Teil 2: Ruby-Vertiefung

... einer Auswahl wichtiger Aspekte der Sprache

Reguläre Ausdrücke

Reguläre Ausdrücke

- sind ein typisches Leistungsmerkmal von Scriptsprachen
- bestehen aus Mustern (engl. "*patterns*") zum Suchen und Ersetzen in Zeichenketten ("*strings*")
- zerlegen Strings in verschiedene Abschnitte
- wirken im Normalfall auf Textzeilen, können aber auch auf mehrzeilige Strings angewendet werden.
- existieren schon seit Jahrzehnten in Unix und konzeptionell bereits seit den 1940er Jahren
- wurden durch Perl seit Anfang der 1990er Jahre populär
- beeinflussen eine Reihe von globalen Variablen
- wurden deshalb von Ruby objekt-orientiert gekapselt
- besitzen Optionen (!)
- werden von Ruby sowohl in traditioneller als auch in objekt-orientierter Weise angeboten
- ... sind einfach unverzichtbar!

Reguläre Ausdrücke

- Der *match*-Operator **=~**
  - Ein regulärer Ausdruck wird mittels des "*match*"-Operators **=~** zu einem String in Beziehung gesetzt (Reihenfolge beachten!):

```
str =~ re
```

  - Falls String und regulärer Ausdruck zueinander passen ("*match*"), liefert **`str =~ re`** den Index des ersten passenden Zeichens innerhalb **`str`** zurück, beginnend mit 0:

```
"0123456789" =~ /2/ # 2
```

  - Falls der Vergleich scheitert, ergibt der Ausdruck **`nil`**:

```
"0123456789" =~ /A/ # nil
```

  - Es ist zwar möglich, mit **=~** zwei Strings zu vergleichen; der zweite String wird dann implizit in einen regulären Ausdruck gewandelt:

```
"0123456789" =~ '2' # 2
```

    Dieses Vorgehen ist aber nicht erwünscht und bewirkt eine Warnung!

  - **Achtung:** **=~** bewirkt Seiteneffekte auf eine Reihe globaler Variablen. Siehe unten!

Reguläre Ausdrücke

- Reguläre Ausdrücke in Ruby
  - Ruby verwaltet reguläre Ausdrücke als Objekte einer eigenen Klasse **`Regexp`**

```
re = /2/                # Traditionelle Schreibweise
"0123456789" =~ re      # 2
re.class                # Regexp
```

```
re = Regexp.new('2')# alternativ, objekt-orientiert
"0123456789" =~ re  # 2
re.class            # Regexp
```

```
re = %r(2); ...     # Erinnerung: Generalis. String
```

- Optionen regulärer Ausdrücke (Verwendung s.u.)
  - i *case insensitive*
  - o *substitute once* (bezogen auf Ersetzungsmuster #...)
  - m *multiline mode* ('.' passt dann auch auf \n, s.u.)
  - x *extended mode* (Aktivierung erweiterter Möglichkeiten)
  - Multibyte-Optionen n, e, s, u (z.B. für UTF-8), hier ignoriert.

Muster in regulären Ausdrücken

- Normale Zeichen
  - Alle "normalen" Zeichen (Sonderzeichen s.u.) suchen sich selbst:

```
"Dies ist ein Text" =~ /ein/      # 9 (Offset of match)
"Dies ist ein Text" =~ /kein/     # nil (no match)
```

  - Wirkung des Match-Operators =~ hier wie Substring-Suche

- Sonderzeichen:

```
. | ( ) [ \ ^ { + $ * ?
```

- Sonderzeichen \ (b*ackslash*)
  - Ähnlich wie bei Stringeingaben dient \ hier als *Escape*-Zeichen: Sonderzeichen werden durch *Escaping* (mit Präfix "\") zu normal suchbaren Zeichen:

```
"Rechne: 3 ** 4 = 81" =~ /\*\*/   # 10 (offset of '*')
```

```
winpath = 'C:\TEMP\sample.txt'
winpath =~ /\\Temp/i              # 2; mit Option i!
```

Muster in regulären Ausdrücken

- Sonderzeichen **.** (Punkt)
  - Der Punkt passt zu jedem beliebigen einzelnen Zeichen (*wildcard*).

```
"Beleg" =~ /el.g/    # 1
"Belag" =~ /el.g/    # 1
"bel*g" =~ /el.g/    # 1
```

  - Verliert Sonderbedeutung innerhalb eckiger Klammern [ ], s.u.
  - Sonderfall Zeilenende-Zeichen (\n):

```
a = "Zeile1\nZeile2\nZeile3\n"  # Multiline-Beispiel
```

```
a =~ /eile./          # 1
a =~ /eile../         # nil  (. passt nicht zu \n!)
a =~ /eile../m        # 1    (. passt nun zu \n)
```

```
re = Regexp.new('eile..', Regexp::MULTILINE)
a =~ re               # 1    (analog)
```


Muster in regulären Ausdrücken

- Sonderzeichen **^** (Zeilenanfang); **\A** (String-Anfang)

```
"ein Fall"  =~ /ei/          # 0
"kein Fall" =~ /ei/          # 1
```

```
"ein Fall"  =~ /^ei/         # 0
"kein Fall" =~ /^ei/         # nil
```

```
"ein Fall"  =~ /\Aei/        # 0
"kein Fall" =~ /\Aei/        # nil
```

  - ^ und \A sind nur im Fall einzeiliger Strings gleichwertig:

```
a = "eins\nzwei\ndrei\n"
a =~ /^zwei/                 # 5
a =~ /\Azwei/                # nil
```

Muster in regulären Ausdrücken

- Sonderzeichen **$** (Zeilenende); **\Z**, **\z** (String-Ende)

```
"Fall"  =~ /ll/          # 2
"Falle" =~ /ll/          # 2
"Fall"  =~ /ll$/         # 2
"Falle" =~ /ll$/         # nil
"Fall"  =~ /ll\Z/        # 2
"Falle" =~ /ll\Z/        # nil
```

  - $ und \Z sind nur im Fall einzeiliger Strings gleichwertig:

```
a = "eins\nzwei\ndrei\n"
a =~ /zwei$/             # 5
a =~ /zwei\Z/            # nil
```

  - \Z ignoriert \n am Stringende, \z nicht:

```
a =~ /drei$/             # 10
a =~ /drei\Z/            # 10
a =~ /drei\z/            # nil
a =~ /drei.\z/           # nil
a =~ /drei.\z/m          # 10
```


Muster in regulären Ausdrücken

- **Wiederholungsangaben** mit Sonderzeichen **{**
  - In geschweiften Klammern gibt man die minimale und maximale Wiederholungszahl für das davor stehende Muster an:

```
re = /abc{2,4}/          # 'ab' gefolgt von 2..4 mal 'c'
"abc" =~ re              # nil
"abcc" =~ re             # 2
"abccc" =~ re            # 2
"abcccc" =~ re           # 2
"abccccc" =~ re          # 2 (letztes 'c' stört nicht!)
```

  - Kurzformen: {n} = {n,n}, {n,} = {n, ∞}
- Traditionelle Kurzformen: Sonderzeichen **?**, **+**, *
  - **?** = {0,1}, **+** = {1, }, * = {0, }

```
"ab" =~ /bc*/            # 1
"abc" =~ /bc?d/          # nil
"abd" =~ /bc?d/          # 1
"abcd" =~ /bc+d/         # 1
"abccd" =~ /bc+d/        # 1
"abccd" =~ /bc?d/        # nil
```

Muster in regulären Ausdrücken

- **Wiederholungsangaben**: *Greedy* vs. *non-greedy*
  - Manchmal ist es entscheidend, zwischen der maximal und der minimal ausführbaren Wiederholungszahl zu unterscheiden:

```
# Suche nach Zeichen zwischen whitespace
line = "Dies ist ein kurzer Satz."
# "gierige" Variante (Normalfall)
line =~ /\s.*\s/     # Trefferbereich: "ist ein kurzer"
# "nicht gierige" Variante
line =~ /\s.*?\s/    # Trefferbereich: "ist"
# "nicht gierige" Variante, verallgemeinert
line =~ /\s.{5,}?\s/# Trefferbereich: "ist ein"
```

  - Unterscheide:

```
*     und *?
+     und +?
{n,}  und {n,}?
```

  - **Test**: Was ergibt (mit "line" wie oben definiert)

```
line =~ /A*/
```

Antwort: **0** (Jeder String enthält mind. 0-mal 'A'!)

