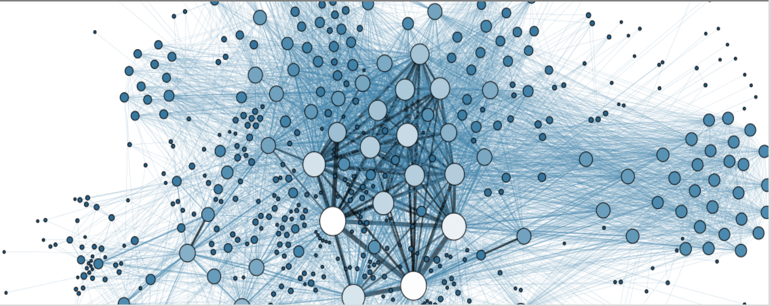
Grundbegriffe der Informatik
Tutorium 33

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu | 28.10.2016



Termine

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Termine

- Vorlesung und Übung

Lukas Bach, lu-
kas.bach@student.kit.edu

Termine

- Vorlesung und Übung
  - Mittwoch 9:45 - 11:15 Vorlesung
  - Freitag 9:45 - 11:15 abwechselnd Vorlesung und Übung

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Termine

- Vorlesung und Übung
  - Mittwoch 9:45 - 11:15 Vorlesung
  - Freitag 9:45 - 11:15 abwechselnd Vorlesung und Übung
- Tutorium

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Termine

- Vorlesung und Übung
  - Mittwoch 9:45 - 11:15 Vorlesung
  - Freitag 9:45 - 11:15 abwechselnd Vorlesung und Übung
- Tutorium
  - Donnerstags, 14:00 - 15:30
  - 50.34 Informatikbau, -107

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Termine

- Vorlesung und Übung
  - Mittwoch 9:45 - 11:15 Vorlesung
  - Freitag 9:45 - 11:15 abwechselnd Vorlesung und Übung
- Tutorium
  - Donnerstags, 14:00 - 15:30
  - 50.34 Informatikbau, -107
- Übungsblätter

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Termine

- Vorlesung und Übung
  - Mittwoch 9:45 - 11:15 Vorlesung
  - Freitag 9:45 - 11:15 abwechselnd Vorlesung und Übung
- Tutorium
  - Donnerstags, 14:00 - 15:30
  - 50.34 Informatikbau, -107
- Übungsblätter
  - Alle zwei Wochen
  - Ausgabe Mittwochs, Abgabe Donnerstags bis 16:00 zwei Wochen drauf

Übungsschein

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Übungsschein

- min. 50% aller Punkte auf Übungsblättern richtig

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Übungsschein

- min. 50% aller Punkte auf Übungsblättern richtig
- Rückgabe im Tutorium

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Übungsschein

- min. 50% aller Punkte auf Übungsblättern richtig
- Rückgabe im Tutorium
- Bestehen ist *keine* Voraussetzung für die Klausur

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Übungsschein

- min. 50% aller Punkte auf Übungsblättern richtig
- Rückgabe im Tutorium
- Bestehen ist *keine* Voraussetzung für die Klausur, *aber* fürs Modul!

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Übungsschein

- min. 50% aller Punkte auf Übungsblättern richtig
- Rückgabe im Tutorium
- Bestehen ist *keine* Voraussetzung für die Klausur, *aber* fürs Modul!
- Gemeinsames Abgeben, Abschreiben verboten

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Übungsschein

Karlsruher Institut für Technologie

- min. 50% aller Punkte auf Übungsblättern richtig
- Rückgabe im Tutorium
- Bestehen ist *keine* Voraussetzung für die Klausur, *aber* fürs Modul!
- Gemeinsames Abgeben, Abschreiben verboten
- Übungsblätter und später auch Musterlösungen im ILIAS

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Tutorium

- Alle Tutorienfolien auf:

Tutorium

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

- Alle Tutorienfolien auf:

  `http://gbi.lukasbach.com`

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Tutorium

- Alle Tutorienfolien auf:

  `http://gbi.lukasbach.com`

- Bei Fragen: lukas.bach@student.kit.edu

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Tutorium

- Alle Tutorienfolien auf:

  `http://gbi.lukasbach.com`

- Bei Fragen: lukas.bach@student.kit.edu
- Keine Anwesenheitspflicht

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Tutorium

- Alle Tutorienfolien auf:

  `http://gbi.lukasbach.com`

- Bei Fragen: lukas.bach@student.kit.edu
- Keine Anwesenheitspflicht
- Möglichkeit andere Tutorien zu besuchen

Signale und Nachrichten

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Signale und Nachrichten

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

- Objekt: 101

Signale und Nachrichten

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

- Objekt: 101
  - Eins null eins

Signale und Nachrichten

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

- Objekt: 101
  - Eins null eins oder 101 als Zahl

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Signale und Nachrichten

- Objekt: 101
  - Eins null eins oder 101 als Zahl oder 5 in binär

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Signale und Nachrichten

- Objekt: 101
  - Eins null eins oder 101 als Zahl oder 5 in binär oder zwei merkwürdige Striche mit einem Kreis dazwischen?

Signale und Nachrichten

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

- Objekt: 101
  - Eins null eins oder 101 als Zahl oder 5 in binär oder zwei merkwürdige Striche mit einem Kreis dazwischen?
  - Vom Kontext abhängig.

Signale und Nachrichten

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

- Objekt: 101
  - Eins null eins oder 101 als Zahl oder 5 in binär oder zwei merkwürdige Striche mit einem Kreis dazwischen?
  - Vom Kontext abhängig.
  - Zunächst einfach ein konkretes Objekt.

Signale und Nachrichten

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Signale und Nachrichten

Karlsruher Institut für Technologie

- Signal

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Signale und Nachrichten

- Signal
  - Physikalische Veränderung

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Signale und Nachrichten

- Signal
  - Physikalische Veränderung
  - Lässt sich verschieden interpretieren.

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Signale und Nachrichten

- Signal
  - Physikalische Veränderung
  - Lässt sich verschieden interpretieren.
  - Beispiele:

Signale und Nachrichten

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

- Signal
  - Physikalische Veränderung
  - Lässt sich verschieden interpretieren.
  - Beispiele:
    - Notfallalarm in Serverraum

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Signale und Nachrichten

- Signal
  - Physikalische Veränderung
  - Lässt sich verschieden interpretieren.
  - Beispiele:
    - Notfallalarm in Serverraum

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Signale und Nachrichten

- Signal
  - Physikalische Veränderung
  - Lässt sich verschieden interpretieren.
  - Beispiele:
    - Notfallalarm in Serverraum

      
    - Für Besucher nur schönes Leuchten

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Signale und Nachrichten

- Signal
  - Physikalische Veränderung
  - Lässt sich verschieden interpretieren.
  - Beispiele:
    - Notfallalarm in Serverraum

    - Für Besucher nur schönes Leuchten
    - Für Security die Information, zu kommen

Signale und Nachrichten

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

- Signal
  - Physikalische Veränderung
  - Lässt sich verschieden interpretieren.
  - Beispiele:
    - Notfallalarm in Serverraum

    - Für Besucher nur schönes Leuchten
    - Für Security die Information, zu kommen
    - Für Techniker die Information, Ausrüstung zu holen

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Signale und Nachrichten

- Signal
  - Physikalische Veränderung
  - Lässt sich verschieden interpretieren.
  - Beispiele:
    - Notfallalarm in Serverraum
      
    - Für Besucher nur schönes Leuchten
    - Für Security die Information, zu kommen
    - Für Techniker die Information, Ausrüstung zu holen
- Nachricht

Signale und Nachrichten

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

- Signal
  - Physikalische Veränderung
  - Lässt sich verschieden interpretieren.
  - Beispiele:
    - Notfallalarm in Serverraum

      
    - Für Besucher nur schönes Leuchten
    - Für Security die Information, zu kommen
    - Für Techniker die Information, Ausrüstung zu holen
- Nachricht: Objekt wie oben, das von Signal unabhängig ist

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Signale und Nachrichten

- Signal
  - Physikalische Veränderung
  - Lässt sich verschieden interpretieren.
  - Beispiele:
    - Notfallalarm in Serverraum
      
    - Für Besucher nur schönes Leuchten
    - Für Security die Information, zu kommen
    - Für Techniker die Information, Ausrüstung zu holen
- Nachricht: Objekt wie oben, das von Signal unabhängig ist
  - Roter Notfallalarm ist ein anderes Signal als ein blauer Notfallalarm

Signale und Nachrichten

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

- Signal
  - Physikalische Veränderung
  - Lässt sich verschieden interpretieren.
  - Beispiele:
    - Notfallalarm in Serverraum

    - Für Besucher nur schönes Leuchten
    - Für Security die Information, zu kommen
    - Für Techniker die Information, Ausrüstung zu holen
- Nachricht: Objekt wie oben, das von Signal unabhängig ist
  - Roter Notfallalarm ist ein anderes Signal als ein blauer Notfallalarm, aber vielleicht dieselbe Nachricht.

Signale und Nachrichten

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Signale und Nachrichten

- Der interessante Teil:

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Signale und Nachrichten

- Der interessante Teil: Informationen

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Signale und Nachrichten

- Der interessante Teil: Informationen
- Bedeutung einer Nachricht

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Signale und Nachrichten

Karlsruher Institut für Technologie

- Der interessante Teil: Informationen
- Bedeutung einer Nachricht
- Der vorher fehlende Kontext.

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Signale und Nachrichten

- Der interessante Teil: Informationen
- Bedeutung einer Nachricht
- Der vorher fehlende Kontext.
- Im obigen Beispiel:

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Signale und Nachrichten

- Der interessante Teil: Informationen
- Bedeutung einer Nachricht
- Der vorher fehlende Kontext.
- Im obigen Beispiel:
  - Rote Alarmleuchte ist ein Signal

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Signale und Nachrichten

Karlsruher Institut für Technologie

- Der interessante Teil: Informationen
- Bedeutung einer Nachricht
- Der vorher fehlende Kontext.
- Im obigen Beispiel:
  - Rote Alarmleuchte ist ein Signal (blaue Signalleuchte in Raum nebendran vielleicht auch)

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Signale und Nachrichten

- Der interessante Teil: Informationen
- Bedeutung einer Nachricht
- Der vorher fehlende Kontext.
- Im obigen Beispiel:
  - Rote Alarmleuchte ist ein Signal (blaue Signalleuchte in Raum nebendran vielleicht auch)
  - “Alarm”: Nachricht

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Signale und Nachrichten

- Der interessante Teil: Informationen
- Bedeutung einer Nachricht
- Der vorher fehlende Kontext.
- Im obigen Beispiel:
  - Rote Alarmleuchte ist ein Signal (blaue Signalleuchte in Raum nebendran vielleicht auch)
  - “Alarm”: Nachricht
  - Information:

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Signale und Nachrichten

Karlsruher Institut für Technologie

- Der interessante Teil: Informationen
- Bedeutung einer Nachricht
- Der vorher fehlende Kontext.
- Im obigen Beispiel:
  - Rote Alarmleuchte ist ein Signal (blaue Signalleuchte in Raum nebendran vielleicht auch)
  - “Alarm”: Nachricht
  - Information: Security soll herkommen

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Signale und Nachrichten

Karlsruher Institut für Technologie

- Der interessante Teil: Informationen
- Bedeutung einer Nachricht
- Der vorher fehlende Kontext.
- Im obigen Beispiel:
  - Rote Alarmleuchte ist ein Signal (blaue Signalleuchte in Raum nebendran vielleicht auch)
  - “Alarm”: Nachricht
  - Information: Security soll herkommen, Techniker sollen das Werkzeug bereit halten

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Signale und Nachrichten

- Der interessante Teil: Informationen
- Bedeutung einer Nachricht
- Der vorher fehlende Kontext.
- Im obigen Beispiel:
  - Rote Alarmleuchte ist ein Signal (blaue Signalleuchte in Raum nebendran vielleicht auch)
  - “Alarm”: Nachricht
  - Information: Security soll herkommen, Techniker sollen das Werkzeug bereit halten, Besucher sollten Platz machen.

Mengen

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Mengen

- Erster wirklich wichtiger Teil.

