

Data Literacy right from the start

FAIR Data Management in Engineering Sciences in the first semester of the Bachelor of Mechanical Engineering - Sustainable Engineering at TU Darmstadt



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Manuela Richter, Kevin Logan, Prof. Dr.-Ing. Peter F. Pelz
26.10.2022 NFDI4Ing Conference



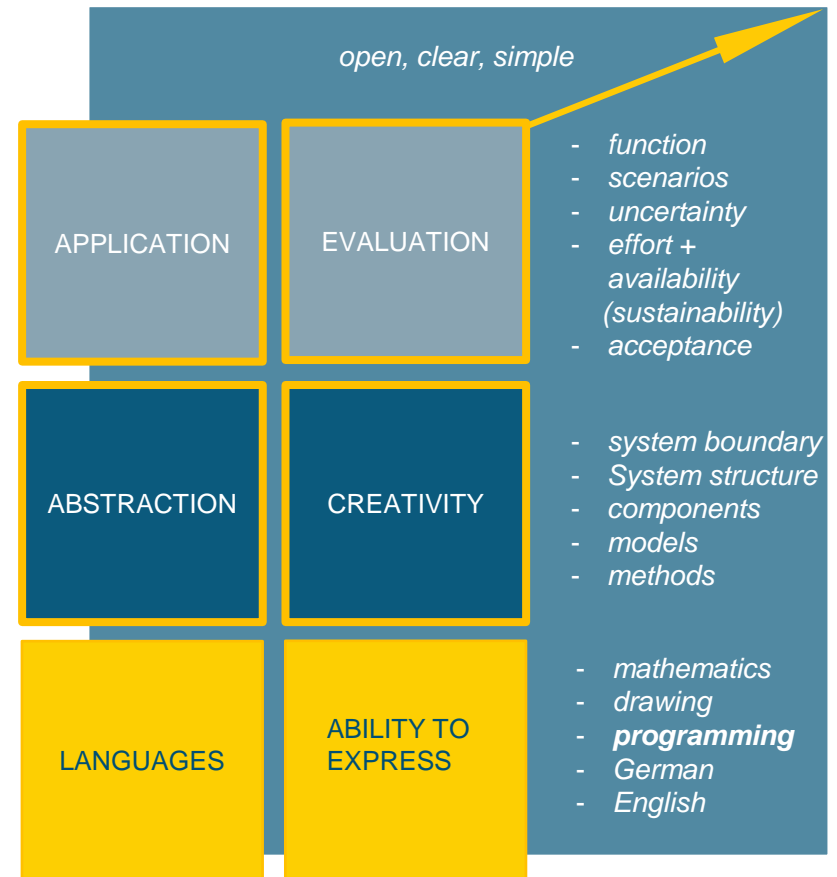
MASCHINENBAU
We engineer future

FLUIDSYSTEMTECHNIK
Prof. Dr.-Ing. Peter F. Pelz



**“The limits of my language
mean the limits of my world.” Wittgenstein**

Engineer language





„Data Literacy right from the start “

1. From the
FIRST SEMESTER OF BACHELOR STUDIES
2. four dimensions of data literacy are taught:
LANGUAGES | GOVERNANCE | TECHNOLOGIES | ETHICS
3. **HANDS-ON ... brings RDM to life.**

Bachelor Maschinenbau – Sustainable Engineering

SEMESTER 1	SEMESTER 2	SEMESTER 3	SEMESTER 4	SEMESTER 5	SEMESTER 6		
EMB – PROJEKTARBEIT 2 CP	MATHEMATIK FÜR DEN MASCHINENBAU II 8 CP	MATHEMATIK FÜR DEN MASCHINENBAU III 4 CP	MATHEMATISCHE METHODEN DES MASCHINELLEN LERNENS 4 CP	WAHLPFLICHT-BEREICH 16 - 19 CP	INGENIEURWISSENSCHAFT UND GESELLSCHAFT 4 CP		
MATHEMATIK FÜR DEN MASCHINENBAU I 8CP	WERKSTOFFKUNDE II 4CP	WERKSTOFFKUNDE III 2CP	TECHNISCHE STRÖMUNGSLEHRE 6 CP				
WERKSTOFFKUNDE I 4 CP		TECHNISCHE MECHANIK III (DYNAMIK) 6 CP	MASCHINENELEMENTE UND MECHATRONIK II 8 CP			PRAKTIKUM DIGITALISIERUNG 2 CP	NUMERISCHE SIMULATIONS-METHODEN 4 CP
TECHNISCHE MECHANIK I (STATIK) 6 CP	TECHNISCHE MECHANIK II (ELASTOSTATIK) 6 CP	MASCHINENELEMENTE UND MECHATRONIK I 8 CP	MESSTECHNIK, SENSORIK UND STATISTIK 6 CP			SYSTEMTHEORIE UND REGELUNGSTECHNIK 6 CP	EINFÜHRUNG IN WISSENSCHAFTLICHES ARBEITEN UND SCHREIBEN, 2CP
TECHNOLOGIE DER FERTIGUNGSVERFAHREN 6 CP	EINFÜHRUNG IN DIE ELEKTROTECHNIK 6 CP	TECHNISCHE THERMODYNAMIK I 6 CP	TECHNISCHE THERMODYNAMIK II 4 CP			PRODUCT DESIGN PROJECT 4 CP	BACHELOR THESIS 12 CP
GRUNDLAGEN DER DIGITALISIERUNG 4 CP	RECHNERGESTÜTZTES KONSTRUIEREN 4 CP	PHYSIK FÜR DEN MASCHINENBAU 4 CP	STUDIUM GENERALE 3 – 6CP			WÄRME- UND STOFFÜBERTRAGUNG 4 CP	

