2 Standardtypen in C

- Eine Reihe häufig benötigter Datentypen ist in C vordefiniert

`char`	Zeichen (im ASCII-Code dargestellt, 8 Bit)
`int`	ganze Zahl (16 oder 32 Bit)
`float`	Gleitkommazahl (32 Bit) etwa auf 6 Stellen genau
`double`	doppelt genaue Gleitkommazahl (64 Bit) etwa auf 12 Stellen genau
`void`	ohne Wert

2 Standardtypen in C (2)

- Die Bedeutung der Basistypen kann durch vorangestellte ***Typ-Modifier*** verändert werden

`short`, `long`
legt für den Datentyp **`int`** die Darstellungsbreite (i. a. 16 oder 32 Bit) fest.
Das Schlüsselwort **`int`** kann auch weggelassen werden

`long double`
`double`-Wert mit erweiterter Genauigkeit (je nach Implementierung) – mindestens so genau wie **`double`**

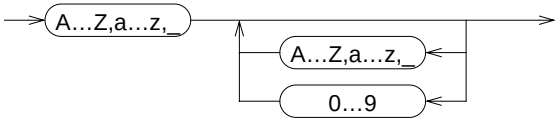
`signed`, `unsigned`
legt für die Datentypen **`char`**, **`short`**, **`long`** und **`int`** fest, ob das erste Bit als Vorzeichenbit interpretiert wird oder nicht

`const`
legt fest, dass der Inhalt einer Variable des Datentyps nicht verändert werden darf

3 Variablen

- Variablen haben:
  - **Namen** (Bezeichner)
  - Typ
  - zugeordneten Speicherbereich für einen Wert des Typs
    Inhalt des Speichers (= **aktueller Wert** der Variablen) ist veränderbar!
  - **Lebensdauer**
    wann wird der Speicherplatz angelegt und wann freigegeben

- Bezeichner

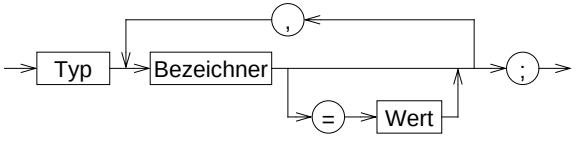


(Buchstabe oder _ ,
evtl. gefolgt von beliebig vielen Buchstaben, Ziffern oder _)

3 Variablen (2)

- Typ und Bezeichner werden durch eine **Variablen-Deklaration** festgelegt (= dem Compiler bekannt gemacht)
  - reine Deklarationen werden erst in einem späteren Kapitel benötigt
  - vorerst beschränken wir uns auf Deklarationen in **Variablen-Definitionen**

- eine **Variablen-Definition** deklariert eine Variable und reserviert den benötigten Speicherbereich



3 Variablen (3)

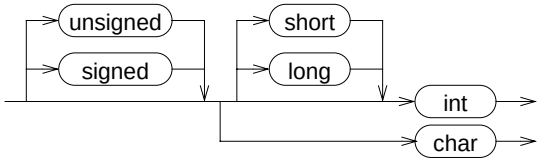
- Variablen-Definition: Beispiele

```
int a1;
float a, b, c, dis;
int anzahl_zeilen = 5;
const char Trennzeichen = ':';
```

  - Position im Programm:
    - nach jeder "`{`"
    - außerhalb von Funktionen
    - neuere C-Standards und der GNU-C-Compiler erlauben Definitionen an beliebiger Stelle im Programmcode: Variable ab der Stelle gültig
- Wert kann bei der Definition initialisiert werden
- Wert ist durch Wertzuweisung und spezielle Operatoren veränderbar
- Lebensdauer ergibt sich aus der Programmstruktur

4 Ganze Zahlen

- Definition

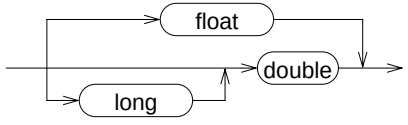


- Speicherbedarf: (`char`) ≤ (`short int`) ≤ (`int`) ≤ (`long int`)
- Speicherbedarf(`int`): meist 16 oder 32 Bit
- Literale (Beispiele):

```
42, -117
035          (oktal = 29_10)
0x10         (hexadezimal = 16_10)
0x1d         (hexadezimal = 29_10)
```


5 Fließkommazahlen

- Definition



- Speicherbedarf(`float`) ≤ Speicherbedarf(`double`) ≤ Speicherbedarf(`long double`)
- Speicherbedarf(`float`): 32 Bit
- Literale (Beispiele):
  - normale Dezimalpunkt-Schreibweise
    `3.14`, `-2.718`, `368.345`, `0.003`
    `1.0` aber nicht einfach `1` (wäre ein `int`-Literal!)
  - 10er-Potenz Schreibweise ($368.345 = 3.68345 \cdot 10^2$, $0.003 = 3.0 \cdot 10^{-3}$)
    `3.68345e2`, `3.0e-3`