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Mengen

Zeichnung

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Mengen

Definition: Mengen

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Mengen

Definition: Mengen

“Unter einer Menge

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Mengen

Definition: Mengen

“Unter einer Menge verstehen wir jede Zusammenfassung

Mengen

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Definition: Mengen

“Unter einer Menge verstehen wir jede Zusammenfassung von bestimmten

Mengen

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Definition: Mengen

“Unter einer Menge verstehen wir jede Zusammenfassung von bestimmten wohlunterschiedenen

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Mengen

Definition: Mengen

“Unter einer Menge verstehen wir jede Zusammenfassung von bestimmten wohlunterschiedenen Objekten

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Mengen

Karlsruher Institut für Technologie

Definition: Mengen

“Unter einer Menge verstehen wir jede Zusammenfassung von bestimmten wohlunterschiedenen Objekten unserer Anschauung oder unseres Denkens

Mengen

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Definition: Mengen

"Unter einer Menge verstehen wir jede Zusammenfassung von bestimmten wohlunterschiedenen Objekten unserer Anschauung oder unseres Denkens (welche die Elemente dieser Menge genannt werden)

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Mengen

Definition: Mengen

“Unter einer Menge verstehen wir jede Zusammenfassung von bestimmten wohlunterschiedenen Objekten unserer Anschauung oder unseres Denkens (welche die Elemente dieser Menge genannt werden) zu einem Ganzen.”

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Mengen

Definition: Mengen

"Unter einer Menge verstehen wir jede Zusammenfassung von bestimmten wohlunterschiedenen Objekten unserer Anschauung oder unseres Denkens (welche die Elemente dieser Menge genannt werden) zu einem Ganzen."

- Beispiel:

Mengen

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Definition: Mengen

"Unter einer Menge verstehen wir jede Zusammenfassung von bestimmten wohlunterschiedenen Objekten unserer Anschauung oder unseres Denkens (welche die Elemente dieser Menge genannt werden) zu einem Ganzen."

- Beispiel: $\{a, b, c, d\}$

Mengen

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Definition: Mengen

"Unter einer Menge verstehen wir jede Zusammenfassung von bestimmten wohlunterschiedenen Objekten unserer Anschauung oder unseres Denkens (welche die Elemente dieser Menge genannt werden) zu einem Ganzen."

- Beispiel: $\{a, b, c, d\} =: A$

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Mengen

Definition: Mengen

"Unter einer Menge verstehen wir jede Zusammenfassung von bestimmten wohlunterschiedenen Objekten unserer Anschauung oder unseres Denkens (welche die Elemente dieser Menge genannt werden) zu einem Ganzen."

- Beispiel:$\{a, b, c, d\} =: A$ $\{a, c, 4\} =: B$, $\{10, 11\} =: C$

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Mengen

Definition: Mengen

“Unter einer Menge verstehen wir jede Zusammenfassung von bestimmten wohlunterschiedenen Objekten unserer Anschauung oder unseres Denkens (welche die Elemente dieser Menge genannt werden) zu einem Ganzen.”

- Beispiel:$\{a, b, c, d\} =: A$ $\{a, c, 4\} =: B, \{10, 11\} =: C$
- Das Objekt c ist in A enthalten

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Mengen

Definition: Mengen

“Unter einer Menge verstehen wir jede Zusammenfassung von bestimmten wohlunterschiedenen Objekten unserer Anschauung oder unseres Denkens (welche die Elemente dieser Menge genannt werden) zu einem Ganzen.”

- Beispiel:$\{a, b, c, d\} =: A$ $\{a, c, 4\} =: B, \{10, 11\} =: C$
- Das Objekt c ist in A enthalten: $c \in A$

Mengen

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Definition: Mengen

“Unter einer Menge verstehen wir jede Zusammenfassung von bestimmten wohlunterschiedenen Objekten unserer Anschauung oder unseres Denkens (welche die Elemente dieser Menge genannt werden) zu einem Ganzen.”

- Beispiel:$\{a, b, c, d\} =: A$ $\{a, c, 4\} =: B, \{10, 11\} =: C$
- Das Objekt c ist in A enthalten: $c \in A$, $c \in B$

Mengen

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Definition: Mengen

“Unter einer Menge verstehen wir jede Zusammenfassung von bestimmten wohlunterschiedenen Objekten unserer Anschauung oder unseres Denkens (welche die Elemente dieser Menge genannt werden) zu einem Ganzen.”

- Beispiel:$\{a, b, c, d\} =: A$ $\{a, c, 4\} =: B, \{10, 11\} =: C$
- Das Objekt c ist in A enthalten: $c \in A$, $c \in B$, $c \notin C$

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Mengen

Definition: Mengen

"Unter einer Menge verstehen wir jede Zusammenfassung von bestimmten wohlunterschiedenen Objekten unserer Anschauung oder unseres Denkens (welche die Elemente dieser Menge genannt werden) zu einem Ganzen."

- Beispiel:$\{a, b, c, d\} =: A$ $\{a, c, 4\} =: B, \{10, 11\} =: C$
- Das Objekt c ist in A enthalten: $c \in A$, $c \in B$, $c \notin C$
- Reihenfolge gleich

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Mengen

Definition: Mengen

"Unter einer Menge verstehen wir jede Zusammenfassung von bestimmten wohlunterschiedenen Objekten unserer Anschauung oder unseres Denkens (welche die Elemente dieser Menge genannt werden) zu einem Ganzen."

- Beispiel:$\{a, b, c, d\} =: A$ $\{a, c, 4\} =: B, \{10, 11\} =: C$
- Das Objekt c ist in A enthalten: $c \in A$, $c \in B$, $c \notin C$
- Reihenfolge gleich: $\{a, b\} = \{b, a\}$

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Mengen

Definition: Mengen

“Unter einer Menge verstehen wir jede Zusammenfassung von bestimmten wohlunterschiedenen Objekten unserer Anschauung oder unseres Denkens (welche die Elemente dieser Menge genannt werden) zu einem Ganzen.”

- Beispiel:$\{a, b, c, d\} =: A$ $\{a, c, 4\} =: B, \{10, 11\} =: C$
- Das Objekt c ist in A enthalten: $c \in A$, $c \in B$, $c \notin C$
- Reihenfolge gleich: $\{a, b\} = \{b, a\}$
- Elemente doppelt?

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Mengen

Karlsruher Institut für Technologie

Definition: Mengen

"Unter einer Menge verstehen wir jede Zusammenfassung von bestimmten wohlunterschiedenen Objekten unserer Anschauung oder unseres Denkens (welche die Elemente dieser Menge genannt werden) zu einem Ganzen."

- Beispiel:$\{a, b, c, d\} =: A$ $\{a, c, 4\} =: B, \{10, 11\} =: C$
- Das Objekt c ist in A enthalten: $c \in A$, $c \in B$, $c \notin C$
- Reihenfolge gleich: $\{a, b\} = \{b, a\}$
- Elemente doppelt? $\{a, a, b, a\} = \{a, b\}$

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Mehr über Mengen

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Mehr über Mengen

- Kardinalität

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Mehr über Mengen

- Kardinalität oder Größe

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Mehr über Mengen

Karlsruher Institut für Technologie

- Kardinalität oder Größe: Die Anzahl der Elemente der Menge

Mehr über Mengen

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

- Kardinalität oder Größe: Die Anzahl der Elemente der Menge
  - $A := \{a, b, c\}$

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Mehr über Mengen

- Kardinalität oder Größe: Die Anzahl der Elemente der Menge
  - $A := \{a, b, c\}$. $|A| = 3$

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Mehr über Mengen

- Kardinalität oder Größe: Die Anzahl der Elemente der Menge
  - $A := \{a, b, c\}$. $|A| = 3$
  - $B := \{c, d\}$

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Mehr über Mengen

- Kardinalität oder Größe: Die Anzahl der Elemente der Menge
  - $A := \{a, b, c\}$. $|A| = 3$
  - $B := \{c, d\}$. $|B| = 2$

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Mehr über Mengen

- Kardinalität oder Größe: Die Anzahl der Elemente der Menge
  - $A := \{a, b, c\}$. $|A| = 3$
  - $B := \{c, d\}$. $|B| = 2$
  - Was ist $|\{1, 2, 3, 2\}|$?

Mehr über Mengen

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

- Kardinalität oder Größe: Die Anzahl der Elemente der Menge
  - $A := \{a, b, c\}$. $|A| = 3$
  - $B := \{c, d\}$. $|B| = 2$
  - Was ist $|\{1, 2, 3, 2\}|$? 3!

Mehr über Mengen

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

- Kardinalität oder Größe: Die Anzahl der Elemente der Menge
  - $A := \{a, b, c\}$. $|A| = 3$
  - $B := \{c, d\}$. $|B| = 2$
  - Was ist $|\{1, 2, 3, 2\}|$? 3!
  - Was ist $|\{\}|$?

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Karlsruher Institut für Technologie

Mehr über Mengen

- Kardinalität oder Größe: Die Anzahl der Elemente der Menge
  - $A := \{a, b, c\}$. $|A| = 3$
  - $B := \{c, d\}$. $|B| = 2$
  - Was ist $|\{1, 2, 3, 2\}|$? 3!
  - Was ist $|\{\}|$? 0

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Mehr über Mengen

- Kardinalität oder Größe: Die Anzahl der Elemente der Menge
  - $A := \{a, b, c\}$. $|A| = 3$
  - $B := \{c, d\}$. $|B| = 2$
  - Was ist $|\{1, 2, 3, 2\}|$? 3!
  - Was ist $|\{\}|$? 0

Leere Menge

Die Menge, die nichts enthält, nennen wir die leere Menge

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Mehr über Mengen

Karlsruher Institut für Technologie

- Kardinalität oder Größe: Die Anzahl der Elemente der Menge
  - $A := \{a, b, c\}$. $|A| = 3$
  - $B := \{c, d\}$. $|B| = 2$
  - Was ist $|\{1, 2, 3, 2\}|$? 3!
  - Was ist $|\{\}|$? 0

Leere Menge

Die Menge, die nichts enthält, nennen wir die leere Menge, und schreiben sie als $\{\}$ oder $\emptyset$.

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Mehr über Mengen

- Kardinalität oder Größe: Die Anzahl der Elemente der Menge
  - $A := \{a, b, c\}$. $|A| = 3$
  - $B := \{c, d\}$. $|B| = 2$
  - Was ist $|\{1, 2, 3, 2\}|$? 3!
  - Was ist $|\{\}|$? 0

Leere Menge

Die Menge, die nichts enthält, nennen wir die leere Menge, und schreiben sie als $\{\}$ oder $\emptyset$.

Was ist $|\{\{\}\}|$?

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Mehr über Mengen

Karlsruher Institut für Technologie

- Kardinalität oder Größe: Die Anzahl der Elemente der Menge
  - $A := \{a, b, c\}$. $|A| = 3$
  - $B := \{c, d\}$. $|B| = 2$
  - Was ist $|\{1, 2, 3, 2\}|$? 3!
  - Was ist $|\{\}|$? 0

Leere Menge

Die Menge, die nichts enthält, nennen wir die leere Menge, und schreiben sie als $\{\}$ oder $\emptyset$.

Was ist $|\{\{\}\}|$? 1!

Mehr über Mengen

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

- Kardinalität oder Größe: Die Anzahl der Elemente der Menge
  - $A := \{a, b, c\}$. $|A| = 3$
  - $B := \{c, d\}$. $|B| = 2$
  - Was ist $|\{1, 2, 3, 2\}|$? 3!
  - Was ist $|\{\}|$? 0

Leere Menge

Die Menge, die nichts enthält, nennen wir die leere Menge, und schreiben sie als $\{\}$ oder $\emptyset$.

Was ist $|\{\{\}\}|$? 1! $\{\emptyset\}$ enthält eine leere Menge, die selbst ein Element ist.

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Mehr über Mengen

Zeichnung

Mehr über Mengen

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Mehr über Mengen

Seien $A := \{a, b, c\}, B := \{b, c\}, C := \{c, b\}, D := \{b, c, d\}$.

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Mehr über Mengen

Karlsruher Institut für Technologie

Seien $A := \{a, b, c\}$, $B := \{b, c\}$, $C := \{c, b\}$, $D := \{b, c, d\}$.

- Teilmenge

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Mehr über Mengen

Karlsruher Institut für Technologie

Seien $A := \{a, b, c\}$, $B := \{b, c\}$, $C := \{c, b\}$, $D := \{b, c, d\}$.

- Teilmenge: $A \subseteq B$

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Mehr über Mengen

Seien $A := \{a, b, c\}$, $B := \{b, c\}$, $C := \{c, b\}$, $D := \{b, c, d\}$.

- Teilmenge: $A \subseteq B$, also A ist Teilmenge von B

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Mehr über Mengen

Karlsruher Institut für Technologie

Seien $A := \{a, b, c\}$, $B := \{b, c\}$, $C := \{c, b\}$, $D := \{b, c, d\}$.

- Teilmenge: $A \subseteq B$, also A ist Teilmenge von B genau dann, wenn alle Elemente aus A auch in B sind.

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Mehr über Mengen

Seien $A := \{a, b, c\}$, $B := \{b, c\}$, $C := \{c, b\}$, $D := \{b, c, d\}$.

- Teilmenge: $A \subseteq B$, also A ist Teilmenge von B genau dann, wenn alle Elemente aus A auch in B sind.
- Echte Teilmenge

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Mehr über Mengen

Seien $A := \{a, b, c\}, B := \{b, c\}, C := \{c, b\}, D := \{b, c, d\}$.

