Lektion 2

Variablen im Speicher, primitive Datentypen, Ausgabe

Wie werden in Java
Daten im Speicher gehalten?

Für eine ganze Zahl
werden in Java 32 Bits vorgesehen,
d.h. 32 Stellen,
wobei jede Stelle unabhängig voneinander
zwei Zustände einnehmen kann: 0 oder 1.

Darstellung ganzer Zahlen in versch. Zahlensystemen

in der Mathematik

Dezimal	Binär	Hexadezimal	Oktal
0	0_2	0_{16}	0_8
1	1_2	1_{16}	1_8
2	10_2	2_{16}	2_8
3	11_2	3_{16}	3_8
4	100_2	4_{16}	4_8
5	101_2	5_{16}	5_8
6	110_2	6_{16}	6_8
7	111_2	7_{16}	7_8
8	1000_2	8_{16}	10_8
9	1001_2	9_{16}	11_8
10	1010_2	A_{16}	12_8
11	1011_2	B_{16}	13_8
12	1100_2	C_{16}	14_8
13	1101_2	D_{16}	15_8
14	1110_2	E_{16}	16_8
15	1111_2	F_{16}	17_8

in Java

Dezimal	Binär	Hexadezimal	Oktal
0	0b0	0x0	00
1	0b1	0x1	01
2	0b10	0x2	02
3	0b11	0x3	03
4	0b100	0x4	04
5	0b101	0x5	05
6	0b110	0x6	06
7	0b111	0x7	07
8	0b1000	0x8	010
9	0b1001	0x9	011
10	0b1010	0xA	012
11	0b1011	0xB	013
12	0b1100	0xC	014
13	0b1101	0xD	015
14	0b1110	0xE	016
15	0b1111	0xF	017

Zahlenumwandlungsbeispiele

$$57_{10} = 32 + 16 + 8 + 1$$
$$= 1 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0$$
$$= 111001_2$$

$$111001_2 = 0011 | 1001_2$$
$$= \quad 39_{16}$$

$$10111100_2 = 0101 | 1100_2 = 5C_{16}$$

primitive Datentypen für ganze Zahlen

Datentyp	Größe	Zahlenbereich	Zahlenbereich
byte	8 Bits	-2^7 bis $2^7 - 1$	-128 ... 127
short	16 Bits	-2^{15} bis $2^{15} - 1$	-32768 ... 32767
int	32 Bits	-2^{31} bis $2^{31} - 1$	-2147483648 ... 2147483647
long	64 Bits	-2^{63} bis $2^{63} - 1$	-9223372036854775808 ... 9223372036854775807

8 Bits entsprechen 1 Byte

char	16 Bits	0x0000 ... 0xFFFF	Zur Speicherung einzelner Buchstaben. Wird durch Zahlencodes repräsentiert

siehe auch: http://openbook.galileodesign.de/javainsel5/javainsel02_002.htm#Rxx747java020020400000A91F0321D7

Darstellung ganzer Zahlen: Zweierkomplement

- Ganze Zahlen (byte, short, int, long) werden in Java im Zweierkomplement dargestellt.
- Beim Zweierkomplement legt das erste Bit einer Zahl fest, ob die Zahl als negative Zahl interpretiert wird, d.h. bei einem byte:

Binär	Dezimal	Umrechnung
0000 0110	6	$0 \cdot 2^7 + 0 \cdot 2^6 + 0 \cdot 2^5 + 0 \cdot 2^4 + 0 \cdot 2^3 + \mathbf{1} \cdot \mathbf{2^2} + \mathbf{1} \cdot \mathbf{2^1} + 0 \cdot 2^0$ = 4 + 2 = 6
1000 0110	-122	$\mathbf{-1} \cdot \mathbf{2^7} + 0 \cdot 2^6 + 0 \cdot 2^5 + 0 \cdot 2^4 + 0 \cdot 2^3 + \mathbf{1} \cdot \mathbf{2^2} + \mathbf{1} \cdot \mathbf{2^1} + 0 \cdot 2^0$ = -128 + 6 = -122

Was passiert, wenn ich die 6 in eine -6 umwandeln will?

Darstellung ganzer Zahlen: Zweierkomplement

- Um eine positive Zahl in eine negative Zahl umzuwandeln, muss die Binärzahl invertiert werden und danach „1“ addiert.

Binär	Dezimal	Umrechnung
0000 0110	6	$0\cdot2^7+0\cdot2^6+0\cdot2^5+0\cdot2^4+0\cdot2^3+\mathbf{1\cdot2^2}+\mathbf{1\cdot2^1}+0\cdot2^0$ = 4 + 2 = **6**
1111 1001	-7	$\mathbf{-1}\cdot\mathbf{2^7}+1\cdot2^6+1\cdot2^5+1\cdot2^4+1\cdot2^3+\mathbf{0\cdot2^2}+\mathbf{0\cdot2^1}+1\cdot2^0$ = -128 + 64 + 32 + 16 + 8 + 1 = -128 + 121 = **-7**
+0000 0001	1	$0\cdot2^7+0\cdot2^6+0\cdot2^5+0\cdot2^4+0\cdot2^3+0\cdot2^2+0\cdot2^1+\mathbf{1\cdot2^0}$ = **1**
1111 1010	-6	$\mathbf{-1}\cdot\mathbf{2^7}+\mathbf{1\cdot2^6}+\mathbf{1\cdot2^5}+\mathbf{1\cdot2^4}+\mathbf{1\cdot2^3}+0\cdot2^2+\mathbf{1\cdot2^1}+0\cdot2^0$ = -128 + 64 + 32 + 16 + 8 + 2 = -128 + 122 = **-6**

