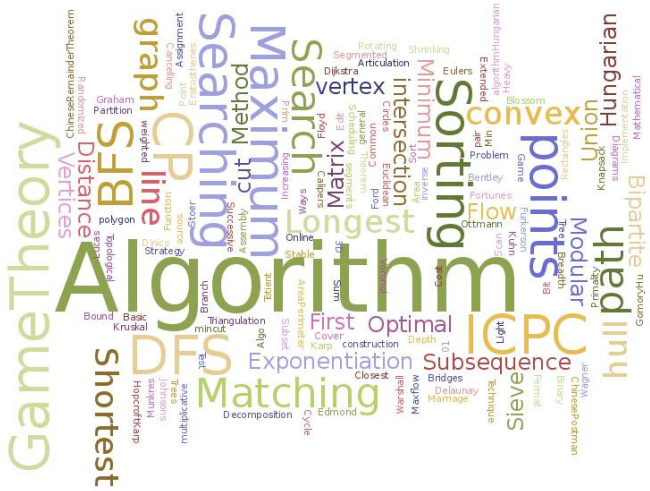
Algorithmen und Datenstrukturen



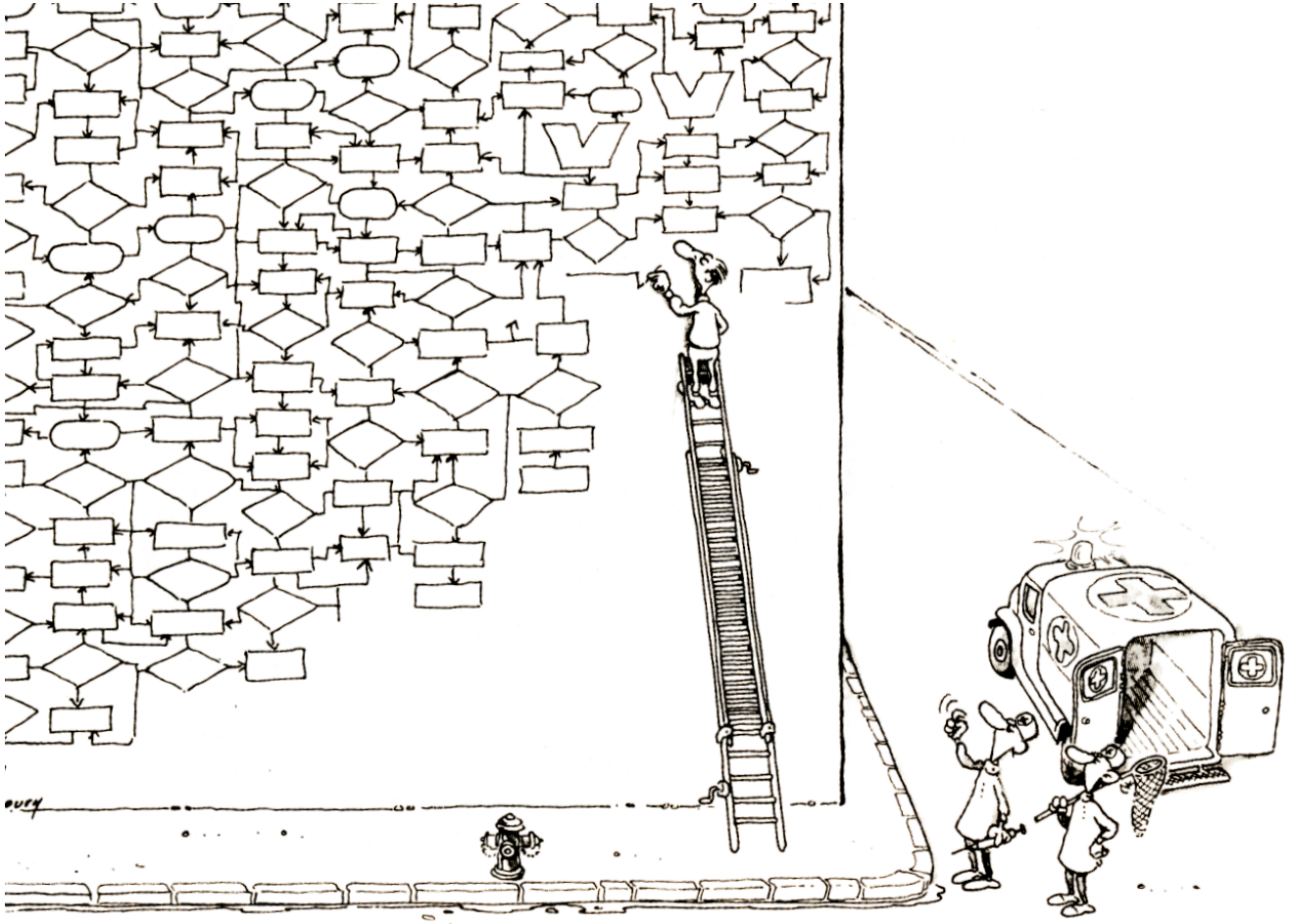
Basiert auf Material von:

Karl Rege **95%**
Stephan Neuhaus **2%**
Kurt Bleisch **1%**
Marcela Ruiz **1%**
Jürgen Spielberger **1%**

- Sie kennen und üben die Vorgehensweise, die bei algorithmisch komplexen Problemen angewendet wird.
- Sie kennen die zentralen Datenstrukturen der Informatik und wie sie in Java umgesetzt werden.
- Sie können den Rechenaufwand abschätzen.
- Sie lernen einige grundlegende Entwurfsmuster anwenden.

Motivation

- Wieso lernen wir Algorithmen?



Motivation

- Algorithmen und Datentypen/Strukturen sind zentral in jedem IT System
- Früher musste man noch vieles selber ausprogrammieren, z.B. Sortierung
- Heute meist Bestandteil der Programmiersprache (Datentypen) oder Teil der Bibliothek (Algorithmen)
- Aber:
  - Nicht alle Aufgaben gelöst
  - Verwendung von Bibliotheks-Algorithmen setzt ein (Grund-) Verständnis voraus
- Viele der "alten" Algorithmen sind gut beschrieben und verstanden
- Man kann daraus Vorgehensweise für die Entwicklung neuer Algorithmen (und Programmen i.a.) lernen

Zweck:

1. Füllen des persönlichen Werkzeugkastens

2. Anhand einfacher, guter Beispielen sehen, wie man programmiert

Semesterplan (ohne Gewähr)

1	ADT, Stacks, Queues	GUI Setup
2	Listen	Lineare Listen
3	Generics	Generics
4	Rekursion	Rekursion
5	Bäume	Bäume
6	Sortiert Bäume	Sortiert Bäume
7	Graphen, Topologien	Graphen, Topologien
8	Rekursion, Backtracking	Labyrinth
10	Suchen, Hashing	Hashing
11	Sortieren 1	Sortierbeispiel
12	Sortieren 2	Sortierbeispiel
12	Test, Textsuche	Textsuche
13	Speicherverwaltung	Speicherverwaltung
14	Simulated Annealing	Simulated Annealing

Vornote: 10 % Praktika und 10% Zwischenprüfung - 4 Seiten A4 erlaubt

SEP: 80% - 4 Seiten A4 erlaubt

waikiki.zhaw.ch oder Moodle

Geschichte der Algorithmen

Geschichte der Algorithmen

- -300: Euklids Algorithmus zur Bestimmung des grössten gemeinsamen Teilers ggT in seinem 7. Buch der Elemente
- 800: Abu Dscha`far Muhammad ibn Musa al-Chwarizmi أبو جعفر محمد بن موسى الخوارزمي,
  - Übernahm indische Zahlen 1..9 und führte die 0 ein, 10er-System
  - Verschiedene Lehrbücher: bis 16. Jh in Europa als Standard verwendet (Bildung des Begriffs Algorithmus aus seinem Namen und dem griechischen "arithmo" für Zahl)