- Teilmenge: $A \subseteq B$, also A ist Teilmenge von B genau dann, wenn alle Elemente aus A auch in B sind.
- Echte Teilmenge: $A \subset B$

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Mehr über Mengen

Karlsruher Institut für Technologie

Seien $A := \{a, b, c\}$, $B := \{b, c\}$, $C := \{c, b\}$, $D := \{b, c, d\}$.

- Teilmenge: $A \subseteq B$, also A ist Teilmenge von B genau dann, wenn alle Elemente aus A auch in B sind.
- Echte Teilmenge: $A \subset B$ genau dann, wenn $A \subseteq B$

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Mehr über Mengen

Seien $A := \{a, b, c\}$, $B := \{b, c\}$, $C := \{c, b\}$, $D := \{b, c, d\}$.

- Teilmenge: $A \subseteq B$, also A ist Teilmenge von B genau dann, wenn alle Elemente aus A auch in B sind.
- Echte Teilmenge: $A \subset B$ genau dann, wenn $A \subseteq B$ *und* $A \neq B$.

Mehr über Mengen

Seien $A := \{a, b, c\}$, $B := \{b, c\}$, $C := \{c, b\}$, $D := \{b, c, d\}$.

- Teilmenge: $A \subseteq B$, also A ist Teilmenge von B genau dann, wenn alle Elemente aus A auch in B sind.
- Echte Teilmenge: $A \subset B$ genau dann, wenn $A \subseteq B$ *und* $A \neq B$.
    - Beispiele:

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Mehr über Mengen

Seien $A := \{a, b, c\}$, $B := \{b, c\}$, $C := \{c, b\}$, $D := \{b, c, d\}$.

- Teilmenge: $A \subseteq B$, also A ist Teilmenge von B genau dann, wenn alle Elemente aus A auch in B sind.
- Echte Teilmenge: $A \subset B$ genau dann, wenn $A \subseteq B$ *und* $A \neq B$.
  - Beispiele: $B \subseteq A$

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Mehr über Mengen

Seien $A := \{a, b, c\}$, $B := \{b, c\}$, $C := \{c, b\}$, $D := \{b, c, d\}$.

- Teilmenge: $A \subseteq B$, also A ist Teilmenge von B genau dann, wenn alle Elemente aus A auch in B sind.
- Echte Teilmenge: $A \subset B$ genau dann, wenn $A \subseteq B$ *und* $A \neq B$.
  - Beispiele: $B \subseteq A$, sogar $B \subset A$.

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Mehr über Mengen

Seien $A := \{a, b, c\}$, $B := \{b, c\}$, $C := \{c, b\}$, $D := \{b, c, d\}$.

- Teilmenge: $A \subseteq B$, also A ist Teilmenge von B genau dann, wenn alle Elemente aus A auch in B sind.
- Echte Teilmenge: $A \subset B$ genau dann, wenn $A \subseteq B$ *und* $A \neq B$.
  - Beispiele: $B \subseteq A$, sogar $B \subset A$.
    $C \subseteq B$

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Mehr über Mengen

Seien $A := \{a, b, c\}$, $B := \{b, c\}$, $C := \{c, b\}$, $D := \{b, c, d\}$.

- Teilmenge: $A \subseteq B$, also A ist Teilmenge von B genau dann, wenn alle Elemente aus A auch in B sind.
- Echte Teilmenge: $A \subset B$ genau dann, wenn $A \subseteq B$ *und* $A \neq B$.
  - Beispiele: $B \subseteq A$, sogar $B \subset A$.
    $C \subseteq B$ und $B \subseteq C$

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Mehr über Mengen

Karlsruher Institut für Technologie

Seien $A := \{a, b, c\}$, $B := \{b, c\}$, $C := \{c, b\}$, $D := \{b, c, d\}$.

- Teilmenge: $A \subseteq B$, also A ist Teilmenge von B genau dann, wenn alle Elemente aus A auch in B sind.
- Echte Teilmenge: $A \subset B$ genau dann, wenn $A \subseteq B$ *und* $A \neq B$.
    - Beispiele: $B \subseteq A$, sogar $B \subset A$.
      $C \subseteq B$ und $B \subseteq C$, aber $C \not\subset B$ und $B \not\subset C$.

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Mehr über Mengen

Seien $A := \{a, b, c\}$, $B := \{b, c\}$, $C := \{c, b\}$, $D := \{b, c, d\}$.

- Teilmenge: $A \subseteq B$, also A ist Teilmenge von B genau dann, wenn alle Elemente aus A auch in B sind.
- Echte Teilmenge: $A \subset B$ genau dann, wenn $A \subseteq B$ *und* $A \neq B$.
  - Beispiele: $B \subseteq A$, sogar $B \subset A$.
    $C \subseteq B$ und $B \subseteq C$, aber $C \not\subset B$ und $B \not\subset C$.
- Schnittmenge

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Mehr über Mengen

Seien $A := \{a, b, c\}$, $B := \{b, c\}$, $C := \{c, b\}$, $D := \{b, c, d\}$.

- Teilmenge: $A \subseteq B$, also A ist Teilmenge von B genau dann, wenn alle Elemente aus A auch in B sind.
- Echte Teilmenge: $A \subset B$ genau dann, wenn $A \subseteq B$ *und* $A \neq B$.
  - Beispiele: $B \subseteq A$, sogar $B \subset A$.
    $C \subseteq B$ und $B \subseteq C$, aber $C \not\subset B$ und $B \not\subset C$.
- Schnittmenge: $A \cap B$

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Mehr über Mengen

Seien $A := \{a, b, c\}$, $B := \{b, c\}$, $C := \{c, b\}$, $D := \{b, c, d\}$.

- Teilmenge: $A \subseteq B$, also A ist Teilmenge von B genau dann, wenn alle Elemente aus A auch in B sind.
- Echte Teilmenge: $A \subset B$ genau dann, wenn $A \subseteq B$ *und* $A \neq B$.
  - Beispiele: $B \subseteq A$, sogar $B \subset A$.
    $C \subseteq B$ und $B \subseteq C$, aber $C \not\subset B$ und $B \not\subset C$.
- Schnittmenge: $A \cap B = \{b, c\}$.

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Mehr über Mengen

Seien $A := \{a, b, c\}$, $B := \{b, c\}$, $C := \{c, b\}$, $D := \{b, c, d\}$.

- Teilmenge: $A \subseteq B$, also A ist Teilmenge von B genau dann, wenn alle Elemente aus A auch in B sind.
- Echte Teilmenge: $A \subset B$ genau dann, wenn $A \subseteq B$ *und* $A \neq B$.
  - Beispiele: $B \subseteq A$, sogar $B \subset A$.
    $C \subseteq B$ und $B \subseteq C$, aber $C \not\subset B$ und $B \not\subset C$.
- Schnittmenge: $A \cap B = \{b, c\}$.
  $A \cap B$ enthält *genau* die Elemente, die in A *und* in B sind.

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Mehr über Mengen

Karlsruher Institut für Technologie

Seien $A := \{a, b, c\}$, $B := \{b, c\}$, $C := \{c, b\}$, $D := \{b, c, d\}$.

- Teilmenge: $A \subseteq B$, also A ist Teilmenge von B genau dann, wenn alle Elemente aus A auch in B sind.
- Echte Teilmenge: $A \subset B$ genau dann, wenn $A \subseteq B$ *und* $A \neq B$.
  - Beispiele: $B \subseteq A$, sogar $B \subset A$.
    $C \subseteq B$ und $B \subseteq C$, aber $C \not\subset B$ und $B \not\subset C$.
- Schnittmenge: $A \cap B = \{b, c\}$.
  $A \cap B$ enthält *genau* die Elemente, die in A *und* in B sind.
- Vereinigungsmenge

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Mehr über Mengen

Seien $A := \{a, b, c\}$, $B := \{b, c\}$, $C := \{c, b\}$, $D := \{b, c, d\}$.

- Teilmenge: $A \subseteq B$, also A ist Teilmenge von B genau dann, wenn alle Elemente aus A auch in B sind.
- Echte Teilmenge: $A \subset B$ genau dann, wenn $A \subseteq B$ *und* $A \neq B$.
  - Beispiele: $B \subseteq A$, sogar $B \subset A$.
    $C \subseteq B$ und $B \subseteq C$, aber $C \not\subset B$ und $B \not\subset C$.
- Schnittmenge: $A \cap B = \{b, c\}$.
  $A \cap B$ enthält *genau* die Elemente, die in A *und* in B sind.
- Vereinigungsmenge: $A \cup D$

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Mehr über Mengen

Karlsruher Institut für Technologie

Seien $A := \{a, b, c\}$, $B := \{b, c\}$, $C := \{c, b\}$, $D := \{b, c, d\}$.

- Teilmenge: $A \subseteq B$, also A ist Teilmenge von B genau dann, wenn alle Elemente aus A auch in B sind.
- Echte Teilmenge: $A \subset B$ genau dann, wenn $A \subseteq B$ *und* $A \neq B$.
  - Beispiele: $B \subseteq A$, sogar $B \subset A$.
    $C \subseteq B$ und $B \subseteq C$, aber $C \not\subset B$ und $B \not\subset C$.
- Schnittmenge: $A \cap B = \{b, c\}$.
  $A \cap B$ enthält *genau* die Elemente, die in A *und* in B sind.
- Vereinigungsmenge: $A \cup D = \{a, b, c, d\}$.

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Mehr über Mengen

Seien $A := \{a, b, c\}$, $B := \{b, c\}$, $C := \{c, b\}$, $D := \{b, c, d\}$.

- Teilmenge: $A \subseteq B$, also A ist Teilmenge von B genau dann, wenn alle Elemente aus A auch in B sind.
- Echte Teilmenge: $A \subset B$ genau dann, wenn $A \subseteq B$ *und* $A \neq B$.
  - Beispiele: $B \subseteq A$, sogar $B \subset A$.
    $C \subseteq B$ und $B \subseteq C$, aber $C \not\subset B$ und $B \not\subset C$.
- Schnittmenge: $A \cap B = \{b, c\}$.
  $A \cap B$ enthält *genau* die Elemente, die in A *und* in B sind.
- Vereinigungsmenge: $A \cup D = \{a, b, c, d\}$.
  $A \cup B$ enthält *genau* die Elemente, die in A *oder* in B sind.

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Mehr über Mengen

Karlsruher Institut für Technologie

Seien $A := \{a, b, c\}$, $B := \{b, c\}$, $C := \{c, b\}$, $D := \{b, c, d\}$.

- Teilmenge: $A \subseteq B$, also A ist Teilmenge von B genau dann, wenn alle Elemente aus A auch in B sind.
- Echte Teilmenge: $A \subset B$ genau dann, wenn $A \subseteq B$ *und* $A \neq B$.
  - Beispiele: $B \subseteq A$, sogar $B \subset A$.
    $C \subseteq B$ und $B \subseteq C$, aber $C \not\subset B$ und $B \not\subset C$.
- Schnittmenge: $A \cap B = \{b, c\}$.
  $A \cap B$ enthält *genau* die Elemente, die in A *und* in B sind.
- Vereinigungsmenge: $A \cup D = \{a, b, c, d\}$.
  $A \cup B$ enthält *genau* die Elemente, die in A *oder* in B sind.
- Mengendifferenz:

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Mehr über Mengen

Seien $A := \{a, b, c\}$, $B := \{b, c\}$, $C := \{c, b\}$, $D := \{b, c, d\}$.

- Teilmenge: $A \subseteq B$, also A ist Teilmenge von B genau dann, wenn alle Elemente aus A auch in B sind.
- Echte Teilmenge: $A \subset B$ genau dann, wenn $A \subseteq B$ *und* $A \neq B$.
  - Beispiele: $B \subseteq A$, sogar $B \subset A$.
    $C \subseteq B$ und $B \subseteq C$, aber $C \not\subset B$ und $B \not\subset C$.
- Schnittmenge: $A \cap B = \{b, c\}$.
  $A \cap B$ enthält *genau* die Elemente, die in A *und* in B sind.
- Vereinigungsmenge: $A \cup D = \{a, b, c, d\}$.
  $A \cup B$ enthält *genau* die Elemente, die in A *oder* in B sind.
- Mengendifferenz: $A \setminus B$

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Mehr über Mengen

Seien $A := \{a, b, c\}$, $B := \{b, c\}$, $C := \{c, b\}$, $D := \{b, c, d\}$.

