7. Übung

29.05.

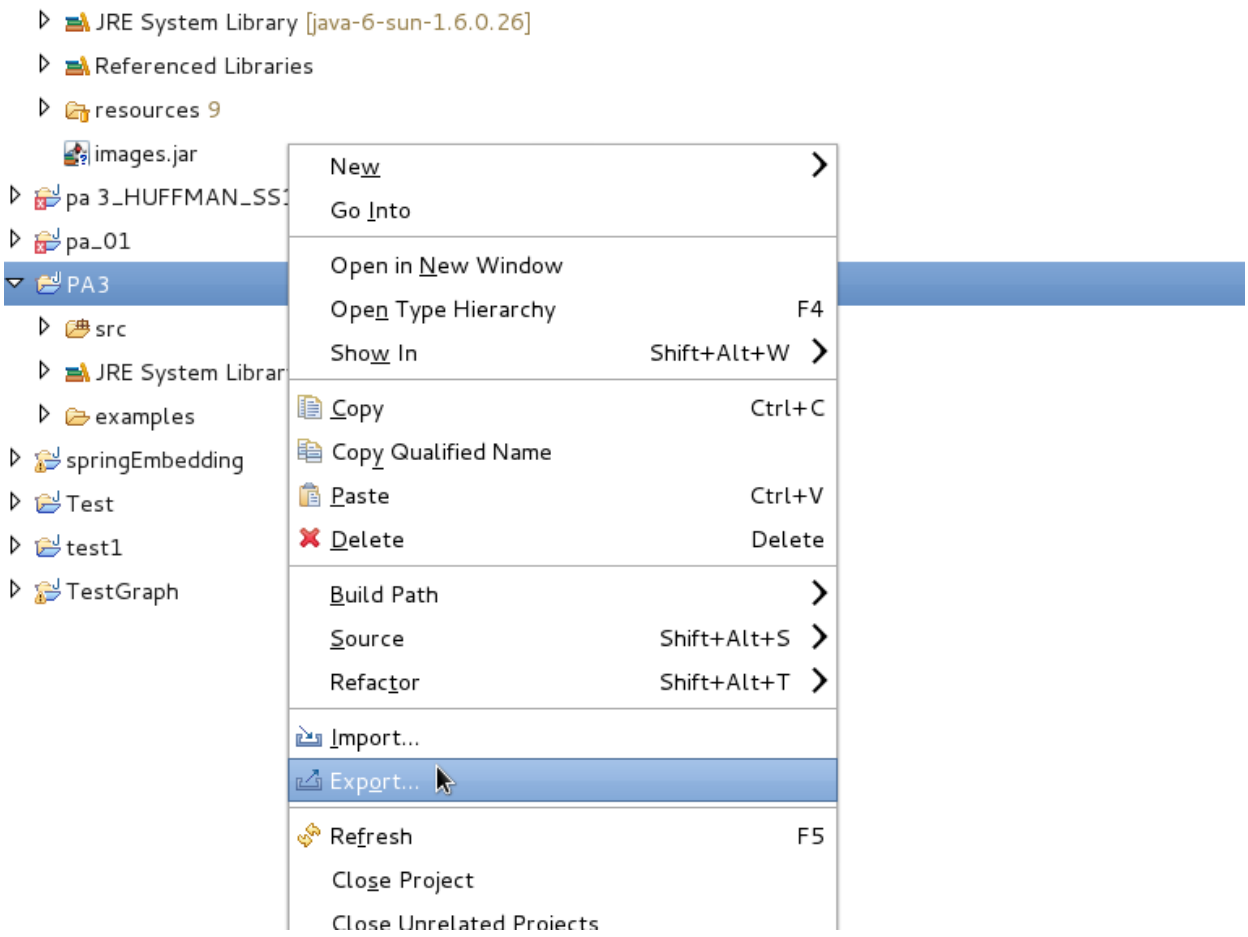
Jars, Hashing in Java

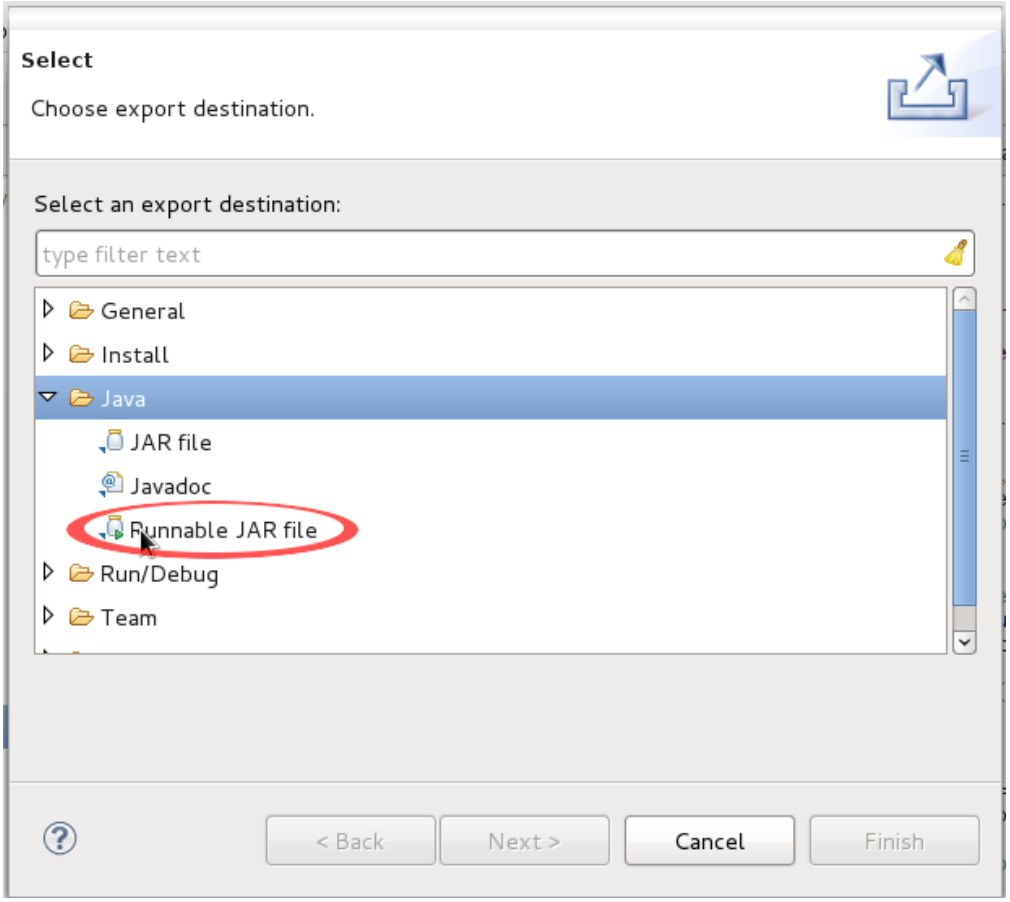
Jar: Java-Archive, zip Datei mit Java byte code
