

Datenkompetenz von Anfang an



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

4Ing-Workshop am 9.10.2023

Prof. Peter Pelz, Dr. Maximilian Kuhr, Dr. Canan Hastik
Julius Breuer, Katharina Henn, Benjamin Hermann, Tobias Meck, Pascal Moor,
Niklas Puff, Zahra Tabaie, Philipp Wetterich, Ning Xia

MASCHINENBAU

We engineer future

FLUIDSYSTEMTECHNIK

Prof. Dr.-Ing. Peter F. Pelz



Selbstverständnis der TU Darmstadt



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Grundsätze für Studium und Lehre^{*}

der Technischen Universität Darmstadt

2

Grundsätze für Studium und Lehre

- 2.1 Hohe wissenschaftliche Qualität in Studium und Lehre
- 2.2 Studierendenzentrierung
- 2.3 Persönlichkeitsbildung
- 2.4 Kultur der Offenheit
- 2.5 Wertschätzender Umgang
- 2.6 Gute Studierbarkeit

Selbstverständnis der TU Darmstadt



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



Grundsätze für Studium und Lehre der Technischen Universität Darmstadt

Die Kompetenz zum kritischen Umgang mit Forschungsdaten (*Data Literacy*) wird fachspezifisch aufgebaut.

Unsere Absolvent:innen verfügen über die Motivation, das Wissen und die Fähigkeit, neue Fragestellungen zu formulieren und innovative Konzepte und Methoden zu deren Beantwortung entwickeln. Im Beruf angekommen, tragen sie damit zur Lösung drängender Fragen aus Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft bei.

Die TU Darmstadt legt Wert darauf, dass

was anwenden oder Menschen das „beforschte Objekt“ sind.

Unsere Absolvent:innen können den Zusammenhang ihrer Disziplin mit anderen Disziplinen einschätzen und mit Fachleuten der eigenen und anderer Disziplinen kooperieren. Dies wird in interdisziplinären Studienprojekten eingeübt. In diesem Lehrformat arbeiten unsere Studierenden auch explizit an der Kompetenz, Ideen oder Lösungen schriftlich wie mündlich verständlich darstellen zu können. Im Studienverlauf wird diese ausgebaut.

Studium und Lehre

Wissenschaftliche Qualität
Studium und Lehre
Lern- und Lehrentwicklung
Lern- und Lehrentwicklung
Lern- und Lehrentwicklung
Lern- und Lehrentwicklung
Lern- und Lehrentwicklung

2.6 Gute Studierbarkeit

Leitlinien zum Umgang mit digitalen Forschungsdaten an der TU Darmstadt

vom 16.12.2015,

Präambel



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Die Technische Universität Darmstadt (TUDa) sieht im verantwortungsvollen und wissenschaftsgerechten Umgang mit Forschungsdaten einen wesentlichen Beitrag zur Gewinnung und Verbreitung wissenschaftlicher Erkenntnisse als Umsetzung ihrer Grundsätze zur **Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis**. In Einklang mit den institutionellen Zielen Nachhaltigkeit und Digitalisierung fördert und unterstützt sie die Aufbewahrung und Dokumentation von Forschungsdaten sowie den strukturierten und freien Zugang zu diesen im Sinne der **FAIR-Prinzipien** mit dem Ziel einer Erhöhung der **Auffindbarkeit, Zugänglichkeit, Interoperabilität und Nachnutzbarkeit von Forschungsdaten**. Die Leitlinien zum Umgang mit digitalen Forschungsdaten beziehen sich auf alle Forschungsvorhaben an der TU Darmstadt, einschließlich studentischer Arbeiten.

Nachvollziehbarkeit und wissenschaftliche Überprüfbarkeit der Forschung sowie die bestmögliche wissenschaftliche **Nachnutzung** der gewonnenen Daten sind dabei gleichberechtigte Ziele.



Leitlinien zum Umgang mit digitalen Forschungsdaten

vom 16.12.20

Präambel

Datenkompetenz ist eine Voraussetzung zum effizienten und nachhaltigen Umgang mit Forschungsdaten und für die Einhaltung der guten wissenschaftlichen Praxis. Die Methoden des fachspezifischen Forschungsdatenmanagements sollen deshalb in Lehre und Fortbildung angemessen verankert werden. Aufgrund der herausragenden Bedeutung der Studierenden von heute für die Wissenschaft von morgen vertritt die TU Darmstadt den Gedanken des „guten Forschungsdatenmanagements von Anfang an“ und strebt neben der frühzeitigen Vermittlung der theoretischen Grundlagen auch die kontinuierliche und praktische Anwendung der Methoden und Werkzeuge in studentischen Praktika und Arbeiten an.