- Teilmenge: $A \subseteq B$, also A ist Teilmenge von B genau dann, wenn alle Elemente aus A auch in B sind.
- Echte Teilmenge: $A \subset B$ genau dann, wenn $A \subseteq B$ *und* $A \neq B$.
  - Beispiele: $B \subseteq A$, sogar $B \subset A$.
    $C \subseteq B$ und $B \subseteq C$, aber $C \not\subset B$ und $B \not\subset C$.
- Schnittmenge: $A \cap B = \{b, c\}$.
  $A \cap B$ enthält *genau* die Elemente, die in A *und* in B sind.
- Vereinigungsmenge: $A \cup D = \{a, b, c, d\}$.
  $A \cup B$ enthält *genau* die Elemente, die in A *oder* in B sind.
- Mengendifferenz: $A \setminus B = \{a\}$

Mehr über Mengen

Seien $A := \{a, b, c\}$, $B := \{b, c\}$, $C := \{c, b\}$, $D := \{b, c, d\}$.

- Teilmenge: $A \subseteq B$, also A ist Teilmenge von B genau dann, wenn alle Elemente aus A auch in B sind.
- Echte Teilmenge: $A \subset B$ genau dann, wenn $A \subseteq B$ *und* $A \neq B$.
  - Beispiele: $B \subseteq A$, sogar $B \subset A$.
    $C \subseteq B$ und $B \subseteq C$, aber $C \not\subset B$ und $B \not\subset C$.
- Schnittmenge: $A \cap B = \{b, c\}$.
  $A \cap B$ enthält *genau* die Elemente, die in A *und* in B sind.
- Vereinigungsmenge: $A \cup D = \{a, b, c, d\}$.
  $A \cup B$ enthält *genau* die Elemente, die in A *oder* in B sind.
- Mengendifferenz: $A \setminus B = \{a\}$, also alle Elemente in A, die nicht in B sind.

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Mehr über Mengen

Seien $A := \{a, b, c\}$, $B := \{b, c\}$, $C := \{c, b\}$, $D := \{b, c, d\}$.

- Teilmenge: $A \subseteq B$, also A ist Teilmenge von B genau dann, wenn alle Elemente aus A auch in B sind.
- Echte Teilmenge: $A \subset B$ genau dann, wenn $A \subseteq B$ *und* $A \neq B$.
  - Beispiele: $B \subseteq A$, sogar $B \subset A$.
    $C \subseteq B$ und $B \subseteq C$, aber $C \not\subset B$ und $B \not\subset C$.
- Schnittmenge: $A \cap B = \{b, c\}$.
  $A \cap B$ enthält *genau* die Elemente, die in A *und* in B sind.
- Vereinigungsmenge: $A \cup D = \{a, b, c, d\}$.
  $A \cup B$ enthält *genau* die Elemente, die in A *oder* in B sind.
- Mengendifferenz: $A \setminus B = \{a\}$, also alle Elemente in A, die nicht in B sind.
- Komplementärmenge:

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Mehr über Mengen

Karlsruher Institut für Technologie

Seien $A := \{a, b, c\}$, $B := \{b, c\}$, $C := \{c, b\}$, $D := \{b, c, d\}$.

- Teilmenge: $A \subseteq B$, also A ist Teilmenge von B genau dann, wenn alle Elemente aus A auch in B sind.
- Echte Teilmenge: $A \subset B$ genau dann, wenn $A \subseteq B$ *und* $A \neq B$.
  - Beispiele: $B \subseteq A$, sogar $B \subset A$.
    $C \subseteq B$ und $B \subseteq C$, aber $C \not\subset B$ und $B \not\subset C$.
- Schnittmenge: $A \cap B = \{b, c\}$.
  $A \cap B$ enthält *genau* die Elemente, die in A *und* in B sind.
- Vereinigungsmenge: $A \cup D = \{a, b, c, d\}$.
  $A \cup B$ enthält *genau* die Elemente, die in A *oder* in B sind.
- Mengendifferenz: $A \setminus B = \{a\}$, also alle Elemente in A, die nicht in B sind.
- Komplementärmenge: $\bar{A}$

Mehr über Mengen

Karlsruher Institut für Technologie

Seien $A := \{a, b, c\}$, $B := \{b, c\}$, $C := \{c, b\}$, $D := \{b, c, d\}$.

- Teilmenge: $A \subseteq B$, also A ist Teilmenge von B genau dann, wenn alle Elemente aus A auch in B sind.
- Echte Teilmenge: $A \subset B$ genau dann, wenn $A \subseteq B$ *und* $A \neq B$.
  - Beispiele: $B \subseteq A$, sogar $B \subset A$.
    $C \subseteq B$ und $B \subseteq C$, aber $C \not\subset B$ und $B \not\subset C$.
- Schnittmenge: $A \cap B = \{b, c\}$.
  $A \cap B$ enthält *genau* die Elemente, die in A *und* in B sind.
- Vereinigungsmenge: $A \cup D = \{a, b, c, d\}$.
  $A \cup B$ enthält *genau* die Elemente, die in A *oder* in B sind.
- Mengendifferenz: $A \setminus B = \{a\}$, also alle Elemente in A, die nicht in B sind.
- Komplementärmenge: $\bar{A}$ enthält alle Elemente des *Universums*, die nicht in A sind.

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Mehr über Mengen

Seien $A := \{a, b, c\}$, $B := \{b, c\}$, $C := \{c, b\}$, $D := \{b, c, d\}$.

- Teilmenge: $A \subseteq B$, also A ist Teilmenge von B genau dann, wenn alle Elemente aus A auch in B sind.
- Echte Teilmenge: $A \subset B$ genau dann, wenn $A \subseteq B$ *und* $A \neq B$.
  - Beispiele: $B \subseteq A$, sogar $B \subset A$.
    $C \subseteq B$ und $B \subseteq C$, aber $C \not\subset B$ und $B \not\subset C$.
- Schnittmenge: $A \cap B = \{b, c\}$.
  $A \cap B$ enthält *genau* die Elemente, die in A *und* in B sind.
- Vereinigungsmenge: $A \cup D = \{a, b, c, d\}$.
  $A \cup B$ enthält *genau* die Elemente, die in A *oder* in B sind.
- Mengendifferenz: $A \setminus B = \{a\}$, also alle Elemente in A, die nicht in B sind.
- Komplementärmenge: $\bar{A}$ enthält alle Elemente des *Universums*, die nicht in A sind. Angenommen, Universum = Lateinisches Alphabet:

Mehr über Mengen

Seien $A := \{a, b, c\}$, $B := \{b, c\}$, $C := \{c, b\}$, $D := \{b, c, d\}$.

- Teilmenge: $A \subseteq B$, also A ist Teilmenge von B genau dann, wenn alle Elemente aus A auch in B sind.
- Echte Teilmenge: $A \subset B$ genau dann, wenn $A \subseteq B$ *und* $A \neq B$.
  - Beispiele: $B \subseteq A$, sogar $B \subset A$.
    $C \subseteq B$ und $B \subseteq C$, aber $C \not\subset B$ und $B \not\subset C$.
- Schnittmenge: $A \cap B = \{b, c\}$.
  $A \cap B$ enthält *genau* die Elemente, die in A *und* in B sind.
- Vereinigungsmenge: $A \cup D = \{a, b, c, d\}$.
  $A \cup B$ enthält *genau* die Elemente, die in A *oder* in B sind.
- Mengendifferenz: $A \setminus B = \{a\}$, also alle Elemente in A, die nicht in B sind.
- Komplementärmenge: $\bar{A}$ enthält alle Elemente des *Universums*, die nicht in A sind. Angenommen, Universum = Lateinisches Alphabet:
  $\bar{A} = \{d, e, f, g, \ldots, y, z\}$

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Potenzmenge

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Potenzmenge

Karlsruher Institut für Technologie

Potenzmenge

Die Potenzmenge

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Potenzmenge

Potenzmenge

Die Potenzmenge 2^M

Potenzmenge

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Potenzmenge

Die Potenzmenge 2^M einer Menge M

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Potenzmenge

Potenzmenge

Die Potenzmenge 2^M einer Menge M enthält genau alle Mengen, die Teilmenge von M sind.

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Potenzmenge

Potenzmenge

Die Potenzmenge 2^M einer Menge M enthält genau alle Mengen, die Teilmenge von M sind.

Was bedeutet das allgemein?

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Potenzmenge

Potenzmenge

Die Potenzmenge 2^M einer Menge M enthält genau alle Mengen, die Teilmenge von M sind.

Was bedeutet das allgemein?

- $M \in 2^M$

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Potenzmenge

Potenzmenge

Die Potenzmenge 2^M einer Menge M enthält genau alle Mengen, die Teilmenge von M sind.

Was bedeutet das allgemein?

- $M \in 2^M$
- $\emptyset \in 2^M$

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Potenzmenge

Potenzmenge

Die Potenzmenge 2^M einer Menge M enthält genau alle Mengen, die Teilmenge von M sind.

Was bedeutet das allgemein?

- $M \in 2^M$
- $\emptyset \in 2^M$
- Konkretes Beispiel:

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Potenzmenge

Potenzmenge

Die Potenzmenge 2^M einer Menge M enthält genau alle Mengen, die Teilmenge von M sind.

Was bedeutet das allgemein?

- $M \in 2^M$
- $\emptyset \in 2^M$
- Konkretes Beispiel: Was ist 2^M mit $M = \{0, 1\}$?

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Potenzmenge

Potenzmenge

Die Potenzmenge 2^M einer Menge M enthält genau alle Mengen, die Teilmenge von M sind.

Was bedeutet das allgemein?

- $M \in 2^M$
- $\emptyset \in 2^M$
- Konkretes Beispiel: Was ist 2^M mit $M = \{0, 1\}$?
  - Natürlich $\emptyset \in 2^M$ und $\{0, 1\} \in 2^M$.

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Potenzmenge

Potenzmenge

Die Potenzmenge 2^M einer Menge M enthält genau alle Mengen, die Teilmenge von M sind.

Was bedeutet das allgemein?

- $M \in 2^M$
- $\emptyset \in 2^M$
- Konkretes Beispiel: Was ist 2^M mit $M = \{0, 1\}$?
  - Natürlich $\emptyset \in 2^M$ und $\{0, 1\} \in 2^M$.
  - $\{0\} \in 2^M$

Potenzmenge

Potenzmenge

Die Potenzmenge 2^M einer Menge M enthält genau alle Mengen, die Teilmenge von M sind.

Was bedeutet das allgemein?

- $M \in 2^M$
- $\emptyset \in 2^M$
- Konkretes Beispiel: Was ist 2^M mit $M = \{0, 1\}$?
  - Natürlich $\emptyset \in 2^M$ und $\{0, 1\} \in 2^M$.
  - $\{0\} \in 2^M$ und $\{1\} \in 2^M$.

Potenzmenge

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Potenzmenge

Die Potenzmenge 2^M einer Menge M enthält genau alle Mengen, die Teilmenge von M sind.

Was bedeutet das allgemein?

- $M \in 2^M$
- $\emptyset \in 2^M$
- Konkretes Beispiel: Was ist 2^M mit $M = \{0, 1\}$?
  - Natürlich $\emptyset \in 2^M$ und $\{0, 1\} \in 2^M$.
  - $\{0\} \in 2^M$ und $\{1\} \in 2^M$.
  - Weitere?

Potenzmenge

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Potenzmenge

Die Potenzmenge 2^M einer Menge M enthält genau alle Mengen, die Teilmenge von M sind.

Was bedeutet das allgemein?

- $M \in 2^M$
- $\emptyset \in 2^M$
- Konkretes Beispiel: Was ist 2^M mit $M = \{0, 1\}$?
  - Natürlich $\emptyset \in 2^M$ und $\{0, 1\} \in 2^M$.
  - $\{0\} \in 2^M$ und $\{1\} \in 2^M$.
  - Weitere? Nein, diese vier Mengen sind alle möglichen Teilmengen.

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Potenzmenge

Potenzmenge

Die Potenzmenge 2^M einer Menge M enthält genau alle Mengen, die Teilmenge von M sind.

Was bedeutet das allgemein?

- $M \in 2^M$
- $\emptyset \in 2^M$
- Konkretes Beispiel: Was ist 2^M mit $M = \{0, 1\}$?
  - Natürlich $\emptyset \in 2^M$ und $\{0, 1\} \in 2^M$.
  - $\{0\} \in 2^M$ und $\{1\} \in 2^M$.
  - Weitere? Nein, diese vier Mengen sind alle möglichen Teilmengen.
  - $\Rightarrow 2^M = \{\{\}, \{0\}, \{1\}, \{0, 1\}\}$.

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Potenzmenge

$$M = \{0, 1\}$$

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Potenzmenge

$$M = \{0, 1\},\ 2^M = \{\{\}, \{0\}, \{1\}, \{0, 1\}\}.$$

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Potenzmenge

$M = \{0, 1\}$, $2^M = \{\{\}, \{0\}, \{1\}, \{0, 1\}\}$.
Was ist 2^{2^M}?