Muster in regulären Ausdrücken

- **Auswahl** mit Sonderzeichen **|**
  - "Oder"-Beziehungen sind einfach möglich mittels |:

```
"abc" =~ /c|d/       # 2    # c oder d
"abd" =~ /c|d/       # 2
"abe" =~ /c|d/       # nil
```

  - | bindet nur schwach:

```
"abc" =~ /bc|d/      # 1 ("b", dann "c" oder "d"?)
"abd" =~ /bc|d/      # 2   ("bc" oder "d" !!)
"abe" =~ /bc|d/      # nil
"abd" =~ /bc|bd/     # 1   ("bc" oder "bd")
```

- **Gruppenbildung** mit Sonderzeichen **(**

```
"abc" =~ /b(c|d)/    # 1 ("b", dann "c" oder "d")
"abd" =~ /b(c|d)/    # 1
"abcabdabe" =~ /(ab.)+/     # 0
"abcde" =~ /b(c.)e/         # 1
```

  - Seiteneffekt: \1 ... \9 (bzw. $1 ... $9) gesetzt (*backreferences*)

Muster in regulären Ausdrücken

- **Zeichenmengen** mit Sonderzeichen **[**
  - In eckigen Klammern listet man alle Zeichen, die an einer bestimmten Stelle zulässig sind:

```
"abdf" =~ /[cde]/    # 2  ('d' passt)
```

  - Auch Bereiche (bez. ASCII-Codierung) sind zulässig

```
/[01]/               # eine Binärziffer
/[0-7]/              # eine Oktalziffer
/[0-9a-fA-F]+/       # mind. eine Hex-Ziffer
```

  - Suche nach '-' bzw. ']' möglich, wenn Zeichen am Anfang der Liste:

```
/[-+]/               # Vorzeichensuche
/[])}>]/             # Suche nach schließenden Klammern
```

  - Sonderzeichen: In Zeichenmengen wie normale Zeichen (außer '\')

```
/[.|()[{+^$*?]/      # in [...] normal suchbar
```

  - Komplementbildung durch Voranstellen von '^'

```
/[^0-9]/             # Alles außer einer Ziffer
/[^^]/               # Alles außer '^'
```


Muster in regulären Ausdrücken

- **Spezielle Zeichen und Zeichenmengen**
  - \A, \Z, \z — schon besprochen (Stringanfang / -ende)
  - \d, \D — [0-9], [^0-9]
  - \n, \t, ... — *newline*, *tab*, ... (vgl. Strings)
  - \000, ... \277 — Suche über Oktalwert des Zeichens
  - \x00, ... \xff — Suche über Hexadezimalwert des Zeichens
  - \s, \S — [\t\n\r\f] (*white space*), [^...] (invers)
  - \b — Backspace, wenn innerhalb [...], Wortgrenze sonst;
    \B — Treffer, wenn keine Wortgrenze

```
"einszwei zweidrei" =~ /zwei/     # 4
"einszwei zweidrei" =~ /\bzwei/   # 9
"einszwei zweidrei" =~ /\Bzwei/   # 4
```

  - \w, \W — [0-9A-Z_a-z] (*word char*), [^...] (invers)
  - \G — Stelle, an der der letzte Treffer endete (dokumentiert, aber ohne Beispiel. Noch zu klären!)

Reguläre Ausdrücke und globale Variablen

- Match-Operator bewirkt String-Zerlegung und Setzen bestimmter globaler Variablen:
  - $` Teilstring vor dem Treffer
  - $& Trefferbereich
  - $' Teilstring hinter dem Trefferbereich
  - $1...$9 Falls Gruppen (...) angegeben: Teilstring jeder Gruppe
  - $~ Das erzeugte MatchData-Objekt (siehe Teil III)
- Beispiel zur Nutzung (aus dem *pickaxe*-Buch):

```
def showRE(a, re)    # Trefferbereich hervorheben
   a =~ re ? "#{$`}<<#{$&}>>#{$'}" : "no match"
end
```

```
showRE("yes | no", /\|/)    # "yes <<|>> no"
```

```
a = "Eins zwei drei"
showRE(a, /ei/)             # "Eins zw<<ei>> drei"
showRE(a, /ei/i)            # "<<Ei>>ns zwei drei"
```


Reguläre Ausdrücke und *backreferences*

- Wirkung von Gruppenbildung mit runden Klammern (...)

1. Wiederholungsangaben für ganze Gruppeninhalte möglich

```
"aababcabcdabcde" =~ /(ab){2}/    # 1
```

2. Globale Variablen $1 ... $9 sind danach mit Klammerwert gesetzt:

```
line                  # "x = -5"
key, value = $1, $2 if line=~/\s*(\w+)\s*=\s*([-+]?\d+)/
# key = "x", value = "-5"
```

3. Klammerwerte sind über \1, ..., \9 innerhalb des regulären Ausdrucks verfügbar ("*backreferences*").

– Beispiel 1: Suche nach doppelten Vokalen

```
"Woo sind hier doppelte Vokaale?" =~ /([aeiou])\1/i # 1
"Wo sind hier doppelte Vokaale?" =~ /([aeiou])\1/i # 25
```

– Beispiel 2: Suche nach doppelten Wörtern

```
"This has has been a word too much" =~ /(\w+)\s+\1/ # 5
```

– Beispiel 3: Flexible Suche nach *string delimiter*-Paaren

```
"He said 'Hello'" =~ /(["']).*?\1/ # 8, $& == %('Hello')
```

Reguläre Ausdrücke II

Arbeiten mit regulären Ausdrücken

Suchen mit regulären Ausdrücken

- Beispiel: Zeilenfilter
  - Nur auf bestimmte Zeilen reagieren

```
comment_lines, unmatched_lines, dict = 0, 0, {}
while line = gets
case line
when /^#/                    # Kommentarzeilen zählen
   comment_lines += 1
when /(\w+)\s*=\s*(\w.*)/   # key/value-Paar?
   dict[$1] = $2.strip
when other_regex             # usw.
   do_something_else
else
   unmatched_lines += 1
end
```

Suchen mit regulären Ausdrücken

- Beispiel: Intelligentes "Prompt"
  - Nur per Regex klar definierte Eingaben akzeptieren

```
def my_prompt( ptext, regex )
  loop do
    print ptext; line = gets.chomp
    return $& if line =~ regex # $& = Trefferbereich
    puts "Illegal value - please retry."
  end
end
```

```
age = my_prompt("Enter age (0-129): ",
    /^\d$|^\d\d$|^1[012]\d$/)
date_regex =
    /^20\d\d-((0[1-9])|(1[0-2]))-((0[1-9])|([12]\d)|(3[01]))$/
date = my_prompt("Enter current date as 20YY-MM-DD: ",
                 date_regex)
# usw. / vgl. Demo!
puts "age = #{age}"
puts "date = #{date}"
```


Ersetzen mit regulären Ausdrücken

- Methoden `String#sub` & `String#gsub`
  - sub: Einmaliges Ersetzen (*substitution*)
  - gsub: Mehrmaliges Ersetzen (*global substitution*)
  - sub!, gsub!: Varianten, die den aktuellen String verändern.
- Einfacher Modus, mit Verwendung von *backreferences*:
  - str.sub(regexp, *replacement*)

```
"Hello, world".sub(/world/, "friends")
"Hello, friends"
"hello".sub(/([aeiou])/, '<\1>') # "h<e>llo"
"hello".gsub(/([aeiou])/, '<\1>')# "h<e>ll<o>"
```

- Block-Modus, mit Verwendung der globalen Variablen:
  - str.gsub(regexp) { |match| block }

```
"Dies ist ein Satz".gsub(/\b\w/) {|c| c.upcase}
"Dies Ist Ein Satz"
"Dies ist ein Satz".gsub(/\b\w(.)/) {$1.upcase}
"Ies St In Atz"
```

Ersetzen mit regulären Ausdrücken

```
def unescapeHTML( string ) # Beispiel aus pickaxe-Buch
    str = string.dup       # Auch für XML ideal geeignet
    str.gsub!(/&(.*?);/n) { # Löst char refs und
      match = $1.dup       # eingebaute entity refs auf!
      case match
      when /\Aamp\z/ni      then '&'
      when /\Aquot\z/ni     then '"'
      when /\Agt\z/ni       then '>'
      when /\Alt\z/ni       then '<'
      when /\A#(\d+)\z/n    then Integer($1).chr
      when /\A#x([0-9a-f]+)\z/ni  then $1.hex.chr
      end
    }
    str
end
```

```
unescapeHTML("1&lt;2 &amp;&amp; 4&gt;3")    # 1<2 && 4>3
unescapeHTML("&quot;A&quot;=&#65;=&#x41;") # "A"=A=A
```


Reguläre Ausdrücke III

Das objekt-orientierte Interface
Die Klassen Regexp und MatchData

Reguläre Ausdrücke: Die Klasse Regexp

- Konstanten:

```
Regexp::IGNORECASE, Rexexp::MULTILINE, Regexp::EXTENDED
```

- Klassenmethoden:

```
Regexp.compile, Regexp.new(pattern[,options[,lang]])
```

```
re = Regexp.new("abc\s*abc", Regexp::IGNORECASE, 'n')
# entspricht: re = /abc\s*abc/in
```

- Exkurs: Umgang mit Multibyte-Zeichensätzen

```
# lang = n (none), e (euc), s (sjis), u (utf8)
# Beispiel mit UTF-8 Codierung
a = "f\xc3\xbcr"     # ü in UTF-8-Codierung = c3, bc
a =~ /f.r/           # nil
a =~ /f.r/u          # 0
```


Reguläre Ausdrücke: Die Klasse Regexp

- Klassenmethoden (Forts.):

```
Regexp.last_match -> aMatchData
```

```
# entspricht $~
```

```
Regexp.quote( aString )  -> aNewString,
Regexp.escape( aString ) -> aNewString
```

```
str = "ak2'$$'$%&$()"          # Irgendwas!
str =~ %r(#{Regexp.escape(str)}) # Immer true !!
Regexp.escape('\\*?{}.')       # \\\\\*\?\{\}\.
```

Verwenden Sie `Regexp.escape` bzw. `Regexp.quote`, wenn Sie nach Teilstrings suchen wollen, die Sonderzeichen enthalten könnten. Die Methode nimmt Ihnen die Sonderzeichenbehandlung einfach ab.