(ähnlich exe-Datei)

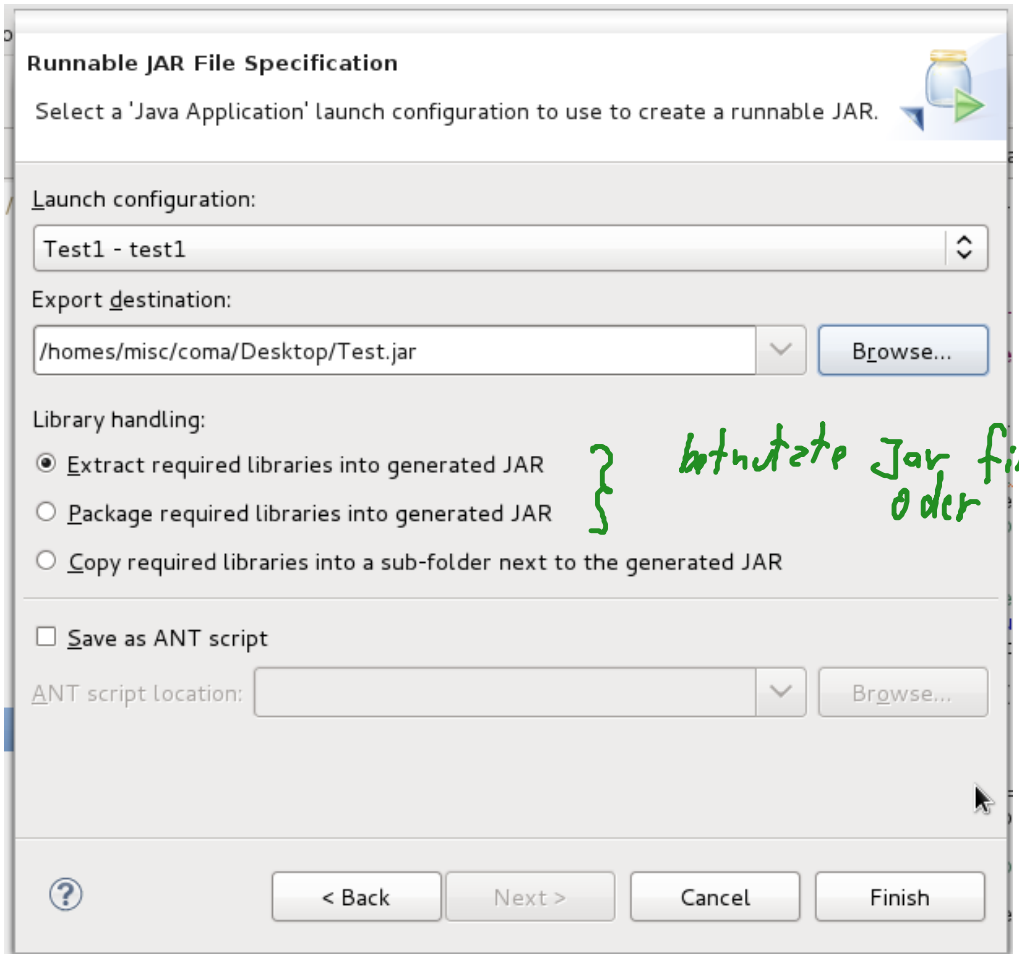
runnable: zusätzliche Informationen zum Ausführen
META-INF/MANIFEST.MF : welche Main(), Classpath inform.