Zurück zu der Summe der ersten n Quadratzahlen:

Wir können übersichtshalber das Ergebnis in einer separaten Variablen speichern:

```
public class SummeNQuadratZahlen4
{
  public static void main(String[] args)
  {
    int n = 8;
    int ergebnis = (1.0/6.0)*n*(n+1)*(2*n+1);
    System.out.println(ergebnis);
  }
}
```

Bei der Berechnung tritt eine Kommazahl auf.

Schauen wir uns die erst einmal an!

Kommazahlen

Kommazahlen

- Es gibt zwei primitive Datentypen für Kommazahlen:
  - float: Fließkommavariable einfacher Genauigkeit
  - double: Fließkommavariable doppelter Genauigkeit
- Vor- und Nachkommastellen werden durch einen Punkt getrennt:
  - `1.0`
  - `1500.23`
- Java interpretiert obige Beispiele als double-Werte.
- Wenn eine Kommazahl als **float** interpretiert werden soll, muss ihr ein „f“ angehängt werden:
  - `1.0f`

Kommazahlen – Beispiel

```
public class Application {
 public static void main(String[] args) {

  float kapital = 10000f; //Kommazahl deklarieren
  float zinssatz = 3.5f;
  float kapitalNachEinemJahr;
  kapitalNachEinemJahr = kapital * (1.0f+(zinssatz/100.0f));
  System.out.println("Verzinstes Kapital:" + kapitalNachEinemJahr);
 }
}
```

Kommazahlen - Zahlenbereiche

Datentyp	Größe	Zahlenbereich
float	32 Bits	$1{,}40239846 \cdot 10^{-45}$ ... $3{,}40282347 \cdot 10^{38}$
double	64 Bits	$4{,}9406564584124654 \cdot 10^{-324}$ ... $1{,}79769313486231570 \cdot 10^{308}$

Der Zahlenbereich ist riesig,
obwohl nur 32/64 Bits zur Verfügung stehen.

Nicht jede Zahl im Zahlenbereich kann exakt getroffen werden

Bsp: *System.out.println(2345678.88f);* gibt *2345679.0* aus

Wissenschaftliche Notation

- Wissenschaftliche Notation (wie beim Taschenrechner) wird in Java auch unterstützt:

Standardnotation	wissenschaftliche Notation
1234.5f	1.2345E3f
0.000012345	

???

```
double d = 0.000012345;
System.out.println(d);

float f = 1.2345E3f;
System.out.println(f);
```

Darstellung von Kommazahlen

- interne Darstellung für eine 32 bit float erfolgt nach der IEEE 754 Spezifikation.

Kommazahl zwischen 1 und 2

- Berechnungs**prinzip**: Vorzeichen · 2^{Exponent} · Mantisse

Datentyp	Vorzeichen (Bits)	Exponenten (Bits)	Mantisse (Bits)
float	1	8	23
double	1	11	52

Zur Vertiefung: http://www.youtube.com/watch?v=H79PNQ4Z9HE
http://openbook.galileocomputing.de/javainsel9/javainsel_12_002.htm#mj619c77e97f365a03e7bfea2ba0c64530

Typumwandlungen

Da bspw. ganze Zahlen und Kommazahlen unterschiedlich repräsentiert werden, müssen ab und an Typumwandlungen vorgenommen werden.

Explizite Typumwandlungen

Implizite Typumwandlungen

Explizite Typumwandlungen

- Eine Variable (oder der Wert eines Ausdrucks) soll explizit in einen anderen Datentyp umgewandelt werden.
- Dazu stellt man diesen Typ geklammert einer Variablen oder einem Ausdruck voran.
- Folgende hervorgehobene Anweisung wandelt einen float-Wert in einen Integer-Wert um:

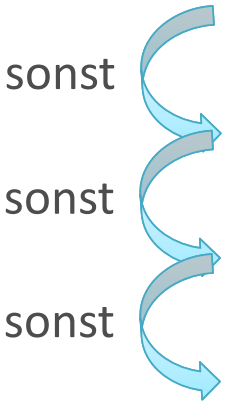
```
float f = 3.5f;
int i;
i = (int) f;
```

(<type>)
heißt auch
cast-Operator

- Obige Umwandlung hat zur Folge, dass die Nachkommastellen einfach **abgeschnitten** werden.