Reguläre Ausdrücke: Die Klasse Regexp

- Reguläre Methoden:

==

Vergleicht zwei Regexp-Objekte. Gleichheit gegeben bei Übereinstimmung in Suchmuster, Optionen und Zeichensatz:

```
/abc/ == /abc/      # true
/abc/ == /abc/i     # false
/abc/u == /abc/n    # false
```

===

Wird vom `case`-Statement verwendet. Wirkung dort wie `~=`

=~

Vergleicht mit einem String. Siehe auch `String#=~`

```
/bc/i =~ "ABCD"     # 1
```

~

Vergleicht mit `$_` – VERALTET; NICHT MEHR VERWENDEN!

```
# $_ = "Ein Test"
~ /Te/          # 4
```


Reguläre Ausdrücke: Die Klasse Regexp

- Reguläre Methoden:

casefold? Liefert Status der Option `IGNORECASE`

```
/abc/.casefold?     # false
/abc/i.casefold?    # true
```

kcode Liefert aktuellen Character set code

```
/abc/.kcode         # nil
/abc/n.kcode        # "none"
/abc/u.kcode        # "utf8"
```

match Liefert ein `Matchdata`-Objekt & setzt `$~` oder ergibt `nil`

```
/..(\w)/.match( "abcd" )    # ergibt 0; $1 = "c"
"abcd" =~ /..(w)/           # analoge Wirkung
```

Vorteil von match: Jede Benutzung ergibt ein neues `MatchData`-Objekt, das das Ergebnis festhält. Siehe unten (MatchData).

source Liefert den Test-String des Ausdrucks.

```
re = Regexp.new("abc", Regexp::IGNORECASE, "u")
# ...
re.source           # "abc"
```

Reguläre Ausdrücke: Die Klasse MatchData

- Anmerkungen
  - Diese Klasse kapselt die Ergebnisse eines *match*-Operators, die gewöhnlich in globalen Variablen vorgehalten werden und stellt Methoden zum einfachen Zugriff auf diese Daten bereit.
  - Durch Speicherung der *match*-Ergebnisse in separaten Objekten ist konfliktfreier Zugriff auf mehrere zurückliegende Mustervergleiche möglich, die Kollisionsgefahr bez. $1, …, $9 etc. ist gebannt.
- Konstanten, Klassenmethoden:
  - Keine
- Typische Nutzung:

```
regex = Regexp.new('\s*(\w+)\s*=\s*([-+]?\d+)')
if (md = regex.match( "  x = -5 cm" ))
  x = md[1]; y = md[2]   # md[i] wie $i, i=1..9
  units = md.post_match  # wie $'
end
```


Reguläre Ausdrücke: Die Klasse MatchData

- Reguläre Methoden:

`[]` Für Array-artigen Zugriff auf `$0; $1..$9`

```
md[0]      # $&        (ganzer Trefferbereich)
md[1]      # $1
md[2,3]    # [$2, $3, $4] (n, m: Start, Länge)
md[1..3]   # [$1, $2, $3] (n..m: Indexbereich)
```

`begin` Offset des ersten Zeichens von Gruppe `i ($i)`

`end` Offset+1 des letzten Zeichens von Gruppe `i ($i)`

```
md.begin(0) # 0 (Offset von "  x = ...")
md.begin(1) # 2 (Offset von "x")
md.begin(2) # 6 (Offset von "-5")
md.end(0)   # 8 (Offset von "5" +1; vgl. $&)
md.end(1)   # 3 (Offset von "x" +1)
```

`length, size` Analog zu Klasse `Array`

```
md.length   # 3 (für $0, $1, $2)
```

`offset` Array mit `begin-` und `end`-Werten

```
md.offset(0)# [0, 8]
md.offset(1)# [2, 3]
```

Reguläre Ausdrücke: Die Klasse MatchData

- Reguläre Methoden:

`post_match`	`$'` (String hinter dem Treffer)
`md.post_match`	`# ' cm'`
`pre_match`	`$`` (String vor dem Treffer)
`md.pre_match`	`# '' (hier leer)`
`string`	(konstanter) "match"-String
`md.string`	`# "  x = -5 cm"`
`to_a`	Wandelt in echtes Array um
`md.to_a`	`# ["  x = -5", "x", "-5"]`
`to_s`	`$&` (String der Trefferregion)
`md.to_s`	`# "  x = -5"`
`captures`	Array der Treffergruppen (neu in V 1.8)
`md.captures`	`# ["x", "-5"]`
`select`	Array der Treffergruppen mit Bedingung
`values_at`	Array der Treffergruppen mit Indexauswahl

Reguläre Ausdrücke IV

extended regular expresssions

nach POSIX 1003.2

Extensions in regulären Ausdrücken

- **Grundmuster:**

```
(?...)
```

  - Eingeleitet mit runder Klammer (und Fragezeichen ?
  - Steuerzeichen direkt hinter dem Fragezeichen!
  - Abgeschlossen mit runder Klammer)
  - Nicht mit einfacher Gruppe (...) verwechseln!
  - Gruppenwirkung besteht (z.B. für |), aber:
  - Globale Variablen $1, ..., sowie *backreferences* \1, ... werden nicht gesetzt!

- `(?# Kommentar)`
  - Ermöglicht das Einfügen von Kommentartexten in reguläre Ausdrücke. Nützlich bei komplexen Fällen!

Extensions in regulären Ausdrücken

- `(?:re)`
  - Gruppenbildung ohne Erzeugung von $1, \1 etc.

```
datum = "25.11.2005"
r1 = /(\d+)(-|\.)(\d+)(-|\.)(\d+)/
m1 = r1.match( datum )
m1.captures # ["25",".","11",".","2005"]
r2 = /(\d+)(?:-|\.)(\d+)(?:-|\.)(\d+)/
m2 = r2.match( datum )
m2.captures # ["25","11","2005"]
```

- `(?=re)`
  - Matchbedingung ohne "verbrauchende" Wirkung

```
showRE("1, 2, 3", /\d+,/)      # "<<1,>> 2, 3"
showRE("1, 2, 3", /\d+(?=,)/) # "<<1>>, 2, 3"
"1, 2, 3".scan(/\d+(?=,)/)     # ["1", "2"]
```

Extensions in regulären Ausdrücken

- **(?!re)**
  - Wie (?=re), aber wahr, wenn *re* nicht zutrifft

```
showRE("1, 2, 3", /\d+(?!,)/)     # "1, 2, <<3>>"
```

- **(?>re)**
  - Ermöglicht verschachtelte reguläre Ausdrücke. Diese können die Effizienz eines Ausdrucks erheblich steigern (Laufzeitoptimierung)! Beispiel:

```
require "benchmark"
include Benchmark
# Zeichenfolge suchen: a, beliebig, b, beliebig, a
str = "a" + ("b"*5000) # Böswilliges Gegenbsp.!
bm(8) do |test|
    test.report("Normal: "){ str =~ /a.*b.*a/ }
    test.report("Versch.:"){ str =~ /a(?>.*b).*a/ }
end
```

  - Ergebnis: Siehe online-Demo! Diskussion: Ursachen?

Extensions in regulären Ausdrücken

- **(?>re)** (Forts.)
  - Was ist bei "a.*b.*a" passiert beim Anwenden auf "abbbbb....bb"?