Erzeugen: per Konsole „jar" + eigenes Manifest

einfacher: per Eclipse:







} Auswahl der Main Methode

} benutzte Jar files entpacken oder nur hinzufügen

Projektabgabe: Jar Archiv mit folgender Syntax:

java -jar Firma135KI.jar <Server addr.> <Port>
<First name> <last name> <Passwort> <Spielname>
<Spielfarbe>

KI: zum Server mit <Serveradr.> verbinden unter
- Port <Port>
- die Namen <First namen> <last name> auf Server nutzen
- bei Spielfarbe weiss: Spiel <Spielname> mit Passwort auf Server erstellen
  schwarz: zu Spiel <Spielname> mit <passwort> verbinden

Hashing:
- Abbildung von großer Schlüsselmenge auf kleine Zielmenge (Hashtabellenposition)
- Speichere Schlüssel in Array, effiziente Positionsberechnung
- strategien bei Kollisionen: Chaining, Open addressing

Java: Methode hashCode(): Object → int (eigene Klassen: überschreiben, sonst nicht sinnvoll)

Regeln:
- equals() implementiert → auch hashCode() überschreiben
- equals und hashCode dieselben Felder berücksichtigen
- a equals b ⇒ a.hashCode() == b.hashCode()
  ⇍

Beispiel: hashCode() Implementation der Klasse String
- bis Java 1.2, max. 16 bits berücksichtigt um schnell auswertbar zu sein

API:

hashCode

`public int hashCode()`

Returns a hash code for this string. The hash code for a `String` object is computed as

```
s[0]*31^(n-1) + s[1]*31^(n-2) + ... + s[n-1]
```

using `int` arithmetic, where `s[i]` is the *i*th character of the string, `n` is the length of the string, and `^` indicates exponentiation. (The hash value of

Overrides:
`hashCode` in class `Object`

Returns:
a hash code value for this object.

See Also:
`Object.equals(java.lang.Object)`, `Hashtable`

Java: String s

$$h(s) = \sum_{i=0}^{n-1} s[i] \cdot 31^{(n-i-1)}$$

n = Länge des Strings s

s[i] = i-te Stelle des Strings

Interpretation des Strings als Zahl in Basis 31, aber $s[i] \in \{0, 255\}$

Beispiel:
"_" → 32
"a" → 97
"b" → 98
"CoMaCoMa" → -1465 99744 Kollision
"99193995" ↗

Frage: Wie entwerfe ich hashCode() für eigene Klasse?

wichtig: Bitoperationen:

^ = xor, exclusives oder 1011 ^ 1101 = 0110

| = or, oder 1011 | 1101 = 1111

& = and, und 1011 & 1101 = 1001

>> = bitshift (vorzeichenbehaftet) 1011 >> 2 = 0010 11

>>> = bitshift

bitweise Darstellung

Vorschlag für hashCode():

```java
/**
* booleans.
*/
public static int hash( int aSeed, boolean aBoolean ) {
  System.out.println("boolean...");
  return firstTerm( aSeed ) + ( aBoolean ? 1 : 0 );
}

/**
* chars.
*/
public static int hash( int aSeed, char aChar ) {
  System.out.println("char...");
  return firstTerm( aSeed ) + (int)aChar;
}

/**
* ints.
*/
public static int hash( int aSeed , int aInt ) {
  /*
  * Implementation Note
  * Note that byte and short are handled by this method, through
  * implicit conversion.
  */
  System.out.println("int...");
  return firstTerm( aSeed ) + aInt;
}

/**
* longs.
*/
public static int hash( int aSeed , long aLong ) {
  System.out.println("long...");
  return firstTerm(aSeed)  + (int)( aLong ^ (aLong >>> 32) );
}

/**
* floats.
*/
public static int hash( int aSeed , float aFloat ) {
  return hash( aSeed, Float.floatToIntBits(aFloat) );
}

/**
* doubles.
*/
public static int hash( int aSeed , double aDouble ) {
  return hash( aSeed, Double.doubleToLongBits(aDouble) );
}


  public static int hash( int aSeed , Object aObject ) {
    int result = aSeed;
    if ( aObject == null) {
      result = hash(result, 0);
    }
    else if ( ! isArray(aObject) ) {
      result = hash(result, aObject.hashCode());
    }
    else {
      int length = Array.getLength(aObject);
      for ( int idx = 0; idx < length; ++idx ) {
        Object item = Array.get(aObject, idx);
        //recursive call!
        result = hash(result, item);
      }
    }
    return result;
  }


  /// PRIVATE ///
  private static final int fODD_PRIME_NUMBER = 37;

  private static int firstTerm( int aSeed ){
    return fODD_PRIME_NUMBER * aSeed;
  }

  private static boolean isArray(Object aObject){
    return aObject.getClass().isArray();
  }
```

Funktion für alle prim. Datentypen

Idee: zu Anfangshash ein weiteres Feld hinzufügen → neuen hash

verschiebt um die Hälfte

→ verknüpft erste und zweite Hälfte des longs

als bits interpretieren

allgemeines Object

bsp: 'true' → 1

hash(1, 4) = 37·1+4

seed ↑ nächstes Feld

Anwendung in eigener Klasse:

```
/**
* The following fields are chosen to exercise most of the different
* cases.
*/
private boolean fIsDecrepit;
private char fRating;
private int fNumApartments;
private long fNumTenants;
private double fPowerUsage;
private float fWaterUsage;
private byte fNumFloors;
private String fName; //possibly null, say
private List fOptions; //never null
private Date[] fMaintenanceChecks; //never null
private int hashCode;
```

Variablen der Klasse

→ speichert Hashwert nach Berechnung

```
@Override public int hashCode() {
  //this style of lazy initialization is
  //suitable only if the object is immutable
  if ( hashCode == 0) {
    int result = HashCodeUtil.SEED;
    result = HashCodeUtil.hash( result, fIsDecrepit );
    result = HashCodeUtil.hash( result, fRating );
    result = HashCodeUtil.hash( result, fNumApartments );
    result = HashCodeUtil.hash( result, fNumTenants );
    result = HashCodeUtil.hash( result, fPowerUsage );
    result = HashCodeUtil.hash( result, fWaterUsage );
    result = HashCodeUtil.hash( result, fNumFloors );
    result = HashCodeUtil.hash( result, fName );
    result = HashCodeUtil.hash( result, fOptions );
    result = HashCodeUtil.hash( result, fMaintenanceChecks );
    hashCode = result;
  }
  return hashCode;
}
```

verarbeiten aller Felder in HashCode

HashSet<E> als Klasse für Hashing Daten:

Constructor Summary

HashSet()	Constructs a new, empty set; the backing HashMap instance has default initial capacity (16) and load factor (0.75).
HashSet(Collection<? extends E> c)	Constructs a new set containing the elements in the specified collection.
HashSet(int initialCapacity)	Constructs a new, empty set; the backing HashMap instance has the specified initial capacity and default load factor (0.75).
HashSet(int initialCapacity, float loadFactor)	Constructs a new, empty set; the backing HashMap instance has the specified initial capacity and the specified load factor.