Implizite Typumwandlung

Werden zwei Operanden durch einen Operator verknüpft, erfolgen folgende Typumwandlungen implizit:

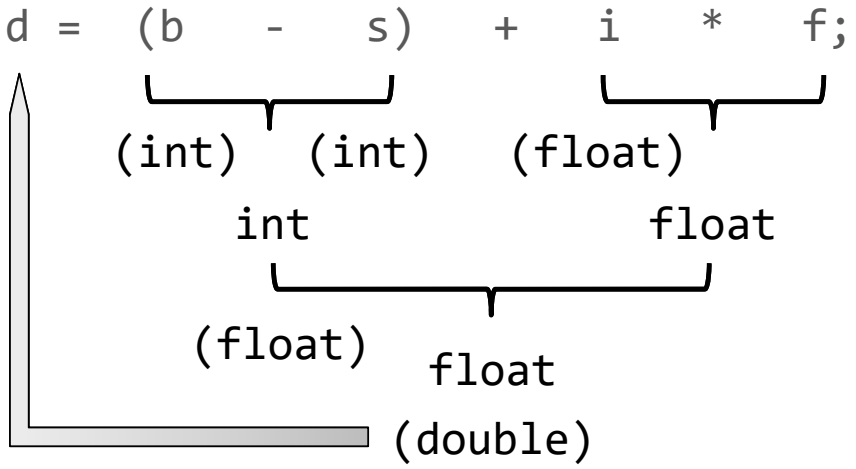


- Ein Operand ist vom Typ **double** -> der andere Operand wird ebenfalls in **double** umgewandelt.
- Ein Operand ist vom Typ **float** -> der andere Operand wird ebenfalls in **float** umgewandelt.
- Ein Operand ist vom Typ **long** -> der andere Operand wird ebenfalls in **long** umgewandelt.
- Beide Operanden werden in Typ **int** umgewandelt (d.h. byte, char und short werden ebenfalls in **int** umgewandelt)

➢ Der „kleinste“ Datentyp innerhalb eines Ausdrucks ist **int**.

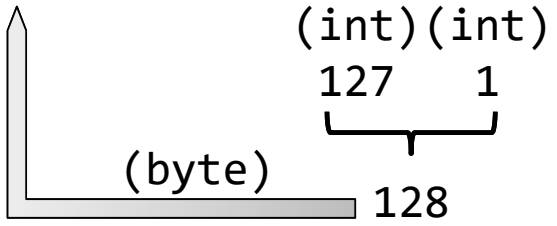
Implizite Typumwandlung - Beispiel

```
byte b = 0x2a;
short s = 32;
int i = 5;
float f = 10.25f;
double d;
```



Explizite Typumwandlung - Beispiel

```
erg = (byte) (b1 + b2);
```



Zur besseren Anschaulichkeit wird ein **int** hier mit „nur“ 16 Bits dargestellt anstelle von 32 Bits.

0000 0000 0111 1111 int (Zweierkomplement)	127	$0\cdot2^{15}+0\cdot2^{14}+0\cdot2^{13}+0\cdot2^{12}+0\cdot2^{11}+0\cdot2^{10}+0\cdot2^{9}+0\cdot2^{8}$ $+0\cdot2^{7}+1\cdot2^{6}+1\cdot2^{5}+1\cdot2^{4}+1\cdot2^{3}+1\cdot2^{2}+1\cdot2^{1}+1\cdot2^{0}$ $= 64 + 32 + 16 + 8 + 4 + 2 + 1 = 127$
0000 0000 1000 0000 int (Zweierkomplement)	128	$0\cdot2^{15}+0\cdot2^{14}+0\cdot2^{13}+0\cdot2^{12}+0\cdot2^{11}+0\cdot2^{10}+0\cdot2^{9}+0\cdot2^{8}$ $+1\cdot2^{7}+0\cdot2^{6}+0\cdot2^{5}+0\cdot2^{4}+0\cdot2^{3}+0\cdot2^{2}+0\cdot2^{1}+0\cdot2^{0}$ $= 128$
1000 0000 byte (Zweierkomplement)	erg	$-1\cdot2^{7}+0\cdot2^{6}+0\cdot2^{5}+0\cdot2^{4}+0\cdot2^{3}+0\cdot2^{2}+0\cdot2^{1}+0\cdot2^{0}$ $= -128$

Zurück zu der Summe der ersten n Quadratzahlen:

Was heißt das für die Speicherung unseres Zwischenergebnisses?

```
public class SummeNQuadratZahlen5
{
  public static void main(String[] args)
  {
    int n = 8;
    double ergebnis = (1.0/6.0)*n*(n+1)*(2*n+1);
    System.out.println(ergebnis);
  }
}
```

Bei der Berechnung tritt eine Kommazahl auf.

Das Ergebnis ist auch eine Kommazahl.

Wir speichern das Ergebnis in einer double Variablen.

Alternativ können wir das Ergebnis vor dem Zwischenspeichern casten.

```
public class SummeNQuadratZahlen6
{
  public static void main(String[] args)
  {
    int n = 8;
    int ergebnis = (int) ((1.0/6.0)*n*(n+1)*(2*n+1));
    System.out.println(ergebnis);
  }
}
```

Die Nachkommastellen sind dann weg!

Einzelzeichen

Im Speicher wurden Zahlen mit Hilfe einer Aneinanderreihung von 0ern und 1ern unterschieden.

Aber wie legt man Buchstaben und Texte ab?

Genauso!

Einzelzeichen/Buchstaben

char	16 Bits	0x0000 ... 0xFFFF	Zur Speicherung einzelner Buchstaben. Wird durch Zahlencodes repräsentiert

- Mit dem Datentyp **char** kann ein einzelner Buchstabe (engl. Character) gespeichert werden.

```
char c = 'A'; //beachten Sie die einfachen Anführungsstriche!
```

Durch den Datentypen char wird festgelegt, dass der Speicherbereich als Buchstabe interpretiert werden soll!