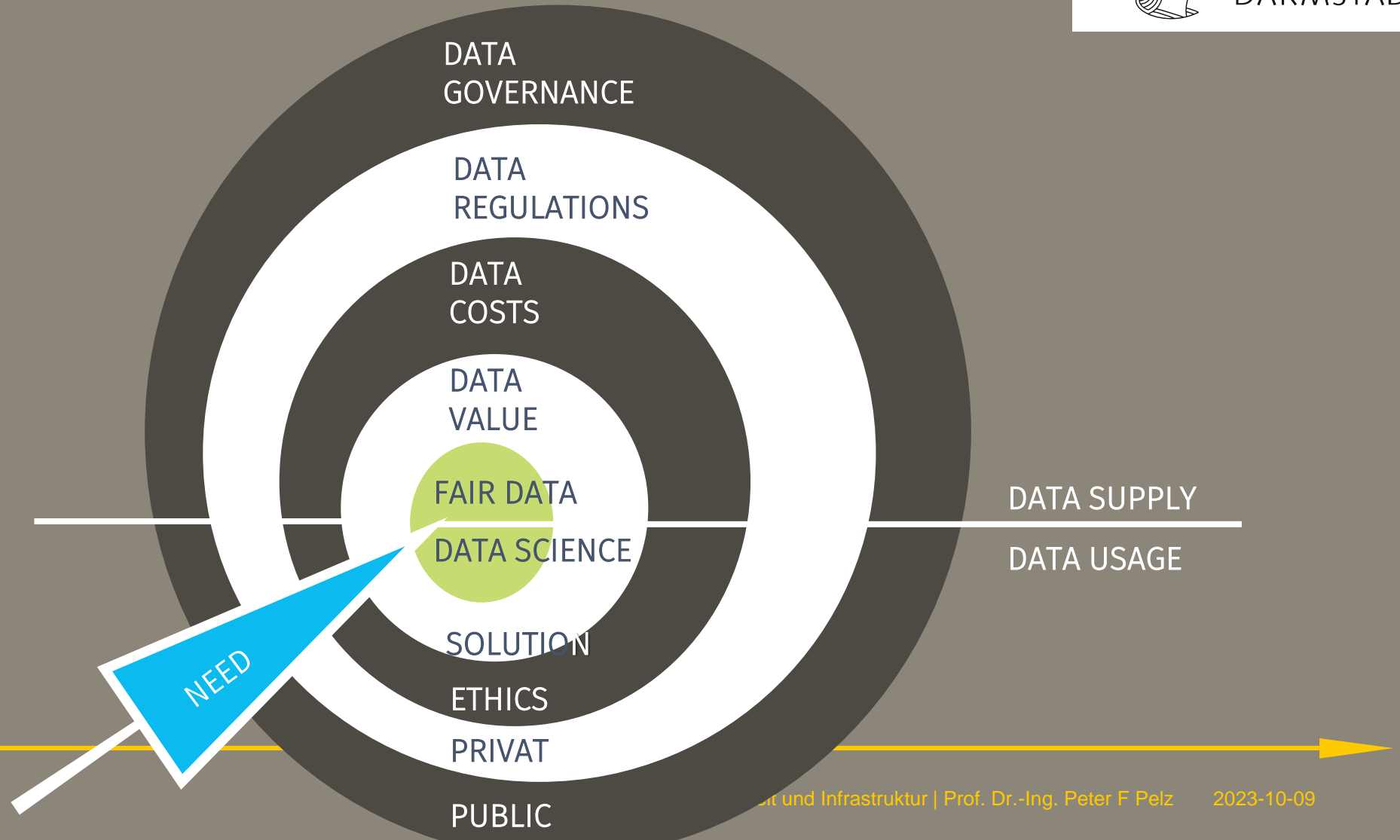
...alisierung fördert und unterstützt sie die Aufbewahrung und Dokumentation von Forschungsdaten sowie den strukturierten und freien Zugang zu diesen im Sinne der FAIR-Prinzipien mit dem Ziel einer Erhöhung der Auffindbarkeit, Zugänglichkeit, Interoperabilität und Nachnutzbarkeit von Forschungsdaten. Die Leitlinien zum Umgang mit digitalen Forschungsdaten beziehen sich auf alle Forschungsvorhaben an der TU Darmstadt, einschließlich studentischer Arbeiten.

Nachvollziehbarkeit und wissenschaftliche Überprüfbarkeit der Forschung sowie die bestmögliche wissenschaftliche Nachnutzung der gewonnenen Daten sind dabei gleichberechtigte Ziele.

Was ist Datenkompetenz?



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



136

42

less than ...

more than ...









TECHNO-ECONOMIC SYSTEM

MODEL SKY

DATA OCEAN

RESOURCE USAGE

MODEL/
DATA USAGE 3

FLOW OF DATA

FLOW OF „DATA VALUE“

PRIOR MODEL
CONTEXT OR
UPSTREAM DATA
USAGE PROCESS

UNQUALIFIED
RESOURCES

QUALIFIED
RESOURCES

GREY DATA

DATEN-
KRAFTWERK 1

FAIR DATA

RESOURCE SUPPLY

FEDERATED DATA SPACE
POSSIBLE WITH DATA TRUSTEES



Datenkompetenz von Anfang an – Hands-On



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Vision Studierende nutzen FAIRes FDM als wesentlicher Teil guter wissenschaftlicher Praxis bereits bei ihrer Bachelorarbeit.