Bachelor Maschinenbau – Sustainable Engineering

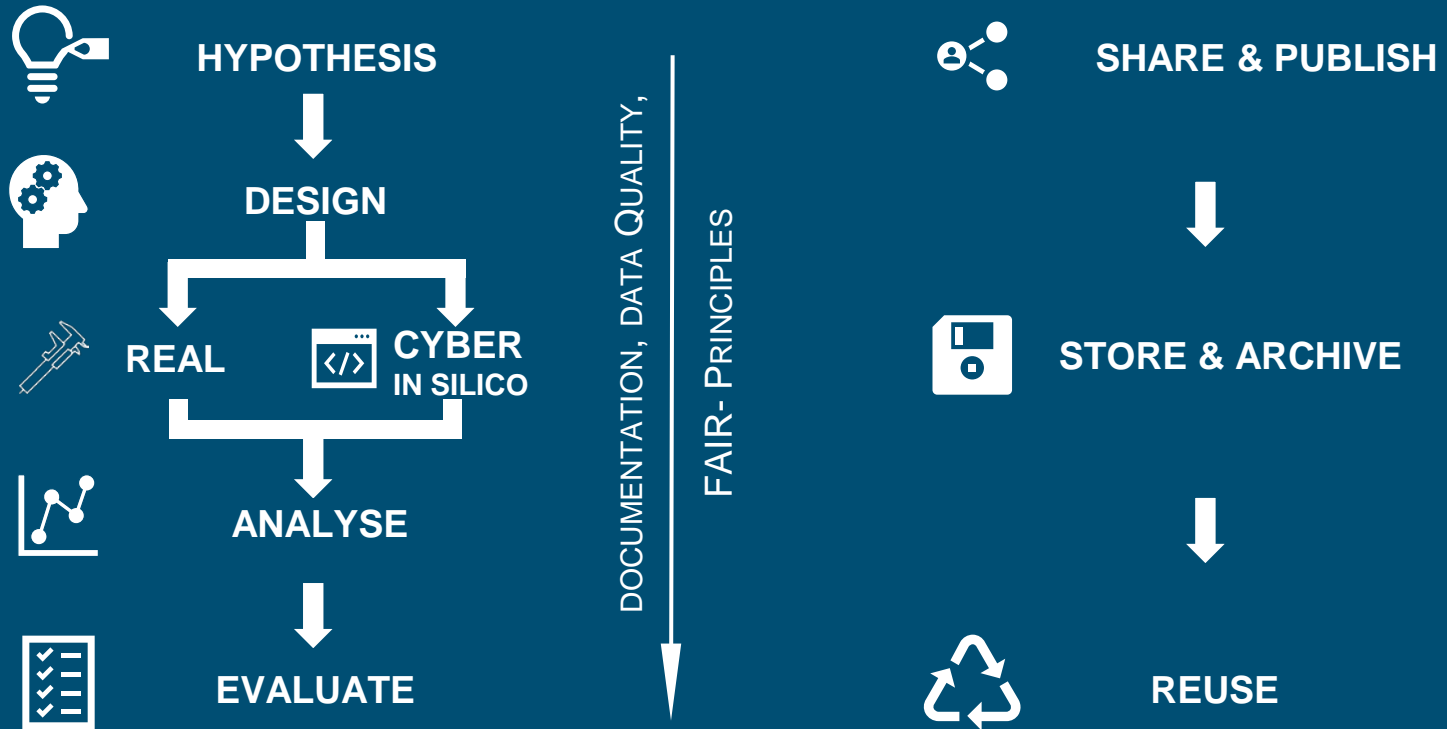


SEMESTER 1	SEMESTER 2	SEMESTER 3	SEMESTER 4	SEMESTER 5	SEMESTER 6
EMB – PROJEKTARBEIT 2 CP	MATHEMATIK FÜR DEN MASCHINENBAU II 8 CP	MATHEMATIK FÜR DEN MASCHINENBAU III 4 CP	MATHEMATISCHE METHODEN DES MASCHINELLEN LERNENS 4 CP	WAHLPFLICHT-BEREICH 16 - 19 CP	
MATHEMATIK FÜR DEN MASCHINENBAU I 8CP		WERKSTOFFKUNDE III 2CP	TECHNISCHE STRÖMUNGSLEHRE 6 CP		
	WERKSTOFFKUNDE II	TECHNISCHE MECHANIK III (DYNAMIK)			INGENIEURWISSENSCHAFT UND GESELLSCHAFT

first individual scientific work

TECHNISCHE MECHANIK I (STATIK) 6 CP	II (ELASTOSTATIK) 6 CP	MASCHINENELEMENTE UND MECHATRONIK I 8 CP	8 CP	SYSTEMTHEORIE UND REGELUNGSTECHNIK 6 CP	INNOVATIONSMETHODEN 4 CP
TECHNOLOGIE DER FERTIGUNGSVERFAHREN 6 CP	EINFÜHRUNG IN DIE ELEKTROTECHNIK 6 CP	TECHNISCHE THERMODYNAMIK I 6 CP	MESSTECHNIK, SENSORIK UND STATISTIK 6 CP	PRODUCT DESIGN PROJECT 4 CP	EINFÜHRUNG IN WISSENSCHAFTLICHES ARBEITEN UND SCHREIBEN, 2CP
GRUNDLAGEN DER DIGITALISIERUNG 4 CP	RECHNERGESTÜTZTES KONSTRUIEREN 4 CP	PHYSIK FÜR DEN MASCHINENBAU 4 CP	TECHNISCHE THERMODYNAMIK II 4 CP	WÄRME- UND STOFFÜBERTRAGUNG 4 CP	BACHELOR THESIS 12 CP
	CHEMIE FÜR DEN MASCHINENBAU 4 CP		STUDIUM GENERALE 3 – 6CP		

good scientific practice



Bachelor Maschinenbau – Sustainable Engineering

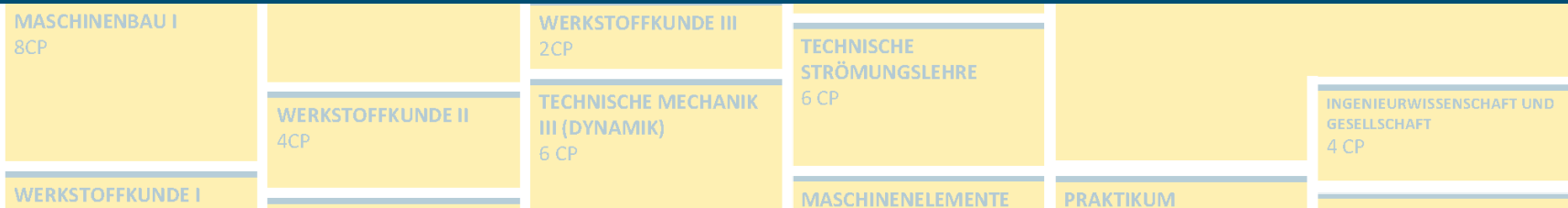
SEMESTER 1	SEMESTER 2	SEMESTER 3	SEMESTER 4	SEMESTER 5	SEMESTER 6
EMB – PROJEKTARBEIT 2 CP	MATHEMATIK FÜR DEN MASCHINENBAU II 8 CP	MATHEMATIK FÜR DEN MASCHINENBAU III 4 CP	MATHEMATISCHE METHODEN DES MASCHINELLEN LERNENS 4 CP	WAHLPFLICHT-BEREICH 16 - 19 CP	
MATHEMATIK FÜR DEN MASCHINENBAU I 8CP		WERKSTOFFKUNDE III 2CP	TECHNISCHE STRÖMUNGSLEHRE 6 CP		INGENIEURWISSENSCHAFT UND GESELLSCHAFT 4 CP
WERKSTOFFKUNDE I 4 CP	WERKSTOFFKUNDE II 4CP	TECHNISCHE MECHANIK III (DYNAMIK) 6 CP	MASCHINENELEMENTE UND MECHATRONIK II 8 CP	PRAKTIKUM DIGITALISIERUNG 2 CP	NUMERISCHE SIMULATIONS- METHODEN 4 CP
TECHNISCHE MECHANIK I (STATIK) 6 CP	TECHNISCHE MECHANIK II (ELASTOSTATIK) 6 CP	MASCHINENELEMENTE UND MECHATRONIK I 8 CP		SYSTEMTHEORIE UND REGELUNGSTECHNIK 6 CP	EINFÜHRUNG IN WISSENSCHAFTLICHES ARBEITEN UND SCHREIBEN, 2CP
TECHNOLOGIE DER FERTIGUNGSVER- FAHREN 6 CP	EINFÜHRUNG IN DIE ELEKTROTECHNIK 6 CP	TECHNISCHE THERMODYNAMIK I 6 CP	MESSTECHNIK, SENSORIK UND STATISTIK 6 CP	PRODUCT DESIGN PROJECT 4 CP	BACHELOR THESIS 12 CP
GRUNDLAGEN DER DIGITALISIERUNG 4 CP	RECHNERGESTÜTZTES KONSTRUIEREN 4 CP	PHYSIK FÜR DEN MASCHINENBAU 4 CP	TECHNISCHE THERMODYNAMIK II 4 CP	WÄRME- UND STOFFÜBERTRAGUNG 4 CP	
	CHEMIE FÜR DEN MASCHINENBAU 4 CP		STUDIUM GENERALE 3 – 6CP		