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Potenzmenge

Karlsruher Institut für Technologie

$M = \{0, 1\}$, $2^M = \{\{\}, \{0\}, \{1\}, \{0, 1\}\}$.
Was ist 2^{2^M}?

- Also $2^{\{\{\},\{0\},\{1\},\{0,1\}\}}$.

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Potenzmenge

$M = \{0, 1\}$, $2^M = \{\{\}, \{0\}, \{1\}, \{0, 1\}\}$.
Was ist 2^{2^M}?

- Also $2^{\{\{\},\{0\},\{1\},\{0,1\}\}}$.
- Natürlich $\emptyset \in 2^M$ und $2^M = \{\{\}, \{0\}, \{1\}, \{0, 1\}\} \in 2^{2^M}$.

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Potenzmenge

$M = \{0, 1\}$, $2^M = \{\{\}, \{0\}, \{1\}, \{0, 1\}\}$.
Was ist 2^{2^M}?

- Also $2^{\{\{\},\{0\},\{1\},\{0,1\}\}}$.
- Natürlich $\emptyset \in 2^M$ und $2^M = \{\{\}, \{0\}, \{1\}, \{0, 1\}\} \in 2^{2^M}$.

2^{2^M}

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Potenzmenge

$M = \{0, 1\}$, $2^M = \{\{\}, \{0\}, \{1\}, \{0, 1\}\}$.

Was ist 2^{2^M}?

- Also $2^{\{\{\},\{0\},\{1\},\{0,1\}\}}$.
- Natürlich $\emptyset \in 2^M$ und $2^M = \{\{\}, \{0\}, \{1\}, \{0, 1\}\} \in 2^{2^M}$.

$2^{2^M} = \{$

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Potenzmenge

$M = \{0, 1\}$, $2^M = \{\{\}, \{0\}, \{1\}, \{0, 1\}\}$.

Was ist 2^{2^M}?

- Also $2^{\{\{\},\{0\},\{1\},\{0,1\}\}}$.
- Natürlich $\emptyset \in 2^M$ und $2^M = \{\{\}, \{0\}, \{1\}, \{0, 1\}\} \in 2^{2^M}$.

$2^{2^M} = \{$

$\{\},$

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Potenzmenge

$M = \{0, 1\}$, $2^M = \{\{\}, \{0\}, \{1\}, \{0, 1\}\}$.

Was ist 2^{2^M}?

- Also $2^{\{\{\},\{0\},\{1\},\{0,1\}\}}$.
- Natürlich $\emptyset \in 2^M$ und $2^M = \{\{\}, \{0\}, \{1\}, \{0, 1\}\} \in 2^{2^M}$.

$2^{2^M} = \{$

$\{\}$,

$\{\{\}\}, \{\{0\}\}, \{\{1\}\}, \{\{0, 1\}\}$,

Potenzmenge

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

$M = \{0, 1\}$, $2^M = \{\{\}, \{0\}, \{1\}, \{0, 1\}\}$.
Was ist 2^{2^M}?

- Also $2^{\{\{\},\{0\},\{1\},\{0,1\}\}}$.
- Natürlich $\emptyset \in 2^M$ und $2^M = \{\{\}, \{0\}, \{1\}, \{0, 1\}\} \in 2^{2^M}$.

$2^{2^M} = \{$
$\{\},$
$\{\{\}\}, \{\{0\}\}, \{\{1\}\}, \{\{0, 1\}\},$
$\{\{\}, \{0\}\}, \{\{\}, \{1\}\}, \{\{\}, \{0, 1\}\}, \{\{0\}, \{1\}\},$
$\{\{0\}, \{0, 1\}\}, \{\{1\}, \{0, 1\},$

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Potenzmenge

Karlsruher Institut für Technologie

$M = \{0, 1\}$, $2^M = \{\{\}, \{0\}, \{1\}, \{0, 1\}\}$.
Was ist 2^{2^M}?

- Also $2^{\{\{\},\{0\},\{1\},\{0,1\}\}}$.
- Natürlich $\emptyset \in 2^M$ und $2^M = \{\{\}, \{0\}, \{1\}, \{0, 1\}\} \in 2^{2^M}$.

$2^{2^M} = \{$
$\{\},$
$\{\{\}\}, \{\{0\}\}, \{\{1\}\}, \{\{0, 1\}\},$
$\{\{\}, \{0\}\}, \{\{\}, \{1\}\}, \{\{\}, \{0, 1\}\}, \{\{0\}, \{1\}\},$
$\{\{0\}, \{0, 1\}\}, \{\{1\}, \{0, 1\},$
$\{\{\}, \{0\}, \{1\}\}, \{\{\}, \{0\}, \{0, 1\}\}, \{\{\}, \{1\}, \{0, 1\}\}, \{\{0\}, \{1\}, \{0, 1\}\},$

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Potenzmenge

$M = \{0, 1\}$, $2^M = \{\{\}, \{0\}, \{1\}, \{0, 1\}\}$.
Was ist 2^{2^M}?

- Also $2^{\{\{\},\{0\},\{1\},\{0,1\}\}}$.
- Natürlich $\emptyset \in 2^M$ und $2^M = \{\{\}, \{0\}, \{1\}, \{0, 1\}\} \in 2^{2^M}$.

$$
\begin{aligned}
2^{2^M} = \{ & \\
& \{\}, \\
& \{\{\}\}, \{\{0\}\}, \{\{1\}\}, \{\{0, 1\}\}, \\
& \{\{\}, \{0\}\}, \{\{\}, \{1\}\}, \{\{\}, \{0, 1\}\}, \{\{0\}, \{1\}\}, \\
& \quad \{\{0\}, \{0, 1\}\}, \{\{1\}, \{0, 1\}, \\
& \{\{\}, \{0\}, \{1\}\}, \{\{\}, \{0\}, \{0, 1\}\}, \{\{\}, \{1\}, \{0, 1\}\}, \{\{0\}, \{1\}, \{0, 1\}\}, \\
& \{\{\}, \{0\}, \{1\}, \{0, 1\}\} \\
\} &
\end{aligned}
$$

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Alphabete

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Alphabete

Alphabet

Ein Alphabet ist eine *endliche*, *nichtleere* Menge von Zeichen.

Alphabete

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Alphabet

Ein Alphabet ist eine *endliche*, *nichtleere* Menge von Zeichen.

Was davon sind Alphabete?

Alphabete

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Alphabet

Ein Alphabet ist eine *endliche*, *nichtleere* Menge von Zeichen.

Was davon sind Alphabete? $\{d, 34, \pi, \%\}$

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Alphabete

Alphabet

Ein Alphabet ist eine *endliche*, *nichtleere* Menge von Zeichen.

Was davon sind Alphabete? $\{d, 34, \pi, \%\}$, $\{a, b, c, \dots, y, z\}$

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Alphabete

Alphabet

Ein Alphabet ist eine *endliche*, *nichtleere* Menge von Zeichen.

Was davon sind Alphabete? $\{d, 34, \pi, \%\}$, $\{a, b, c, \dots, y, z\}$, $\emptyset$

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Alphabete

Karlsruher Institut für Technologie

Alphabet

Ein Alphabet ist eine *endliche*, *nichtleere* Menge von Zeichen.

Was davon sind Alphabete? $\{d, 34, \pi, \%\}$, $\{a, b, c, \ldots, y, z\}$, $\emptyset$, $\mathbb{N}$.

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Alphabete

Alphabet

Ein Alphabet ist eine *endliche*, *nichtleere* Menge von Zeichen.

Was davon sind Alphabete? $\{d, 34, \pi, \%\}$, $\{a, b, c, \ldots, y, z\}$, $\emptyset$, $\mathbb{N}$.

- $\{d, 34, \pi, \%\}$ und $\{a, b, c, \ldots, y, z\}$ sind Alphabete.

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Alphabete

Alphabet

Ein Alphabet ist eine *endliche*, *nichtleere* Menge von Zeichen.

Was davon sind Alphabete? $\{d, 34, \pi, \%\}$, $\{a, b, c, \ldots, y, z\}$, $\emptyset$, $\mathbb{N}$.

- $\{d, 34, \pi, \%\}$ und $\{a, b, c, \ldots, y, z\}$ sind Alphabete.
- $\emptyset$ ist leer und damit kein Alphabet.

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Alphabete

Karlsruher Institut für Technologie

Alphabet

Ein Alphabet ist eine *endliche*, *nichtleere* Menge von Zeichen.

Was davon sind Alphabete? $\{d, 34, \pi, \%\}$, $\{a, b, c, \ldots, y, z\}$, $\emptyset$, $\mathbb{N}$.

- $\{d, 34, \pi, \%\}$ und $\{a, b, c, \ldots, y, z\}$ sind Alphabete.
- $\emptyset$ ist leer und damit kein Alphabet.
- $\mathbb{N} = \{1, 2, 3, \ldots\}$ enthält alle natürlichen Zahlen und ist damit nicht endlich, also kein Alphabet.

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Alphabete

Alphabet

Ein Alphabet ist eine *endliche*, *nichtleere* Menge von Zeichen.

Was davon sind Alphabete? $\{d, 34, \pi, \%\}$, $\{a, b, c, \ldots, y, z\}$, $\emptyset$, $\mathbb{N}$.

- $\{d, 34, \pi, \%\}$ und $\{a, b, c, \ldots, y, z\}$ sind Alphabete.
- $\emptyset$ ist leer und damit kein Alphabet.
- $\mathbb{N} = \{1, 2, 3, \ldots\}$ enthält alle natürlichen Zahlen und ist damit nicht endlich, also kein Alphabet.
- $\{0, 1\}$ ist das Alphabet, das alle Binärzahlen enthält.

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Alphabete

Alphabet

Ein Alphabet ist eine *endliche*, *nichtleere* Menge von Zeichen.

Was davon sind Alphabete? $\{d, 34, \pi, \%\}$, $\{a, b, c, \dots, y, z\}$, $\emptyset$, $\mathbb{N}$.

- $\{d, 34, \pi, \%\}$ und $\{a, b, c, \dots, y, z\}$ sind Alphabete.
- $\emptyset$ ist leer und damit kein Alphabet.
- $\mathbb{N} = \{1, 2, 3, \dots\}$ enthält alle natürlichen Zahlen und ist damit nicht endlich, also kein Alphabet.
- $\{0, 1\}$ ist das Alphabet, das alle Binärzahlen enthält.
- $\{\cdot, +, -, /\} =: R$ ist ein Alphabet von Rechenzeichen.

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Alphabete

Karlsruher Institut für Technologie

Alphabet

Ein Alphabet ist eine *endliche*, *nichtleere* Menge von Zeichen.

Was davon sind Alphabete? $\{d, 34, \pi, \%\}$, $\{a, b, c, \dots, y, z\}$, $\emptyset$, $\mathbb{N}$.

- $\{d, 34, \pi, \%\}$ und $\{a, b, c, \dots, y, z\}$ sind Alphabete.
- $\emptyset$ ist leer und damit kein Alphabet.
- $\mathbb{N} = \{1, 2, 3, \dots\}$ enthält alle natürlichen Zahlen und ist damit nicht endlich, also kein Alphabet.
- $\{0, 1\}$ ist das Alphabet, das alle Binärzahlen enthält.
- $\{\cdot, +, -, /\} =: R$ ist ein Alphabet von Rechenzeichen. $R \cup \{0, 1, \dots, 9\}$ ist ein Alphabet, das ein Taschenrechner als Eingabealphabet benutzen könnte.

Paare und Tupel

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Paare und Tupel

Paar

Ein Paar ist eine geordnete Menge

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Paare und Tupel

Paar

Ein Paar ist eine geordnete Menge der Kardinalität 2.

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Paare und Tupel

Paar

Ein Paar ist eine geordnete Menge der Kardinalität 2.

Schreibweise mit runden Klammern ().

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Paare und Tupel

Karlsruher Institut für Technologie

Paar

Ein Paar ist eine geordnete Menge der Kardinalität 2.

Schreibweise mit runden Klammern ().

- Beispiel: $(a, 4)$

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Paare und Tupel

Paar

Ein Paar ist eine geordnete Menge der Kardinalität 2.

Schreibweise mit runden Klammern ().

- Beispiel: $(a, 4) \neq (4, a)$

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Paare und Tupel

Karlsruher Institut für Technologie

Paar

Ein Paar ist eine geordnete Menge der Kardinalität 2.

Schreibweise mit runden Klammern ().

- Beispiel: $(a, 4) \neq (4, a)$
- Beispiel für eine Menge aus Tupeln: $\{(``AgeOfEmpires", ``Strategie"), (``Battlefield", ``Shooter"), (``SeriousSam", ```Shooter")\}$

Tupel

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Tupel

Tupel

Ein Tupel ist eine geordnete Menge.