Konzept

1. Die Vermittlung von Datenkompetenz startet im ersten Semester Bachelorstudium -
gefolgt von KI und dem Praktikum Digitalisierung im 4. und 5. Semester.
2. Alle Dimensionen von Datenkompetenz werden vermittelt:
Sprache, Governance, Technologien, Daten-Ökonomie, Daten-Ethik, FAIRe Daten als notwendige Voraussetzung von nachhaltige sozio-technische Systeme
3. FAIRes FDM ist als forschendes Lernen (Hands-On)
in bestehende Module oder angepasste Module integriert.
Physikpraktikum wird zum Praktikum Digitalisierung. Mathe IV wird zu KI

SEMESTER 1

EMB – PROJEKTARBEIT 2 CP
MATHEMATIK FÜR DEN MASCHINENBAU I 8CP
WERKSTOFFKUNDE I 4 CP
TECHNISCHE MECHANIK I (STATIK) 6 CP
TECHNOLOGIE DER FERTIGUNGSVER- FAHREN 6 CP
GRUNDLAGEN DER DIGITALISIERUNG 4 CP

SEMESTER 2

MATHEMATIK FÜR DEN MASCHINENBAU II 8 CP
WERKSTOFFKUNDE II 4CP
TECHNISCHE MECHANIK II (ELASTOSTATIK) 6 CP
EINFÜHRUNG IN DIE ELEKTROTECHNIK 6 CP
RECHNERGESTÜTZTES KONSTRUIEREN 4 CP
CHEMIE FÜR DEN MASCHINENBAU 4 CP

SEMESTER 3

MATHEMATIK FÜR DEN MASCHINENBAU III 4 CP
WERKSTOFFKUNDE III 2CP
TECHNISCHE MECHANIK III (DYNAMIK) 6 CP
MASCHINENELEMENTE UND MECHATRONIK I 8 CP
TECHNISCHE THERMODYNAMIK I 6 CP
PHYSIK FÜR DEN MASCHINENBAU 4 CP

SEMESTER 4

MATHEMATISCHE METHODEN DES MASCHINELLEN LERNENS 4 CP
TECHNISCHE STRÖMUNGSLEHRE 6 CP
MASCHINENELEMENTE UND MECHATRONIK II 8 CP
MESSTECHNIK, SENSORIK UND STATISTIK 6 CP
TECHNISCHE THERMODYNAMIK II 4 CP
STUDIUM GENERALE 3 – 6CP

SEMESTER 5

WAHLPFLICHT-BEREICH 16 - 19 CP
PRAKTIKUM DIGITALISIERUNG 2 CP
SYSTEMTHEORIE UND REGELUNGSTECHNIK 6 CP
PRODUCT DESIGN PROJECT 4 CP
WÄRME- UND STOFFÜBERTRAGUNG 4 CP