1. "a" wird sofort gefunden
2. ".*" ist die "gierige" Wiederholungsvariante - sie liest erst mal alles (und merkt es sich für eventuelles *backtracking)*
3. Passt "b" ? Nein --> *backtracking* um ein Zeichen
4. *backtracking* ok? Ja: Weiter mit (3), Nein: Suche erfolglos beenden.
5. Zweites ".*" anwenden (auch hier: Rest einlesen & merken)
6. Passt "a" ? Ja: Erfolg, Ende.
   Nein: --> *backtracking*
7. *backtracking* (2. Block) ok? Ja: (6) Nein: (3)

- Fazit:
  - Es gibt reguläre Ausdrücke mit Laufzeiten, die exponentiell sind in Bezug auf die Länge des untersuchten Strings! (?>re) vermeidet derartige Konstellationen durch Verhindern des *backtracking*.

Reguläre Ausdrücke und deklaratives Programmieren

- Prinzip des deklarativen Programmierens
  - Sage der Maschine, was sie lösen soll.
  - Sage ihr nicht, wie!
- Beispiele für deklarative Sprachen
  - SQL
  - XSLT
  - Und: Reguläre Ausdrücke
- Probleme in der Praxis?
  - Ressourcenverbrauch: Rechenzeit, Speicherplatz
  - Trotz aller internen „Optimierer“ entstehen manchmal Konstellationen, die doch Eingriffe in den Lösungsweg erfordern.
  - Kritisches Laufzeitverhalten mancher Kombinationen aus reg. Ausdrücken und Strings sowie der „workaround“ mit „(?> …)“ sind durchaus typisch
  - Merke: Denken ist halt doch durch nichts zu ersetzen… ☺

Extensions in regulären Ausdrücken

- `(?imx)`
- `(?-imx)`
  - Ein- bzw. Ausschalten einer der Optionen i, m, x. Bei Verwendung innerhalb einer Gruppe bleibt die Wirkung auf diese Gruppe beschränkt!
- `(?imx:re)`
- `(?-imx:re)`
  - Ein- bzw. Ausschalten einer der Optionen i, m, x nur für *re*.

```
"klein GROSS"      =~ /n.gr/          # nil
"klein GROSS"      =~ /n.gr/i         # 4
"klein GROSS"      =~ /n.(?i:g)r/i    # 4
"klein GROSS"      =~ /n.(?-i:g)r/i   # nil
"klein GROSS"      =~ /n.(?i:gr)/     # 4
```

Erweiterte Klammerausdrücke

- **Zeichenmengen** nach POSIX 1003.2
  - Benutzung: [:*name*:]
  - Zulässige Namen:

```
:alnum:, :alpha:, :blank:, :cntrl:,
:digit:, :graph:, :lower:, :print:,
:punct:, :space:, :upper:, :xdigit:
```

  - **Siehe auch:**
    `regex(3), regex(7), wctype(3)`
  - **Beispiel:**

```
ShowRE("abc12defgh", /[0-9]+/)        # "abc<<12>>defgh"
ShowRE("abc12defgh", /[\d]+/)         # "abc<<12>>defgh"
ShowRE("abc12defgh", /[[:digit:]]+/) # "abc<<12>>defgh"
ShowRE("abc12defgh", /[[:xdigit:]]+/)# "<<abc12def>>gh"
```

  - **Hinweis:** Zeichenmengen erfordern Verallgemeinerungen, wenn sie auf internationale Zeichensätze angewendet werden. Beispiel:
  - Einige XML-Standards wie XML Schema und XPath verwenden verallgemeinerte reguläre Ausdrücke im Kontext von Unicode.

Erweiterte Klammerausdrücke

Schließlich: Die folgenden POSIX-Standards sind NICHT IN RUBY VERFÜGBAR:

Zeichenfolgen wie Einzelzeichen behandeln

- Benutzung: [[.chars.]]
- Wirkung: Die in [..] eingeschlossene Zeichenfolge wird innerhalb [] wie ein Zeichen verwendet.
- **Beispiel** (wie es lauten könnte)**:**

```
ShowRE("chchcc", /[[.ch.]]*c/) # "<<chchc>>c"
```

Äquivalenzklassen bilden

- Benutzung: [[=c=]]
- Wirkung: Wenn z.B. [.ch.] definiert ist, sind [=c=] und [=h=] äquivalent. Wenn nicht, ist die Wirkung wie [.c.] bzw. [.h.].
- **Beispiel** (wie es lauten könnte)**:**

```
ShowRE("Ich mag Chemie", /[[.ch.]].*[[=c=]]/i)
# "I<<ch mag Ch>>emie"
```

In Ruby eingebaute Dinge

Scripting-Komfort
Voreingestellte globale Variablen
Vordefinierte globale Konstanten
Standardklassen
Standardmodule

Scripting-Komfort

Ruby besitzt zahlreiche **Programmoptionen**. Einige erleichtern das Schreiben einzeiliger, wirkungsvoller Kommandos:

Option -a

Wirkt wie `$F = $_.split`

Wird in Verbindung mit -n bzw. -p eingesetzt. Siehe Option -F

Option -n

Wirkt wie `while gets; ...; end` um den angegebenen Code:

```
# Wirkt wie "grep":
$ ruby -n -e "print if /root/" /etc/passwd
# Wirkt wie "cut":
$ ruby -a -n -F':' -e "puts $F[6]" /etc/passwd
```

Option -p

Wirkt wie `while gets; ...; print; end` um den Code in -e:

```
# Wirkt wie "tr":
$ echo $HOME| ruby -p -e "$_.tr!("ehlw","EHLW")
/LocaL0/WErntgEs
```

Scripting-Komfort

Zugriff auf Umgebungsvariablen:

- Sehr einfach durch ENV
  (hinter dem sich ein *Singleton* der Klasse Object verbirgt).
- ENV verhält sich weitgehend wie ein Hash, ist aber keiner!
- Bei Bedarf in Hash umwandelbar mit Methode to_hash
- Beispiele:

```
$ echo $HOME                # Shell-Ausgabe
/local0/werntges
$ ruby -e 'puts ENV["HOME"]' # Analog in Ruby
/local0/werntges            # Nun Ändern in Ruby:
$ ruby -e 'ENV["HOME"]="/var/tmp"; puts ENV["HOME"]'
/var/tmp
$ echo $HOME  # Wert im Elternprozess nicht geändert:
/local0/werntges
```

```
ENV["PATH"] += ":/my/bin"  # Bequemes Arbeiten in Ruby
```

`fork`-Demo!

Scripting-Komfort

Zugriff auf Kommandozeilen-Optionen und -Parameter:

- Sehr einfach durch Array ARGV
- Alle von Ruby selbst nicht verbrauchen Werte finden sich in ARGV.
- Beispiele:

```
$ cat argv.rb
ARGV.each {|arg| puts arg}
$ argv.rb -x -f myfile
-x
-f
myfile
```

```
$ ruby -v argv.rb -v -x
ruby 1.8.2 (2004-12-25) [i686-linux]
-v
-x
```

- ACHTUNG - anders als in "C" ist ARGV[0] nicht das aktuelle Kommando (das findet sich in $0), sondern das erste Argument!
- Hinweis: Bequeme Verarbeitung von Optionen mit **GetoptLong**

Scripting-Komfort

Automatisches Lesen von Quelldaten:

- Zeilenweises Einlesen aus einer Datei, mehreren Dateien oder `stdin` ist eine häufige Tätigkeit. Ruby bietet dafür einen Automatismus an:
- **ARGF** bietet Zugriff auf die (virtuelle) Konkatenierung aller Dateien, die per Kommandozeilen-Argument übergeben wurden.
- Sind keine angegeben, wird ARGF mit `stdin` identifiziert.
- **ARGF** (Synonym: **$<**) ist ein spezielles Objekt mit Methoden wie Klasse `File`. Auch vorhanden: **fileno, filename, lineno, pos**.
- Methode **Kernel.gets** macht davon Gebrauch. Sie können also Textdateien einlesen & verarbeiten, ohne sie explizit zu öffnen und zu schließen:

```
# Wirkt wie "wc -l":
$ ruby -e 'cw=0; while gets; cw+=1; end; puts cw' *.rb
$ cat *.rb | ruby -e 'cw=0; while gets; cw+=1; end; puts cw'
$ cat *.rb | wc -l    # Sollte denselben Wert liefern
```


Globale Variablen

... teils aus der Perl-Tradition,
teils Ruby-eigene

Globale Variablen

- Darstellung
  - Die Darstellung erfolgt nach Sachgebieten
  - Jeder Eintrag beginnt mit einer (komma-separierten Liste synonymer) Variablen, gefolgt vom
    1) Klassennamen des Objekts und
    2) (optional) in Klammern einer Default-Belegung.
  - Nächste Zeile: Erläuterungen, stichwortartig
  - Beispiel:

    ```
    $>, $defout          IO   ($stdout)
    ```

    Ziel von Kernel#print / printf
- Inhalt
  - Erläuterungen sind sehr knapp. Primäres Ziel ist zu zeigen, was existiert.