Aber welche Kombination aus 0ern und 1ern entspricht welchem Buchstaben?

Dies wird festgelegt durch den ASCII Code.

ASCII - American Standard Code for Information Interchange

Decimal	Hex	Char	Decimal	Hex	Char	Decimal	Hex	Char	Decimal	Hex	Char
0	0	[NULL]	32	20	[SPACE]	64	40	@	96	60	`
1	1	[START OF HEADING]	33	21	!	65	41	A	97	61	a
2	2	[START OF TEXT]	34	22	"	66	42	B	98	62	b
3	3	[END OF TEXT]	35	23	#	67	43	C	99	63	c
4	4	[END OF TRANSMISSION]	36	24	$	68	44	D	100	64	d
5	5	[ENQUIRY]	37	25	%	69	45	E	101	65	e
6	6	[ACKNOWLEDGE]	38	26	&	70	46	F	102	66	f
7	7	[BELL]	39	27	'	71	47	G	103	67	g
8	8	[BACKSPACE]	40	28	(	72	48	H	104	68	h
9	9	[HORIZONTAL TAB]	41	29	)	73	49	I	105	69	i
10	A	[LINE FEED]	42	2A	*	74	4A	J	106	6A	j
11	B	[VERTICAL TAB]	43	2B	+	75	4B	K	107	6B	k
12	C	[FORM FEED]	44	2C	,	76	4C	L	108	6C	l
13	D	[CARRIAGE RETURN]	45	2D	-	77	4D	M	109	6D	m
14	E	[SHIFT OUT]	46	2E	.	78	4E	N	110	6E	n
15	F	[SHIFT IN]	47	2F	/	79	4F	O	111	6F	o
16	10	[DATA LINK ESCAPE]	48	30	0	80	50	P	112	70	p
17	11	[DEVICE CONTROL 1]	49	31	1	81	51	Q	113	71	q
18	12	[DEVICE CONTROL 2]	50	32	2	82	52	R	114	72	r
19	13	[DEVICE CONTROL 3]	51	33	3	83	53	S	115	73	s
20	14	[DEVICE CONTROL 4]	52	34	4	84	54	T	116	74	t
21	15	[NEGATIVE ACKNOWLEDGE]	53	35	5	85	55	U	117	75	u
22	16	[SYNCHRONOUS IDLE]	54	36	6	86	56	V	118	76	v
23	17	[ENG OF TRANS. BLOCK]	55	37	7	87	57	W	119	77	w
24	18	[CANCEL]	56	38	8	88	58	X	120	78	x
25	19	[END OF MEDIUM]	57	39	9	89	59	Y	121	79	y
26	1A	[SUBSTITUTE]	58	3A	:	90	5A	Z	122	7A	z
27	1B	[ESCAPE]	59	3B	;	91	5B	[	123	7B	{
28	1C	[FILE SEPARATOR]	60	3C	<	92	5C	\	124	7C	|
29	1D	[GROUP SEPARATOR]	61	3D	=	93	5D	]	125	7D	}
30	1E	[RECORD SEPARATOR]	62	3E	>	94	5E	^	126	7E	~
31	1F	[UNIT SEPARATOR]	63	3F	?	95	5F	_	127	7F	[DEL]

Quelle: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/1/1b/ASCII-Table-wide.svg/800px-ASCII-Table-wide.svg.png

ASCII - American Standard Code for Information Interchange

Großbuchstaben

Decimal	Hex	Char	Decimal	Hex	Char	Decimal	Hex	Char	Decimal	Hex	Char
0	0	[NULL]	32	20	[SPACE]	64	40	@	96	60	`
1	1	[START OF HEADING]	33	21	!	65	41	A	97	61	a
2	2	[START OF TEXT]	34	22	"	66	42	B	98	62	b
3	3	[END OF TEXT]	35	23	#	67	43	C	99	63	c
4	4	[END OF TRANSMISSION]	36	24	$	68	44	D	100	64	d
5	5	[ENQUIRY]	37	25	%	69	45	E	101	65	e
6	6	[ACKNOWLEDGE]	38	26	&	70	46	F	102	66	f
7	7	[BELL]	39	27	'	71	47	G	103	67	g
8	8	[BACKSPACE]	40	28	(	72	48	H	104	68	h
9	9	[HORIZONTAL TAB]	41	29	)	73	49	I	105	69	i
10	A	[LINE FEED]	42	2A	*	74	4A	J	106	6A	j
11	B	[VERTICAL TAB]	43	2B	+	75	4B	K	107	6B	k
12	C	[FORM FEED]	44	2C	,	76	4C	L	108	6C	l
13	D	[CARRIAGE RETURN]	45	2D	-	77	4D	M	109	6D	m
14	E	[SHIFT OUT]	46	2E	.	78	4E	N	110	6E	n
15	F	[SHIFT IN]	47	2F	/	79	4F	O	111	6F	o
16	10	[DATA LINK ESCAPE]	48	30	0	80	50	P	112	70	p
17	11	[DEVICE CONTROL 1]	49	31	1	81	51	Q	113	71	q
18	12	[DEVICE CONTROL 2]	50	32	2	82	52	R	114	72	r
19	13	[DEVICE CONTROL 3]	51	33	3	83	53	S	115	73	s
20	14	[DEVICE CONTROL 4]	52	34	4	84	54	T	116	74	t
21	15	[NEGATIVE ACKNOWLEDGE]	53	35	5	85	55	U	117	75	u
22	16	[SYNCHRONOUS IDLE]	54	36	6	86	56	V	118	76	v
23	17	[ENG OF TRANS. BLOCK]	55	37	7	87	57	W	119	77	w
24	18	[CANCEL]	56	38	8	88	58	X	120	78	x
25	19	[END OF MEDIUM]	57	39	9	89	59	Y	121	79	y
26	1A	[SUBSTITUTE]	58	3A	:	90	5A	Z	122	7A	z
27	1B	[ESCAPE]	59	3B	;	91	5B	[	123	7B	{
28	1C	[FILE SEPARATOR]	60	3C	<	92	5C	\	124	7C	|
29	1D	[GROUP SEPARATOR]	61	3D	=	93	5D	]	125	7D	}
30	1E	[RECORD SEPARATOR]	62	3E	>	94	5E	^	126	7E	~
31	1F	[UNIT SEPARATOR]	63	3F	?	95	5F	_	127	7F	[DEL]