Bachelor Maschinenbau – Sustainable Engineering

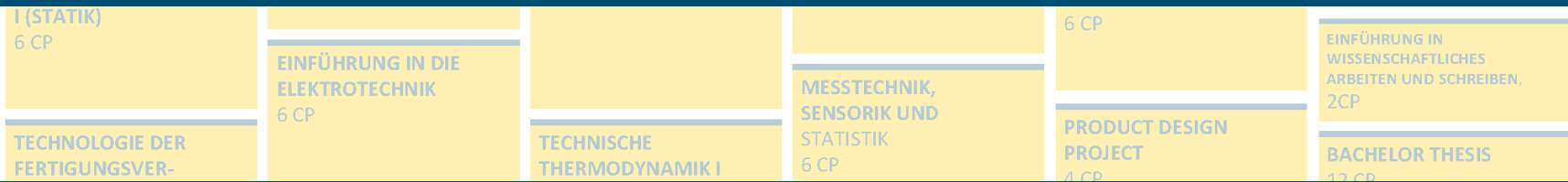


SEMESTER 1 SEMESTER 2 SEMESTER 3 SEMESTER 4 SEMESTER 5 SEMESTER 6

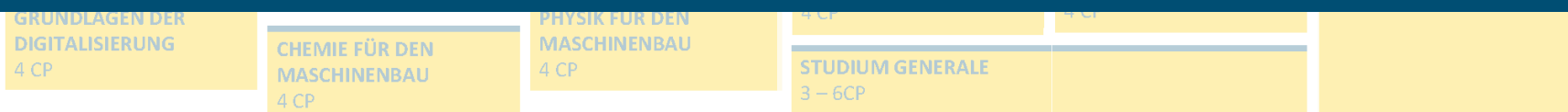
Start in the first Semester.



Integration into different modules.



Hands-On through project work and practical training.



Bachelor Maschinenbau – Sustainable Engineering



SEMESTER 1	SEMESTER 2	SEMESTER 3	SEMESTER 4	SEMESTER 5	SEMESTER 6
EMB – PROJEKTARBEIT 2 CP	MATHEMATIK FÜR DEN MASCHINENBAU II 8 CP	MATHEMATIK FÜR DEN MASCHINENBAU III 4 CP	MATHEMATISCHE METHODEN DES MASCHINELLEN LERNENS 4 CP	WAHLPFLICHT-BEREICH 16 - 19 CP	
MATHEMATIK FÜR DEN MASCHINENBAU I 8CP	WERKSTOFFKUNDE II 4CP	WERKSTOFFKUNDE III 2CP	TECHNISCHE STRÖMUNGSLEHRE 6 CP		
WERKSTOFFKUNDE I 4 CP	TECHNISCHE MECHANIK II (ELASTOSTATIK) 6 CP	TECHNISCHE MECHANIK III (DYNAMIK) 6 CP	MASCHINENELEMENTE UND MECHATRONIK II 8 CP	PRAKTIKUM DIGITALISIERUNG 2 CP	INGENIEURWISSENSCHAFT UND GESELLSCHAFT 4 CP
TECHNISCHE MECHANIK I (STATIK) 6 CP	EINFÜHRUNG IN DIE ELEKTROTECHNIK 6 CP	MASCHINENELEMENTE UND MECHATRONIK I 8 CP	MESSTECHNIK, SENSORIK UND STATISTIK 6 CP	SYSTEMTHEORIE UND REGELUNGSTECHNIK 6 CP	NUMERISCHE SIMULATIONS-METHODEN 4 CP
TECHNOLOGIE DER FERTIGUNGSVERFAHREN 6 CP	RECHNERGESTÜTZTES KONSTRUIEREN 4 CP	TECHNISCHE THERMODYNAMIK I 6 CP	TECHNISCHE THERMODYNAMIK II 4 CP	PRODUCT DESIGN PROJECT 4 CP	EINFÜHRUNG IN WISSENSCHAFTLICHES ARBEITEN UND SCHREIBEN, 2CP
GRUNDLAGEN DER DIGITALISIERUNG 4 CP	CHEMIE FÜR DEN MASCHINENBAU 4 CP	PHYSIK FÜR DEN MASCHINENBAU 4 CP	STUDIUM GENERALE 3 – 6CP	WÄRME- UND STOFFÜBERTRAGUNG 4 CP	BACHELOR THESIS 12 CP

Bachelor Maschinenbau – Sustainable Engineering



SEMESTER 1 SEMESTER 2 SEMESTER 3 SEMESTER 4 SEMESTER 5 SEMESTER 6

Fundamentals of Digitalisation

MASCHINENBAU I

WERKSTOFFKUNDE III

4 Credit Points: 2 SWS lecture, 2 SWS recitation

6 CP

4 CP

~ 300 students per year

TECHNISCHE MECHANIK

8 CP

REGELUNGSTECHNIK

4 CP

exam: software projects

TECHNOLOGIE DER

TECHNISCHE

STATISTIK

PRODUCT DESIGN PROJECT

BACHELOR THESIS

shared responsibility: 1/3 FAIR Data Management

GRUNDLAGEN DER DIGITALISIERUNG
4 CP

4 CP

CHEMIE FÜR DEN MASCHINENBAU
4 CP

PHYSIK FÜR DEN MASCHINENBAU
4 CP

THERMODYNAMIK II
4 CP

STUDIUM GENERALE
3 – 6CP

STOFFÜBERTRAGUNG
4 CP

Fundamentals are **established** in the first semester



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

- (i) Motivators for data management
- (ii) Data quality
- (iii) Data and models
- (iv) Knowledge management
- (v) Programming exercises: Python, git, HDF5, pandas

Motivators for data management

Motivatoren für Datenmanagement



Beispiele

1. COVID-Impfstoffforschung
2. Urbanisierung
3. verfahrenstechnische Industrie
4. Grundlagenforschung zu Kavitation

MASCHINENBAU
We engineer future

FLUIDSYSTEMTECHNIK
Prof. Dr.-Ing. Peter F. Pelz

Motivators for data management

Motivatoren für Datenmanagement

Beispiele

1. COVID-Impfstoffforschung
2. Urbanisierung
3. verfahrenstechnische Innovationen
4. Grundlagenforschung z.B. in der Materialwissenschaft

MASCHINENBAU
We engineer future

Phasen der Impfstoffentwicklung



Forschung & Entwicklung
8 – 17 Jahre

Kosten
300 – 800 Millionen €

Covid-19 Pandemie

31.12.2019: Ausbruch

21.12.2020: Zulassung
Impfstoff Comirnaty
(Biontech & Pfizer)
durch EU-Kommission

<https://www.vfa.de/de/pressenotizen/vertrauen-in-covid-19>

MASCHINENBAU
We engineer future

Grundlagen der Digitalisierung | Prof. Dr.-Ing. Peter F. Pelz

7

Motivators for data management

Motivatoren für Datenmanagement



Beispiele

1. COVID-Impfstoffforschung
2. Urbanisierung
3. verfahrenstechnische Innovationen
4. Grundlagenforschung z.B. in der Materialwissenschaft

MASCHINENBAU
We engineer future

Phasen der Impfstoffentwicklung



<https://www.vfa.de/de/presse/pressemitteilungen/grafik-in-tabelle-covid-19>

MASCHINENBAU
We engineer future

Mechanismen der Beschleunigung



- 🔍 Vorwissen durch SARS-CoV 1 (Familie der Coronaviridae), SARS-Pandemie 2002/2003, mRNA in der Krebsforschung
- 📊 weltweit hohe Fallzahlen
- 📄 Vielzahl wissenschaftlicher Publikationen
- 🗄️ Sammlung der Datensätze
- 🤝 Kooperationen in Wissenschaft und Industrie
- 🌐 weltweiter Markt, staatliche Finanzierung

Wie wurden Wissen und Daten ausgetauscht?