Globale Variablen

- **Exception handling**

  `$!` `Exception`
  Das letzte Ausnahmeobjekt

  `$@` `Array`
  Stack backtrace;
  vgl. Exception#backtrace

- **Separatoren**

  `$/, $-0` `String (newline)`
  Zeilentrennzeichen, wie von gets, readline verwendet.

  `$\` `String (nil)`
  Output record separator, wie von print und IO#write verw.

  `$,` `String (nil)`
  von print und Array#join zwischen Parametern verwendet

  `$;, $-F` `String (nil)`
  Trennzeichen für split

- **Input/Output**

  `$stdin` `IO` `(STDIN)`
  `$stdout` `IO` `(STDOUT)`
  `$stderr` `IO` `(STDERR)`
  Selbsterklärend

  `$.` `Fixnum`
  Nummer der zuletzt gelesenen Zeile der aktuellen Eingabedatei. Entspricht ARGF.lineno

  `$<` `Object`
  Synonym von ARGF, s. dort
  Ähnlich wie ein File-Objekt!

  `$>, $defout` `IO` `($stdout)`
  Ziel von Kernel#print / printf

  `$FILENAME` `String`
  entspricht ARGF.filename

Globale Variablen

- **Laufzeitumgebung**
  - `$0` `String`
    Name des gerade laufenden Ruby-Programms
  - `$$` `Fixnum`
    ... und seine PID
  - `$?` `Fixnum`
    Exit-Status (errno) des zuletzt beendeten Prozesses
  - `$:`, `$LOAD_PATH` `Array`
    Die Verzeichnisse, in denen load und require Dateien erwarten.
  - `$"` `Array`
    Array mit Namen der von require geladenen Dateien.
  - `$SAFE` `Fixnum`
    Sicherheitsstufe (0), 0-4
  - `__FILE__` `String`,
    `__LINE__` `String`
    Name und aktuelle Zeilennummer der Quelltextdatei.
- **Kommandozeile**
  - `$DEBUG` `Object`
    true, falls -r oder --debug
  - `$VERBOSE`, `$-v`, `$-w` `Object`
    true, falls -v, -w oder --verbose gesetzt
  - `$F` `Array`
    erhält Ergebnis von split, wenn -a und (-p oder -n) gesetzt.
  - `$-a` / `$-l` / `$-p` `Object`
    true, wenn -a / -l / -p gesetzt
  - `$-x`
    Wert der Option -x (0, a, d, F, i, K, l, p, v)
  - `$*` `Array`
    Synonym von ARGV

Globale Variablen

- **Variablen, die von $~ abhängen und auf die nicht zugewiesen werden darf**:
  - `$1`, `$2`, `$3`, `...`
    entspricht `$~[1]`, `$~[2]`, ...
  - `$&` Letzter Trefferbereich
  - `$`` String vor dem letzten Trefferbereich
  - `$'` String hinter dem letzten Trefferbereich
  - `$+` Inhalt der letzten Regex-Gruppe des letzten "match"
- **Bemerkungen**
  - Alle o.g. Var sind String-Objekte.
  - Alle Var. werden von einem erfolglosen `=~` auf `nil` gesetzt.
  - Sonderfall, änderbar:

    `$=` `Object (nil)`

    Auf `true` setzen: Entspricht /.../i
- **Lokale Variablen**
  - `$_` Die zuletzt von `gets` oder `readline` eingelesene Zeile im aktuellen *scope*.
  - `$~` Das zuletzt erzeugte `MatchData`-Objekt

Globale Konstanten

Globale Konstanten

- Elementare Konstanten
  - **TRUE** Synonym von true
  - **FALSE** Synonym von false
  - **NIL** Synonym von nil
- Spezielles
  - **DATA**
    Gestattet das Einlesen von Zeilen hinter __END__ im Quelltext, falls vorhanden.
  - **TOPLEVEL_BINDING** Binding
    (binding-Konzept ausgelassen)
  - **RUBY_PLATFORM** String
    z.B. "i686-linux"
  - **RUBY_RELEASE_DATE**
  - **RUBY_VERSION** String
    z.B. "1.8.2"
- K. für die Kommandozeile
  - **ARGF, $<** `Object`
    ARGF besitzt ähnliche Methoden wie ein File-Objekt!
    Lesen von ARGF bewirkt sequenzielles Lesen von allen Dateien, die als Kommandozeilen-Argumente angegeben wurden, Lesen von $stdin sonst.
  - **ARGV, $*** `Array`
    Array der Argumente der Kommandozeile
  - **ENV** `Object`
    Zum hash-artigen Zugriff auf Umgebungsvariablen.
  - **STDIN, STDOUT, STDERR** `IO`
    Die festen Standard-Streams als Konstanten, Default-Werte von $stdin, $stdout, $stderr.

Standardklassen

Ruby's eingebaute Klassen:
Eine Übersicht

 Die 34 Standardklassen: Übersicht 

- **Numerische Klassen**
  - Bignum, Fixnum, Integer, Float, Numeric
- **I/O-Klassen**
  - Dir, IO, File, File::Stat
- **"Basistypen"**
  - Array, Hash, String, Range
- **Boole'sche Klassen**
  - TrueClass, FalseClass
- **Reguläre Ausdrücke**
  - Regexp, MatchData
- **OO-Klassen**
  - Binding, Class, Method, Module, Object, Symbol, UnboundedMethod
- **Strukturbildung**
  - Struct, Struct::Tms
- **Code-Ausführung**
  - Binding, Continuation, Proc, Process::Status, Thread, ThreadGroup
- **Systemnahe Klassen**
  - Exception, Time

Die 14 Standardmodule: Übersicht

- **Comparable**
  - Vergleichsoperatoren
- **Enumerable**
- **Errno**
  - kapselt Fehlercodes des Betriebssystems
- **FileTest**
  - Alternative Methoden zu denen aus File::Stat
- **GC**
  - Garbage Collector
- **Kernel**
  - Zahlreiche Methoden rund um "libc"
- **Kernel**
  - Zahlreiche Methoden rund um "libc"
- **Marshal**
  - Objektpersistenz
- **Math**
- **ObjectSpace**
  - Für GC
- **Process, Process::GID, Process::Sys, Process::UID**
  - Verwaltung der OS-Prozesse
- **Signal**
  - Signalaustausch zw. Prozessen

Array

Ausgewählte Beispiele

Hinweis zu Klasse Array:

mix-ins: Enumerable (16 Methoden)

Klassen-Methoden: 2

Normale Methoden: 61

Array: Ausgewählte Beispiele

- **Einfügen & Entfernen**
  - Am Anfang, mit **shift** & **unshift**:

```
a = [1, 2, 3, 4]
a.unshift(0)                # [0, 1, 2, 3, 4]
b = a.shift                 # b==0, a==[1, 2, 3, 4]
```

  - Am Ende, mit **push** & **pop**:

```
a = [1, 2, 3, 4]
a.push( 5 )                 # [1, 2, 3, 4, 5]
a << 6                      # [1, 2, 3, 4, 5, 6]
b = a.pop                   # b==6, a==[1, 2, 3, 4, 5]
```

  - Veränderungen an beliebiger Stelle, mit Index-Zugriffen:

```
a = [1, 2, 3, 4]
a[1, 2] = ["2","3"]         # [1, "2", "3", 4]
a[1, 2] = 3                 # [1, 3, 4]
a[1, 0] = 2                 # [1, 2, 3, 4]
a.delete_at(2)              # 3; a==[1, 2, 4]
```


Array: Ausgewählte Beispiele

Stack-Beispiel

```
class Stack
  def initialize
    @store = []
  end
  def push(x)
    @store.push x
  end
  def pop
    @store.pop
  end
  def peek
    @store.last
  end
  def empty?
    @store.empty?
  end
end
```

Queue-Beispiel

```
class Queue
  def initialize
       @store = []
  end
  def enqueue(x)
       @store << x
  end
  def dequeue
       @store.shift
  end
  def peek
       @store.first
  end
  def empty?
       @store.empty?
  end
 def length
       @store.length
  end
end
```

Array: Ausgewählte Beispiele

- **Mengen-Operationen mit Arrays**
  - **Vereinigungs- und Schnittmenge bilden:**

```
a = [1, 2, 3, 4, 5];   b = [3, 4, 5, 6, 7]
c = a | b     # [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7]
d = a & b     # [3, 4, 5]
# Man beachte die Wirkung auf doppelte Einträge:
e = [1, 2, 2, 3, 4];   f = [2, 2, 3, 4, 5]
g = e & f     # [2, 3, 4]
```

  - Bem.: Operator '+' entfernt Doppelte nicht!
  - **Differenzmenge bilden:**

```
a = [1, 2, 3, 4, 5];   b = [4, 5, 6, 7]
c = a - b     # [1, 2, 3]
```