Quelle: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/1/1b/ASCII-Table-wide.svg/800px-ASCII-Table-wide.svg.png

ASCII - American Standard Code for Information Interchange

Kleinbuchstaben

Decimal	Hex	Char	Decimal	Hex	Char	Decimal	Hex	Char	Decimal	Hex	Char
0	0	[NULL]	32	20	[SPACE]	64	40	@	96	60	`
1	1	[START OF HEADING]	33	21	!	65	41	A	97	61	a
2	2	[START OF TEXT]	34	22	"	66	42	B	98	62	b
3	3	[END OF TEXT]	35	23	#	67	43	C	99	63	c
4	4	[END OF TRANSMISSION]	36	24	$	68	44	D	100	64	d
5	5	[ENQUIRY]	37	25	%	69	45	E	101	65	e
6	6	[ACKNOWLEDGE]	38	26	&	70	46	F	102	66	f
7	7	[BELL]	39	27	'	71	47	G	103	67	g
8	8	[BACKSPACE]	40	28	(	72	48	H	104	68	h
9	9	[HORIZONTAL TAB]	41	29	)	73	49	I	105	69	i
10	A	[LINE FEED]	42	2A	*	74	4A	J	106	6A	j
11	B	[VERTICAL TAB]	43	2B	+	75	4B	K	107	6B	k
12	C	[FORM FEED]	44	2C	,	76	4C	L	108	6C	l
13	D	[CARRIAGE RETURN]	45	2D	-	77	4D	M	109	6D	m
14	E	[SHIFT OUT]	46	2E	.	78	4E	N	110	6E	n
15	F	[SHIFT IN]	47	2F	/	79	4F	O	111	6F	o
16	10	[DATA LINK ESCAPE]	48	30	0	80	50	P	112	70	p
17	11	[DEVICE CONTROL 1]	49	31	1	81	51	Q	113	71	q
18	12	[DEVICE CONTROL 2]	50	32	2	82	52	R	114	72	r
19	13	[DEVICE CONTROL 3]	51	33	3	83	53	S	115	73	s
20	14	[DEVICE CONTROL 4]	52	34	4	84	54	T	116	74	t
21	15	[NEGATIVE ACKNOWLEDGE]	53	35	5	85	55	U	117	75	u
22	16	[SYNCHRONOUS IDLE]	54	36	6	86	56	V	118	76	v
23	17	[ENG OF TRANS. BLOCK]	55	37	7	87	57	W	119	77	w
24	18	[CANCEL]	56	38	8	88	58	X	120	78	x
25	19	[END OF MEDIUM]	57	39	9	89	59	Y	121	79	y
26	1A	[SUBSTITUTE]	58	3A	:	90	5A	Z	122	7A	z
27	1B	[ESCAPE]	59	3B	;	91	5B	[	123	7B	{
28	1C	[FILE SEPARATOR]	60	3C	<	92	5C	\	124	7C	|
29	1D	[GROUP SEPARATOR]	61	3D	=	93	5D	]	125	7D	}
30	1E	[RECORD SEPARATOR]	62	3E	>	94	5E	^	126	7E	~
31	1F	[UNIT SEPARATOR]	63	3F	?	95	5F	_	127	7F	[DEL]

Quelle: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/1/1b/ASCII-Table-wide.svg/800px-ASCII-Table-wide.svg.png