MASCHINENBAU
We engineer future

Grundlagen der Digitalisierung | Prof. Dr.-Ing. Peter F. Pelz

9

data quality



FAIR - Prinzipien

TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Findable	Accessible	Interoperable	Reusable
			
auffindbar	zugänglich	interoperabel	wiederverwendbar

MASCHINENBAU
We engineer future

FLUIDSYSTEMTECHNIK
Prof. Dr.-Ing. Peter F. Pelz 111

data quality

FAIR - Prinzipien

Findable



auffindbar

MASCHINENBAU
We engineer future



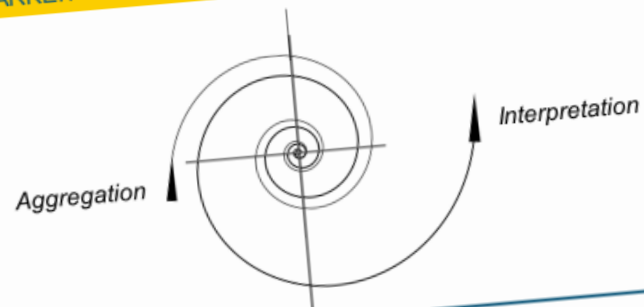
Datenqualität = Form + Inhalt

formale Datenqualität
FAIR-Prinzipien

TRANSPARENZ /
NACHVOLLZIEHBARKEIT /
LESBARKEIT

inhaltliche Datenqualität
Unsicherheitsquantifizierung
Datenreputation

VERTRAUEN



MASCHINENBAU
We engineer future

Grundlagen der Digitalisierung | Prof. Dr.-Ing. Peter F. Pelz

21

data quality

FAIR - Prinzipien

Findable



auffindbar

MASCHINENBAU
We engineer future

Datenqualität = Form + Inhalt

formale Datenqualität
FAIR-Prinzipien

TRANSPARENZ /
NACHVOLLZIEHBAR
LESBARKEIT

Aggregation

MASCHINENBAU
We engineer future

Qualität: Daten + Metadaten



MASCHINENBAU
We engineer future

Grundlagen der Digitalisierung | Prof. Dr.-Ing. Peter F. Pelz

20

data quality

FAIR - Prinzipien

Findable



auffindbar

MASCHINENBAU
We engineer future

Datenqualität = Form + Inhalt

formale Datenqualität
FAIR-Prinzipien

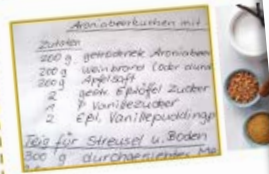
TRANSPARENZ /
NACHVOLLZIEHBAR
LESBARKEIT

Aggregation

MASCHINENBAU
We engineer future

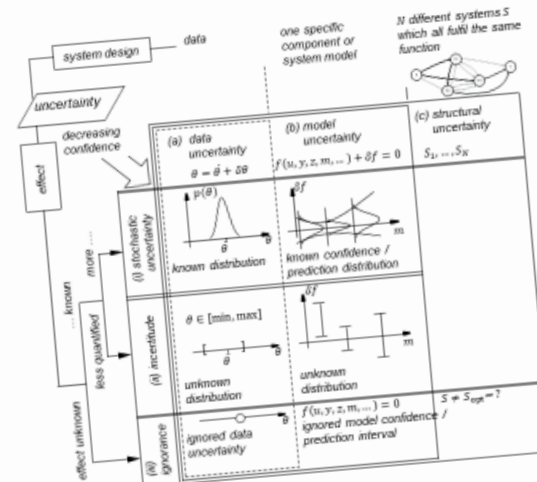
Qualität: Daten + Metadaten

PLANUNG — PRODUKTION



MASCHINENBAU
We engineer future

Kategorisierung von Unsicherheit



MASCHINENBAU
We engineer future

Grundlagen der Digitalisierung | Prof. Dr.-Ing. Peter F. Pelz

108

data and models



Modelle

- Übersicht
- axiomatische Modelle
- datengetriebene Modelle
- hybride Modelle
- Anforderungen an Modelle

„All models are wrong, but some are useful.“
- George Box

Modell =
Bild der relevanten
Wirklichkeit

[DavidMcEddy at en.wikipedia, GeorgeBox, Teil und Form gemindert von Wikipedia / 1.2.2019, CC BY-SA 3.0]

MASCHINENBAU
We engineer future

FLUIDSYSTEMTECHNIK
Prof. Dr.-Ing. Peter F. Pelz

data and models

Modelle

Übersicht

axiomatische Modelle

datengetriebene Modelle

hybride Modelle

Anforderungen

MASCHINENBAU
We engineer future

Wert von Daten ...

- (i) offenbart sich erst durch die Nutzung der Daten in Modellen
- (ii) Rohdaten haben keinen Wert
- (iii) formale und inhaltliche Datenqualität steigert den Wert der Daten

MASCHINENBAU
We engineer future

Grundlagen der Digitalisierung | Prof. Dr.-Ing. Peter F. Pelz

81

data and models

Modelle

Übersicht

axiomatische Modelle

datengetriebene Modelle

hybride Modelle

Anforderungen

MASCHINENBAU
We engineer future

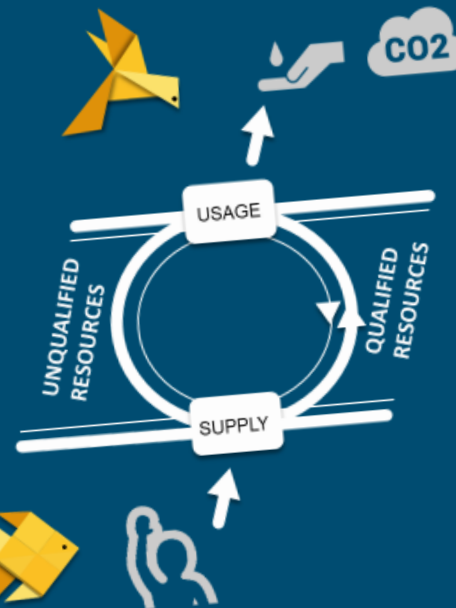
Wert von Daten ...