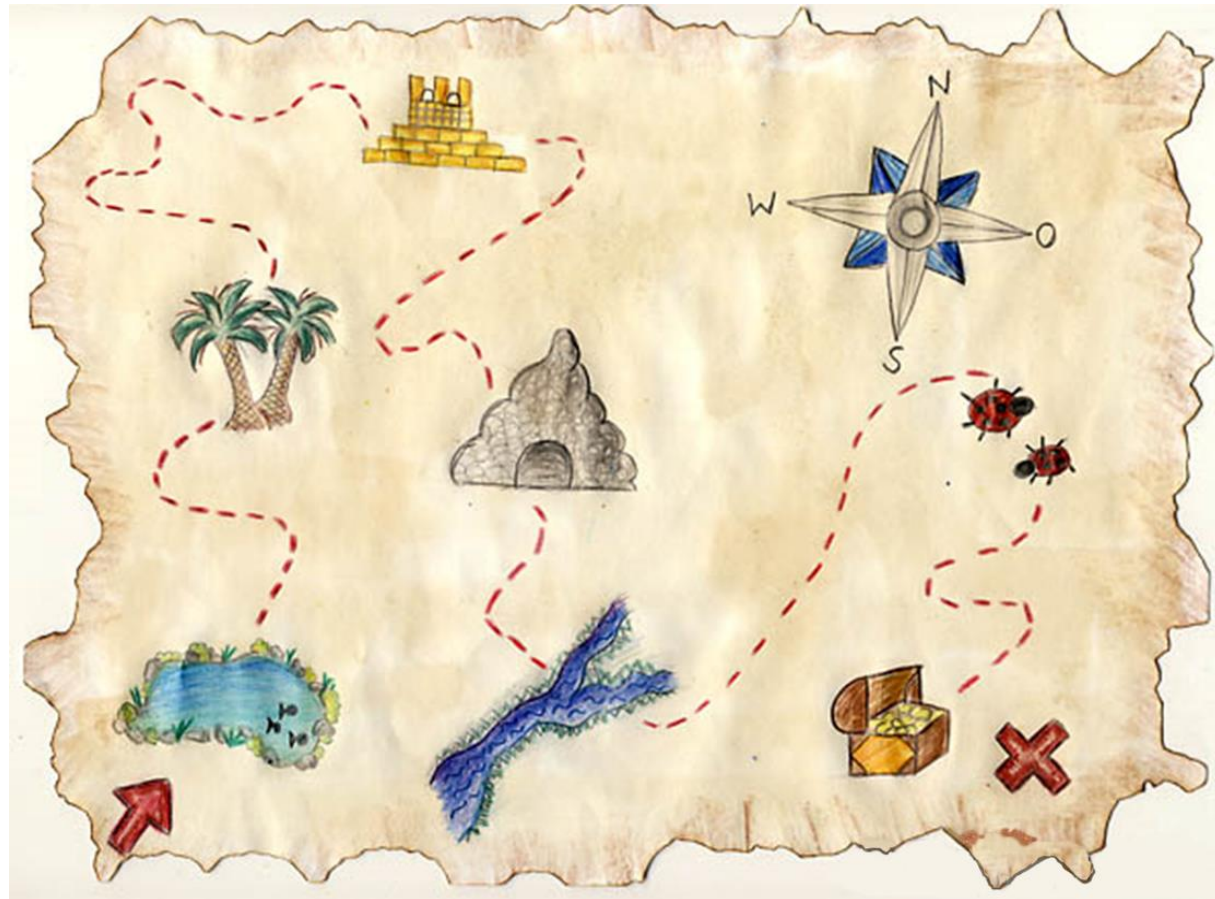
SEMESTER 6

INGENIEURWISSENSCHAFT UND GESELLSCHAFT 4 CP
NUMERISCHE SIMULATIONS- METHODEN 4 CP
EINFÜHRUNG IN WISSENSCHAFTLICHES ARBEITEN UND SCHREIBEN, 2CP
BACHELOR THESIS 12 CP

Schatzkarte Datenkompetenz



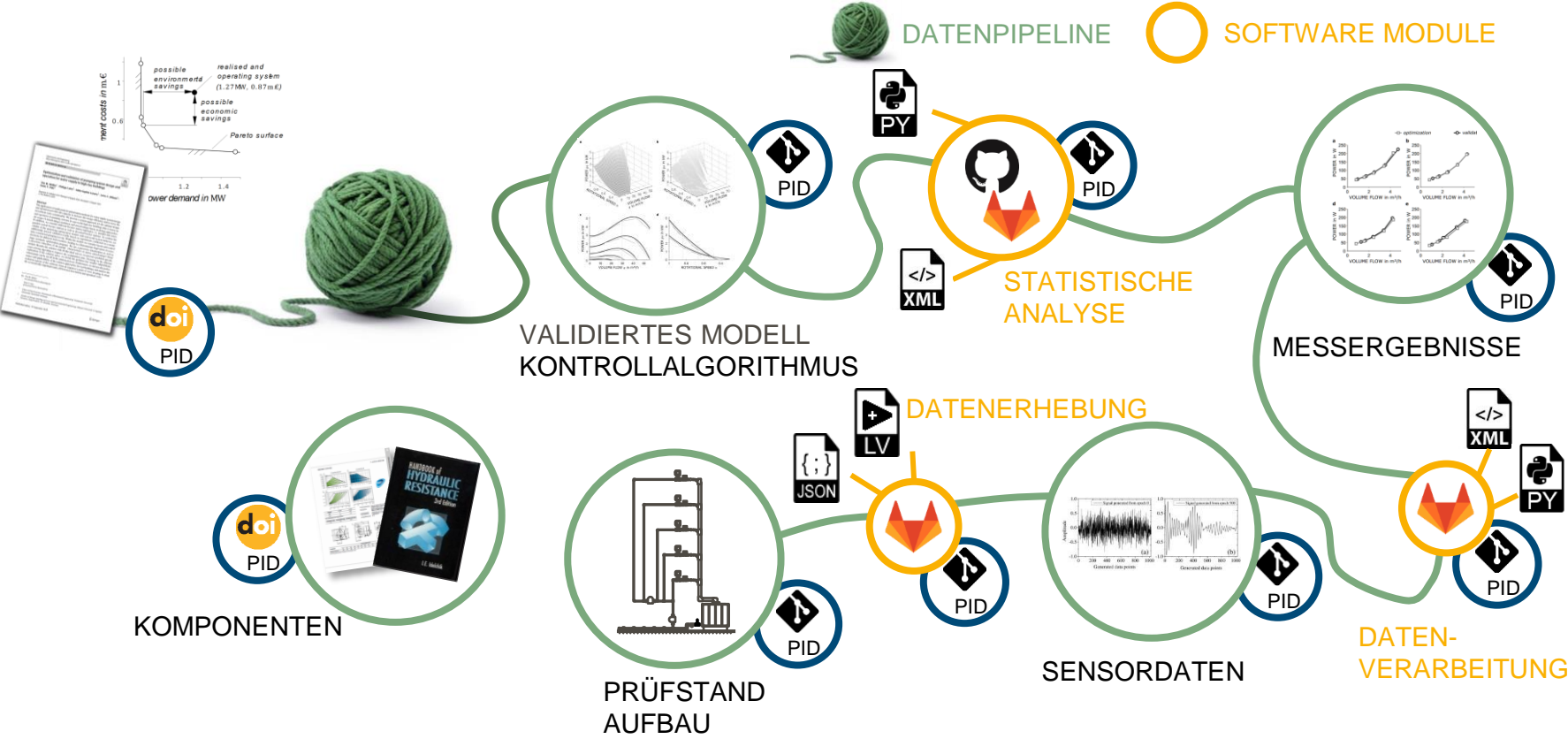
TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