ASCII - American Standard Code for Information Interchange

Decimal	Hex	Char	Decimal	Hex	Char	Decimal	Hex	Char	Decimal	Hex	Char
0	0	[NULL]	32	20	[SPACE]	64	40	@	96	60	`
1	1	[START OF HEADING]	33	21	!	65	41	A	97	61	a
2	2	[START OF TEXT]	34	22	"	66	42	B	98	62	b
3	3	[END OF TEXT]	35	23	#	67	43	C	99	63	c
4	4	[END OF TRANSMISSION]	36	24	$	68	44	D	100	64	d
5	5	[ENQUIRY]	37	25	%	69	45	E	101	65	e
6	6	[ACKNOWLEDGE]	38	26	&	70	46	F	102	66	f
7	7	[BELL]	39	27	'	71	47	G	103	67	g
8	8	[BACKSPACE]	40	28	(	72	48	H	104	68	h
9	9	[HORIZONTAL TAB]	41	29	)	73	49	I	105	69	i
10	A	[LINE FEED]	42	2A	*	74	4A	J	106	6A	j
11	B	[VERTICAL TAB]	43	2B	+	75	4B	K	107	6B	k
12	C	[FORM FEED]	44	2C	,	76	4C	L	108	6C	l
13	D	[CARRIAGE RETURN]	45	2D	-	77	4D	M	109	6D	m
14	E	[SHIFT OUT]	46	2E	.	78	4E	N	110	6E	n
15	F	[SHIFT IN]	47	2F	/	79	4F	O	111	6F	o
16	10	[DATA LINK ESCAPE]	48	30	0	80	50	P	112	70	p
17	11	[DEVICE CONTROL 1]	49	31	1	81	51	Q	113	71	q
18	12	[DEVICE CONTROL 2]	50	32	2	82	52	R	114	72	r
19	13	[DEVICE CONTROL 3]	51	33	3	83	53	S	115	73	s
20	14	[DEVICE CONTROL 4]	52	34	4	84	54	T	116	74	t
21	15	[NEGATIVE ACKNOWLEDGE]	53	35	5	85	55	U	117	75	u
22	16	[SYNCHRONOUS IDLE]	54	36	6	86	56	V	118	76	v
23	17	[ENG OF TRANS. BLOCK]	55	37	7	87	57	W	119	77	w
24	18	[CANCEL]	56	38	8	88	58	X	120	78	x
25	19	[END OF MEDIUM]	57	39	9	89	59	Y	121	79	y
26	1A	[SUBSTITUTE]	58	3A	:	90	5A	Z	122	7A	z
27	1B	[ESCAPE]	59	3B	;	91	5B	[	123	7B	{
28	1C	[FILE SEPARATOR]	60	3C	<	92	5C	\	124	7C	|
29	1D	[GROUP SEPARATOR]	61	3D	=	93	5D	]	125	7D	}
30	1E	[RECORD SEPARATOR]	62	3E	>	94	5E	^	126	7E	~
31	1F	[UNIT SEPARATOR]	63	3F	?	95	5F	_	127	7F	[DEL]

Quelle: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/1/1b/ASCII-Table-wide.svg/800px-ASCII-Table-wide.svg.png

Einzelzeichen/Buchstaben – ctd.

- Java verwendet Unicode. Jedes Zeichen wird durch 2 Bytes (=16 Bits) repräsentiert.
- Die ersten 128 Zeichen des Unicodes entsprechen den ersten 128 Zeichen des ASCII Codes.
- Es gibt folgende Möglichkeiten einen Buchstaben darzustellen:

```
char c = 'A'; //beachten Sie die einfachen Anführungsstriche!

char c = 65;

/*durch \uXXXX wird ein Unicode-Zeichen definiert, wobei X jeweils eine
Hexadezimalziffer darstellt*/
char c = '\u0041';
```

Es gibt einige Zeichen, die schwierig auszugeben sind, bspw. Zeilenumbrüche.

```
System.out.println("Hallo
                    Welt!");
```

```
System.out.println("Hallo
Welt!");
```

Wie unterscheidet der Compiler, was ausgegeben werden soll und was zur Anordnung des Codes dient?

Wie schreibe ich im Quellcode, dass ich

- einen Zeilenumbruch ausgeben möchte
- ein Zeichen zurückgehen möchte (Backspace)
- einen ' ausgeben möchte
- einen " ausgeben möchte
- einen \ ausgeben möchte?

Dafür werden sogenannte **Escape-Sequenzen** verwendet.

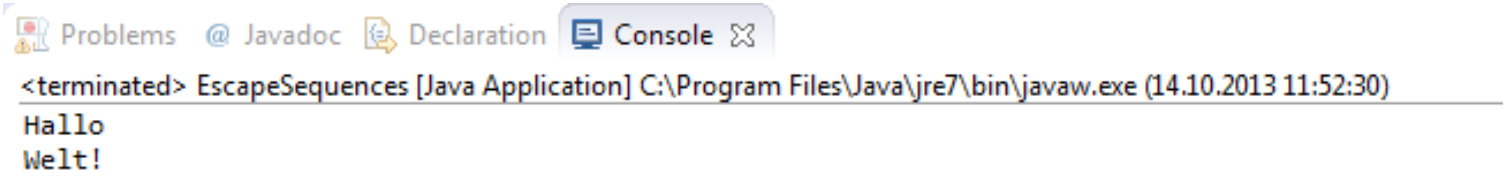
Escape-Sequenzen

- Eine Escape-Sequenz wird durch einen Backslash (\) eingeleitet.