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Tupel

Tupel

Ein Tupel ist eine geordnete Menge. Konkret ist ein n-Tupel ein Tupel der Kardinalität n.

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Tupel

Tupel

Ein Tupel ist eine geordnete Menge. Konkret ist ein n-Tupel ein Tupel der Kardinalität n.

Also wie ein Paar, nur mit beliebiger Kardinalität.

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Tupel

Tupel

Ein Tupel ist eine geordnete Menge. Konkret ist ein n-Tupel ein Tupel der Kardinalität n.

Also wie ein Paar, nur mit beliebiger Kardinalität. Ein Paar ist spezifisch ein 2-Tupel.

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Tupel

Tupel

Ein Tupel ist eine geordnete Menge. Konkret ist ein n-Tupel ein Tupel der Kardinalität n.

Also wie ein Paar, nur mit beliebiger Kardinalität. Ein Paar ist spezifisch ein 2-Tupel.
Beispiel: $(4tb, 512gb, 128gb, 4mb)$

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Tupel

Karlsruher Institut für Technologie

Tupel

Ein Tupel ist eine geordnete Menge. Konkret ist ein n-Tupel ein Tupel der Kardinalität n.

Also wie ein Paar, nur mit beliebiger Kardinalität. Ein Paar ist spezifisch ein 2-Tupel.
Beispiel: $(4tb, 512gb, 128gb, 4mb) \neq (512gb, 4mb, 4tb, 128gb)$.

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Kartesisches Produkt

Zwei Mengen: $A := \{a, b, c\}$

Kartesisches Produkt

Karlsruher Institut für Technologie

Zwei Mengen: $A := \{a, b, c\}$ und $B := \{1, 2, 3\}$.

Kartesisches Produkt

Karlsruher Institut für Technologie

Zwei Mengen: $A := \{a, b, c\}$ und $B := \{1, 2, 3\}$.
Wir wollen alle Tupel

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Kartesisches Produkt

Karlsruher Institut für Technologie

Zwei Mengen: $A := \{a, b, c\}$ und $B := \{1, 2, 3\}$.
Wir wollen alle Tupel mit erstem Element aus A

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Kartesisches Produkt

Zwei Mengen: $A := \{a, b, c\}$ und $B := \{1, 2, 3\}$.
Wir wollen alle Tupel mit erstem Element aus A und zweiten Element aus B.

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Kartesisches Produkt

Zwei Mengen: $A := \{a, b, c\}$ und $B := \{1, 2, 3\}$.
Wir wollen alle Tupel mit erstem Element aus A und zweiten Element aus B.
$\{ \quad (a, 1), (a, 2), (a, 3), \qquad (b, 1), (b, 2), (b, 3), \qquad (c, 1), (c, 2), (c, 3) \quad \}$

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Kartesisches Produkt

Zwei Mengen: $A := \{a, b, c\}$ und $B := \{1, 2, 3\}$.
Wir wollen alle Tupel mit erstem Element aus A und zweiten Element aus B.
$\{ \quad (a, 1), (a, 2), (a, 3), \qquad (b, 1), (b, 2), (b, 3), \qquad (c, 1), (c, 2), (c, 3) \quad \}$
$= A \times B$

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Kartesisches Produkt

Karlsruher Institut für Technologie

Zwei Mengen: $A := \{a, b, c\}$ und $B := \{1, 2, 3\}$.
Wir wollen alle Tupel mit erstem Element aus A und zweiten Element aus B.

$$\{ \quad (a, 1), (a, 2), (a, 3), \qquad (b, 1), (b, 2), (b, 3), \qquad (c, 1), (c, 2), (c, 3) \quad \}$$
$$= A \times B$$

Kreuzprodukt von zwei Mengen

Zu zwei Mengen A und B ist das Kreuzprodukt definiert als Menge aller Paare (a, b) mit $a \in A$ und $b \in B$.

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Kreuzprodukt

Karlsruher Institut für Technologie

Kreuzprodukt von zwei Mengen

Zu zwei Mengen A und B ist das Kreuzprodukt $A \times B$ definiert als Menge aller Paare (a, b) mit $a \in A$ und $b \in B$.

Kreuzprodukt von n Mengen

Zu n Mengen $M_1, M_2, \ldots, M_n$

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Kreuzprodukt

Karlsruher Institut für Technologie

Kreuzprodukt von zwei Mengen

Zu zwei Mengen A und B ist das Kreuzprodukt $A \times B$ definiert als Menge aller Paare (a, b) mit $a \in A$ und $b \in B$.

Kreuzprodukt von n Mengen

Zu n Mengen $M_1, M_2, \dots, M_n$ ist das Kreuzprodukt $M_1 \times M_2 \times \cdots \times M_n$

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Kreuzprodukt

Kreuzprodukt von zwei Mengen

Zu zwei Mengen A und B ist das Kreuzprodukt $A \times B$ definiert als Menge aller Paare (a, b) mit $a \in A$ und $b \in B$.

Kreuzprodukt von n Mengen

Zu n Mengen $M_1, M_2, \dots, M_n$ ist das Kreuzprodukt $M_1 \times M_2 \times \cdots \times M_n$ definiert als Menge aller n-Tupel $(e_1, e_2, \dots, e_n)$

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Kreuzprodukt

Karlsruher Institut für Technologie

Kreuzprodukt von zwei Mengen

Zu zwei Mengen A und B ist das Kreuzprodukt $A \times B$ definiert als Menge aller Paare (a, b) mit $a \in A$ und $b \in B$.

Kreuzprodukt von n Mengen

Zu n Mengen $M_1, M_2, \ldots, M_n$ ist das Kreuzprodukt $M_1 \times M_2 \times \cdots \times M_n$ definiert als Menge aller n-Tupel $(e_1, e_2, \ldots, e_n)$ mit $e_1 \in M_1$, $e_2 \in M_2, \ldots,$ $e_n \in M_n$.

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Kreuzprodukt

Karlsruher Institut für Technologie

Kreuzprodukt von zwei Mengen

Zu zwei Mengen A und B ist das Kreuzprodukt $A \times B$ definiert als Menge aller Paare (a, b) mit $a \in A$ und $b \in B$.

Kreuzprodukt von n Mengen

Zu n Mengen $M_1, M_2, \dots, M_n$ ist das Kreuzprodukt $M_1 \times M_2 \times \dots \times M_n$ definiert als Menge aller n-Tupel $(e_1, e_2, \dots, e_n)$ mit $e_1 \in M_1, e_2 \in M_2, \dots, e_n \in M_n$.

Mengenpotenz

$$\underbrace{A \times A \times \cdots \times A}_{n \times mal} = A^n.$$

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Kreuzprodukt: Beispiele

Karlsruher Institut für Technologie

Kreuzprodukt von zwei Mengen

Zu zwei Mengen A und B ist das Kreuzprodukt $A \times B$ definiert als Menge aller Paare (a, b) mit $a \in A$ und $b \in B$.

Kreuzprodukt: Beispiele

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Kreuzprodukt von zwei Mengen

Zu zwei Mengen A und B ist das Kreuzprodukt $A \times B$ definiert als Menge aller Paare (a, b) mit $a \in A$ und $b \in B$.

$A := \{a, b\}, B := \{1, 2\}.$

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Kreuzprodukt: Beispiele

Kreuzprodukt von zwei Mengen

Zu zwei Mengen A und B ist das Kreuzprodukt $A \times B$ definiert als Menge aller Paare (a, b) mit $a \in A$ und $b \in B$.

$A := \{a, b\}$, $B := \{1, 2\}$. $A \times B$

Kreuzprodukt: Beispiele

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Kreuzprodukt von zwei Mengen

Zu zwei Mengen A und B ist das Kreuzprodukt $A \times B$ definiert als Menge aller Paare (a, b) mit $a \in A$ und $b \in B$.

$A := \{a, b\}, B := \{1, 2\}$. $A \times B = \{(a, 1), (a, 2), (b, 1), (b, 2)\}$.

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Kreuzprodukt: Beispiele

Kreuzprodukt von n Mengen

Zu n Mengen $M_1, M_2, \dots, M_n$

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Kreuzprodukt: Beispiele

Karlsruher Institut für Technologie

Kreuzprodukt von n Mengen

Zu n Mengen $M_1, M_2, \ldots, M_n$ ist das Kreuzprodukt $M_1 \times M_2 \times \cdots \times M_n$

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Kreuzprodukt: Beispiele

Kreuzprodukt von n Mengen

Zu n Mengen $M_1, M_2, \dots, M_n$ ist das Kreuzprodukt $M_1 \times M_2 \times \dots \times M_n$ definiert als Menge aller n-Tupel $(e_1, e_2, \dots, e_n)$

Kreuzprodukt: Beispiele

Karlsruher Institut für Technologie

Kreuzprodukt von n Mengen

Zu n Mengen $M_1, M_2, \ldots, M_n$ ist das Kreuzprodukt $M_1 \times M_2 \times \cdots \times M_n$ definiert als Menge aller n-Tupel $(e_1, e_2, \ldots, e_n)$ mit $e_1 \in M_1$, $e_2 \in M_2, \ldots,$ $e_n \in M_n$.

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Kreuzprodukt: Beispiele

Karlsruher Institut für Technologie

Kreuzprodukt von n Mengen

Zu n Mengen $M_1, M_2, \dots, M_n$ ist das Kreuzprodukt $M_1 \times M_2 \times \cdots \times M_n$ definiert als Menge aller n-Tupel $(e_1, e_2, \dots, e_n)$ mit $e_1 \in M_1, e_2 \in M_2, \dots, e_n \in M_n$.

$A := \{a, b\}, B := \{1, 2\}, C := \{\omega\}$. $A \times B \times C$

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Kreuzprodukt: Beispiele

Kreuzprodukt von n Mengen

Zu n Mengen $M_1, M_2, \dots, M_n$ ist das Kreuzprodukt $M_1 \times M_2 \times \dots \times M_n$ definiert als Menge aller n-Tupel $(e_1, e_2, \dots, e_n)$ mit $e_1 \in M_1, e_2 \in M_2, \dots, e_n \in M_n$.

$A := \{a, b\}, B := \{1, 2\}, C := \{\omega\}$. $A \times B \times C$
$= \{(a, 1, \omega), (a, 2, \omega), (b, 1, \omega), (b, 2, \omega)\}$.

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Kreuzprodukt: Beispiele

Mengenpotenz

$$\underbrace{A \times A \times \cdots \times A}_{n mal} = A^n.$$

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Kreuzprodukt: Beispiele

Karlsruher Institut für Technologie

Mengenpotenz

$$\underbrace{A \times A \times \cdots \times A}_{n mal} = A^n.$$

- $A := \{a, b\}$.

Kreuzprodukt: Beispiele

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Mengenpotenz

$$\underbrace{A \times A \times \cdots \times A}_{n \mathit{mal}} = A^n.$$

- $A := \{a, b\}$. A^2

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Kreuzprodukt: Beispiele

Karlsruher Institut für Technologie

Mengenpotenz

$$\underbrace{A \times A \times \cdots \times A}_{n mal} = A^n.$$

- $A := \{a, b\}$. $A^2 = \{(a, b), (b, a), (a, a), (b, b)\}$

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Kreuzprodukt: Beispiele

Mengenpotenz

$$\underbrace{A \times A \times \cdots \times A}_{n mal} = A^n.$$

- $A := \{a, b\}$. $A^2 = \{(a, b), (b, a), (a, a), (b, b)\}$
  $A^3 = \{(a, a, a), (a, a, b), (a, b, b), \ldots\}$.

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Kreuzprodukt: Beispiele

Mengenpotenz

$$\underbrace{A \times A \times \cdots \times A}_{nmal} = A^n.$$

- $A := \{a, b\}$. $A^2 = \{(a, b), (b, a), (a, a), (b, b)\}$
  $A^3 = \{(a, a, a), (a, a, b), (a, b, b), \dots\}$.
- A beliebige Menge.

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Kreuzprodukt: Beispiele

Mengenpotenz

$$\underbrace{A \times A \times \cdots \times A}_{n mal} = A^n.$$

- $A := \{a, b\}$. $A^2 = \{(a, b), (b, a), (a, a), (b, b)\}$
  $A^3 = \{(a, a, a), (a, a, b), (a, b, b), \ldots\}$.
- A beliebige Menge. A^0?

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Kreuzprodukt: Beispiele

Karlsruher Institut für Technologie

Mengenpotenz

$$\underbrace{A \times A \times \cdots \times A}_{n mal} = A^n.$$

- $A := \{a, b\}$. $A^2 = \{(a, b), (b, a), (a, a), (b, b)\}$
  $A^3 = \{(a, a, a), (a, a, b), (a, b, b), \dots\}$.
- A beliebige Menge. $A^0? = \emptyset$

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Kreuzprodukt: Beispiele

Mengenpotenz

$$\underbrace{A \times A \times \cdots \times A}_{nmal} = A^n.$$

- $A := \{a, b\}$. $A^2 = \{(a, b), (b, a), (a, a), (b, b)\}$
  $A^3 = \{(a, a, a), (a, a, b), (a, b, b), \ldots\}$.
- A beliebige Menge. $A^0? = \emptyset$
- Achtung! $2^M \neq M^2$.