- 1574: das Rechenbuch von Adam Ries
- 1614: erste Logarithmentafel (in ca. 30 Jahren erstellt)
- 1703: binäres Zahlensystem von Leibniz
- 1931: Gödels Unvollständigkeitssatz: Bei hinreichend starken widerspruchsfreien Systemen gibt es immer unbeweisbare Aussagen.
- 1936: Church'sche These: stellt die Behauptung auf, dass eine Turingmaschine alle von Menschen berechenbaren mathematischen Funktionen lösen kann http://de.wikipedia.org/wiki/Turingmaschine
- Danach umfangreicher Ausbau der Algorithmentheorie

Was ist ein Algorithmus: Beispiel

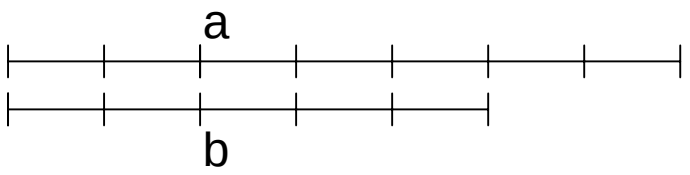
- Aufgabenstellung
  - Gegeben: sind zwei ganze Zahlen a, b
  - Gesucht: c soll der grösste gemeinsame Teiler von a und b sein
- Einfacher Algorithmus:
  - setze c zum Minimum der beiden Zahlen
  - subtrahiere von c solange 1, bis die Divisionen a/c und b/c keinen Rest mehr ergeben
- in Java

```
c = Math.min(a,b);
while ((a % c != 0) || (b % c != 0)) c--;
```

- Lösung wird gefunden, aber ...

Algorithmus nach Euklid (3. Jh v. Chr.)

- Satz: der GGT zweier Zahlen ist auch GGT ihrer Differenz
- Also: ggt(a,b) =
  - a falls a = b
  - ggt(a-b,b) falls a > b
  - ggt(b-a,a) falls a < b



http://de.wikipedia.org/wiki/Euklidischer_Algorithmus

```
int ggt(int a, int b) {
  if (a > b) return ggt(a-b,b);
  else if (a < b) return ggt(a,b-a);
  else return a;
}
```

- Algorithmus Iterativ
  - subtrahiere von der grösseren Zahl die kleinere und weise den Wert der grösseren zu
  - wiederhole dies, bis die Zahlen gleich sind

```
while (a != b) {
     if (a > b) a  = a - b;
     else b = b -a;
}
c = a;
```

Definition Algorithmus

Ein **Algorithmus** ist eine *Anleitung zur Lösung einer Aufgabenstellung*, die so präzise formuliert ist, dass sie “mechanisch” ausgeführt werden kann:

- Mögliche Beschreibungen sind
  - Prosa, Pseudocode, Programmiersprache

Ein algorithmisches Problem:

- Problem das mit einem Algorithmus gelöst werden kann

Eigenschaften von Algorithmen

- Determinierheit:
  - Identische Eingaben führen stets zu identischen Ergebnissen.
- Determinismus:
  - Ablauf des Verfahrens ist an jedem Punkt fest vorgeschrieben (keine Wahlfreiheit).
- Terminierung:
  - Für jede Eingabe liegt Ergebnis nach endlich vielen Schritten vor.
- Effizienz:
  - "Wirtschaftlichkeit" des Aufwands relativ zu einem vorgegebenen Massstab (z.B. Laufzeit, Speicherplatzverbrauch).
- aber: Es darf auch nicht-terminierende, ineffiziente, nicht-deterministische und nicht-determinierte Algorithmen geben**!**

Klassen von Algorithmen

- "Holzhammer"/Bruteforce Algorithmen
  - einfache (aber offensichtlich korrekte) Lösung ohne Rücksicht auf Eleganz und Effizienz
  - z.B. bei Unit Tests eingesetzt
- Rekursive Algorithmen
  - Lösung wird durch Aufruf von sich selber mit (leicht) reduzierter Aufgabenstellung gefunden
  - z.B. grösster gemeinsamer Teiler, Turm von Hanoi → **Lektion 4**
- Backtracking Algorithmen
  - Aufgabe wird dadurch gelöst, dass alle (Lösungs-) Pfade systematisch durchprobiert werden
  - z.B. Labyrinthproblem → **Lektion 8**
- Teile und Herrsche Algorithmen, Beispiel von "dynamischer Programmierung"
  - Aufgabe wird in kleinere Teilaufgaben unterteilt, die dann separat gelöst werden und am Schluss wieder zusammengefügt werden
  - z.B. QuickSort → **Lektion 12**
- Greedy Algorithmen
  - Aufgabe wird dadurch gelöst, dass jeweils dem lokal vielversprechensten (Lösungs-) Pfad gefolgt wird.
  - z.B. Dijkstra Algorithmus →**Lektion 7**
  - Aber: Problem des "Steckenbleibens" → Lösung -> z.B.stochastische Algorithmen:
- Stochastische Algorithmen → **Lektion 14**

Programm, Algorithmus

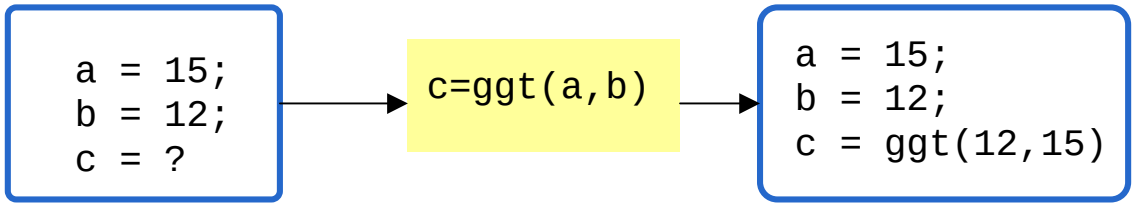
- grundlegender Zusammenhang zwischen den zentralen Begriffen:

- Jedes Programm repräsentiert einen bestimmten Algorithmus.
- Ein Algorithmus wird durch viele verschiedene Programme repräsentiert.

- Programmieren setzt Algorithmenentwicklung voraus:
- Kein Programm ohne Algorithmus !

Programm als Zustandstransformator

- Programme bzw. Anweisungen können auch als Zustandstransformatoren betrachtet werden
  - Eingangszustand : a = Wert1, b = Wert2
  - Ausgangszustand: a = Wert1, b = Wert2, c = ggt(Wert1,Wert2)



- Schreibweise: Hoare Tripple
  - {a = 15, b = 12} c = ggt(a,b) {a = 15, b = 12, c = ggt(a,b)}
  - {Eingangszustand} Anweisung {Ausgangszustand}

Korrektheit von Programmen

- {a = 5} a = a + 1 {a = 6}
- {a = Wert} a = a + 1 {a = Wert+1}
- {a = 5} b = sqrt(a) {b = $\sqrt{5}$}
- {a >= 0} b = sqrt(a) {b = $\sqrt{a}$ }
- {Vorbedingung} Anweisung {Nachbedingung}

Ein Programm (= Folge von Anweisungen) wird als **korrekt** bezeichnet, wenn unter der Annahme, dass die Vorbedingung erfüllt ist, unter Anwendung des Programms die Nachbedingung erfüllt wird.