6 Zeichen

- Bezeichnung: `char`
- Speicherbedarf: 1 Byte
- Repräsentation: ASCII-Code
  zählt damit zu den ganzen Zahlen
- Werte: Zeichen durch `' '` geklammert
  - Beispiele: `'a'`, `'X'`
  - Sonderzeichen werden durch **Escape-Sequenzen** beschrieben

Tabulator:	`'\t'`	Backslash:	`'\\'`
Zeilentrenner:	`'\n'`	Backspace:	`'\b'`
Apostroph:	`'\''`		

6 Zeichen (2)

American Standard Code for Information Interchange (ASCII)

NUL 00	SOH 01	STX 02	ETX 03	EOT 04	ENQ 05	ACK 06	BEL 07
BS 08	HT 09	NL 0A	VT 0B	NP 0C	CR 0D	SO 0E	SI 0F
DLE 10	DC1 11	DC2 12	DC3 13	DC4 14	NAK 15	SYN 16	ETB 17
CAN 18	EM 19	SUB 1A	ESC 1B	FS 1C	GS 1D	RS 1E	US 1F
SP 20	! 21	" 22	# 23	$ 24	% 25	& 26	' 27
(28	) 29	* 2A	+ 2B	, 2C	- 2D	. 2E	/ 2F
0 30	1 31	2 32	3 33	4 34	5 35	6 36	7 37
8 38	9 39	: 3A	; 3B	< 3C	= 3D	> 3E	? 3F
@ 40	A 41	B 42	C 43	D 44	E 45	F 46	G 47
H 48	I 49	J 4A	K 3B	L 3C	M 3D	N 3E	O 3F
P 50	Q 51	R 52	S 53	T 54	U 55	V 56	W 57
X 58	Y 59	Z 5A	[5B	\ 5C	] 5D	^ 5E	_ 5F
` 60	a 61	b 62	c 63	d 64	e 65	f 66	g 67
h 68	i 69	j 6A	k 6B	l 6C	m 6D	n 6E	o 6F
p 70	q 71	r 72	s 73	t 74	u 75	v 76	w 77
x 78	y 79	z 7A	{ 7B	| 7C	} 7D	~ 7E	DEL 7F

7 Zeichenketten (Strings)

- Bezeichnung: **`char *`**
- Speicherbedarf: (Länge + 1) Bytes
- Repräsentation: Folge von Einzelzeichen, letztes Zeichen: 0-Byte (ASCII-Wert 0)
- Werte: alle endlichen Folgen von **`char`**-Werten
- Darstellung: Zeichenkette durch **`" "`** geklammert
  - Beispiel: **`"Dies ist eine Zeichenkette"`**
  - Sonderzeichen wie bei char, **`"`** wird durch **`\"`** dargestellt
- Beispiel für eine Definition einer Zeichenkette:

```
const char *Mitteilung = "Dies ist eine Mitteilung\n";
```


D.4 Ausdrücke

- Ausdruck = gültige Kombination von **Operatoren**, **Werten** und **Variablen**
- Reihenfolge der Auswertung
  - Die Vorrangregeln für Operatoren legen die Reihenfolge fest, in der Ausdrücke abgearbeitet werden
  - Geben die Vorrangregeln keine eindeutige Aussage, ist die Reihenfolge undefiniert
  - Mit Klammern **`( )`** können die Vorrangregeln überstimmt werden
  - Es bleibt dem Compiler freigestellt, Teilausdrücke in möglichst effizienter Folge auszuwerten

D.5 Operatoren

1 Zuweisungsoperator =

➥ Zuweisung eines Werts an eine Variable

- Beispiel:

```
int a;
a = 20;
```

2 Arithmetische Operatoren

- für alle **`int`** und **`float`** Werte erlaubt

`+`	Addition
`–`	Subtraktion
`*`	Mulitiplikation
`/`	Division
`%`	Rest bei Division, (modulo)
unäres `–`	negatives Vorzeichen (z. B. **`-3`**)
unäres `+`	positives Vorzeichen (z. B. **`+3`**)

- Beispiel:

```
a = -5 + 7 * 20 - 8;
```


3 spezielle Zuweisungsoperatoren

- Verkürzte Schreibweise für Operationen auf einer Variablen

  a *op*= b ≡ a = a *op* b
  mit ***op*** ∈ **{ +, –, *, /, %, <<, >>, &, ^, | }**

- Beispiele:

```
int a = -8;

a += 24;              /* -> a: 16 */
a /= 2;               /* -> a: 8 */
```


4 Vergleichsoperatoren

`<`	kleiner
`<=`	kleiner gleich
`>`	größer
`>=`	größer gleich
`==`	gleich
`!=`	ungleich