Kreuzprodukt: Beispiele

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Mengenpotenz

$$\underbrace{A \times A \times \cdots \times A}_{n mal} = A^n.$$

- $A := \{a, b\}$. $A^2 = \{(a, b), (b, a), (a, a), (b, b)\}$
  $A^3 = \{(a, a, a), (a, a, b), (a, b, b), \dots\}$.
- A beliebige Menge. $A^0? = \emptyset$
- Achtung! $2^M \neq M^2$. Potenzmengen nicht mit Mengenpotenz verwechseln!

Relation

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Relation

Binäre Relation

Eine binäre Relation auf zwei Mengen A und B ist eine Menge $R \subseteq A \times B$.

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Relation

Karlsruher Institut für Technologie

Binäre Relation

Eine binäre Relation auf zwei Mengen A und B ist eine Menge $R \subseteq A \times B$.

- Für die Mengen $M_{Spiele} = \{``Battlefield'', ``AgeOfEmpires'', ``SeriousSam''\}$, $M_{Genre} = \{``Shooter'', ``Strategie''\}$ sind folgendes mögliche Relationen:

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Relation

Binäre Relation

Eine binäre Relation auf zwei Mengen A und B ist eine Menge $R \subseteq A \times B$.

- Für die Mengen $M_{Spiele} = \{``Battlefield", ``AgeOfEmpires", ``SeriousSam"\}$, $M_{Genre} = \{``Shooter", ``Strategie"\}$ sind folgendes mögliche Relationen:
  - $\{(``AgeOfEmpires", ``Strategie"), (``Battlefield", ``Shooter"), (``SeriousSam", ```Shooter")\}$

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Relation

Binäre Relation

Eine binäre Relation auf zwei Mengen A und B ist eine Menge $R \subseteq A \times B$.

- Für die Mengen $M_{Spiele} = \{``Battlefield'', ``AgeOfEmpires'', ``SeriousSam''\}$, $M_{Genre} = \{``Shooter'', ``Strategie''\}$ sind folgendes mögliche Relationen:
  - $\{(``AgeOfEmpires'', ``Strategie''), (``Battlefield'', ``Shooter''), (``SeriousSam'', ```Shooter''))\}$
  - $\{(``AgeOfEmpires'', ``Strategie''), (``AgeOfEmpires'', ``Shooter'')$

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Relation

Karlsruher Institut für Technologie

Binäre Relation

Eine binäre Relation auf zwei Mengen A und B ist eine Menge $R \subseteq A \times B$.

- Für die Mengen $M_{Spiele} = \{``Battlefield'', ``AgeOfEmpires'', ``SeriousSam''\}$, $M_{Genre} = \{``Shooter'', ``Strategie''\}$ sind folgendes mögliche Relationen:
  - $\{(``AgeOfEmpires'', ``Strategie''), (``Battlefield'', ``Shooter''), (``SeriousSam'', ```Shooter'')\}$
  - $\{(``AgeOfEmpires'', ``Strategie''), (``AgeOfEmpires'', ``Shooter'')$
  - $\emptyset$

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Relation

Binäre Relation

Eine binäre Relation auf zwei Mengen A und B ist eine Menge $R \subseteq A \times B$.

- Für die Mengen $M_{Spiele} = \{``Battlefield'', ``AgeOfEmpires'', ``SeriousSam''\}$, $M_{Genre} = \{``Shooter'', ``Strategie''\}$ sind folgendes mögliche Relationen:
  - $\{(``AgeOfEmpires'', ``Strategie''), (``Battlefield'', ``Shooter''), (``SeriousSam'', ```Shooter''))\}$
  - $\{(``AgeOfEmpires'', ``Strategie''), (``AgeOfEmpires'', ``Shooter'')$
  - $\emptyset$
- "Kleinergleichrelation" auf $M = \{1, 2, 3\}$

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Relation

Binäre Relation

Eine binäre Relation auf zwei Mengen A und B ist eine Menge $R \subseteq A \times B$.

- Für die Mengen $M_{Spiele} = \{``Battlefield'', ``AgeOfEmpires'', ``SeriousSam''\}$, $M_{Genre} = \{``Shooter'', ``Strategie''\}$ sind folgendes mögliche Relationen:
  - $\{(``AgeOfEmpires'', ``Strategie''), (``Battlefield'', ``Shooter''), (``SeriousSam'', ```Shooter'')\}$
  - $\{(``AgeOfEmpires'', ``Strategie''), (``AgeOfEmpires'', ``Shooter'')$
  - $\emptyset$
- “Kleinergleichrelation” auf $M = \{1, 2, 3\}$: $R_{\leq} = \{(1, 1), (1, 2), (1, 3), (2, 2), (2, 3), (3, 3)\}$

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Relation

Binäre Relation

Eine binäre Relation auf zwei Mengen A und B ist eine Menge $R \subseteq A \times B$.

- Für die Mengen $M_{Spiele} = \{``Battlefield", ``AgeOfEmpires", ``SeriousSam"\}$, $M_{Genre} = \{``Shooter", ``Strategie"\}$ sind folgendes mögliche Relationen:
  - $\{(``AgeOfEmpires", ``Strategie"), (``Battlefield", ``Shooter"), (``SeriousSam", ```Shooter")\}$
  - $\{(``AgeOfEmpires", ``Strategie"), (``AgeOfEmpires", ``Shooter")$
  - $\emptyset$
- "Kleinergleichrelation" auf $M = \{1, 2, 3\}$: $R_{\leq} = \{(1, 1), (1, 2), (1, 3), (2, 2), (2, 3), (3, 3)\} \in M \times M$

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Relation

Binäre Relation

Eine binäre Relation auf zwei Mengen A und B ist eine Menge $R \subseteq A \times B$.

Relation

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Binäre Relation

Eine binäre Relation auf zwei Mengen A und B ist eine Menge $R \subseteq A \times B$.

Ternäre Relation

Eine ternäre Relation auf drei Mengen A, B und C ist eine Menge $R \subseteq A \times B \times C$.

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Relation

Binäre Relation

Eine binäre Relation auf zwei Mengen A und B ist eine Menge $R \subseteq A \times B$.

Ternäre Relation

Eine ternäre Relation auf drei Mengen A, B und C ist eine Menge $R \subseteq A \times B \times C$.

n-äre Relation

Eine n-äre Relation auf n Mengen M_1, M_2 ... M_n ist eine Menge $R \subseteq M_1 \times M_2 \times \dots \times M_n$.

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Linkstotalität

Karlsruher Institut für Technologie

Linkstotale Relation

Eine Relation $R \subseteq A \times B$ heißt linkstotal

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Linkstotalität

Karlsruher Institut für Technologie

Linkstotale Relation

Eine Relation $R \subseteq A \times B$ heißt linkstotal, wenn für jedes $a \in A$ ein $b \in B$ existiert mit $(a, b) \in R$.

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Linkstotalität

Karlsruher Institut für Technologie

Linkstotale Relation

Eine Relation $R \subseteq A \times B$ heißt linkstotal, wenn für jedes $a \in A$ ein $b \in B$ existiert mit $(a, b) \in R$.

Die linke Seite der Relation ist also “total” aufgefüllt.

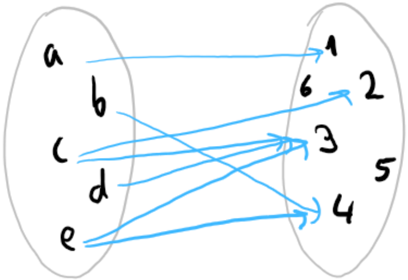
Linkstotalität

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Linkstotale Relation

Eine Relation $R \subseteq A \times B$ heißt linkstotal, wenn für jedes $a \in A$ ein $b \in B$ existiert mit $(a, b) \in R$.

Die linke Seite der Relation ist also “total” aufgefüllt.



Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Rechtstotalität

Karlsruher Institut für Technologie

Rechtstotale Relation

Eine Relation $R \subseteq A \times B$ heißt rechtstotal

Rechtstotalität

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Rechtstotale Relation

Eine Relation $R \subseteq A \times B$ heißt rechtstotal, wenn für jedes $b \in B$ ein $a \in A$ existiert mit $(a, b) \in R$.

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Rechtstotalität

Karlsruher Institut für Technologie

Rechtstotale Relation

Eine Relation $R \subseteq A \times B$ heißt rechtstotal, wenn für jedes $b \in B$ ein $a \in A$ existiert mit $(a, b) \in R$.

Die rechte Seite der Relation ist also “total” aufgefüllt.

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Rechtstotalität

Rechtstotale Relation

Eine Relation $R \subseteq A \times B$ heißt rechtstotal, wenn für jedes $b \in B$ ein $a \in A$ existiert mit $(a, b) \in R$.

Die rechte Seite der Relation ist also “total” aufgefüllt.

Wenn die Relation zusätzlich eine Abbildung ist, heißt diese dann surjektiv.

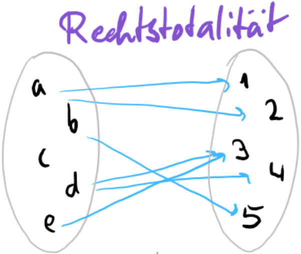
Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Rechtstotalität

Rechtstotale Relation

Eine Relation $R \subseteq A \times B$ heißt rechtstotal, wenn für jedes $b \in B$ ein $a \in A$ existiert mit $(a, b) \in R$.

Die rechte Seite der Relation ist also "total" aufgefüllt.
Wenn die Relation zusätzlich eine Abbildung ist, heißt diese dann surjektiv.



"jedes b hat min. einen Partner a"

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Linkseindeutigkeit

Linkseindeutige Relation

Eine Relation $R \subseteq A \times B$ heißt linkseindeutig

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Linkseindeutigkeit

Karlsruher Institut für Technologie

Linkseindeutige Relation

Eine Relation $R \subseteq A \times B$ heißt linkseindeutig, wenn für zwei beliebige Elemente $(a, \alpha) \in R, (b, \beta) \in R$ aus der Relation R gilt:

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Linkseindeutigkeit

Linkseindeutige Relation

Eine Relation $R \subseteq A \times B$ heißt linkseindeutig, wenn für zwei beliebige Elemente $(a, \alpha) \in R, (b, \beta) \in R$ aus der Relation R gilt: wenn $a \neq b$, dann gilt auch $\alpha \neq \beta$.

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Linkseindeutigkeit

Karlsruher Institut für Technologie

Linkseindeutige Relation

Eine Relation $R \subseteq A \times B$ heißt linkseindeutig, wenn für zwei beliebige Elemente $(a, \alpha) \in R, (b, \beta) \in R$ aus der Relation R gilt: wenn $a \neq b$, dann gilt auch $\alpha \neq \beta$.

Also: Keine zwei Elemente der linken Seite der Relation haben dasselbe rechte Element.

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Linkseindeutigkeit

Karlsruher Institut für Technologie

Linkseindeutige Relation

Eine Relation $R \subseteq A \times B$ heißt linkseindeutig, wenn für zwei beliebige Elemente $(a, \alpha) \in R, (b, \beta) \in R$ aus der Relation R gilt: wenn $a \neq b$, dann gilt auch $\alpha \neq \beta$.

Also: Keine zwei Elemente der linken Seite der Relation haben dasselbe rechte Element.
Angenommen, $a \neq b$ und $\alpha = \beta$.

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Linkseindeutigkeit

Karlsruher Institut für Technologie

Linkseindeutige Relation

Eine Relation $R \subseteq A \times B$ heißt linkseindeutig, wenn für zwei beliebige Elemente $(a, \alpha) \in R, (b, \beta) \in R$ aus der Relation R gilt: wenn $a \neq b$, dann gilt auch $\alpha \neq \beta$.

Also: Keine zwei Elemente der linken Seite der Relation haben dasselbe rechte Element.
Angenommen, $a \neq b$ und $\alpha = \beta$. $\Rightarrow$ offenbar nicht linkseindeutig.

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Linkseindeutigkeit

Karlsruher Institut für Technologie

Linkseindeutige Relation

Eine Relation $R \subseteq A \times B$ heißt linkseindeutig, wenn für zwei beliebige Elemente $(a, \alpha) \in R, (b, \beta) \in R$ aus der Relation R gilt: wenn $a \neq b$, dann gilt auch $\alpha \neq \beta$.