Man sagt auch: „die Vorbedingung impliziert die Nachbedingung“

korrektes Programme als Sequenz von korrekten Anweisungen

$\{P_0\}\ S_1\ \{P_1\}\ S_2\ \{P_2\}$

Man kann so die (partielle) Korrektheit von Programmen beweisen !

Wenn es terminiert, dann ergibt es korrektes Resultat

Datenstrukturen

- Was Java zur Verfügung stellt:
  - Einfache Datentypen
    - *byte, short, int, long*
    - *float, double*
    - *char*
    - *boolean*
  - Referenz Datentypen
    - *array*
    - *string*
    - *objects*

- Was der JDK zur Verfügung stellt
  - *List*
  - *Hashtable*
  - *Collections*
  - *….*

- Was man z.T. selbst machen aber sicher verstehen muss
  - Komplexe Datenstrukturen
    - *Stacks*
    - *Queues*
    - *Trees*
    - *. . .*

Thema dieser Vorlesung

ADTs, Stacks und Queues

- Sie kennen das Konzept des ADTs
- Sie wissen, wie die Stack (Stapel) Datenstruktur funktioniert
- Sie können diese selber implementieren
- Sie kennen Anwendungen dieser Datenstruktur
- Sie wissen, wie die Queue (Warteschlange) Datenstruktur funktioniert
- Sie können diese implementieren

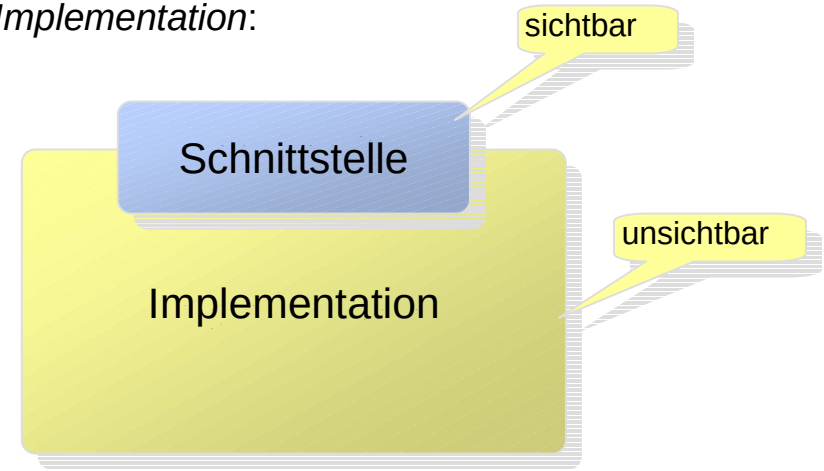
Abstrakter Datentyp

Abstrakte Datentypen (ADT)

Ein grundlegendes Konzept in der Informatik ist das ***Information Hiding***:

Nur gerade soviel wie für die Verwendung einer Klasse nötig ist, wird auch für andere sichtbar gemacht.

Jedes Klasse besteht aus einer von aussen sichtbaren ***Schnittstelle***, und aus einer ausserhalb des Moduls unsichtbaren *Implementation*:



■ *Schnittstelle*

Ein wesentliches Konzept von ADT's ist

die Definition einer Schnittstelle in Form von Zugriffsmethoden

Nur diese **Zugriffsmethoden** können die eigentlichen Daten des ADT's lesen oder verändern.

Dadurch ist sichergestellt, dass die **innere Logik** der Daten erhalten bleibt.

■ *Implementation*

Die Implementation eines ADT's kann **verändert werden**, ohne dass dies das verwendende Programm merkt.

Man kann auch **verschiedene Implementationen** in Erwägung ziehen, die sich zum Beispiel bezüglich Speicherbedarf und Laufzeit unterscheiden.

ADTs in Java

- ADTs sind ein allgemeines Konzept
- in verschiedenen Sprachen unterschiedlich realisiert
- in Java am saubersten durch Interfaces & Klassen
  - `interface`: Beschreibung der Schnittstelle (aber ohne Implementation)
  - `class`: Implementation der Schnittstelle

```
interface Stack {
     void push(Object obj);
     Object pop();
}
class MyStack implements Stack {
     void push(Object obj) {
          // Implementation
     }
}
Stack stack = new MyStack();
```

Variable ist vom Typ des Interfaces

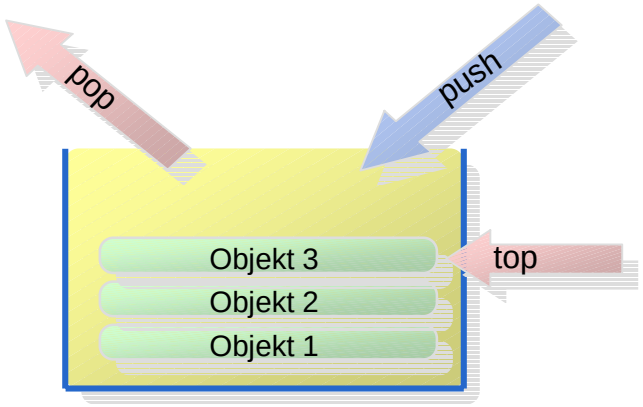
- in Java kann eine Klasse mehrere Interfaces implementieren aber nur von einer Klasse erben (keine Mehrfachvererbung).

Stacks

Stacks

Der Stack ist eine Datenstruktur, die Objekte als Stapel speichert:

- neue Objekte können nur oben auf den Stapel gelegt werden.
- auch das Entfernen von Objekten vom Stapel ist nur oben möglich.



Der Stack ist eine **LIFO (last in first out)** Datenstruktur

Minimale Operationen

Funktionskopf	Beschreibung
`void push (Object x)`	Legt x auf den Stapel
`Object pop ()`	Entfernt das oberste Element und gibt es als Rückgabewert zurück
`boolean isEmpty()`	Gibt true zurück, falls der Stapel leer