- (i)
- (ii)
- (iii)

3. IMPACT = SOLUTIONS + SOCIAL COSTS

2. ENABLER = RESOURCES

1. DRIVER = NEEDS



data and models

Modelle

Übersicht

axiomatische Modelle

datengetriebene Modelle

hybride Modelle

Anforderungen

MASCHINENBAU
We engineer future

Wert von Daten ...

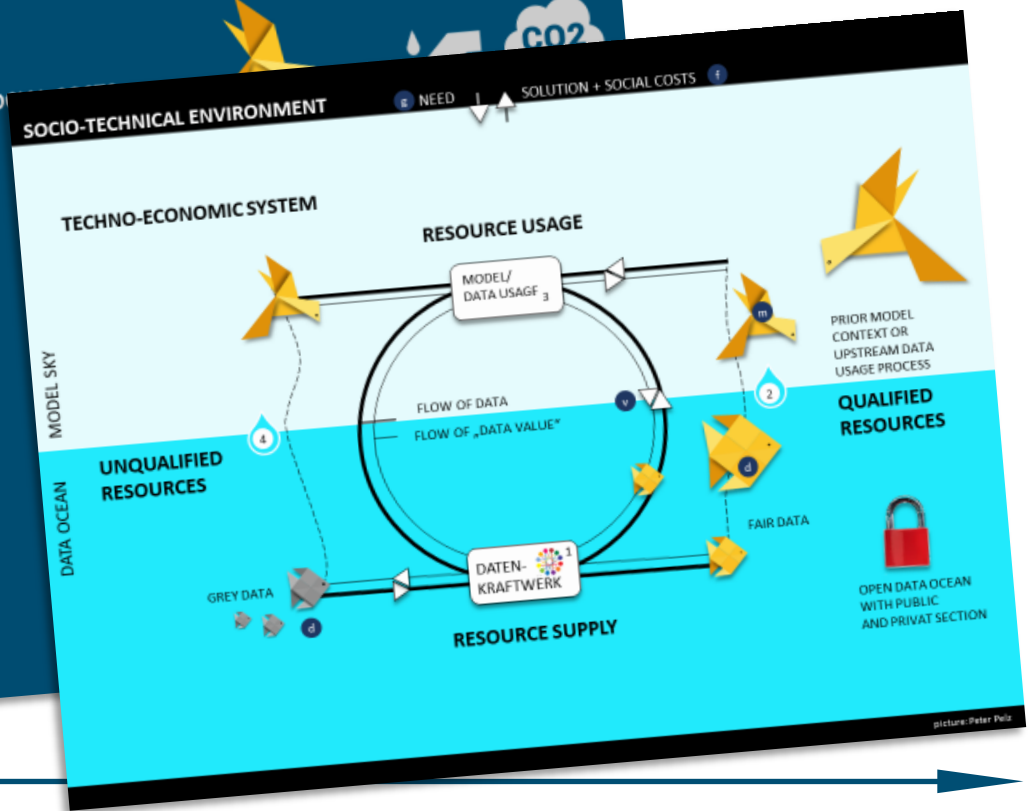
- (i)
- (ii)
- (iii)

3. IMPACT = SOLUTIONS + SOCIAL COSTS

2. ENABLER = RESOURCES

1. DRIVER = NEEDS

MASCHINENBAU
We engineer future



Knowledge Management

Wissensmanagement

Langzeitarchivierung

Daten – Information – Wissen

Wissensgraph

Wissenschaft in der Tradition von Sir Francis Bacon



MASCHINENBAU
We engineer future

FLUIDSYSTEMTECHNIK
Prof. Dr.-Ing. Peter F. Pelz

Knowledge Management

Wissensmanagement

Langzeitarchiv
Daten – Inform
Wissensgraph
Wissenschaft

MASCHINENBAU
We engineer future

Repositorium TU data lib

ARCHIVIERUNG

>10 Jahre

ZITIERBARKEIT

DOI

TEILBARKEIT

Links

AUFFINDBARKEIT

BASE,
DataCite

URHEBERSCHAFT

ORCID




rdm-server
(tape storage)

MASCHINENBAU
We engineer future

Grundlagen der Digitalisierung | Prof. Dr.-Ing. Peter F. Pelz

45

Knowledge Management

Wissensmanagement

Langzeitarchiv
Daten – Inform
Wissensgraph
Wissenschaft

MASCHINENBAU
We engineer future

Repositorium TU data lib

ARCHIVIER

ZITIERBAR

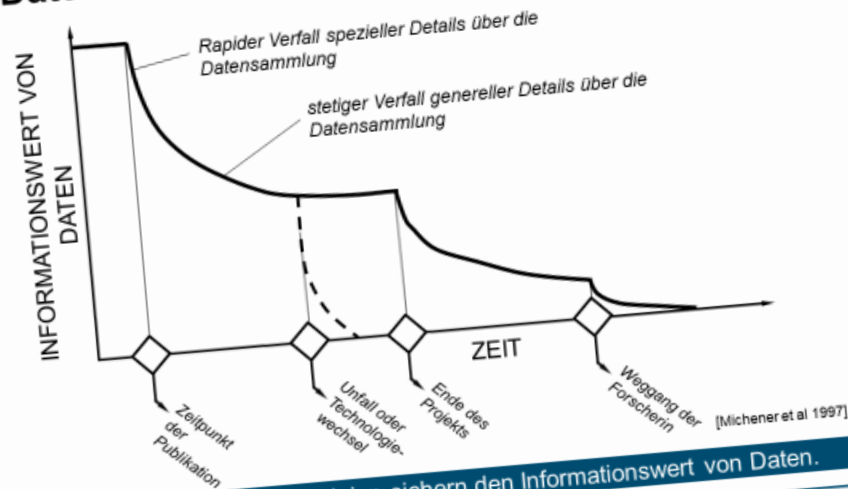
TEILBARKE

AUFFINDBA

URHEBERS

MASCHINENBAU
We engineer future

Daten sind nicht gleich Information



Metadaten und FAIR-Prinzipien sichern den Informationswert von Daten.

MASCHINENBAU
We engineer future

Grundlagen der Digitalisierung | Prof. Dr.-Ing. Peter F. Pelz

48

Knowledge Management



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Wissensmanagement

Langzeitarchiv
Daten – Inform
Wissensgraph
Wissenschaft

MASCHINENBAU
We engineer future

Repositorium TU data lib

ARCHIVIER

ZITIERBAR

TEILBARKE

AUFFINDBA

URHEBERS

MASCHINENBAU
We engineer future

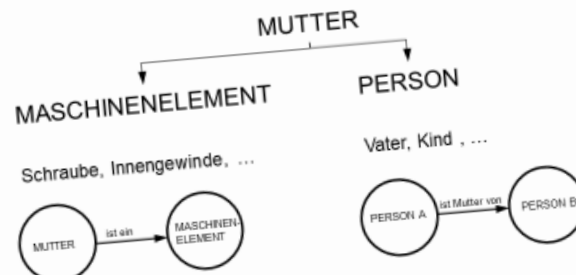
Daten si



Metadaten u

MASCHINENBAU
We engineer future

Semantik, Vokabulare, Ontologien



- Begriff
- Kontext
- Vokabular
- Ontologie

Semantik: Daten erhalten eine Bedeutung (Kontext)
Vokabular: fachspezifischer Wortschatz, Relation von Begriffen
Ontologie: formalisierte Beschreibung von Entitäten und deren Beziehungen