Method Summary

boolean	**add**(E e) Adds the specified element to this set if it is not already present.
void	**clear**() Removes all of the elements from this set.
Object	**clone**() Returns a shallow copy of this HashSet instance: the elements themselves are not cloned.
boolean	**contains**(Object o) Returns true if this set contains the specified element.
boolean	**isEmpty**() Returns true if this set contains no elements.
Iterator<E>	**iterator**() Returns an iterator over the elements in this set.

boolean	**remove**(Object o) Removes the specified element from this set if it is present.
int	**size**() Returns the number of elements in this set (its cardinality).

HashSet kann contains, add, remove und iteration
- kein get() (wäre auch nicht sinnvoll)

HashMap<K,V>; Key, Value Paar,
suchen nach Key und Wert erhalten möglich
hashCode()

Was macht Java intern:
- Kollisionen: chaining
- Speichere Schlüssel Wertepaare ab (Schlüssel zum Suchen & beim Vergrößern notwendig)
- Suchen:
  - hashCode() von Key ausrechnen
  - Hashwert auf Tabellenplatz hashen
  - Liste in Tabellenplatz durchlaufen und Schlüssel vergleichen
  - verdoppelt interne Tabelle sobald Füllstand erreicht (75% der Tabellen Länge), danach Schlüssel Werte-Paare neu verteilen
  - interne Zuordnung von Hashwert zu Tabellen pos:

SourceCode aus java.util.HashMap:

```
/**
 * Applies a supplemental hash function to a given hashCode, which
 * defends against poor quality hash functions.  This is critical
 * because HashMap uses power-of-two length hash tables, that
 * otherwise encounter collisions for hashCodes that do not differ
 * in lower bits. Note: Null keys always map to hash 0, thus index 0.
 */
static int hash(int h) {
    // This function ensures that hashCodes that differ only by
    // constant multiples at each bit position have a bounded
    // number of collisions (approximately 8 at default load factor).
    h ^= (h >>> 20) ^ (h >>> 12);
    return h ^ (h >>> 7) ^ (h >>> 4);
}

/**
 * Returns index for hash code h.
 */
static int indexFor(int h, int length) {
    return h & (length-1);
}
```

length $= 2^k$, $\Rightarrow$ length$-1 = 2^k - 1 = \underbrace{111\ldots1}_{k \text{ bits}}$

$= \boxed{h \,\%\, (\text{length}-1)}$

Index für Key k: indexFor(hash(k.hashCode()), length);

Hashing hat 3 große Anwendungen

- Datenbanken:
  - Schnellen Zugriff auf Daten
  - mehrere Hashfunktionen möglich pro Datensatz
- Prüfsummen: (Testen von Übertragungsfehlern)
  - wichtig:
    - schnell berechenbar
    - sensibel auf kleine Fehler
    - Beispiel: CRC 32 (cyclic redundancy check) zyklische Redundanzprüfung

CRC 32: Idee: Bits als Polynom auffassen und per Polynomdivision den Rest bestimmen

bits: $101101 \rightsquigarrow x^5 + x^3 + x^2 + 1$

Beispiel: Nachricht: 101101
Generatorpolyn: 1101

```
1011010
-1101
 1100
-1101
  1100
  1101
    01
```

Rest der Division: 01

Nachricht + Rest = 101101|01

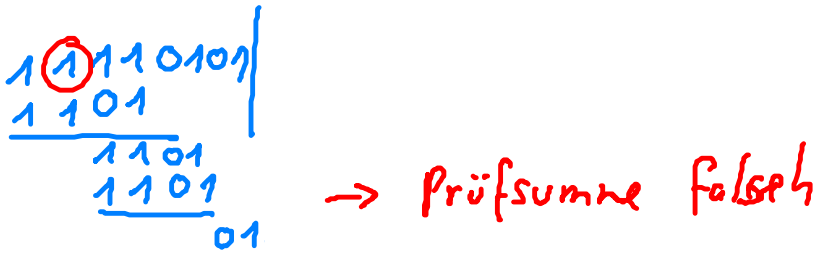
zu übertragen

Test beim Empfänger:

```
10110101
1101
 1100
 1101
  1101
  1101
  0000
```

→ Prüfsumme korrekt

falsche Nachricht:



→ Prüfsumme falsch

- CRC32:
  - festgelegtes Generatorpolyn. mit 32 bits
  - verwendet in Zipprogrammen
  - mittlerweile Hardware implementationen
  - Java API hat CRC32 berechnen

- weitere Anwendung: Kryptographie (Signaturen, Passwordhashes)