Zusätzliche Operationen

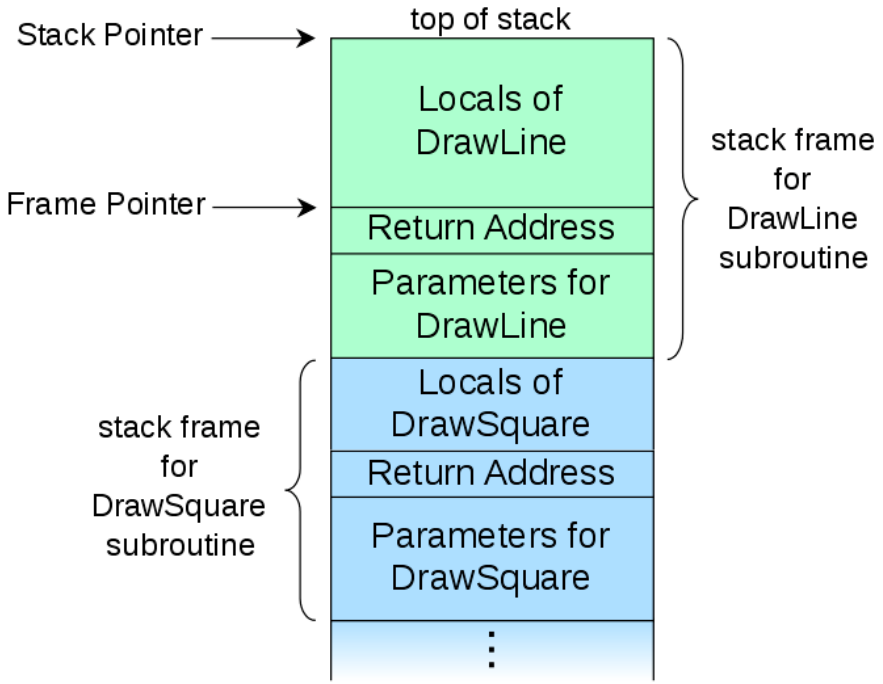
Funktionskopf	Beschreibung
`Object peek ()`	Gibt das oberste Element als Rückgabewert zurück, ohne es zu entfernen
`void removeAll ()`	Leert den ganzen Stapel
`boolean isFull()`	Gibt true zurück, falls der Stapel voll ist

```
/**
  Interface für Abstrakten Datentyp (ADT) Stack
*/
public interface Stack {
  /** Legt eine neues Objekt auf den Stack, falls noch
    nicht voll.
    @param x ist das Objekt, das dazugelegt wird, x !=
    null.
    error: stack full StackOverflowError */
public void push (@NotNull Object x)
          throws StackOverflowError;

  /**  Entfernt das oberste und damit das zuletzt
    eingefügte Objekt
    @return Gibt das oberste Objekt zurück oder null,
    falls leer.
    error: Ist der Stack leer, wird null zurückgegeben.
  */
  public Object pop ();

  /**  Testet, ob der Stack leer ist.
    @return Gibt true zurück, falls der Stack leer ist.
  */
  public boolean isEmpty();

  /**
    Gibt das oberste Objekt zurück, ohne es zu entfernen.
    Ist der Stack leer, wird null zurückgegeben.
    @return Gibt das oberste Objekt zurück oder null,
    falls leer.
    error: Ist der Stack leer, wird null zurückgegeben.
  */
  public Object peek ();

  /**
    Entfernt alle Objekte vom Stack. Ein Aufruf von
    isEmpty()ergibt nachher mit Sicherheit true.
  */
  public void removeAll ();

  /** Testet, ob der Stack voll ist.
    @return Gibt true zurück, falls der Stack voll ist.
  */
  public boolean isFull();
}}
```

Wo werden Stacks angewendet?

Methoden-Parameter und Rücksprungadressen

- Beim Sprung ins Unterprogramm wird der Programmzähler als erstes auf den Stack gelegt
- Beim Return wird zuletzt dieser Eintrag vom Stack geholt und an der Aufrufstelle weiter gefahren.
- Auch Parameter und die lokalen Variablen werden auf dem Stack abgelegt
  - *damit können Methoden "reentrant" genutzt werden (später unter Rekursion).*



… wo werden Stacks angewendet?

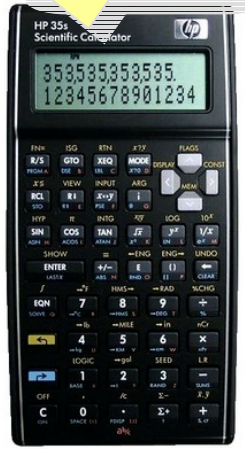
School of Engineering

Die Auswertung eines Ausdrucks in Postfix-Notation

- **läuft folgendermassen ab:**
- Zahlen werden auf den Stack gelegt <Enter>
- Operatoren werden sofort ausgewertet, dazu werden 2 Elemente vom Stack geholt
- Das Resultat wird wieder auf den Stack gelegt
- Am Ende enthält der Stack das Schlussresultat
- Der Ausdruck: 6* (5 + (2 + 3) * 8 + 3)
  wird wie folgt ausgewertet

HP 35 1972

HP 35s 2007



Ausdruck	Aktion	Stack
6 5 2 3 + 8 * + 3 + *	push von 6,5,2 und 3	3 2 5 6
6 5 2 3 **+** 8 * + 3 + *	+ auswerten, 3 + 2 ergibt 5	5 5 6
6 5 2 3 + ***8*** * + 3 + *	push von 8	8 5 5 6
6 5 2 3 + 8 ******* + 3 + *	* auswerten	40 5 6
6 5 2 3 + 8 * **+** 3 + *	+ auswerten	45 6
6 5 2 3 + 8 * + *3* + *	push von 3	3 45 6
6 5 2 3 + 8 * + 3 **+** *	+ auswerten	48 6
6 5 2 3 + 8 * + 3 + *******	* auswerten	288

… wo werden Stacks angewendet?

School of Engineering

Test auf korrekte Klammersetzung :

- Der Programm-Quelltext wird vom Anfang bis zum Schluss abgearbeitet.
- Dabei wird jede öffnende Klammer auf den Stack gelegt. Wird eine schliessende Klammer gefunden, wird vom Stack die zugehörende öffnende Klammer geholt.
- Passen die öffnende und die schliessende Klammer zusammen, kann weitergefahren werden, sonst muss eine Fehlermeldung erzeugt werden;

Ausdruck	Aktion	Stack
`{ a = (b+3) * c[5] }`	{ auf den Stack legen	`{`
`{ a = (b+3) * c[5] }`	(auf den Stack legen	`( {`
`{ a = (b+3) * c[5] }`	) gefunden, pop ergibt (, ok, weiterfahren	`{`
`{ a = (b+3) * c[5] }`	[auf den Stack legen	`[ {`
`{ a = (b+3) * c[5] }`	] gefunden, pop ergibt [, ok, weiterfahren	`{`
`{ a = (b+3) * c[5] }`	} gefunden, pop ergibt {, ok	`leer`

XML Wohlgeformtheit

- **XML** zu jedem *opening* Tag: <T> ein entsprechendes *closing* Tag: </T>
- dies ist die wichtigste Regel der sogenannten *Wohlgeformtheit von XML*: (*well formed*)

Array-Implementation des Stack

```
public class StackArray implements
     Stack {
  Object[] data;
  private int top;
  private int capacity;

  public StackArray(int capacity){
      this.capacity = capacity;
      removeAll();
  }

  public void push(Object x)
     throws StackOverflowException {
     if (isFull()){
         throw new
          StackOverflowError ();
    }
    data[top] = x;
    top++
  }

  public Object pop() {
    if (isEmpty()){return null;}
    top--;
    Object topItem = data [top];
    data [top] = null;
    return topItem;
  }
```

```
  public boolean isEmpty() {
    return (top == 0);
  }

  public Object peek() {
    if (isEmpty()){return null;}
    return data [top-1];
  }

  public void removeAll() {
    data = new Object[capacity];
    top = 0;
  }

  public boolean isFull() {
    return top == data.length;
  }

}
```

- Die Array Implementation nutzt einen Array von Objekten als eigentlichen Stapel.
- Der top Zeiger (zeigt auf das zuletzt eingefügte Element) wird als int realisiert.
- Ein Wert von 0 bedeutet, dass der Stack leer ist.
- Der Konstruktor erwartet die maximale Anzahl Elemente, die der Stack aufnehmen kann.

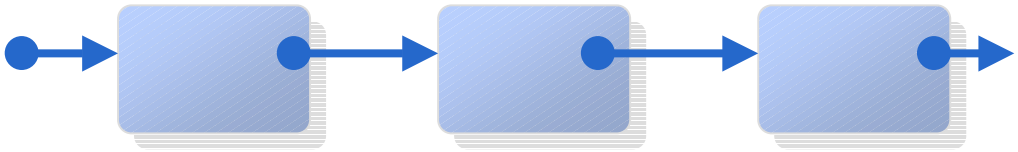
Frage: was sind die Vor- & Nachteile dieser Implementation?

Listen

- Abstrakter Datentyp, der eine Liste von Objekten verwaltet.
- Implementation muss nicht interessieren (kommt später).
- Liste ist eine der grundlegenden Datenstrukturen in der Informatik.
- Wir können mit Hilfe der Liste einen Stack implementieren.