Darstellung von Wissen benötigt eine formalisierte Beschreibung.
→ Maschinenlesbarkeit

MASCHINENBAU
We engineer future

Grundlagen der Digitalisierung | Prof. Dr.-Ing. Peter F. Pelz

51

Knowledge Management

Wissensmanagement

Langzeitarchiv
Daten – Inform
Wissensgraph
Wissenschaft

MASCHINENBAU
We engineer future

Repositorium TU datalib

ARCHIVIER

ZITIERBAR

TEILBARKE

AUFFINDBA

URHEBERS

MASCHINENBAU
We engineer future

Daten si



Metadaten u

MASCHINENBAU
We engineer future

Semant

MASCHIN

Schraube, In



Semantik: D

Vokabular: T

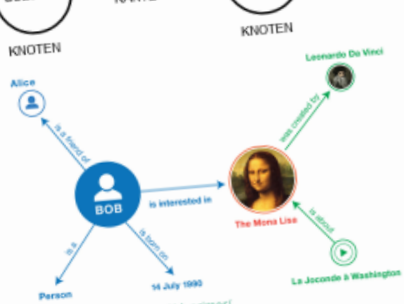
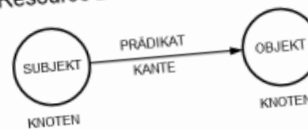
Ontologie: f

Darstellung
→ Maschin

MASCHINENBAU
We engineer future

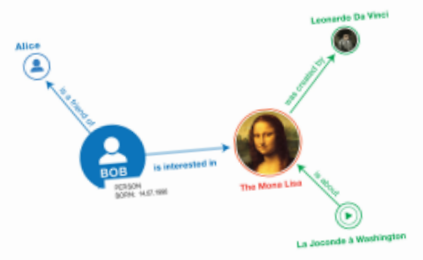
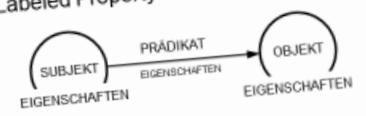
zwei Möglichkeiten zur Darstellung Datenmodelle

Resource Description Framework (RDF)



keine interne Struktur

Labeled Property Graph (LPG)



interne Struktur (Eigenschaften)

Grundlagen der Digitalisierung | Prof. Dr.-Ing. Peter F. Pelz

Fundamentals are **established** in the first semester



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

- (i) Motivators for data management
- (ii) Data quality
- (iii) Data and models
- (iv) Knowledge management
- (v) Programming exercises: Python, git, HDF5, pandas

four programming exercises



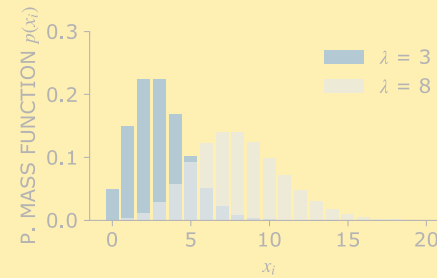
TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Python calculator



git

Plots



Data formats



Data structures



1. Gruppenübung Grundlagen der Digitalisierung



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Aufgabe 1.4: erweiterte Funktionalität: Potenzieren

Die Funktionalität ihres Taschenrechners ist erfüllt und sie stellen (fiktiv) ihr Programm zur Verfügung. Sie möchten die Entwicklungsarbeit an ihrem Programmcode parallel weiterführen und die Rechenoperation Potenzieren ergänzen. Für die Fortführung ihrer Arbeit nutzen Sie einen Zweig (branch), damit ihr bisheriges Programm weiter zur Verfügung steht.

four tasks

Sie programmieren einen Taschenrechner in Python. Die Rechenoperationen sind als Funktionen realisiert und verfügen zur Erleichterung der Arbeit über eine schrittweise Implementierung. Die Rechenoperationen werden als Funktionen realisiert und verfügen zur Erleichterung der Arbeit über eine schrittweise Implementierung. Zwischen und während den einzelnen Implementierungen versionieren Sie ihr Projekt mit git. Achten Sie auf eine ausreichende Kommentierung ihres Programmecodes.

Aufgabe 1.1: Eingabe

Erstellen Sie ein Programm, welches zwei Zahlen über die `input()`-Funktion einliest. Die Eingabe wird in den Datentyp `float` konvertiert. Bei ungültigem Datentyp wird eine Fehlermeldung ausgegeben. Es sollen solange Zahlen eingelesen werden, bis zwei gültige Zahlen eingelesen wurden. Geben Sie die Ergebnisse über den `print()`-Befehl in der Kommandozeile aus. Es werden alle Rechenoperationen ausgeführt. Versionieren Sie ihr Programm.

increasing complexity

Aufgabe 1.2: Grundrechenarten

Erweitern Sie ihr Programm um die Grundrechenarten. Implementieren Sie die Grundrechenarten jeweils als Funktion. Die Rechenoperation ist der Rückgabewert der Funktion. Versehen Sie jede Funktion mit einem docstring. Geben Sie die Ergebnisse über den `print()`-Befehl in der Kommandozeile aus. Es werden alle Rechenoperationen ausgeführt. Versionieren Sie ihr Programm.

- a) Addition mit Funktionsnamen `addition`.
- b) Subtraktion mit Funktionsnamen `subtraktion`.

every task is combination of programming skills and code quality skills

Ergänzen Sie ihr Programm um eine Auswahl der Rechenoperationen. Geben Sie die Ergebnisse über den `print()`-Befehl in der Kommandozeile aus. Es werden alle Rechenoperationen ausgeführt. Versionieren Sie ihr Programm.

```
operation_liste = ["add", "sub", "mult", "div"]
```

```

return potenz
# %% Eingabe

# Zahlen einlesen
eingabe = True
while eingabe == True:
    zahl1 = input("Geben Sie eine erste Zahl ein: ")

    # Datentyp prüfen
    try:
        zahl1 = float(zahl1)
        eingabe = False
    except BaseException:
        print("ungültige Eingabe")

eingabe = True
while eingabe == True:
    zahl2 = input("Geben Sie eine zweite Zahl ein: ")

    # Datentyp prüfen
    try:
        zahl2 = float(zahl2)
        eingabe = False
    except BaseException:
        print("ungültige Eingabe")

# Auswahl der Rechenoperation
auswahl = True
operation_liste = ["add", "sub", "mult", "div", "pot"]
while auswahl == True:
    print("Diese Rechenoperationen stehen zur Verfügung:", operation_liste)
    operation = input("Welche Rechenoperation möchten Sie ausführen?:")
    if operation in operation_liste:
        index = operation_liste.index(operation) # Index der Operation
        auswahl = False
    else:
        print("keine gültige Auswahl")

### Verarbeitung
#ergebnis = zahl1 + zahl2

if index == 0:
    summe = addition(zahl1, zahl2)