- **Beachte!** Ergebnistyp **`int`**: wahr (true) = 1, falsch (false) = 0

- Beispiele:

```
a > 3
a <= 5
a == 0
if ( a >= 3 ) { …
```


5 Logische Operatoren

- Verknüpfung von Wahrheitswerten (wahr / falsch)

"nicht"

`!`	
f	w
w	f

"und"

`&&`	f	w
f	f	f
w	f	w

"oder"

`||`	f	w
f	f	w
w	w	w

- Wahrheitswerte (Boole'sche Werte) werden in C generell durch int-Werte dargestellt:
  - Operanden in einem Ausdruck: Operand = 0: falsch; Operand ≠ 0: wahr
  - Ergebnis eines Ausdrucks: falsch: 0; wahr: 1

5 Logische Operatoren (2)

- Beispiel:

```
a = 5; b = 3; c = 7;
a > b && a > c
  1   und   0
      0
```

- Die Bewertung solcher Ausdrücke wird abgebrochen, sobald das Ergebnis feststeht!

```
(a > c) && ((d=a) > b)
    0          wird nicht ausgewertet
    ↓
Gesamtergebnis=falsch  → (d=a) wird nicht ausgeführt
```


6 Bitweise logische Operatoren

- Operation auf jedem Bit einzeln (Bit 1 = wahr, Bit 0 = falsch)

"nicht"	`~`
"und"	`&`
"oder"	`|`

Antivalenz "exklusives oder"

^	f	w
f	f	w
w	w	f

- Beispiele:

x	1	0	0	1	1	1	0	0
~x	0	1	1	0	0	0	1	1
7	0	0	0	0	0	1	1	1
x | 7	1	0	0	1	1	1	1	1
x & 7	0	0	0	0	0	1	0	0
x ^ 7	1	0	0	1	1	0	1	1

7 Logische Shiftoperatoren

- Bits werden im Wort verschoben

`<<`	Links-Shift
`>>`	Rechts-Shift

- Beispiel:

x	1	0	0	1	1	1	0	0
x << 2	0	1	1	1	0	0	0	0

7 Inkrement / Dekrement Operatoren

`++`	inkrement
`--`	dekrement

- **linksseitiger Operator:** `++x` bzw. `--x`
  - ➤ es wird der Inhalt von `x` inkrementiert bzw. dekrementiert
  - ➤ das Resultat wird als Ergebnis geliefert
- **rechtsseitiger Operator:** `x++` bzw. `x--`
  - ➤ es wird der Inhalt von `x` als Ergebnis geliefert
  - ➤ anschließend wird `x` inkrementiert bzw. dekrementiert.
- Beispiele:

```
a = 10;
b = a++;        /* -> b: 10 und a: 11 */
c = ++a;        /* -> c: 12 und a: 12 */
```

8 Bedingte Bewertung

A ? B : C

- der Operator dient zur Formulierung von Bedingungen in Ausdrücken
- zuerst wird Ausdruck **A** bewertet
- ist **A ungleich 0**, so hat der gesamte Ausdruck als Wert den Wert des Ausdrucks **B**,
- sonst den Wert des Ausdrucks **C**
- Beispiel:

```
c = a>b ? a : b;              /* z = max(a,b) */
besser:
c = (a>b) ? a : b;
```

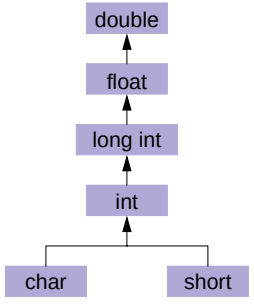

9 Komma-Operator

,

- der Komma-Operator erlaubt die Aneinanderreihung mehrerer Ausdrücke
- ein so gebildeter Ausdruck hat als Wert den Wert des letzten Teil-Ausdrucks

10 Typumwandlung in Ausdrücken

- Enthält ein Ausdruck Operanden unterschiedlichen Typs, erfolgt eine automatische Umwandlung in den Typ des in der **Hierarchie der Typen** am höchsten stehenden Operanden. (*Arithmetische Umwandlungen)*



Hierarchie der Typen (Auszug)

11 Vorrangregeln bei Operatoren

Operatorklasse	Operatoren	Assoziativität
unär	**! ~ ++ -- + –**	von rechts nach links
multiplikativ	*** / %**	von links nach rechts
additiv	**+ -**	von links nach rechts
shift	**<< >>**	von links nach rechts
relational	**< <= > >=**	von links nach rechts
Gleichheit	**== !=**	von links nach rechts
bitweise	**&**	von links nach rechts
bitweise	**^**	von links nach rechts
bitweise	**|**	von links nach rechts
logisch	**&&**	von links nach rechts
logisch	**||**	von links nach rechts
Bedingte Bewertung	**?:**	von rechts nach links
Zuweisung	**= op=**	von rechts nach links
Reihung	**,**	von links nach rechts