Also: Keine zwei Elemente der linken Seite der Relation haben dasselbe rechte Element.
Angenommen, $a \neq b$ und $\alpha = \beta$. $\Rightarrow$ offenbar nicht linkseindeutig.
Wenn die Relation zusätzlich eine Abbildung ist, heißt diese dann injektiv.

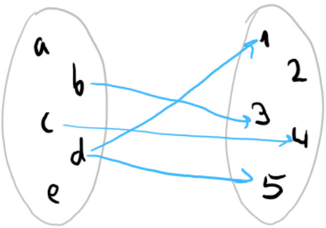
Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Linkseindeutigkeit

Linkseindeutige Relation

Eine Relation $R \subseteq A \times B$ heißt linkseindeutig, wenn für zwei beliebige Elemente $(a, \alpha) \in R, (b, \beta) \in R$ aus der Relation R gilt: wenn $a \neq b$, dann gilt auch $\alpha \neq \beta$.

Also: Keine zwei Elemente der linken Seite der Relation haben dasselbe rechte Element.
Angenommen, $a \neq b$ und $\alpha = \beta$. $\Rightarrow$ offenbar nicht linkseindeutig.
Wenn die Relation zusätzlich eine Abbildung ist, heißt diese dann injektiv.



Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Rechtseindeutig

Karlsruher Institut für Technologie

Rechtseindeutige Relation

Eine Relation $R \subseteq A \times B$ heißt rechtseindeutig

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Rechtseindeutig

Karlsruher Institut für Technologie

Rechtseindeutige Relation

Eine Relation $R \subseteq A \times B$ heißt rechtseindeutig, wenn für zwei beliebige Elemente $(a, \alpha) \in R$, $(b, \beta) \in R$ aus der Relation R gilt:

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Rechtseindeutig

Rechtseindeutige Relation

Eine Relation $R \subseteq A \times B$ heißt rechtseindeutig, wenn für zwei beliebige Elemente $(a, \alpha) \in R, (b, \beta) \in R$ aus der Relation R gilt: wenn $\alpha \neq \beta$, dann gilt auch $a \neq b$.

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Rechtseindeutig

Karlsruher Institut für Technologie

Rechtseindeutige Relation

Eine Relation $R \subseteq A \times B$ heißt rechtseindeutig, wenn für zwei beliebige Elemente $(a, \alpha) \in R, (b, \beta) \in R$ aus der Relation R gilt: wenn $\alpha \neq \beta$, dann gilt auch $a \neq b$.

Also: Keine zwei Elemente der rechten Seite der Relation haben dasselbe linke Element.

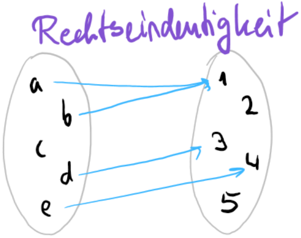
Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Rechtseindeutig

Rechtseindeutige Relation

Eine Relation $R \subseteq A \times B$ heißt rechtseindeutig, wenn für zwei beliebige Elemente $(a, \alpha) \in R, (b, \beta) \in R$ aus der Relation R gilt: wenn $\alpha \neq \beta$, dann gilt auch $a \neq b$.

Also: Keine zwei Elemente der rechten Seite der Relation haben dasselbe linke Element.



"jedes a hat max einen Partner b"

Abbildung

Lukas Bach, lu-
kas.bach@student.kit.edu

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Abbildung

Abbildung

Eine Relation R heißt eine Abbildung, wenn sie linkstotal *und* rechtseindeutig sind.

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Abbildung

Abbildung

Eine Relation R heißt eine Abbildung, wenn sie linkstotal *und* rechtseindeutig sind.

- Injektive Funktion:

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Abbildung

Abbildung

Eine Relation R heißt eine Abbildung, wenn sie linkstotal *und* rechtseindeutig sind.

- Injektive Funktion: linkstotal, rechtseindeutig, linkseindeutig

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Abbildung

Karlsruher Institut für Technologie

Abbildung

Eine Relation R heißt eine Abbildung, wenn sie linkstotal *und* rechtseindeutig sind.

- Injektive Funktion: linkstotal, rechtseindeutig, linkseindeutig
- Surjektive Funktion:

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Abbildung

Karlsruher Institut für Technologie

Abbildung

Eine Relation R heißt eine Abbildung, wenn sie linkstotal *und* rechtseindeutig sind.

- Injektive Funktion: linkstotal, rechtseindeutig, linkseindeutig
- Surjektive Funktion: linkstotal, rechtseindeutig, rechtstotal

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Abbildung

Abbildung

Eine Relation R heißt eine Abbildung, wenn sie linkstotal *und* rechtseindeutig sind.

- Injektive Funktion: linkstotal, rechtseindeutig, linkseindeutig
- Surjektive Funktion: linkstotal, rechtseindeutig, rechtstotal

Bijektivität

Eine Relation heißt bijektiv, wenn sie injektiv und surjektiv ist.

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Abbildung

Abbildung

Eine Relation R heißt eine Abbildung, wenn sie linkstotal *und* rechtseindeutig sind.

- Injektive Funktion: linkstotal, rechtseindeutig, linkseindeutig
- Surjektive Funktion: linkstotal, rechtseindeutig, rechtstotal

Bijektivität

Eine Relation heißt bijektiv, wenn sie injektiv und surjektiv ist.

Damit ist sie linkstotal und rechtseindeutig (weil es eine Abbildung ist) und linkseindeutig (injektiv) und rechtstotal (surjektiv).

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Abbildung

Abbildung

Eine Relation R heißt eine Abbildung, wenn sie linkstotal *und* rechtseindeutig sind.

- Injektive Funktion: linkstotal, rechtseindeutig, linkseindeutig
- Surjektive Funktion: linkstotal, rechtseindeutig, rechtstotal

Bijektivität

Eine Relation heißt bijektiv, wenn sie injektiv und surjektiv ist.

Damit ist sie linkstotal und rechtseindeutig (weil es eine Abbildung ist) und linkseindeutig (injektiv) und rechtstotal (surjektiv).
Tolle Eigenschaft:

Abbildung

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Abbildung

Eine Relation R heißt eine Abbildung, wenn sie linkstotal *und* rechtseindeutig sind.

- Injektive Funktion: linkstotal, rechtseindeutig, linkseindeutig
- Surjektive Funktion: linkstotal, rechtseindeutig, rechtstotal

Bijektivität

Eine Relation heißt bijektiv, wenn sie injektiv und surjektiv ist.

Damit ist sie linkstotal und rechtseindeutig (weil es eine Abbildung ist) und linkseindeutig (injektiv) und rechtstotal (surjektiv).
Tolle Eigenschaft: Für jedes Element $(a, b) \in R$ der bijektiven Relation R ist *jedem a genau ein b* zugeordnet.

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Abbildungen Schreibweise

Seien $A = B = \mathbb{R}$, $f \subseteq A \times B$.

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Abbildungen Schreibweise

Seien $A = B = \mathbb{R}$, $f \subseteq A \times B$. Wir suchen Relation, die für jedes $a \in A$ ein Element $(a, b) \in f$ enthält mit $b = a^2$.

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Abbildungen Schreibweise

Seien $A = B = \mathbb{R}$, $f \subseteq A \times B$. Wir suchen Relation, die für jedes $a \in A$ ein Element $(a, b) \in f$ enthält mit $b = a^2$.

$f = \{(0, 0), (0.1, 0.01), (2, 4), \ldots\}$

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Abbildungen Schreibweise

Seien $A = B = \mathbb{R}$, $f \subseteq A \times B$. Wir suchen Relation, die für jedes $a \in A$ ein Element $(a, b) \in f$ enthält mit $b = a^2$.

$f = \{(0, 0), (0.1, 0.01), (2, 4), \ldots\}$

Unendlich viele Elemente, und unmöglich alle zu nennen.

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Abbildungen Schreibweise

Seien $A = B = \mathbb{R}$, $f \subseteq A \times B$. Wir suchen Relation, die für jedes $a \in A$ ein Element $(a, b) \in f$ enthält mit $b = a^2$.

$f = \{(0, 0), (0.1, 0.01), (2, 4), \dots\}$

Unendlich viele Elemente, und unmöglich alle zu nennen.

(Mathematischere) Schreibweise für Abbildungen:

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Abbildungen Schreibweise

Seien $A = B = \mathbb{R}$, $f \subseteq A \times B$. Wir suchen Relation, die für jedes $a \in A$ ein Element $(a, b) \in f$ enthält mit $b = a^2$.

$f = \{(0, 0), (0.1, 0.01), (2, 4), \dots\}$

Unendlich viele Elemente, und unmöglich alle zu nennen.

(Mathematischere) Schreibweise für Abbildungen:

$f : A \to B, a \mapsto a^2$

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Abbildungen Schreibweise

Karlsruher Institut für Technologie

Seien $A = B = \mathbb{R}$, $f \subseteq A \times B$. Wir suchen Relation, die für jedes $a \in A$ ein Element $(a, b) \in f$ enthält mit $b = a^2$.

$f = \{(0, 0), (0.1, 0.01), (2, 4), \dots\}$

Unendlich viele Elemente, und unmöglich alle zu nennen.

(Mathematischere) Schreibweise für Abbildungen:

$f : A \to B, a \mapsto a^2$, also Quadratfunktion.

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Abbildungen Schreibweise

Karlsruher Institut für Technologie

Seien $A = B = \mathbb{R}$, $f \subseteq A \times B$. Wir suchen Relation, die für jedes $a \in A$ ein Element $(a, b) \in f$ enthält mit $b = a^2$.
$f = \{(0,0), (0.1, 0.01), (2,4), \dots\}$
Unendlich viele Elemente, und unmöglich alle zu nennen.
(Mathematischere) Schreibweise für Abbildungen:
$f : A \to B, a \mapsto a^2$, also Quadratfunktion.
Ist diese Funktion injektiv oder surjektiv?

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Abbildungen Schreibweise

Seien $A = B = \mathbb{R}$, $f \subseteq A \times B$. Wir suchen Relation, die für jedes $a \in A$ ein Element $(a, b) \in f$ enthält mit $b = a^2$.

$f = \{(0, 0), (0.1, 0.01), (2, 4), \dots\}$

Unendlich viele Elemente, und unmöglich alle zu nennen.

(Mathematischere) Schreibweise für Abbildungen:

$f : A \to B, a \mapsto a^2$, also Quadratfunktion.

Ist diese Funktion injektiv oder surjektiv?

- Nicht injektiv, da z.B. $f(1) = f(-1)$

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Abbildungen Schreibweise

Karlsruher Institut für Technologie

Seien $A = B = \mathbb{R}$, $f \subseteq A \times B$. Wir suchen Relation, die für jedes $a \in A$ ein Element $(a, b) \in f$ enthält mit $b = a^2$.
$f = \{(0, 0), (0.1, 0.01), (2, 4), \dots\}$
Unendlich viele Elemente, und unmöglich alle zu nennen.
(Mathematischere) Schreibweise für Abbildungen:
$f : A \to B, a \mapsto a^2$, also Quadratfunktion.
Ist diese Funktion injektiv oder surjektiv?

- Nicht injektiv, da z.B. $f(1) = f(-1)$, also $(1, 1) \in f$ und $(-1, 1) \in f$.

Abbildungen Schreibweise

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Seien $A = B = \mathbb{R}$, $f \subseteq A \times B$. Wir suchen Relation, die für jedes $a \in A$ ein Element $(a, b) \in f$ enthält mit $b = a^2$.
$f = \{(0, 0), (0.1, 0.01), (2, 4), \dots\}$
Unendlich viele Elemente, und unmöglich alle zu nennen.
(Mathematischere) Schreibweise für Abbildungen:
$f : A \rightarrow B, a \mapsto a^2$, also Quadratfunktion.
Ist diese Funktion injektiv oder surjektiv?

- Nicht injektiv, da z.B. $f(1) = f(-1)$, also $(1, 1) \in f$ und $(-1, 1) \in f$.
- Nicht surjektiv, da z.B. -1 nie als Funktionswert angenommen wird

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Abbildungen Schreibweise

Seien $A = B = \mathbb{R}$, $f \subseteq A \times B$. Wir suchen Relation, die für jedes $a \in A$ ein Element $(a, b) \in f$ enthält mit $b = a^2$.
$f = \{(0, 0), (0.1, 0.01), (2, 4), \dots\}$
Unendlich viele Elemente, und unmöglich alle zu nennen.
(Mathematischere) Schreibweise für Abbildungen:
$f : A \to B, a \mapsto a^2$, also Quadratfunktion.
Ist diese Funktion injektiv oder surjektiv?

- Nicht injektiv, da z.B. $f(1) = f(-1)$, also $(1, 1) \in f$ und $(-1, 1) \in f$.
- Nicht surjektiv, da z.B. -1 nie als Funktionswert angenommen wird, daher $(a, -1) \notin f$ für beliebige $a \in A$.

Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu