Gase, der mithilfe sonischer Blenden gemessen werden kann. Diese Blenden müssen mithilfe eines Coriolis-Massenstrommessgeräts kalibriert werden. Im Rahmen des Versuchs werden die Massenströme bei variiertem Druck mit verschiedenen Blendentypen gemessen. Anhand der Versuchsdaten sollen die Druckverlustbeiwerte der Blenden bestimmt werden.

- **Vorbereitung:** Dimensionierung der Blenden mit Handberechnungen / kurzem Programm (siehe Skript für die detaillierte Aufgabenbeschreibung)
- **Einzelprüfung:** Kolloquium auf der Grundlage der Vorbereitung → 20% der Endnote
- **Labor:** Durchführung der Blendenkalibrierung am Raketentriebwerksprüfstand, anschließende Verarbeitung der Daten und Durchführung einer Unsicherheitsanalyse.
 - Zeit / Ort: KW 22, genaues Datum TBD @ IRAS

Versuch 3: Thermal Engineering

Dieses Labor besteht aus zwei Komponenten: Die Simulation und ein thermischer Test. Im Simulationsteil erhalten die Studierenden einen Crashkurs in der Anwendung von ESATAN, der Standard-Software für die thermische Modellierung, die von der europäischen Raumfahrtindustrie verwendet wird. Ziel ist es, ein Wärmemodell eines Raumfahrzeug-Mock-Ups zu erstellen und die Wärmeleistung zu berechnen, die erforderlich ist, um eine konstante Temperatur in einer Vakuumumgebung zu halten. Bei dem thermischen Test wird die Temperatur eines Raumfahrzeug-Mock-Ups in der IRAS-Vakuumkammer auf der Grundlage der Simulationsergebnisse kontrolliert.

- **Vorbereitung:** Handrechnungen (detaillierte Aufgabenbeschreibung siehe Skript). Das Labor, einschließlich der Vorbereitung, basiert auf der Vorlesung „Thermal Engineering“ in „Satellitentechnik“ (unbedingt teilnehmen!)
- **Einzelprüfung:** Kolloquium auf der Grundlage der Handrechnungen → 20% der Endnote
- **Labor:** Simulation eines Raumfahrzeugmodells in ESATAN, dann Durchführung des Experiments und Vergleich der Daten.

- o Zeit / Ort: Gruppe 1+2: 26.06.25, Gruppe 3+4: 27.06.2025 @ IRAS. Simulationen + Experiment am selben Tag.

Bewertung

Die Teilprüfungsleistung des Fachlabors besteht in der Anwesenheitspflicht der Kolloquien und Versuche, der einzelnen Bewertung des Kolloquiums sowie der Dokumentation und Auswertung der drei Versuche jeweils in Form der rechtzeitigen Abgabe eines benoteten Protokolls. Jeder Versuch zusammengesetzt aus der Einzelnote des Kolloquiums und der Gruppennote des Protokolls muss besser als 4,0 bewertet sein, damit die gesamte Veranstaltung "Raumfahrttechnikfachlabor" als bestanden gilt. Die Gesamtnote setzt sich aus dem Durchschnitt der drei Noten der Versuche zusammen. Die Versuchsprotokolle müssen sich jeweils aus den folgenden fünf Inhalten zusammensetzen:

1. Einführung (Motivation und kurze Einleitung in die Thematik/Ziele des Versuchs)
2. Beschreibung des Versuchsaufbaus
3. Beschreibung der Versuchsdurchführung und -ergebnisse
4. Auswertung der Versuchsergebnisse
5. Fazit (Zusammenfassung, kritische Würdigung und optional Ausblick)

Der Fokus bei der Erstellung der Protokolle sollte auf der wissenschaftlichen Auswertung der Versuchsergebnisse (Punkt 4) bzw., sofern vorhanden, auf der Beantwortung der spezifischen Aufgabenstellungen liegen. Die Protokolle sollen in Gruppenarbeit von vier bis fünf Personen ausgearbeitet werden. Die Bewertung des Protokolls erfolgt als Gruppenleistung. Für die Aufteilung der verschiedenen Teile des Protokolls sind die Gruppenmitglieder eigenständig verantwortlich.