Schnittstelle: `java.util.List`

Impl.: `java.util.LinkedList`



Minimale Operationen

Funktionskopf	Beschreibung
`void add (Object x)`	Fügt x am Schluss der Liste an
`void add (int pos, Object x)`	Fügt x an der pos in die Liste ein
`Object get(int pos)`	Gibt Element an pos zurück
`Object remove(int pos)`	Entfernt das pos Element und gibt es als Rückgabewert zurück
`int size()`	Gibt Anzahl Element zurück
`boolean isEmpty()`	Gibt true zurück, falls die Liste leer

List-Implementation des Stack

```
import java.util.*;

/** Implementation des Abstrakten
     Datentyp (ADT) Stack mit
     Hilfe der vordefinierten
     Klasse java.util.LinkedList
*/

public class StackLinkedList
                  implements Stack{
  public StackLinkedList() {
    removeAll()
  }

  public void push(Object x) {
    list.add(0,x);
  }

  public Object pop() {
    if (isEmpty()) {
      return null;
    };
    return list.remove(0);
  }

  public boolean isEmpty() {
    return list.isEmpty();
  }

  public Object peek() {
    if (isEmpty()) {
      return null;
    };
    return list.get(0);
  }

  public void removeAll() {
     list = new LinkedList()
  }

  public boolean isFull() {
    return false;
  }

  private List list;
}
```

immer false

`java.util.LinkedList` verwaltet eine Liste von Objekten und stellt entsprechende Methoden zur Verfügung.

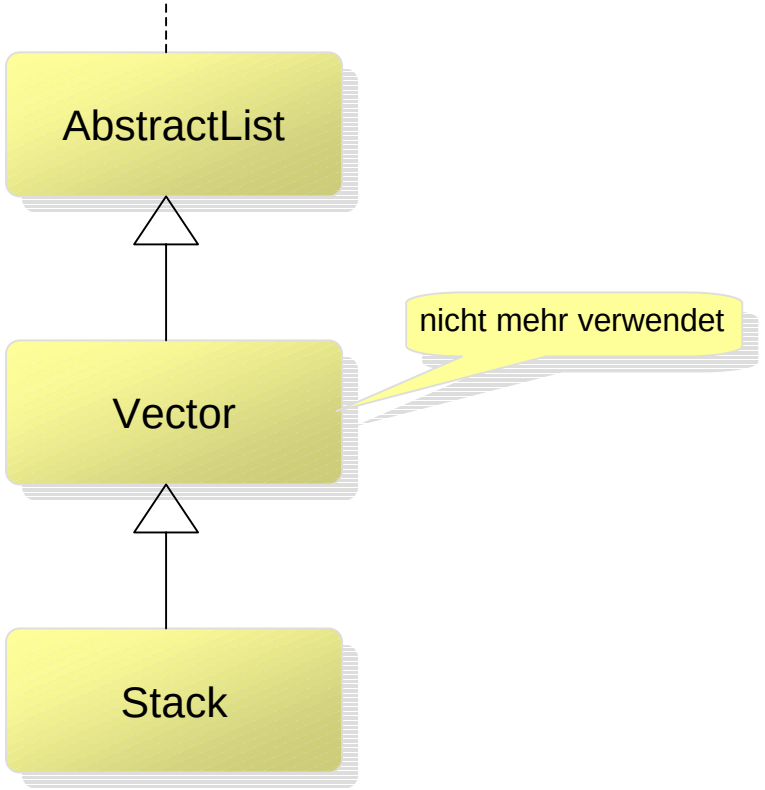
list als **Attribut** der Klasse `StackLinkedList`

Funktion wird "delegiert"

Stack Implementation im JDK

- Es existiert eine Stack Implementation im java.util package
- Schönes Beispiel schlechter Anwendung von Vererbung
- Verletzung der Namenskonventionen
  - isEmpty -> empty
- Information Hiding Prinzip verletzt
  - Implementation ist immer ein Vector
- Encapsulation Prinzip verletzt
  - Muss die eigentlich deprecated Vector Klasse verwenden
  - Man kann mit Vector Methoden die Konsistenz des Stacks zerstören

Nur wenn man "ist ein" sagen kann, darf man Vererbung verwenden



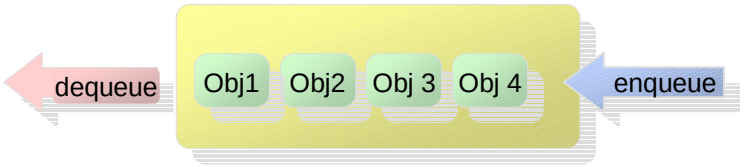
Queues

Queues, FIFO-Buffer, Warteschlangen

School of Engineering

Eine Queue speichert Objekte in einer (Warte-) Schlange:

- die Objekte werden in derselben Reihenfolge entfernt wie sie eingefügt werden.
- Dies wird erreicht, indem die Objekte auf der einen Seite des Speicher hinzugefügt und auf der anderen Seite entfernt werden.



Die Queue ist eine
FIFO (first in first out)
Datenstruktur

Minimale Operationen

Funktionskopf	*Beschreibung*
`void enqueue (Object x)`	Fügt x in die Queue ein
`Object dequeue ()`	Entfernt das älteste Element und gibt es als Rückgabewert zurück
`boolean isEmpty()`	Gibt true zurück, falls die Queue leer ist

Zusätzliche Operationen

Funktionskopf	*Beschreibung*
`Object peek ()`	Gibt das älteste Element als Rückgabewert zurück, ohne es zu entfernen
`void removeAll ()`	Leert die ganze Queue
`boolean isFull()`	Gibt true zurück, falls die Queue voll ist

Queue ADT Interface

```
public interface Queue {
  /**
    Legt eine neues Objekt in die Queue, falls noch nicht voll.
    @param x ist das Objekt, das dazugelegt wird. */
  void enqueue (@NotNull Object x) throws Overflow;
  /**
    Entfernt das "älteste" und damit das zuerst eingefügte Objekt von der Queue. Ist die Queue leer,
    wird null zurückgegeben.
     @return Gibt das oberste Objekt zurück oder null, falls leer.
  */

  Object dequeue ();
  /**
    Testet, ob die Queue leer ist.
    @return Gibt true zurück, falls die Queue leer ist.
  */
  boolean isEmpty();

  /**    Gibt das "älteste" Objekt zurück, ohne es zu entfernen. Ist die Queue leer, wird null
zurückgegeben. @return Gibt das "älteste" Objekt zurück oder null, falls leer.
  */
  Object peek ();
  /**
    Entfernt alle Objekte von der Queue. Ein Aufruf von isEmpty()
    ergibt nachher mit Sicherheit true.
  */
  void removeAll ();

  /**
    Testet, ob die Queue voll ist.
    @return Gibt true zurück, falls der Stack voll ist.
  */
  boolean isFull();
}
```

Wo werden Queues angewendet?

- **Warteschlangen** werden in der Informatik oft eingesetzt.
- z.B. ein Drucker von mehreren Anwendern geteilt

- Allgemein wird dort wo der Zugriff auf irgendeine Ressource nicht parallel sondern **gestaffelt** erfolgen muss.

