

## 5.4 Arrays

Oft müssen viele Werte gleichen Typs gespeichert werden.

### Idee:

- ▶ Lege sie konsekutiv ab!
- ▶ Greife auf einzelne Werte über ihren Index zu!

Feld:	17	3	-2	9	0	1
Index:	0	1	2	3	4	5

# Beispiel

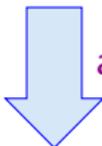
```
1 int [] a; // Deklaration
2 int n = read();
3
4 a = new int[n]; // Anlegen des Felds
5 int i = 0;
6 while (i < n) {
7     a[i] = read();
8     i = i+1;
9 }
```

Einlesen eines Feldes

## Beispiel

- ▶ `type[] name;` deklariert eine Variable für ein Feld (array), dessen Elemente vom Typ `type` sind.
- ▶ Alternative Schreibweise:  
`type name[];`
- ▶ Das Kommando `new` legt ein Feld einer gegebenen Größe an und liefert einen **Verweis** darauf zurück:

a 



`a = new int[6];`

a 



Alles was mit `new` angelegt wird, ist vorinitialisiert. Referenztypen zu `null`, Zahltypen zu `0`, boolean zu `false`.

Man kann auch leere Felder anlegen: `new int[0]`.

# Was ist eine Referenz?

Eine Referenzvariable speichert eine Adresse; an dieser Adresse liegt der eigentliche Inhalt der Variablen.



Wir können die Referenz nicht direkt manipulieren (nur über den **new**-Operator, oder indem wir eine andere Referenz zuweisen).

Eine Referenz zeigt dadurch nie auf einen beliebigen Ort im Speicher; sie zeigt immer auf ein gültiges Objekt oder auf das **null**-Objekt.

Wir geben üblicherweise nie den Wert einer Referenzvariablen an, sondern symbolisieren diesen Wert durch einen Pfeil auf die entsprechenden Daten.

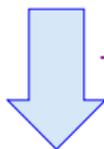
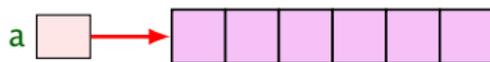
a:

Adresse	Inhalt
⋮	⋮
0000 0127	
0000 0128	0000 012C
0000 0129	
0000 012A	
0000 012B	
0000 012C	0000 0004
0000 012D	0000 0003
0000 012E	0000 0000
0000 012F	0000 0009
0000 0130	
⋮	⋮

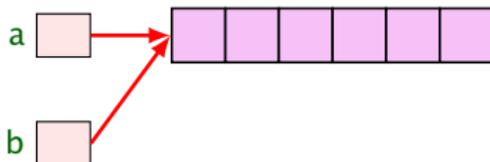
A red arrow originates from the 'a:' label and points to the memory address '0000 012C' in the table. Another red arrow originates from the '0000 012C' address and points to the content '0000 0004' in the same row.

## 5.4 Arrays

- ▶ Der Wert einer Feld-Variable ist also ein Verweis!!!
- ▶ `int[] b = a;` kopiert den Verweis der Variablen `a` in die Variable `b`:



`int[] b = a;`



Insbesondere beim Kopieren von Feldern (und anderen Referenztypen) muss man sich dessen immer bewusst sein.

- ▶ **Alle nichtprimitive Datentypen sind Referenztypen, d.h., die zugehörige Variable speichert einen Verweis!!!**

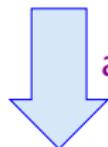
## 5.4 Arrays

- ▶ Die Elemente eines Feldes sind von 0 an durchnummeriert.
- ▶ Die Anzahl der Elemente des Feldes `name` ist `name.length`.
- ▶ Auf das  $i$ -te Element greift man mit `name[i]` zu.
- ▶ Bei jedem Zugriff wird überprüft, ob der Index erlaubt ist, d.h. im Intervall  $\{0, \dots, \text{name.length}-1\}$  liegt.
- ▶ Liegt der Index außerhalb des Intervalls, wird eine `ArrayIndexOutOfBoundsException` ausgelöst (↑`Exceptions`).