Die finalen Protokolle sind als PDF-Dokument zusammen mit eventuellen zusätzlichen Dateien, wie Programmcode, in einer ZIP-Datei auf StudIP in den dafür vorgesehenen Ordnern hochzuladen. Kennzeichnen Sie die ZIP-Datei bitte mit "VersuchX_GruppeY". Für die Protokolle wird eine LaTeX-Vorlage bereitgestellt, in der auch wichtige allgemeine Informationen zu den nötigen Inhalten in den fünf verschiedenen Kapiteln enthalten sind. Bitte lesen Sie diese Hinweise aufmerksam durch, da sie für die Bewertung der Protokolle entscheidend sind. Für alle Protokolle gelten folgende verbindliche Abgabefristen bezüglich der ZIP-Dateien:

Nr.	Laborversuch	Protokoll Abgabefrist
1	Bahnbestimmung von erdgebundenen Satelliten	Fr. 23.05.25, 17 Uhr
2	Blendenkalibrierung an einem Raketentriebwerksprüfstand	Fr. 13.06.25, 17 Uhr
3	Thermal Engineering	Fr. 11.07.25, 17 Uhr

Die endgültigen Termine mancher Versuche stehen noch nicht fest, werden aber von den jeweiligen Betreuern schnellstmöglich (ggf. mit Backup-Terminen wegen Wetterabhängigkeit) über StudIP Rundmails kommuniziert und sollen mindestens 1 Woche vor dem jeweiligen Abgabedatum des entsprechenden Protokolls stattfinden. Wie oben erwähnt, kann das Modul "Satellitentechnik mit Labor" (MB-ILR-68) nur als Einheit aus Vorlesung und Labor belegt werden. Die Gesamtnote des Moduls ergibt sich durch folgende Gewichtung²:

- 5/11 LP für die Klausur zur Vorlesung
- 6/11 LP für die Protokolle zum Fachlabor

Organisation

Wenn Sie am Fachlabor teilnehmen möchten, müssen Sie an der **Online-Einführungsveranstaltung am 09.04.2025, 15 Uhr** teilnehmen. Diese Veranstaltung ist **Pflicht**, da dort die **Gruppeneinteilung** stattfindet. Sie können ihr über den BigBlueButton-Link <https://webconf.tu-bs.de/jus-230-zin-qyr> beitreten. Wenn möglich, versuchen Sie bitte schon vorher Gruppen von vier bis fünf Personen zu bilden und bereiten Sie eine Chatnachricht mit einer Namensliste (Vor- und Nachname) sowie einer E-Mail Liste der Gruppenmitglieder vor, damit wir diese während der Gruppeneinteilung aus dem Chat kopieren und in die Folien eintragen können, um diesen Prozess zu beschleunigen. Wenn Sie an der Gruppeneinteilung teilgenommen haben, tragen wir Sie anschließend in den StudIP-Kurs "Labor: Raumfahrttechnikfachlabor (SoSe 2025)" (Veranstaltungsnummer: 2514024) ein.

Für fachspezifische und versuchsspezifische organisatorische Fragen zu den einzelnen Versuchen stehen Ihnen die oben aufgeführten Betreuer zur Verfügung. Für allgemeine organisatorische Fragen wenden Sie sich bitte an die nachfolgend aufgeführte Organisation des Fachlabors.

Organisation des Raumfahrttechnikfachlabors

Institut für Raumfahrtsysteme (IRAS)

Hermann-Blenk-Str. 23

38108 Braunschweig

Justus Caspar

E-Mail: justus.caspar@tu-braunschweig.de

Telefon: 0531 391 9976

Tom Linnemann

E-Mail: tom.linnemann@tu-braunschweig.de

Telefon: 0531 391 9973

² Angaben ohne Gewähr, im Zweifel bei der Fakultät nachfragen oder im Modulhandbuch für Ihren Studiengang nachschlagen