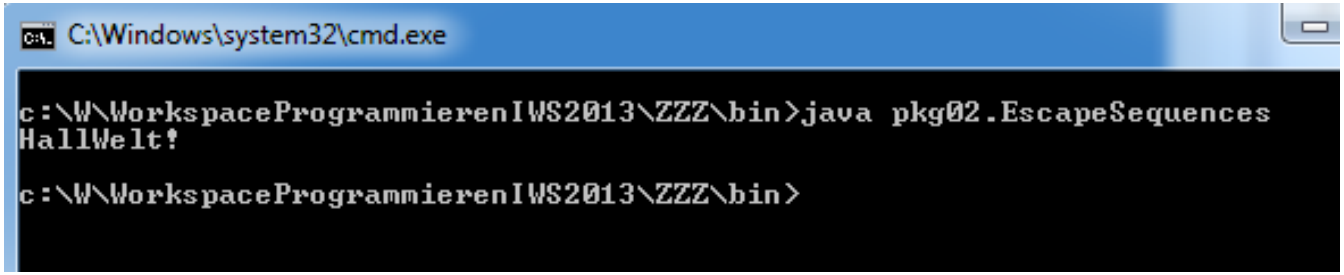
Zeichen	Java-Kürzel	Bedeutung
Line Feed/New Line	\n	gibt einen Zeilenumbruch aus
Backspace	\b	geht mit dem Cursor einen Schritt zurück (sieht man nur in einem echten Konsolen/Terminal-Fenster).
einfacher Anführungsstrich	\'	gibt einen einfachen Anführungsstrich aus
doppelte Anführungsstriche	\"	gibt doppelte Anführungsstriche aus
Backslash	\\	gibt einen Backslash aus

Escape-Sequenzen – Beispiele

```
System.out.println("Hallo\nWelt!");
```




```
System.out.println("Hallo\bWelt!");
```



Whitespaces

- **Whitespaces** bezeichnen Zeichen, die einen vertikalen oder horizontalen Abstand repräsentieren.
- Darunter fallen in unserem Sprachraum (ISO-LATIN-1) bspw.:

Zeichenbezeichnung	Java-Kürzel
Leerzeichen (Space)	`'\u0020', ' '`
horizontaler Tabulator	`'\u0009', '\t'`
Zeilenumbruch (New Line/Line Feed)	`'\u000A', '\n'`
Wagenrücklauf (Carriage Return)	`'\u000D', '\r'`
Non-breaking spaces	`'\u00A0', '\u2007', '\u202F'`
Form Feed	`'\u000C'`
File Separator	`'\u001C'`
Group Separator	`'\u001D'`
Record Separator	`'\u001E'`
Unit Separator	`'\u001F'`

Whitespaces im ASCII-Code

Decimal	Hex	Char	Decimal	Hex	Char	Decimal	Hex	Char	Decimal	Hex	Char
0	0	[NULL]	32	20	[SPACE]	64	40	@	96	60	`
1	1	[START OF HEADING]	33	21	!	65	41	A	97	61	a
2	2	[START OF TEXT]	34	22	"	66	42	B	98	62	b
3	3	[END OF TEXT]	35	23	#	67	43	C	99	63	c
4	4	[END OF TRANSMISSION]	36	24	$	68	44	D	100	64	d
5	5	[ENQUIRY]	37	25	%	69	45	E	101	65	e
6	6	[ACKNOWLEDGE]	38	26	&	70	46	F	102	66	f
7	7	[BELL]	39	27	'	71	47	G	103	67	g
8	8	[BACKSPACE]	40	28	(	72	48	H	104	68	h
9	9	[HORIZONTAL TAB]	41	29	)	73	49	I	105	69	i
10	A	[LINE FEED]	42	2A	*	74	4A	J	106	6A	j
11	B	[VERTICAL TAB]	43	2B	+	75	4B	K	107	6B	k
12	C	[FORM FEED]	44	2C	,	76	4C	L	108	6C	l
13	D	[CARRIAGE RETURN]	45	2D	-	77	4D	M	109	6D	m
14	E	[SHIFT OUT]	46	2E	.	78	4E	N	110	6E	n
15	F	[SHIFT IN]	47	2F	/	79	4F	O	111	6F	o
16	10	[DATA LINK ESCAPE]	48	30	0	80	50	P	112	70	p
17	11	[DEVICE CONTROL 1]	49	31	1	81	51	Q	113	71	q
18	12	[DEVICE CONTROL 2]	50	32	2	82	52	R	114	72	r
19	13	[DEVICE CONTROL 3]	51	33	3	83	53	S	115	73	s
20	14	[DEVICE CONTROL 4]	52	34	4	84	54	T	116	74	t
21	15	[NEGATIVE ACKNOWLEDGE]	53	35	5	85	55	U	117	75	u
22	16	[SYNCHRONOUS IDLE]	54	36	6	86	56	V	118	76	v
23	17	[ENG OF TRANS. BLOCK]	55	37	7	87	57	W	119	77	w
24	18	[CANCEL]	56	38	8	88	58	X	120	78	x
25	19	[END OF MEDIUM]	57	39	9	89	59	Y	121	79	y
26	1A	[SUBSTITUTE]	58	3A	:	90	5A	Z	122	7A	z
27	1B	[ESCAPE]	59	3B	;	91	5B	[	123	7B	{
28	1C	[FILE SEPARATOR]	60	3C	<	92	5C	\	124	7C	|
29	1D	[GROUP SEPARATOR]	61	3D	=	93	5D	]	125	7D	}
30	1E	[RECORD SEPARATOR]	62	3E	>	94	5E	^	126	7E	~
31	1F	[UNIT SEPARATOR]	63	3F	?	95	5F	_	127	7F	[DEL]

Strings

Mit einzelnen Zeichen zu hantieren ist umständlich.