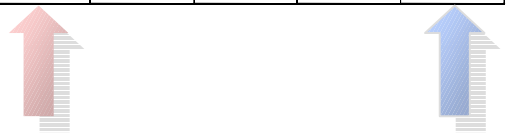
- ***Warteschlangen-Theorie***
  - Ein ganzer Zweig der Mathematik beschäftigt sich mit der Theorie von Warteschlangen.
  - Fragestellungen 1: Anzahl benötigter Kassen in einem Geschäft:
    - *gewisses Kundenaufkommens (z.B. 10 pro Minute); bestimmte Verteilung*
    - *gewisses Verarbeitungszeit (z.B. 1 Minute)*
    - *wie viele Kassen müssen geöffnet werden, damit die mittlere Wartezeit 10 Minuten nicht übersteigt*
  - Fragestellung 2: Auslegung des Handynetzes
    - *gewisses Anzahl Handybenutzer*
    - *Benutzungswahrscheinlichkeit und Dauer*
    - *wie viele Antennen notwendig, damit in 99% der Fälle eine Verbindung Zustande kommt.*

Array-Implementation der Queue

- Zwei **int** Variablen, **outIdx** und **inIdx** bestimmen den momentan gültigen Inhalt der Queue.
- Dabei zeigt **outIdx** auf das "älteste" Element, während **inIdx** auf die nächste freie Stelle zeigt. Zusätzlich werden noch die Anzahl Elemente der Queue in **nofItems** gespeichert.

Index	0	1	2	3	4	5	6
Inhalt	?	?	34	27	11	?	?
			outIdx			inIdx	

Index	0	1	2	3	4	5	6
Inhalt	?	?	34	27	11	77	?
			outIdx				inIdx



Beim Einfügen wird das Element an der Stelle [`inIdx`] eingefügt und `inIdx` und `nofItems` um 1 erhöht,
In unserem Beispiel wird neu der Wert 77 eingefügt.

Beim Entfernen von Elementen wird das Element an der Stelle [`outIdx`] entfernt, dann wird `outIdx` um 1 erhöht und `nofItems` um 1 reduziert.

es gilt: `nofItems = inIdx - outIdx`

Wrap-Around der Array-Queue

- Was passiert aber, wenn in unserem Beispiel noch 2 weitere Elemente eingefügt werden?

Index	0	1	2	3	4	5	6	
Inhalt	?	?	34	27	11	77	52	
			outIdx					inIdx

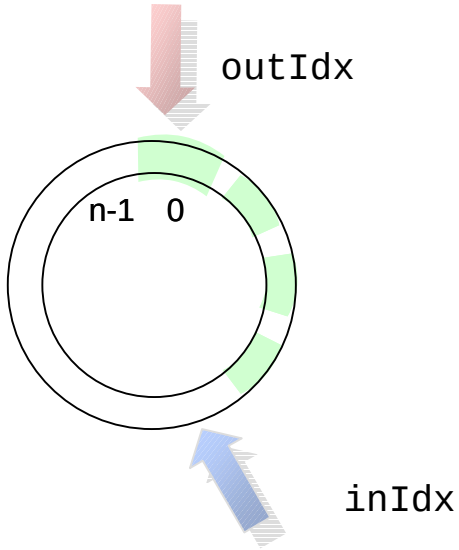
Index	0	1	2	3	4	5	6
Inhalt	45	?	34	27	11	77	52
	inIdx		outIdx				

Fügen wir zuerst 52 ein.
Spätestens jetzt müssen wir uns fragen, was passiert, wenn wir noch das Element 45 einfügen.
Insbesondere, **wo** wir es einfügen wollen. Die einfachste Lösung wäre, einen **'Overflow'** Fehler zu melden.
Aber eigentlich haben wir ja noch freien Platz, nämlich am Anfang des Array. Der Zeiger `inIdx` springt also um das Ende herum zurück zum Anfang.

es gilt nun nicht mehr: `nofItems = inIdx - outIdx`

Aufgabe: wie kann die Operation: "erhöhe inIdx um 1 und setze zu 0 wenn die Array-Grenze erreicht wird" programmiert werden

Queue Array-Implementation: Der Ringbuffer



Oft verwendete Datenstruktur für Buffer

Initialisierung:

```
private int inIdx = 0;
private int outIdx = 0;
private int noOfItems = 0;
private Object[] content;
private int size;
```

```
class Queue /* FIFO */{
  public Queue (int s) {size = s; content = new
    Object[s];
  }
  public void enqueue(@NotNull Object o) {
    if (noOfItems == size) {
          throw new Exception ("buffer overflow");
    }
    content[inIdx] = o;
    inIdx = (inIdx+1) % size;
    noOfItems++;
  }

  public Object dequeue() {
    if (noOfItems == 0) {
          return null;
    }
    Object o = content[outIdx];
    outIdx = (outIdx+1) % size;
    noOfItems--;
    return o;
  }
```

List-Implementation der Queue

```
import java.util.*;

/** Implementation des Abstrakten
    Datentyp (ADT) Queue mit Hilfe
    der vordefinierten Klasse
    java.util.LinkedList
*/

public class QueueLinkedList
    implements Queue {

  public QueueLinkedList() {
    removeAll()
  }

  public void enqueue(@NotNull
     Object x) {
    list.add(x);
  }

  public Object dequeue() {
    if (isEmpty()) {
      return null;
    };
    return list.remove(0);
  }

   public boolean isEmpty() {
     return list.isEmpty();
   }

   public Object peek() {
     if (isEmpty()) {
       return null;
     };
     return list.get(0);
   }

   public void removeAll() {
       list = new LinkedList();
     }
   }

   public boolean isFull() {
     return false;
   }

   private List list;  // Delegation
}
```

Priority Queue

Priority Queues

Eine Priority Queue speichert Objekte in einer (Warte-) Schlange:

- Objekte hoher Priorität wandern nach vorne
- Objekte gleicher Priorität werden in derselben Reihenfolge entfernt wie sie eingefügt wurden.

Minimale Operationen

Funktionskopf	*Beschreibung*
`void enqueue (Object x, int priority)`	Fügt x in die Queue ein
`Object dequeue ()`	Entfernt das erste Element und gibt es als Rückgabewert zurück
`boolean isEmpty()`	Gibt true zurück, falls die Queue leer ist

Zusätzliche Operationen

Funktionskopf	*Beschreibung*
`Object peek ()`	Gibt das erste Element als Rückgabewert zurück, ohne es zu entfernen
`void removeAll ()`	Leert die ganze Queue
`boolean isFull()`	Gibt true zurück, falls die Queue voll ist