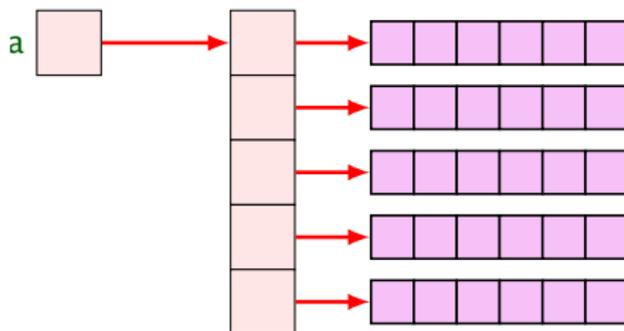
Sie sollten beim Programmieren möglichst nie diese Exception bekommen. In anderen Sprachen (z.B. C/C++) gibt es aus Effizienzgründen keine Überprüfung. Wenn Sie in einer solchen Sprache einen solchen Fehler verursachen, ist der sehr schwierig zu finden.

# Mehrdimensionale Felder

- ▶ **Java** unterstützt direkt nur eindimensionale Felder.
- ▶ ein zweidimensionales Feld ist ein Feld von Feldern...



`a = new int[5][6];`



# Der new-Operator

So etwas wie `new int[3][][4]` macht keinen Sinn, da die Größe dieses Typs nicht vom Compiler bestimmt werden kann.

<i>symbol</i>	<i>name</i>	<i>types</i>	<i>L/R</i>	<i>level</i>
<code>new</code>	new	Typ, Konstruktor	links	1

Erzeugt ein Objekt/Array und liefert eine Referenz darauf zurück.

1. Version: Erzeugung eines Arrays (Typ ist Arraytyp)

- ▶ `new int[3][7];` oder auch
- ▶ `new int[3][];` (ein Array, das 3 Verweise auf `int` enthält)
- ▶ `new String[10];`
- ▶ `new int[]{1,2,3,};` (ein Array mit den `ints` 1, 2, 3)

2. Version: Erzeugung eines Objekts durch Aufruf eines Konstruktors

- ▶ `String s = new String("Hello World!");`

Was genau ein Konstruktor ist kommt später.

# Der Index-Operator

<i>symbol</i>	<i>name</i>	<i>types</i>	<i>L/R</i>	<i>level</i>
[ ]	index	array, int	links	1

Zugriff auf ein Arrayelement.

Beispiel:  $x = a[3][2]$

x = a [ 3 ] [ 2 ]