Geht das nicht einfacher?

Ja! Mit Zeichenketten (Strings).

Strings - Zeichenketten

- Ein String (Zeichenkette) kann man als Aneinanderreihung von Einzelzeichen interpretieren.
- Ein String ist kein primitiver Datentyp, sondern hat eigene Methoden (dazu später mehr).

```
/*Deklariert eine Variable vom Typ String
  und weist ihr den Wert Hallo Welt zu*/
String str = "Hallo Welt"; //Beachten Sie die doppelten Anführungsstriche
System.out.println(str); //gibt den String aus
```

Konkatenationsoperator +

- Der + Operator ist in Java **überladen**.
  - + wird für die Addition von Zahlen benutzt.
  - + wird auch für das Aneinanderhängen (die Konkatenation) von Strings (Zeichenketten) verwendet.

- Beispiel für Stringkonkatenation:
  "Hal" + "lo" wird ausgewertet zu "Hallo"

Konkatenationsoperator + - Beispiel

```
int x = 5;
int ergebnis = x*x;
System.out.println("Das Ergebnis lautet: " + ergebnis);
```

Implizite Typumwandlung - Ergänzung

Werden zwei Operanden durch einen + Operator verknüpft, erfolgen folgende Typumwandlungen implizit:

sonst

- Einer der Operanden ist ein String -> der andere Operand wird auch in einen String umgewandelt.
- gelten die bisherigen Regeln für implizite Typumwandlung

Beispiel: Strings und Konkatenation

```
String s = "Hallo";
String t = "Welt!";

/*Konkateniere die beiden String s und t und gebe den konkatenierten String
aus*/
System.out.println(s+t);

System.out.println(s + " " + t);
```

Beispiel: Strings und Konkatenation

```
String s = "Hallo";
String t = "Welt!";

/*Konkateniere die beiden String s und t und gebe den konkatenierten String
aus*/
System.out.println(s+t);

System.out.println(s + " " + t);
```

= String-Literale

Leerer String

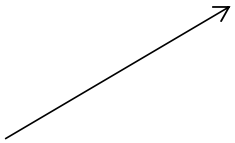
- "" ist ein leerer String (ähnlich der 0 bei einer ganzen Zahl)

- An den leeren String können Inhalte angehängt werden:

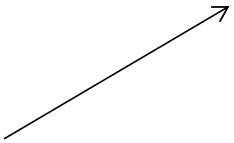
```
String s;
s = "" + 2015;
```

Mischung Arithmetische Operatoren und Konkatenationsoperator

```
System.out.println(x + " - " + y + " = " + (x-y));
System.out.println(x + " * " + y + " = " + (x*y));
System.out.println(x + " / " + y + " = " + (x/y));
System.out.println(x + " % " + y + " = " + (x%y));
System.out.println(x + " + " + y + " = " + (x+y));
```



+ als Operator zur Stringkonkatenation



+ als Rechenoperator

```
Ausgabe für
x=14 und y=4:

14 - 4 = 10
14 * 4 = 56
14 / 4 = 3
14 % 4 = 2
14 + 4 = 18
```

Ausgabe auf Standardoutput

- System.out.println(<argument>): gibt das übergebene Argument aus, gefolgt von einem Zeilenumbruch
- System.out.print(<argument>): gibt das übergebene Argument aus
- System.out.printf(<arguments>): für eine formatierte Ausgabe, z. B. um eine bestimmte Anzahl Nachkommastellen auszugeben.

Konstanten

(symbolische) Konstanten

- Wenn eine Variable im Programmablauf nicht mehr geändert werden soll, kann man diese durch Voranstellung des Schlüsselworts **`final`** als Konstante deklarieren.

```
final float PI = 3.1415f;
```

- Konstanten werden per Konvention komplett in **Großbuchstaben** geschrieben.
- Bei Schreibzugriffen auf eine Konstante wirft bereits der Compiler eine Fehlermeldung.

```
3  public class Konstante
4  {
5    public static void main(String[] args)
6    {
7      final float PI = 3.1415f;
8      PI = 5;
9    }
10 }
11
```

```
3  public class Konstante
4  {
5    public static void main(String[] args)
6    {
7      final float PI = 3.1415f;
8
9    }
10 }
11
```

The final local variable PI cannot be assigned. It must be blank and not using a compound assignment

Was passiert bei folgendem Code?

```
byte b1 = 127;
byte b2 = 1;
byte erg;

erg = b1 + b2;
```

Was passiert bei folgendem Code?

```
byte b1 = 127;
byte b2 = 1;
byte erg;

erg = (byte) (b1 + b2);
System.out.println(erg);
```

Auswertung von Ausdrücken

Operator(en)	Priorität
[ ] . (*<parameters>*) expr++ expr--	1 (höchste)
++expr --expr +expr -expr ~ ! (*<type>*) new	2
* / %	3
+ -	4
<< >> >>>	5
< <= > >= instanceof	6
== !=	7
&	8
^	9
|	10
&&	11
||	12
? :	13
= += -= *= /= %= <<= >>= >>>= &= ^= |=	14 (niedrigste)

Was ergibt folgender Ausdruck?

```
(int) 5.5f + 4.4f
```

Was passiert bei folgendem Code?

```
System.out.println(25 + 14 + "1990");
```