Array: Ausgewählte Beispiele

- **Mengen-Operationen mit Arrays**
  - **Element-Beziehung prüfen:**

```
x = [1, 2, 3]
puts (x.include? 2) ? "Enthalten" : Nicht enthalten"
# Prüfung, ob Array x ein Element 2 enthält
# Funktioniert, ist aber nicht die übliche Lesart.
```

  - **"Element-von" Operator ergänzen:**

```
class Object
  def in?( other )
    other.include? self
  end
end
x = [1, 2, 3]
puts (2.in? x) ? "Enthalten" : Nicht enthalten"
# Schon fast wie 2 ∈ x
```

Array: Ausgewählte Beispiele

- **Mengen-Operationen mit Arrays**
  - **Teilmengen- und Obermengen-Prüfungen:**

```
class Array
  def subset_of?( other )
    self.each {|x| return false unless other.include? x}
    true
  end
  def superset_of?( other )
    other.subset_of?( self )
  end
end
```

```
a = [1, 2, 3, 4];  b = [2, 3];  c = [2, 3, 4, 5]
c.subset_of? a       # false
b.subset_of? a       # true
c.superset_of? b     # true
```


Array: Ausgewählte Beispiele

- **Mapping**
  - Wenn jedes Element eines Arrays durch ein von ihm abgeleitetes ersetzt werden soll, spricht man auch von einer Abbildung (*map*).
  - Für tabellarische Mapping-Regeln bieten sich Hash-Tabellen an.
  - Für funktionale Mapping-Regeln gibt es die Array-Methode **collect** bzw. **map**, die ein gleich langes Array zurückliefert:

```
[16, 17, 18, 19].collect do age
   age < 18 ? "minderjährig" : "volljährig"
end
# ["minderjährig", "minderjährig", "volljährig",
   "volljährig"]
```

```
Array(1..6).map {|n| n*n}  # [1, 4, 9, 16, 25, 36]
```

Array: Ausgewählte Beispiele

- **"inject": Ein Smalltalk-"Erbe"**
  - Die seit V 1.8 in Modul Enumerator vorhandene Methode **`inject`** wirkt als Iterator mit einem meist skalaren Rückgabewert.
  - Mit **`inject`** lassen sich viele „berechnende" Schleifen ersetzen.
  - **`inject`** ist für funktionalen Programmierstil gut geeignet!

```
# Womit der kleine Gauß auffiel…
(1..100).inject {|sum, x| sum + x}  # 5050
```

```
# Betragsquadrat eines Vektors (Skalarprodukt v*v)
[3, 5, 1].inject(0) {|sum, x| sum + x*x } # 35
# gerechnet: (((0 + 3*3) + 5*5) + 1*1)
```

```
# Vorsicht - Unterschied:
[3, 5, 1].inject    {|sum, x| sum + x*x } # 29
# gerechnet:  ((3 + 5*5) + 1*1)
```

  - Ohne expliziten Initialwert für die Laufvariable wird sie mit dem ersten Wert des Arrays, Bereiches etc. initialisiert.

Array: Ausgewählte Beispiele

- **"pack": Ein leistungsfähiges Perl-"Erbe"**
  - **pack** und **unpack** gestatten das Umcodieren von Arrays und Strings ("Einpacken" von Datenstrukturen in kompakte Strings).
  - Die Möglichkeiten sind vielseitig und leistungsfähig, benötigen aber etwas Einarbeitung. Details: Siehe Referenzhandbuch.
  - Sie gehören zum Repertoire der Skriptsprachen!
  - Hier ein paar Anregungen:

```
a=%w|a b c|; n=Array(65..70); u=[?a, ?b, ?ä, ?ö, ?ü]
a.pack('A3A3A3')     # "a  b  c  "
a.pack('a3a3a3')     # "a\000\000b\000\000c\000\000"
n.pack('ccc')        # "ABC"
n.pack('c*')         # "ABCDEF"
```

```
# UTF-8 Codierung:
u.pack('U*')         # "ab\303\244\303\266\303\274"
```

```
# base-64 Codierung:
["bin string\001\002"].pack('m') # "YmluIHN0cmluZwEC\n"
```

Hash-Tabellen

Ausgewählte Beispiele

Hinweis zu Klasse Hash:

mix-ins: Enumerable (16 Methoden)

Klassen-Methoden: 2

Normale Methoden: 38

Hash: Ausgewählte Beispiele

- **Benutzung eines Defaults**
  - Zählen welches Wort wie oft erscheint, in einem Durchlauf und ohne *a priori* Wissen über mögliche Wörter:

```
h = Hash.new(0)      # Default: 0 (statt: nil)
word_list.each do |word|
   h[word] += 1      # h[word]==0 bei jedem neuen Wort!
end
```

```
puts "Worthäufigkeiten-Report"
# Sortiert nach Wörtern, alphabetisch:
h.keys.sort.each {|word| puts "#{word}\t #{h[word]}"}
# Sortiert nach Häufigkeiten, absteigend:
h.keys.sort {|a, b| h[b] <=> h[a]}.each do |word|
   puts "#{word}\t #{h[word]}"
end
```

  - An der Tafel: Wie könnte man einen Defaultwert in Klasse Hash einbauen, wenn es ihn nicht schon gäbe?

Hash: Ausgewählte Beispiele

- **Regeln für key-Objekte**
  - Jedes Objekt kann *value* eines Hashes sein:

```
h["t1"] = Tree.new( some parameters )
h["t2"] = Tree.new( some other parameters )
h["t1"].class        # "Tree"
```

  - Im Grunde kann jedes Objekt auch *key* eines Hashes sein, aber mit einer Einschränkung: Es darf seinen Wert nicht ändern!

```
a = ["a", "b"];  c = ["c", "d"]
h = {a => 100, c => 300}
h[a]          # 100
a[0] = "z"    # a wird verändert!
h[a]          # nil
```

  - **Ausweg: Methode "rehash"**

```
h.rehash      # {["c", "d"] => 300, ["z", "b"] => 100}
h[a]          # 100
```


Hash: Ausgewählte Beispiele

- **Hintergrund zur Regel für key-Objekte:** Object#hash
  - Berechnet einen Fixnum-Wert für jedes beliebige Objekt
  - **Notwendige Eigenschaft**:

```
a.eql?(b) ==> a.hash == b.hash
```

    Haben zwei Objekte den gleichen Wert, müssen ihre Hash-Werte übereinstimmen.
  - Zum Unterschied zwischen **==** und **eql?**

    Meist ist eql? synonym zu ==, aber Ausnahmen:

```
1 == 1.0          # true
1.eql? 1.0        # false
```

- Wirkung von Hash#rehash:
  - Erneuerung der internen Tabelle der Hash-Werte!

Strings

Ausgewählte Beispiele

Hinweis zu Klasse String:

mix-ins: Enumerable (16 Methoden), Comparable (6)

Klassen-Methoden: 1

Normale Methoden: 75

String: Ausgewählte Beispiele

- **Bereits vorgestellte Methoden**

```
+, <<, concat
*, %, <=>, ==, ===
=~, ~,
[], []=
each, each_line, each_byte
length, size, empty?
center, ljust, rjust
chop, chomp, strip
upcase, downcase, swapcase, capitalize
scan, sub, gsub
tr
crypt
succ
to_s, to_i, to_f,
split
```

String: Ausgewählte Beispiele

- **unpack: Das Gegenstück zu Array#pack**
  - unpack liefert grundsätzlich ein Array zurück.
  - Die darin enthaltenen Objekte gehören zu Klassen, die sich aus dem Formatstring ergeben.
  - Beispiele: Umkehrung der „pack“-Beispiele

```
a = "a  b\000 c \000"
a.unpack('A3A3A3')   # ["a","b","c"]
a.unpack('a3a3a3')   # ["a  ","b \000","c \000"]
```

```
"aa".unpack('b8B8') # ["10000110","01100001"]
"quoted=20printable".unpack('M*') # ["quoted printable"]
```

```
"ab\303\244\303\266\303\274".unpack('U*')
   # [97,98,228,246,252] (UTF8-zu-Unicode)
"YmluIHN0cmluZwEC\n".unpack('m')
   #["bin string\001\002"] (base-64 Decodierung)
```


Mehr zu Iteratoren

- Interne vs. externe Iteratoren
- das Skalarprodukt-Beispiel
- **`each_slice, each_cons`**

Mehr zu Iteratoren

- **Interne und externe Iteratoren**
  - Ruby‘s normale Iteratoren sind normale Methoden, die Code-Blöcke erhalten:

```
5.times {puts "Hello"}
10.downto(0){|i| print i==0 ? 'BOOM' : i.to_s+'...')}
`ls -l | grep Nov`.each {|line| print line}
```

  - Dies sind **interne** Iteratoren. Sie erreichen Grenzen, wenn z.B. gleichzeitig über mehrere Objekte iteriert werden soll:

```
def skalarprod( a, b )
    # Wie iterieren wir a und b gleichzeitig,
    # ohne auf Indexhilfen auszuweichen??
end
```