```

classic programming skills

input and output

loops

conditions

Code quality skills

docstrings for documentation

```
def addition(summand1, summand2):  
    """  
    Funktion zur Addition zweier Zahlen.  
  
    Parameters  
    -----  
    summand1 : float  
        erster Summand.  
    summand2 : float  
        zweiter Summand.  
  
    Returns  
    -----  
    summe : float  
        Ergebnis der Addition.  
  
    """  
    summe = summand1 + summand2  
    return summe  
  
def subtraktion(minuend, subtrahend):  
    """  
    Funktion zur Subtraktion zweier Zahlen.  
  
    Parameters  
    -----  
    minuend : float  
        Minuend.  
    subtrahend : float  
        Subtrahend.
```

```
commit dbb58664829a01053ec1b4e72bc4f62ca52cd75d
Author: manuela.richter <manuela.richter@tu-darmstadt.de>
Date: Wed Jan 19 13:38:30 2022 +0100
```

docstring Funktion Division hinzugefügt

```
commit 63c85d5ee131b848a8b29a1c9f1fd8983052b8c1
Author: manuela.richter <manuela.richter@tu-darmstadt.de>
Date: Wed Jan 19 13:36:27 2022 +0100
```

Funktion für Division mit Fehlerbehandlung

```
commit 8ed757397e12506378b35afe5d0c2c98053ff6e0
Author: manuela.richter <manuela.richter@tu-darmstadt.de>
Date: Wed Jan 19 13:33:39 2022 +0100
```

Funktion Multiplikation final

```
commit 99b36c0979e7f8910347ec0df959ddceb898c37f
Author: manuela.richter <manuela.richter@tu-darmstadt.de>
Date: Wed Jan 19 13:26:18 2022 +0100
```

Funktion Multiplikation angepasst

```
commit 790538de768a7709c484ac35e90f68e7884df3c7
Author: manuela.richter <manuela.richter@tu-darmstadt.de>
Date: Wed Jan 19 12:16:29 2022 +0100
```

Funktion zur Multiplikation zweier Zahlen

```
commit 2665732e0a8b926541df892548f584345ce78c77
Author: manuela.richter <manuela.richter@tu-darmstadt.de>
Date: Wed Jan 19 12:12:38 2022 +0100
```

Funktion für Subtraktion hinzugefügt

```
commit 7a26f9fb90e00a2bf90b16a619619b24a92aeac3
Author: manuela.richter <manuela.richter@tu-darmstadt.de>
Date: Wed Jan 19 11:46:46 2022 +0100
```

Funktion für Addition ergänzt

```
commit 5ac993695c12c920e95d92e66bc1d04da08138f1
Author: manuela.richter <manuela.richter@tu-darmstadt.de>
Date: Wed Jan 19 11:40:04 2022 +0100
```

Programmcode mit ### in Abschnitte gegliedert

```
commit 434ff2fb64cc804cf8e149eaf9d34afb2b25d37d
Author: manuela.richter <manuela.richter@tu-darmstadt.de>
Date: Wed Jan 19 11:09:18 2022 +0100
```

Musterlösung Teilaufgabe Zahlen einlesen

```
commit 2ad0895bd68d065dad0e1d0a46912487b864ff2
Author: manuela.richter <manuela.richter@tu-darmstadt.de>
Date: Wed Jan 19 10:50:10 2022 +0100
```

Zahlen einlesen und Prüfung des Datentyps

```
commit cdb605bd15861fe08fe78956fc65414315cf2294
Author: manuela.richter <manuela.richter@tu-darmstadt.de>
Date: Wed Jan 19 09:52:26 2022 +0100
```

added readme file

```
commit d5f679a72eba1a9f556202a0dd90f13210a5aec6
Author: manuela.richter <manuela.richter@tu-darmstadt.de>
Date: Wed Jan 19 09:26:38 2022 +0100
```

added file helloworld.py

```
commit 92507c757ad7cb7aacc9d2c17b1b4fdee09459c2
Author: manuela.richter <manuela.richter@tu-darmstadt.de>
Date: Wed Jan 19 09:26:38 2022 +0100
```

Code quality skills

version control using git

Python calculator

introduction to version control



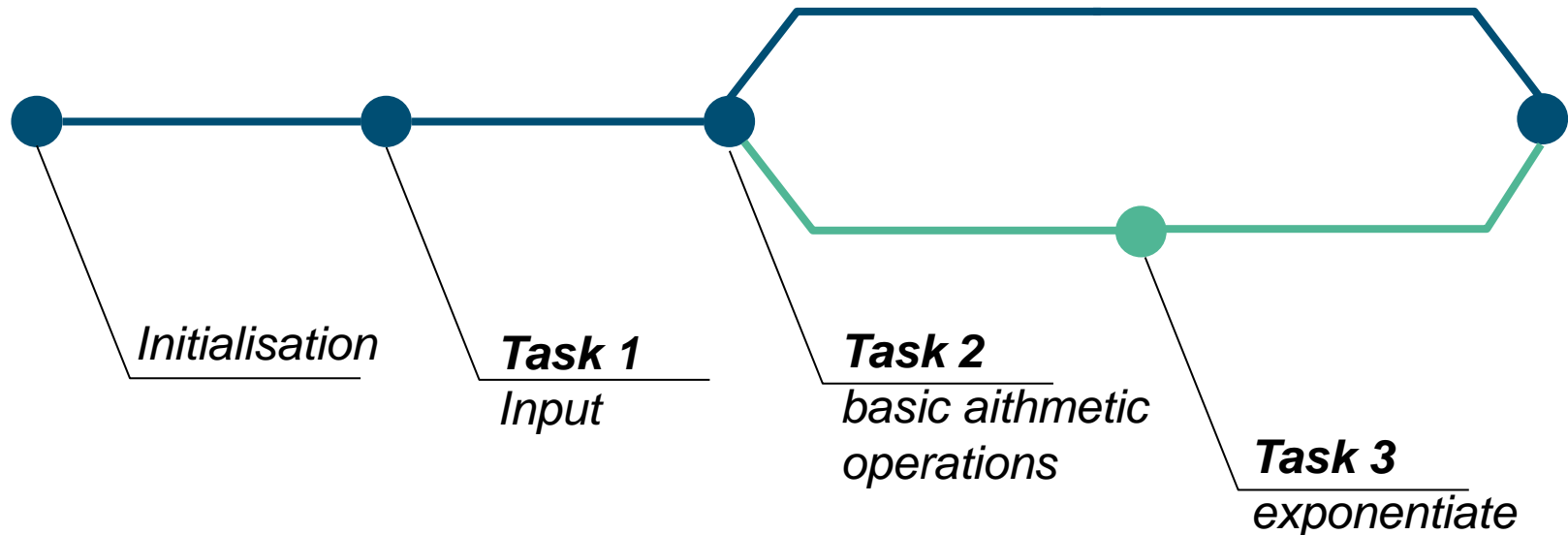
```
git add .
```

```
git commit -m "message"
```

```
git init
```

```
git branch name
```

```
git merge name
```