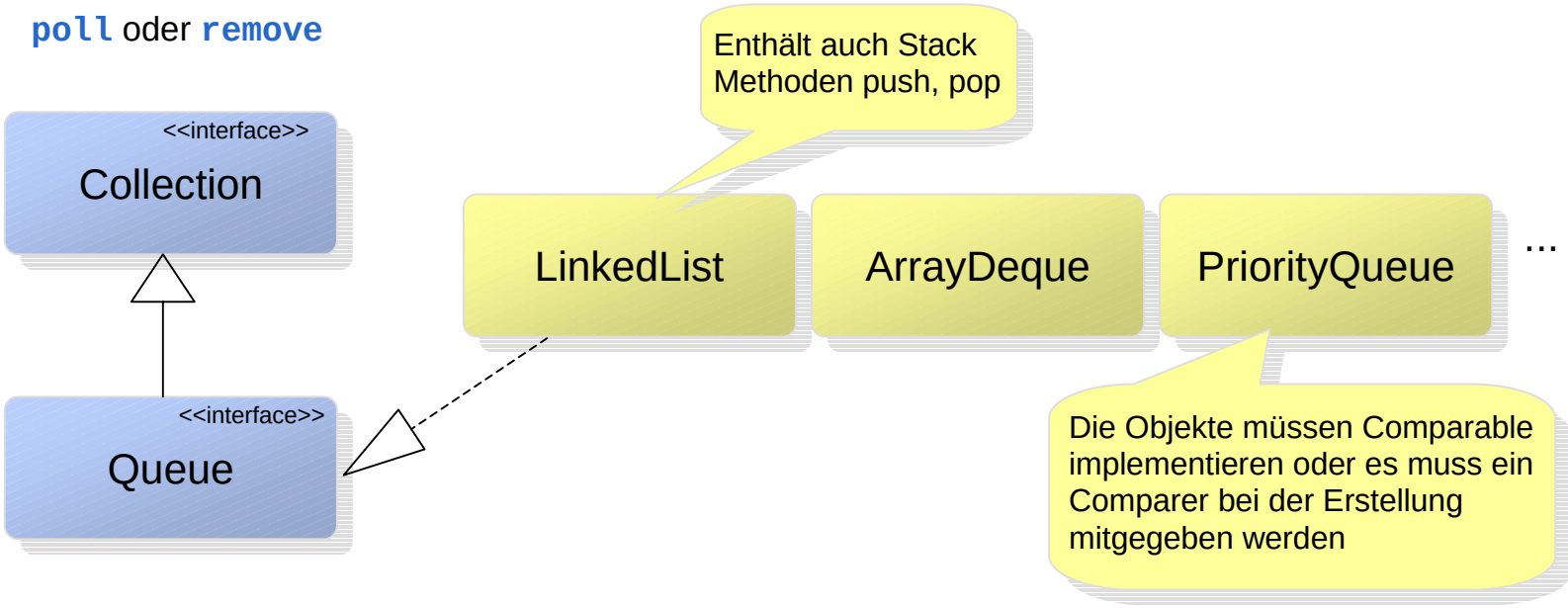
Anwendung

- Anwendung:
  - Scheduling von Prozessen in Betriebssystemen
  - Taskliste nach Prioritäten geordnet
  - Rechnungen bezahlen nach Rechnungssteller: Mafia zuerst
  - usw.

Queue Implementation im JDK

outlook

- Queue Interface in java.util
- Einfügen in Queue (enqueue)
  - `offer` oder `add`
- Holen des ersten Elements
  - `poll` oder `remove`



Zusammenfassung

- Konzept des ADTs in Java
  - Beschreibung der Schnittstelle durch **Interfaces**
  - Implementierung durch **Klasse**
- Der Stack als LIFO Datenstruktur
  - als Array Implementation
  - als Listen Implementation
  - Anwendungen von Stack: UPN Rechner; Klammernsetzung
- Listen zur Implementation von andern Datenstrukturen
- Die Queue als FIFO Datenstruktur
  - als Array Implementation: der Ringbuffer
  - als Listen Implementation
  - Anwendungen von Queue: Printerqueue, Warteschlangentheorie
- Priority Queue

Anhang - Best Developers

Best Developers?

Ranked by Average Score Across

Rank	Country	Score Index
1	China	100.0
2	Russia	99.9
3	Poland	98.0
4	Switzerland	97.9
5	Hungary	93.9
6	Japan	92.1
7	Taiwan	91.2
8	France	91.2
9	Czech Republic	90.7
10	Italy	90.2
11	Ukraine	88.7
12	Bulgaria	87.2
13	Singapore	87.1
14	Germany	84.3
28	United States	78.0
29	United Kingdom	77.7
30	Turkey	77.5
31	India	76.0

Never Gives Up?

% Which Scored a Zero

Rank	Country	Score Index
1	Switzerland	2.5%
2	Hungary	2.7%
3	Poland	2.7%
4	Spain	3.0%
5	Bulgaria	3.0%

Which Challenges Are the Most Popular?

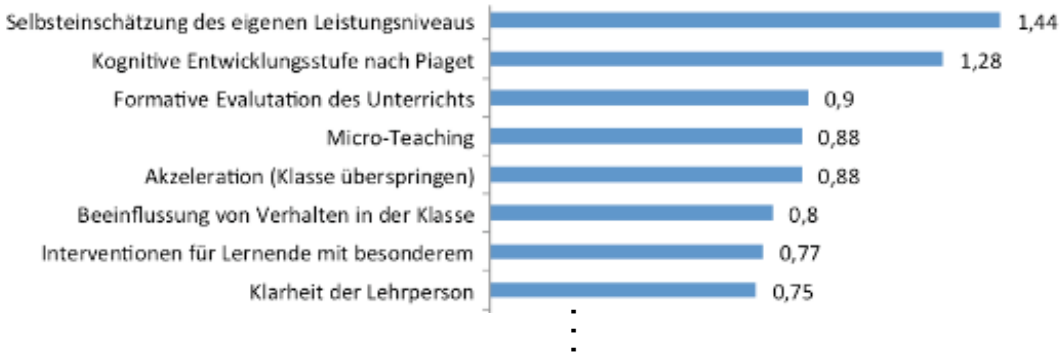
Percentage of HackerRank Challenges Solved By Type

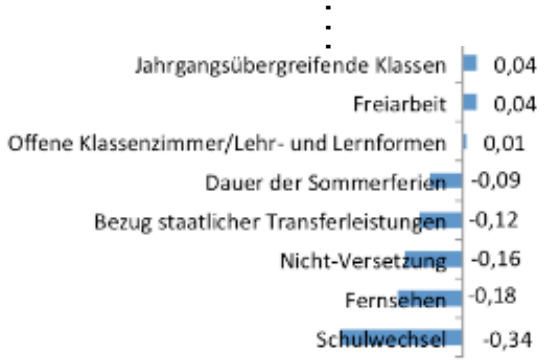
Rank	Domain	Percent of Challenges Solved
1	Algorithms	39.5%
2	Java	9.3%
3	Data Structures	9.1%
4	C++	6.6%
5	Tutorials	6.5%
6	Mathematics	6.1%
7	Python	5.3%
8	SQL	4.6%
9	Shell	3.1%
10	Artificial Intelligence	2.9%
11	Functional Programming	2.5%
12	Databases	1.5%
13	Ruby	1.0%
14	Distributed Systems	1.0%
15	Security	0.9%
	Total	100.0%

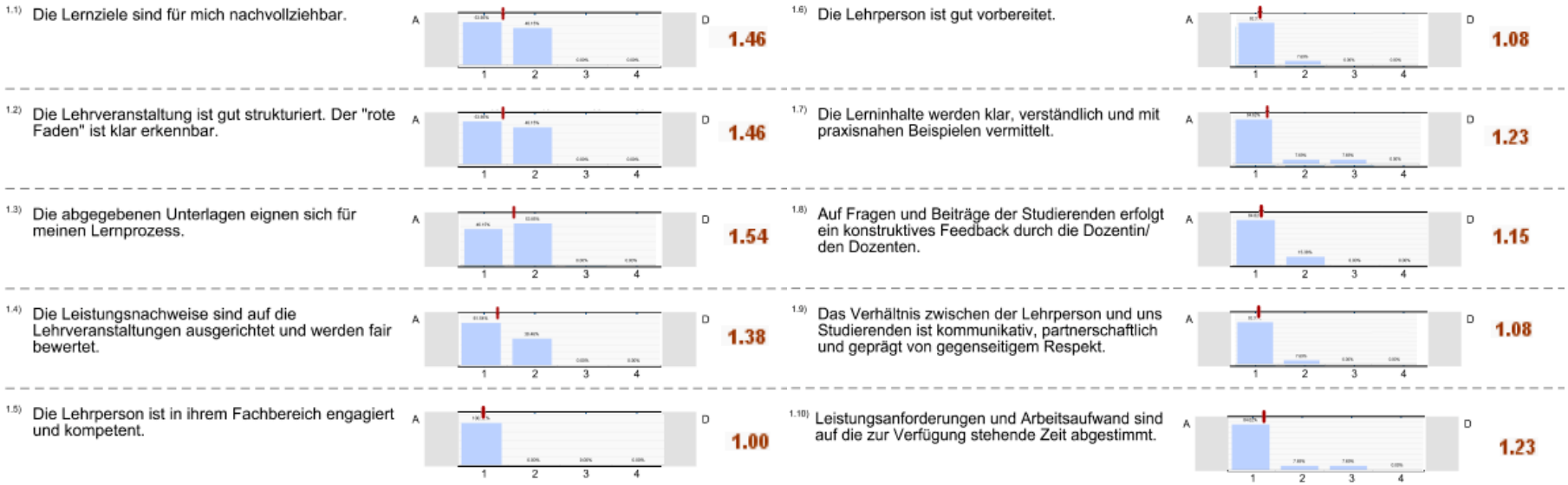
http://blog.hackerrank.com/which-country-would-win-in-the-programming-olympics/