Schatzkarte Datenkompetenz



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



Grundlagen der Digitalisierung



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



Open source IDE



Programmiersprache



Versionsverwaltung



Dateiformate



Modulkonzept



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Übung	Inhalte	Lernziele
27.01	Python (Fortführung Einführung) Versionierung Teil 1 Code-Leitlinien	<ul style="list-style-type: none">- Anwenden grundlegender git-Befehle (lokal)- Einführung von Code-Leitlinien
03.02	Python Visualisierung Versionierung Teil 2	<ul style="list-style-type: none">- Anwenden erweiterter git-Befehle und Einführung in Gitlab (kollaboratives Arbeiten)
10.02	Python Datenformate (csv, xml, hdf5) Datenbanken	<ul style="list-style-type: none">- Ein- und Auslesen von Datensätzen- Interoperabilität Matlab und Python- Einführung in Datenbanken
17.02	Python Datenbanken Archivierung Metadaten	<ul style="list-style-type: none">- Softwareprojekte archivieren und mit Metadaten versehen unter Einhaltung der FAIR-Prinzipien,

J. Francis Bacon, Lord
Keeper and afterwards
Lord Chancellor of
England, 1617.

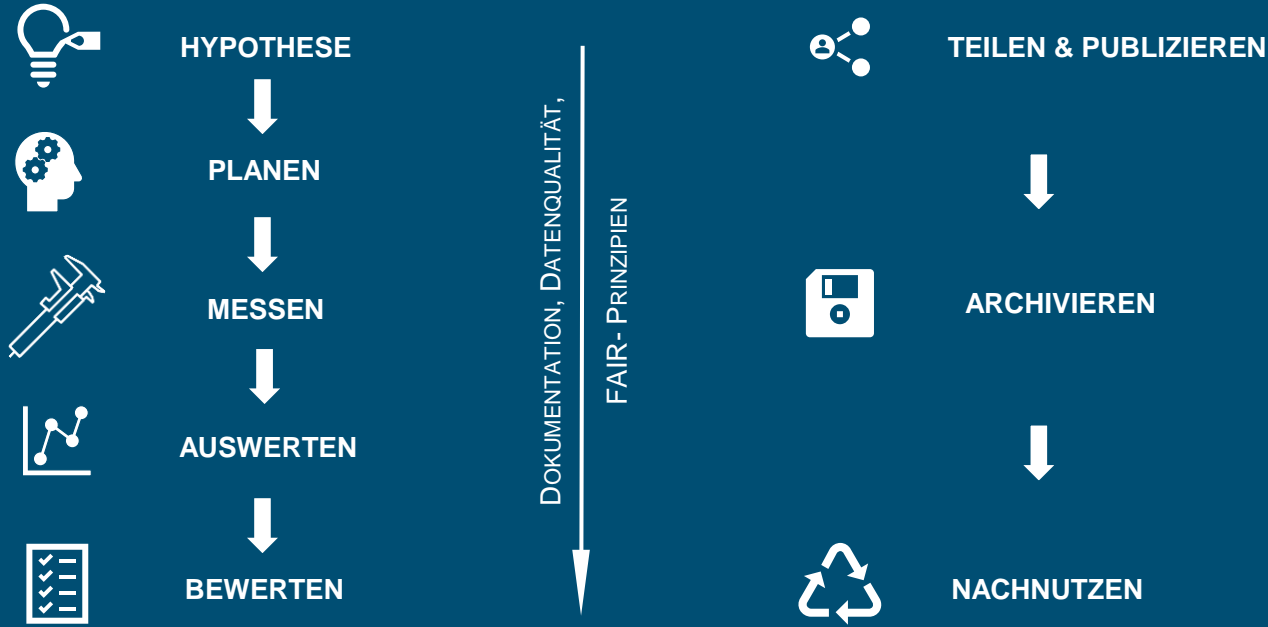
**Wissen ist Macht
Daten sind Macht**

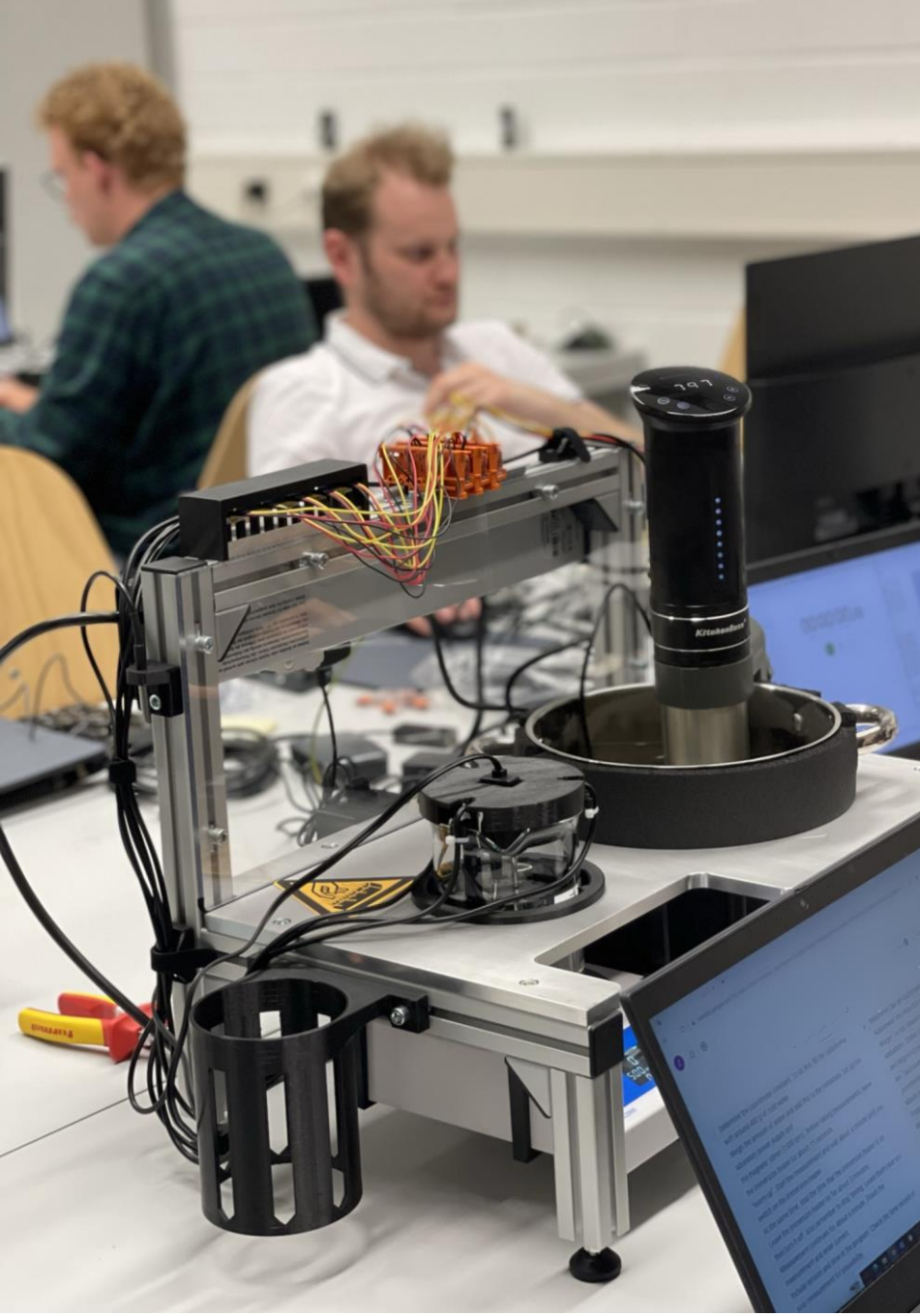


Entwicklung der wissenschaftlichen Methode

- ~ 1600 → **SCIENTIFIC METHOD**
hypotheses | abstraction | laboratory experiments | verification & validation
- ~ 1949 → **AUTOMATED EXPERIMENTS**
invention of the IC
- ~ 1945 → **EXPERIMENTS IN SILICO**
von Neumann Machine
- ~ 1961 → **BAYESIAN INFERENCE**
Kálmán filter → laboratory experiments + field experience + prior wisdom
- ~ 2020 → **DATA MANAGEMENT**
FAIR data, transparency, reproducibility

Praktikum Digitalisierung





Praktikum Digitalisierung

Bachelor Lehrveranstaltung im 5. Semester



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

- (i) hands-on** Schaffen einer eigenen Messumgebung
Versuche am Küchentisch
Versuche im Labor

- (ii) lowtech** Unsicherheit wird quantifiziert
formale Datenqualität steht im Vordergrund

- (iii) holistisch** Breite des Darmstädter Maschinenbaus
Nachhaltigkeit und Systemsynthese, Thermodynamik, Rotordynamik,
Instabilität einer Mehrphasenströmung

- (iv) wissenschaftliches
Arbeiten:** Hypothese, Planen, Messen, Auswerten, Bewerten, Dokumentieren

- (v) Nachhaltigkeit:** FAIRes-Datenmanagement und semantische Graphen als Grundlage
für die Bewertung sozialer Kosten sozio-technischer Systeme

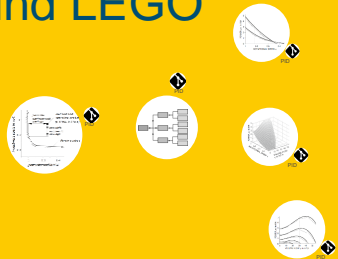
Praktikum Digitalisierung

Bachelor Lehrveranstaltung im 5. Semester



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

FAIRe
QUALITÄTS-KPIs
und LEGO



Systemsynthese

maschinenlesbare
Datenblätter
semantischer Graph
Aggregation von Qualität
bei gegebener Funktion

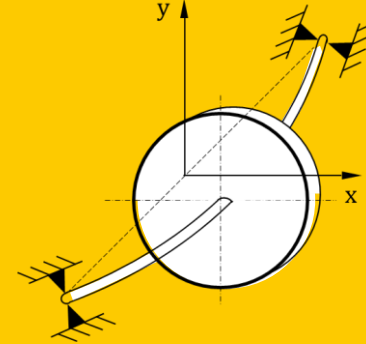
KALORIMETRIE



Thermodynamik

Arbeiten mit Git
Nutzen von Jupyter
Anreichern mit Metadaten

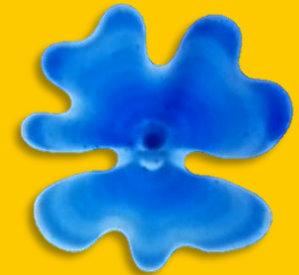
LAVALROTOR



Rotordynamik

Arbeiten mit Git
Nutzen von Jupyter
Anreichern mit Metadaten

HELE-SHAW-ZELLE



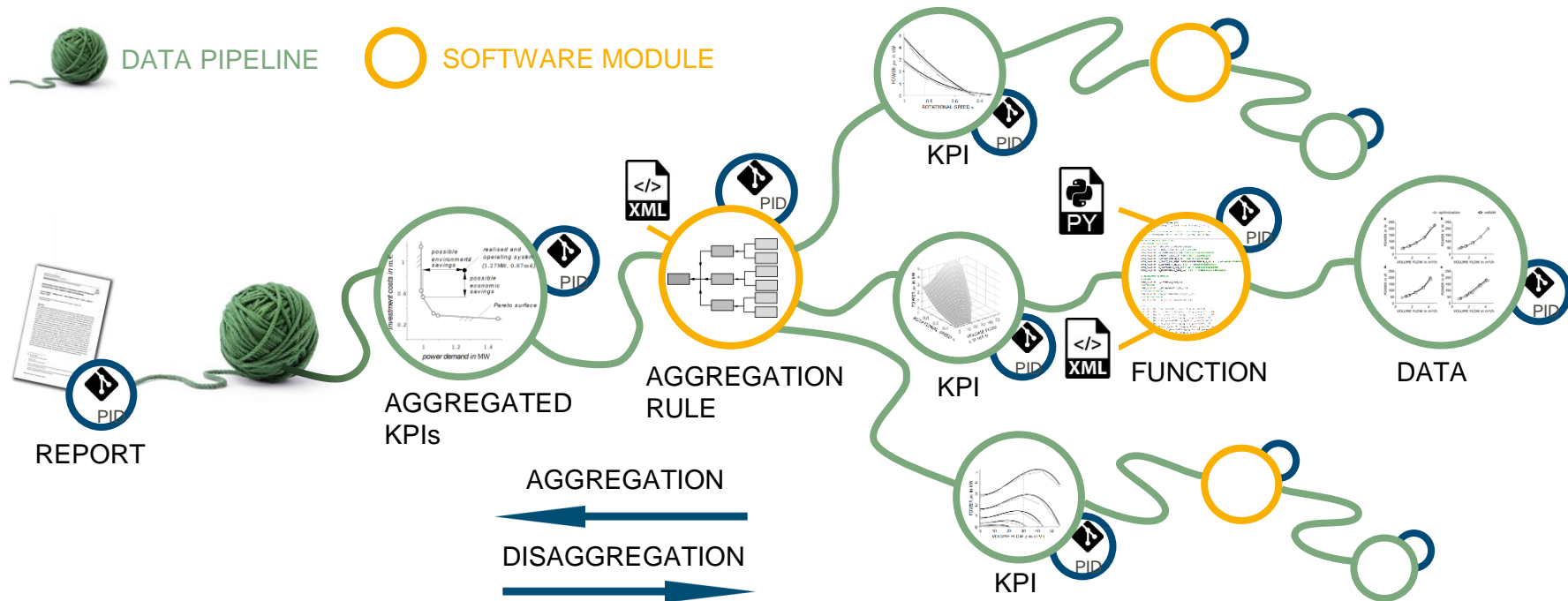
Strömungsinstabilität

Bildauswertung
Stabilitätsanalyse

Transparenz und Nachhaltigkeit durch FAIRe Qualitäts-KPIs



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



Jeder Studierende leiht einen der 300 Messkoffer



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



Raspberry-Pi 30 Euro

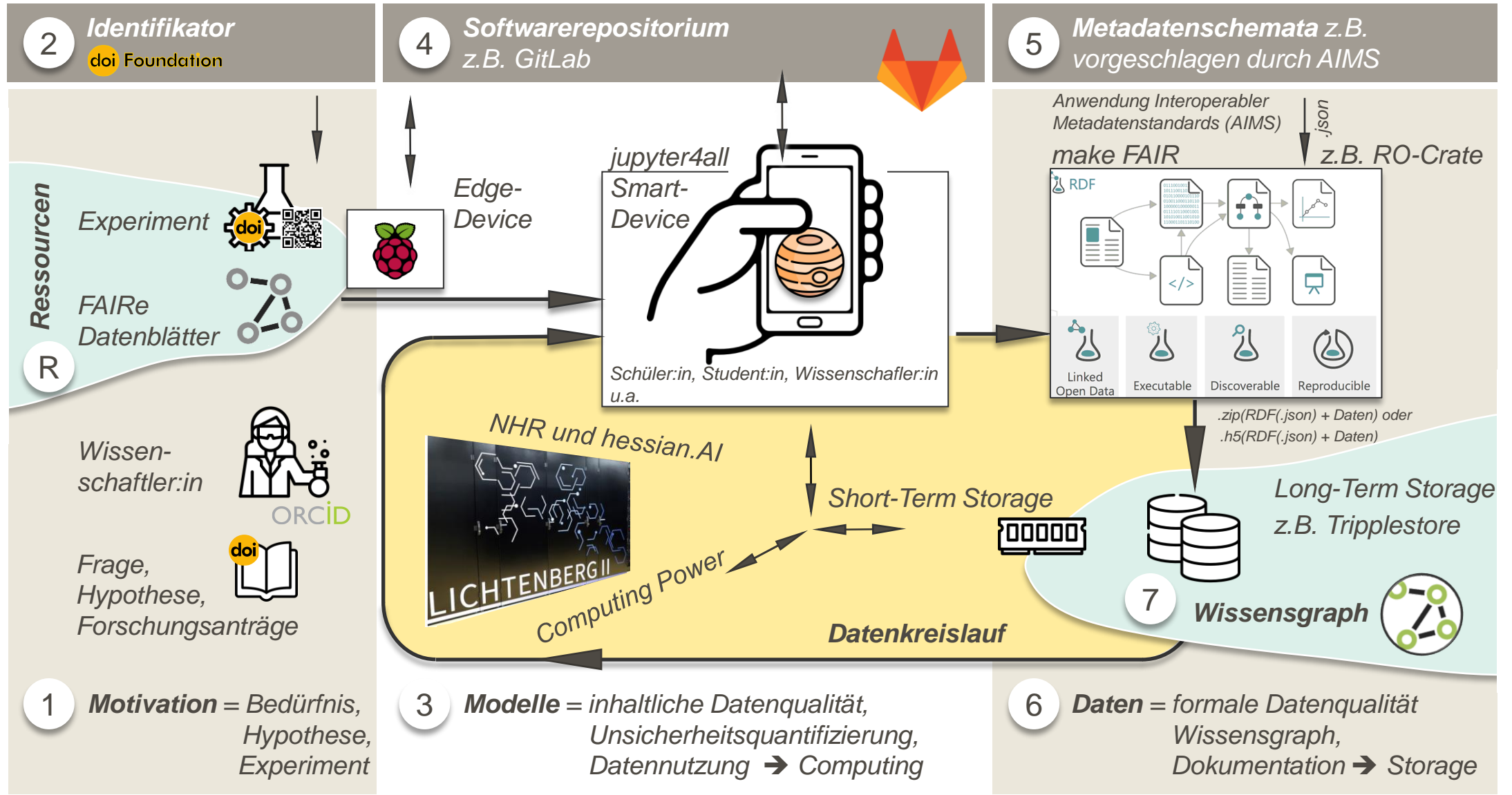
Beschleunigungssensor 1 Euro

Temperatursensoren ... 10 Euro

Koffer 30 Euro



FAIRer und freier Datenkreislauf



- 0. Was darf ich, was muss ich machen?
- 1. Phantasie, Neugierde oder Bedürfnisse treiben Dich an.
- 2. Vergebe und nutze persistente Identifikatoren.
- 3. Rechne mit Modellen und nutze Daten.

- 4. Mach Deine Software FAIR.
- 5. Nutze Metadatenstandards.
- 6. Mach Deine Daten FAIR.
- 7. Vergrößere den gemeinsamen Wissensgraphen.

R Beschaffung, Wartung, Pooling von Geräten