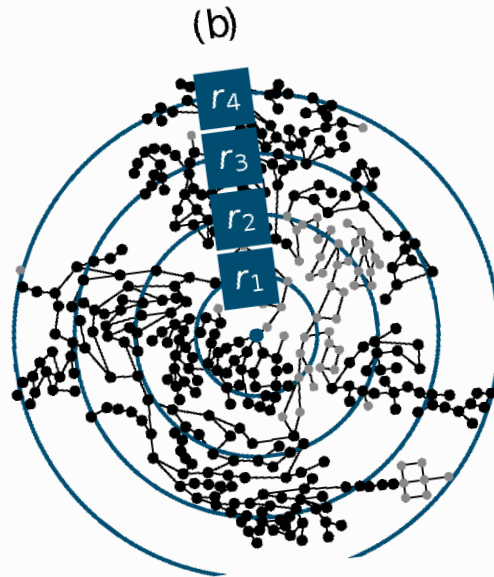
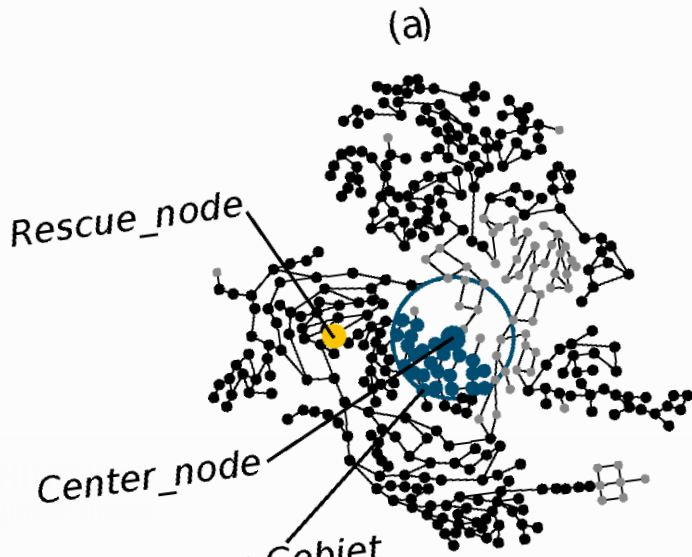


Projektaufgabe Grundlagen der Digitalisierung

Prof. Dr.-Ing. Peter F. Pelz, Manuela Richter, Kevin Logan
Fluidsystemtechnik

Städtische Wasserversorgungsnetze sind für eine bestimmte räumliche Verteilung von B...
 einem kritischen Ereignis kommt, infolge dessen gesamte Gebiete einer Stadt evakuiert werden müssen, ver...
 die räumliche Verteilung von Bedarfen stark und es kann passieren, dass manche Teile der Stadt nicht mehr versorgt
 werden können.
 Sie möchten dieses Phänomen erforschen. Während Ihrer Literaturrecherche finden Sie eine wissenschaftliche Studie¹
 zur urbanen Wasserversorgung. Sie entscheiden sich, den in dieser Studie verwendeten Datensatz zu eigenen For-
 schungszwecken wiederzuverwenden. Der Datensatz ist eine HDF5-Datei, in der *pandas DataFrames* mit Metadaten
 ausgestattet gespeichert sind. Den Datensatz können Sie sich unter folgendem Link herunterladen:

Datensatz (Passwort: gdd_fst, Link gültig bis 25.02.2022).



water

MDPI

Article

Water Distribution in a Socio-Technical System: Resilience Assessment for Critical Events Causing Demand Relocation

Kevin T. Logan ^{1,*}, Michaela Leštáková ^{1,†}, Nadja Thiessen ², Jens Ivo Engels ² and Peter F. Pelz ¹

¹ Department of Mechanical Engineering, Technical University of Darmstadt, 64289 Darmstadt, Germany; michaela.lestakova@fst.tu-darmstadt.de (M.L.); peter.pelz@fst.tu-darmstadt.de (P.F.P.)
² Department of History and Social Sciences, Technical University of Darmstadt, 64289 Darmstadt, Germany; nadja.thiessen@tu-darmstadt.de (N.T.); jens.ivo.engels@tu-darmstadt.de (J.I.E.)
 * Correspondence: kevin.logan@fst.tu-darmstadt.de
 † These authors contributed equally to this work.

Logan, K.T.; Leštáková, M.; Thiessen, N.; Engels, J.I.; Pelz, P.F. Water Distribution in a Socio-Technical System: Resilience Assessment for Critical Events Causing Demand Relocation. *Water* **2021**, *13*, 2062. <https://doi.org/10.3390/w13152062>



emergenCITY



... Verbrauch sind schwarz dar-
 ... enen aus

Projektaufgabe Grundlagen der Digitalisierung



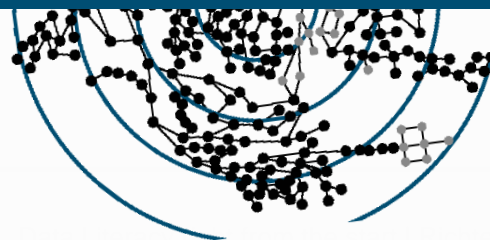
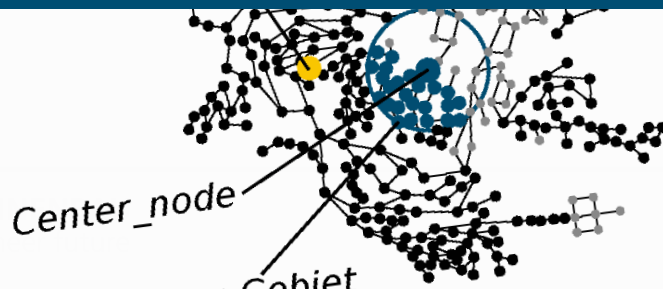
Article Water Distribution in a Socio-Technical System: Resilience Assessment for Critical Events Causing Demand Relocation

Kevin T. Logan^{1,*}, Michaela Leštáková^{1,†}, Nadja Thiessen², Jens Ivo Engels² and Peter F. Pelz¹

Reuse of published research data

Tasks

- (1) Import data set
- (2) plausibility check
- (3) data analysis
- (4) data processing
- (5) visualisation
- (6) code documentation
- (7) code versioning



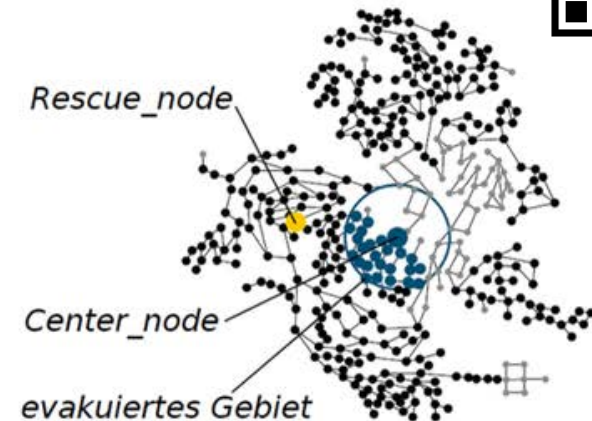
Best Student Project Award

BIANCA BEER BENJAMIN SCHMIDT



**Past-proofing
Infrastructural Futures**
Distinguished Lecture
Prof. Dr. Timothy Moss

07.11.22
16:15 Uhr



Award Ceremony

Best Student Project
„Grundlagen der Digitalisierung“

FLUIDSYSTEMTECHNIK
Prof. Dr.-Ing. Peter F. Pelz

17:15 Uhr



Lessons learned



use software in an application context



reuse data and metadata



students need lots of practice time



cooperation with infrastructure service providers

programming skills are essential for RDM

Data Literacy right from the start

FAIR Data Management in Engineering Sciences in the first semester of the Bachelor of Mechanical Engineering - Sustainable Engineering at TU Darmstadt



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Manuela Richter, Kevin Logan, Prof. Dr.-Ing. Peter F. Pelz

26.10.2022 NFDI4Ing Conference



MASCHINENBAU
We engineer future

FLUIDSYSTEMTECHNIK
Prof. Dr.-Ing. Peter F. Pelz