Lernmethode: "Visible Learning" © Hattie

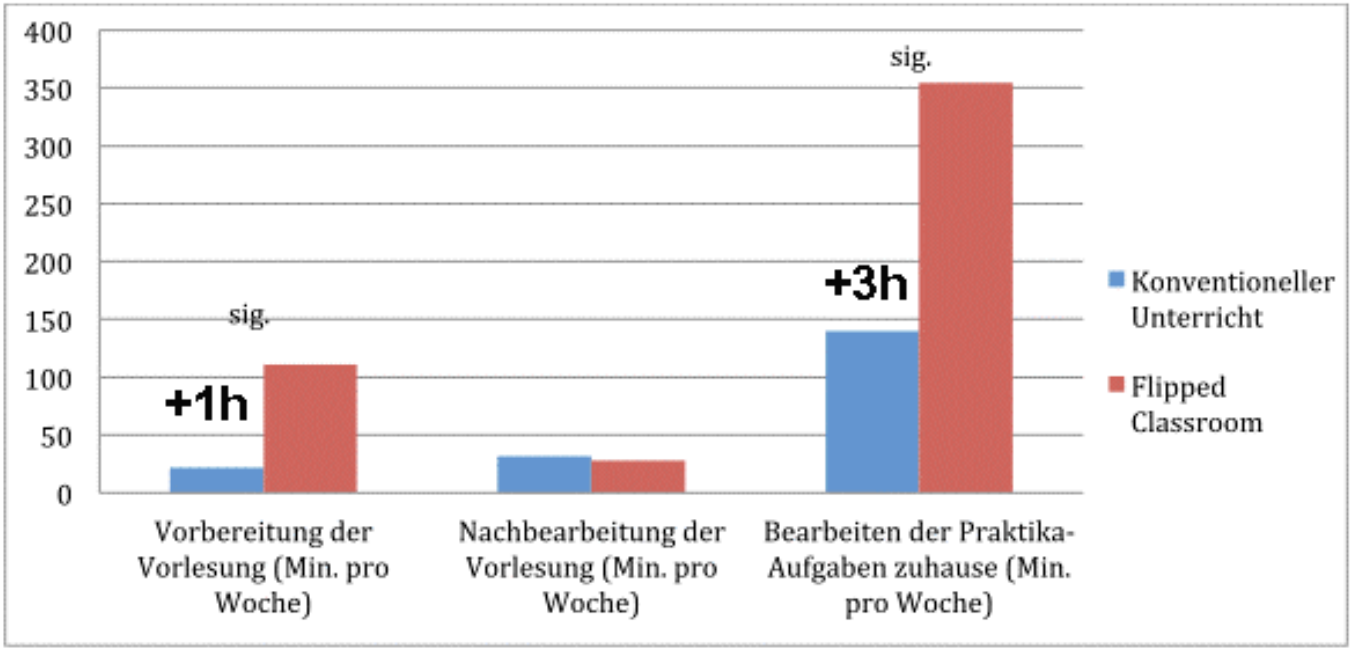
Metastudie Effektstärke





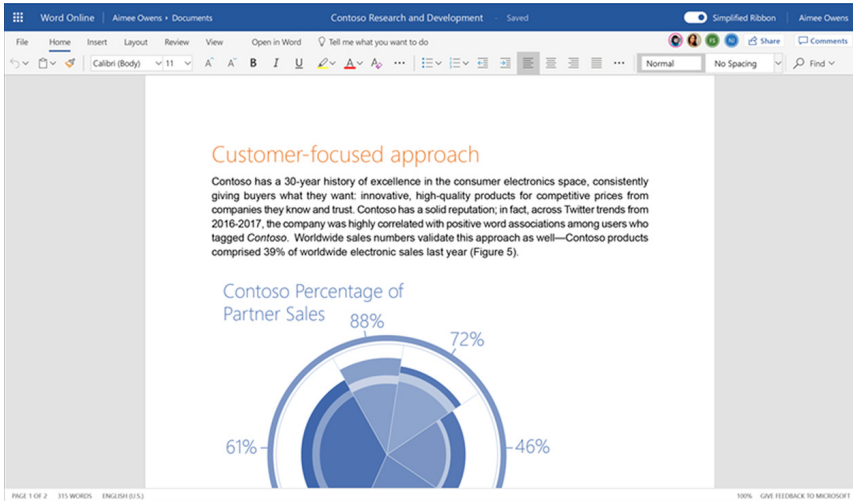


Anhang - Zeitaufwand neben der Vorlesung

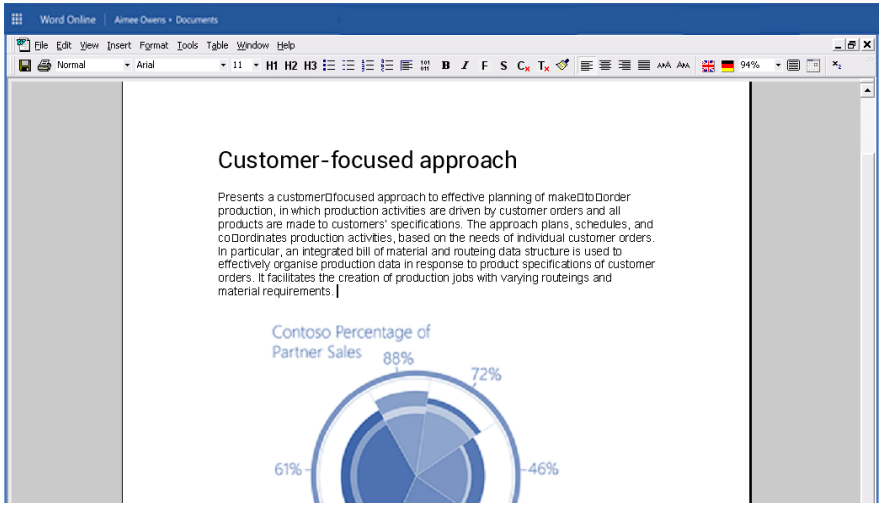


Anhang - Office 2019 - Simplified Ribbons

- Simplified ribbon which is smaller and easier to use.
- The ribbon includes new animations, icons that are designed to be accessible, and subtle color changes to modernize the look and feel of Office.
- As users have a lot of muscle memory with these versions, but when it arrives you'll still be able to use the *"classic"* bigger ribbon.



Word 2019



Word X

https://www.microsoft.com/en-us/microsoft-365/blog/2018/06/13/power-and-simplicity-updates-to-the-office-365-user-experience/

Anhang - Common User Access und Usability