  - Antwort: mit **externen** Iteratoren (in Rubys Standard-Bibliothek)

Mehr zu Iteratoren

- **Externe Iteratoren: Beispiel „Skalarprodukt“**

```
require 'generator'

def skalarprod(v,w)     # Prodedurale Version
  gen = SyncEnumerator.new(v,w)
  gen.inject(0) {|sum,row| sum+row[0]*row[1]}
end
```

```
a, b = [1,2,3,4], [2,3,4,5]
p a.inspect+" * " + b.inspect + " = " +
   skalarprod(a,b).inspect
[1, 2, 3, 4] * [2, 3, 4, 5] = 40
```

Mehr zu Iteratoren

- **Mit Datenfenstern iterieren: each_slice und each_cons**

```
require 'enumerator'
```

```
# Springendes Datenfenster
(1..10).each_slice(3) {|slice| p slice}
```

```
[1, 2, 3]
[4, 5, 6]
[7, 8, 9]
[10]
```

```
# Gleitendes Datenfenster
(1..10).each_cons(3) {|cons| p cons}
```

```
[1, 2, 3]
[2, 3, 4]
[3, 4, 5]
# usw.
[7, 8, 9]
[8, 9, 10]
```


Aufruf von Methoden

Variable Argumentlisten
Übergabe von Code-Blöcken

Methoden aufrufen, allgemein

- **Der allgemeine Methodenaufruf**
  - Abstrakte Darstellung, Zusammenfassung

```
[ receiver. ] name [ parameters ] [ block]
[ receiver::] name [ parameters ] [ block]

parameters <-- ( [param, ...] [, hashlist]
                 [, *array] [, &aProc ] )

block      <-- { blockbody }
               do blockbody end
```


Methoden aufrufen, allgemein

- **Parameterübergabe *by reference***
  - Alle Parameter werden *by reference* übergeben:

```
def my_meth(a)
  a[2] = "set by my_meth"
end
x = [1, 2, 3]
x               # [1, 2, 3]
my_meth(x)      # "set by my_meth"
x               # [1, 2, "set by my_meth"]  Geändert!
```

  - Aber:

```
def my_meth2(a)
  a = a.succ
end
x = "abc"       # "abc"
my_meth2(x)     # "abd"
x               # "abc"        Nicht geändert!
my_meth2(1)     # 2
```

Diskussion der Ursachen an der Tafel

Methoden aufrufen, allgemein

- **Überschreiben von Methoden?**
  - Ein (triviales) Beispiel aus C++ :

```
// Deklarationen für die Betragsbildung:
// (man ignoriere typecast-Möglichkeiten)
double abs(int);
double abs(double);
double abs(complex);
double abs(char*);  // Zahl als String
// Drei Funktionen zu implementieren ...
```

  - **Überschreiben entfällt bei typenlosen Sprachen!**

```
def abs(x)
    return x.abs      if x.instance_of? Float
    return x.abs.to_f if x.instance_of? Integer
    return x.to_f.abs if x.instance_of? String
    # usw. Könnte man sogar dynamisch erweitern.
end
```


Methoden aufrufen, allgemein

- Vermissen Sie Typ-Überprüfungen zur Compile-Zeit? Oder Typ-Überprüfungen für Übergabeparameter?
  - Diese Sorge ist unbegründet!
- **„Duck typing“:** In Ruby wird ein Objekt i.w durch sein Verhalten definiert,
  - also durch seine Methoden,
  - NICHT durch seine Klassenzugehörigkeit.
  - *„If it walks like a duck and talks like a duck, treat it like a duck.“*
  - *„Duck typing!“* (Weiche der Typisierung aus, „duck dich!“)
- Empfehlungen
  - Verzichten Sie in der Regel auf „Typ-Überprüfungen“
  - Meist genügt eine Reaktion auf „NoMethodError“
  - Falls Prüfung erforderlich, prüfen Sie das Vorhandensein der benötigten Methode(n) statt die Klassenzugehörigkeiten!

Methoden aufrufen, allgemein

- **„Duck typing“:** Beispiel

  (siehe auch ausführlichere Online-Demo!)

```
def append_to_file( file, *lines)
  fail TypeError unless file.respond_to?(:<<)
  lines.each {|line| file << line}
end
```

```
# Echte Datei
File.open("myTestFile", "w") do |f|
   append_to_file( f, "Zeile 1\n", "Zeile 2\n" )
end
```

```
# Array
a = []
append_to_file( a, "Zeile 1\n", "Zeile 2\n" )
```

```
# String
s = ""
append_to_file( s, "Zeile 1\n", "Zeile 2\n" )
```


Methoden aufrufen, allgemein

- **Hash-"Automatik"; variable Argumentzahl annehmen**
  - Implizite Hash-Bildung am Ende einer normalen Parameterliste

```
def my_meth(a, b, c)
  a    # 1
  b    # 2
  c    # {3 => "str1", 4 => "str2", 5 => "str3"}
end
my_meth( 1, 2, 3 => "str1", 4 => "str2", 5 => "str3" )
```

  - Explizite Annahme einer variablen Anzahl Argumente in ein Array:

```
def varargs( a, *rest )
  "a=#{a} und Liste=#{rest.join('/')}"
end
varargs(1)           # "a=1 und Liste="
varargs(1,2)         # "a=1 und Liste=2"
varargs(1,2,3,4)     # "a=1 und Liste=2/3/4"
```

Methoden aufrufen, allgemein

- **Variable Anzahl Argumente & Code-Blöcke übergeben**
  - Variable Anzahl Argumente aus einem Array übergeben:

```
def my_meth( a, b, c, d, e )
  "Erhalten: #{a} #{b} #{c} #{d} #{e}"
end
my_meth(1, 2, 3, 4, 5)       # "Erhalten: 1 2 3 4 5"
my_meth(1, 2, 3, *['a','b'])# "Erhalten: 1 2 3 a b"
my_meth(*(10..14).to_a)      # "Erhalten: 10 11 12 13 14"
```

  - Code-Blöcke als Parameter, Präfix „&“

```
class RegNode
  def each(&b)
    yield self          # Übergebenen Block ausführen
    @children.each { |node| node.each(&b) }
  end
end
```


Methoden aufrufen, allgemein

- Dynamische Erkennung der Verwendung eines Blocks
  - Erinnerung an String#sub:

```
"test string".sub(/st/, "**")     # "te** string"
"test string".sub(/st/) {|s| '**'} # Blockform!
```

    Frage: Wie realisiert man das??

  - Implementierbar mit Methode Kernel#block_given?

```
def try
  if block_given?
    yield              # Block ausführen / Rückgabewert
  else
    "no block"         # Default-Rückgabewert
end
try                    # "no block"
try{'hello'}           # "hello"
try do "Hello" end     # "Hello"
```

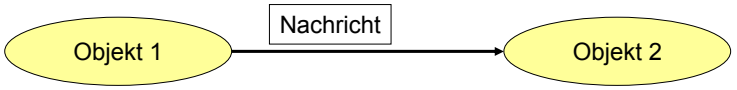
Mehr zu OO in Ruby

Das Nachrichtenaustauschprinzip
Schutz von Methoden
Entwurfsmuster (I)

Das Nachrichtenaustauschprinzip

- Das Nachrichtenaustauschprinzip:

> Objekte sind eigenständige Einheiten, deren Zusammenarbeit und Interaktionen mit Hilfe von Nachrichten bewerkstelligt wird, die sich die Objekte untereinander zusenden.
>
> B. Oesterreich, Objektorientierte Softwareentwicklung



- Übliche Umsetzung:
  - Nachricht = Methodenaufruf
- Beispiel in Ruby:

```
# Teil einer Methode "fahren" der Klasse "Autofahrer":
a = Car.new
a.start_engine # Autofahrer (self) sendet Nachricht an a
a.set_blinker("left") # weitere Nachricht, mit Param.
```

Das Nachrichtenaustauschprinzip

- Direkte Umsetzung des N.-Prinzips in Ruby:

```
# "Autofahrer"-Beispiel, einmal anders:
a = Car.new
# <self> sendet Nachricht "start_engine" an a
a.send( :start_engine ) # Per Symbol
a.send( "set_blinker", "left") # auch per Name!
```

- Auch Methoden selbst können in Ruby Objekte sein:

```
a = Car.new
start = a.method( :start_engine )
blink = a.method( "set_blinker" )
# <self> sendet Nachrichten:
start.call
blink.call( "left" )
```

  - Einzelheiten: Siehe Standardklasse "Method"

Schutz von Methoden

- **Zentrale Frage beim Thema Methodenschutz:**
  - **Wer darf welche Nachrichten an welche Objekte senden?**
- **Implementierung**
  - Methoden schützen & kapseln mit **Schlüsselwörtern**
    `private, protected, public`
  - Übernahme von Vorgehensweisen aus anderen OO-Sprachen
  - Zugriffsverletzungen entstehen ggf. nur zur Laufzeit!
- ***public***
  - Methoden sind standardmäßig "*public*", können also von jedem angewendet werden.
- ***protected***
  - "*protected*" Methoden können nur von Objekten der erzeugenden Klasse oder einer ihrer Unterklassen angewendet werden.
- ***private***
  - "*private*" Methoden können nur vom Objekt auf sich selbst angewendet werden: `self.some_private_method(…)`

Schutz von Methoden

- **Anwendung**
  - Erste Form:
    Alle Methoden unterhalb eines der Schlüsselwörter unterliegen der jeweiligen Eingruppierung:

```
class ProtectionDemo

  def pub_meth1
    # ...
  end

protected

  def prot_meth
    # ...
  end

private

  priv_meth
    # ...
  end

public

  def pub_meth2(x)
    # ...
  end
end # class ProtectionDemo
```

- Bemerkungen:
  - pub_meth1 ist "public" per Default.
  - Die anderen Methoden unterliegen der direkten Regelung ihrer Eingruppierung.

Schutz von Methoden

- **Anwendung**
  - Zweite Form:
    Den Schlüsselwörtern folgen Listen der Symbole zu den jeweiligen Methoden:

```
class ProtectionDemo
  def pub_meth1
    # ...
  end

  def pub_meth2(x)
    # ...
  end

  def prot_meth
    # ...
  end

  def priv_meth
    # ...
  end

  public  :pub_meth1,
          :pub_meth2
  protected :prot_meth
  private :priv_meth
end # class ProtectionDemo
```

- Bemerkungen:
  - Die Methode "initialize" einer jeden Klasse ist automatisch "private".

Schutz von Methoden

- Beispiel "Kontoführung":

```
class Konten          # Vorgeschichte ausgelassen.
  private
       def belastung( konto, betrag )
         konto.wert -= betrag
       end
       def gutschrift( konto, betrag )
         konto.wert += betrag
       end
# Nur Methoden veröffentlichen, die vollständige
# Buchungen darstellen (Transaktionsschutz):
  public
       def spare( betrag )
         belastung( @gehaltskonto, betrag )
         gutschrift( @sparkonto, betrag )
       end
end
```


Abstrakte Klassen in Ruby?

- Abstrakte Klassen:
  - Klassen, die gemeinsame Methoden und Attribute für ihre Unterklassen enthalten, die aber selbst keine Exemplarbildung zulassen.
  - Ruby-Beispiel: **Integer**
    Diese Klasse besitzt keine (zugängliche) "new"-Methode:

```
# Normale Klassen:
String.methods.grep /new/  # ["new"]
Array.methods.grep /new/   # ["new"]

# "Abstrakte" Klasse:
Integer.methods.grep /new/ # []

# Aber auch:
Numeric.methods.grep /new/ # ["new"]
```

Lambda-Kalkül, Procs

(mögliche spätere Ergänzung,
Funktionales Programmieren)

Entwurfsmuster (I)

(*design patterns*)

Entwurfsmuster

- Hintergrund:
  - Unabhängig von einer konkreten OO-Programmiersprache ergeben sich bestimmte Standardsituationen immer wieder.
  - Sog. Entwurfsmuster (engl.: *design patterns*) entstanden, um diese Situationen sprachunabhängig in einem allgemeinen Sinne zu lösen (*high level building blocks*, bewährte Lösungsideen).
- Es gibt
  - **Architekturmuster** (für den Grobentwurf),
  - normale **Entwurfsmuster** (für den Feinentwurf) und
  - **Idiome** (sprachspezifische Lösungsbeschreibungen).
- Standardwerk zum Thema:
  - E. Gamma, R. Helm, R. Johnson, J.Vlissides: *Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software*, Addison-Wesley, Reading, 1995.

Entwurfsmuster

- Beispiel 1: **Besucher (*visitor*)**
  - Das Besucher-Muster stellt dar, wie für eine Menge von Objekten eine Operation iterativ ausgeführt werden kann, ohne dass die beteiligten Objekte wissen müssen, wer und wie über sie mit dieser Operation iteriert.
- Realisierung in Ruby **?**
  - Geradezu idealtypisch - in Form des Standarditerators "**each**" !
- Beispiel 2: **Singleton**
  - Ein Singleton ist eine Klasse, von der es global nur ein einziges Exemplar gibt. Es wird aus normalen Klassen mittels Mechanismen gewonnen, die die Erzeugung weiterer Objekte verhindern.

Das Entwurfsmuster "*singleton*"

- **Konzept** zur Realisierung von Singleton-Klassen in Ruby:
  - Die Klassenmethode "new" wird "private" erklärt.
  - Eine neue Klassenmethode tritt an ihre Stelle, etwa "create"
  - Zustandssteuerung per Klassenattribut
- **Beispiel**: Syslog (sollte es nur einmal geben)

```
class Syslog
    private_class_method :new
    @@log_hnd = nil

    def Syslog.create
        @@log_hnd = new unless @@log_hnd
       @@log_hnd
    end
    # ...
end
```

```
log1 = Syslog.create;  log2 = Syslog.create # 2 Versuche
puts log1.id == log2.id # true (2 Ref. zum selben Objekt)
```


Das Entwurfsmuster "*singleton*"

- In Ruby eingebaute Realisierung von Singleton-Klassen:
  - Demonstriert am Beispiel Syslog:

```
require 'singleton'

class Syslog
    include Singleton
end
```

```
log1 = Syslog.instance
log2 = Syslog.instance      # 2 Versuche

puts log1.id == log2.id     # true
# 2 Referenzen zum selben Objekt!
```

- Vorteile
  - Einfacher, konsistenter, *thread-safe*

Weitere Entwurfsmuster

- Ruby unterstützt zwei weitere, etwas komplexere Entwurfsmuster:

- ***Delegate***:
  - Eine Alternative zur Mehrfachvererbung
  - Ein "*delegator*"-Objekt reicht Methoden, die es selbst nicht implementiert hat, weiter an assoziierte Objekte ("*delegates*").
  - Die "*delegates*" sind dabei keine Objekte aus einer Oberklasse des "*delegators*".

- ***Observer*** (auch: "*publish/subscribe*"):
  - Ein Mechanismus, mit dem ein Objekt eine Menge dritter Objekte über seine Zustandsänderungen informieren kann.

- Näheres dazu: Pickaxe book, 1st ed., ch. 25 (*OO design libraries*)

Weitere Entwurfsmuster

- ***Factory***:
  - Factory-Klassen generieren (an zentraler Stelle) Exemplare anderer Klassen.
  - Dadurch wird der Quellcode übersichtlicher und flexibler
  - Beispiel: Eine „Factory“ zur Erzeugung von OK-Buttons (GUI)

- **Beispiele in Ruby:**
  - **`attr_reader, attr_writer, attr_accessor`**: Generatoren ganzer Methoden, also Exemplaren der Klasse **`Method`**
  - **`Struct`**: Eine Klasse zur Generierung von Klassen, also von Exemplaren der Klasse **`Class`**

Struct

- **Struct: Eine Klasse zur Erzeugung von Klassen**
  - Situation: Sie benötigen eine einfache Klasse, die i.w. nur aus einigen Attributen und deren Getter/Setter-Methoden besteht, analog etwa zu einem „struct“ in „C“.
  - Statt diese Klasse explizit zu programmieren, lassen Sie sie von „Struct“ generieren:

```
Planet = Struct.new(:name, :masse, :radius, :umlaufzeit)
```

  - Sie kann nun wie eine gewöhnliche Klasse verwendet werden:

```
merkur = Planet.new("Merkur", 3.300e23, 2440.0 ,  87.97)
venus  = Planet.new("Venus",  4.869e24, 6054.0 , 224.70)
erde   = Planet.new("Erde",   5.972e24, 6378.0 , 365.26)
mars   = Planet.new("Mars",   6.422e23, 3397.0 , 686.98)
```


Struct

- **Struct: Zugriff auf Methoden**
  - Gewöhnliche Verwendung der Getter-Methoden:

```
innere_planeten = [merkur, venus, erde, mars]
print "Der dritte Planet heißt: "
puts innere_planeten[2].name
print "Seine Umlaufzeit [Erdtage]: "
puts innere_planeten[2].umlaufzeit
```

  - Einige eingebaute Methoden:

```
puts "Die Klasse 'Planet' besitzt folgende Getter:"
puts Planet.members.join(", ")
```

```
name, masse, radius, umlaufzeit
```

```
erde.each_pair {|n, v| puts "#{n}:\t#{v}" }
```

```
name:   Erde
masse:  5.972e+024
radius: 6378.0 # usw.
```