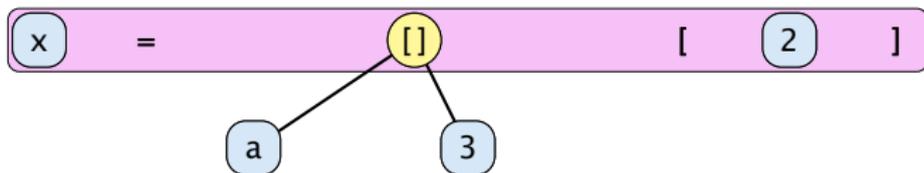
Beispiel:  $x = a[3][2]$

$x = a[3][2]$

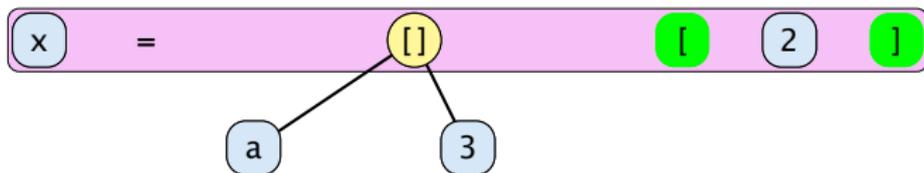
Beispiel:  $x = a[3][2]$



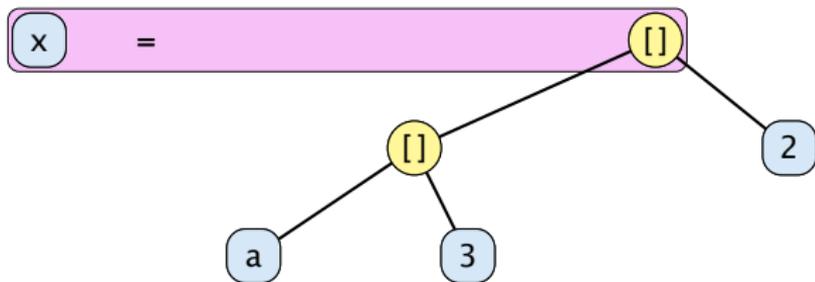
Beispiel:  $x = a[3][2]$



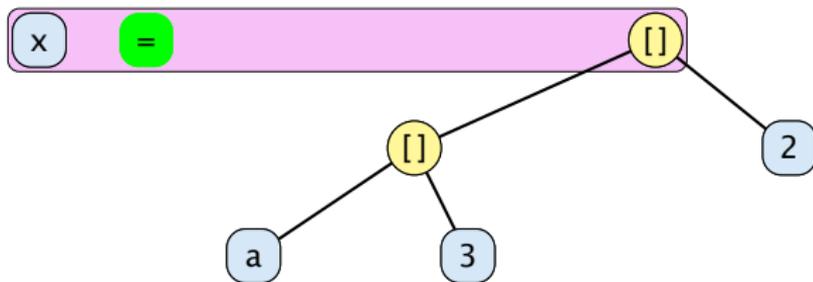
Beispiel:  $x = a[3][2]$



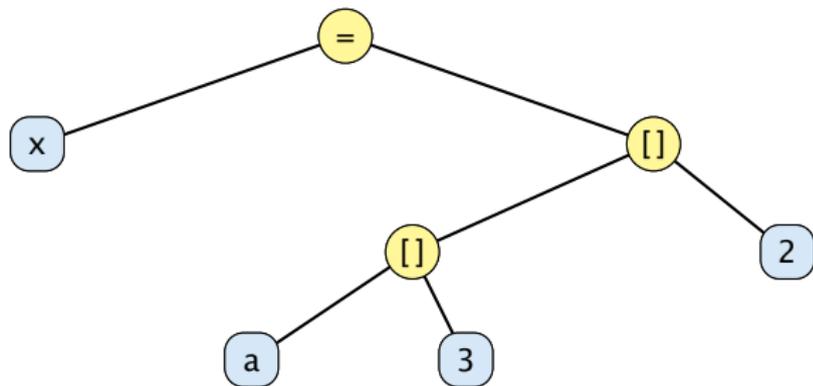
Beispiel:  $x = a[3][2]$



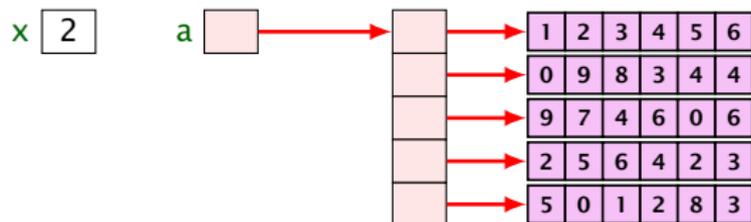
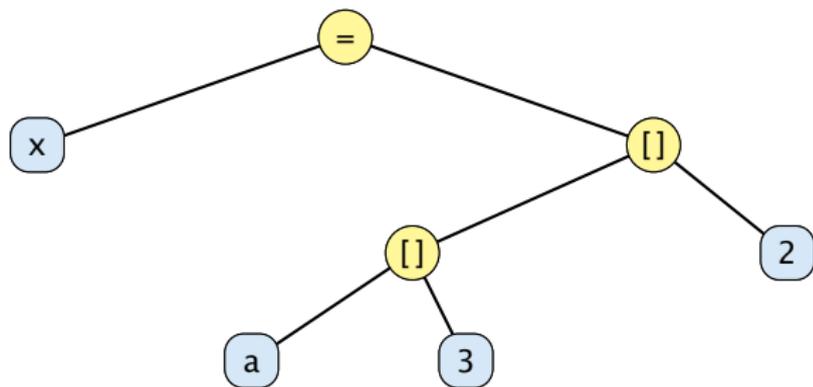
Beispiel:  $x = a[3][2]$



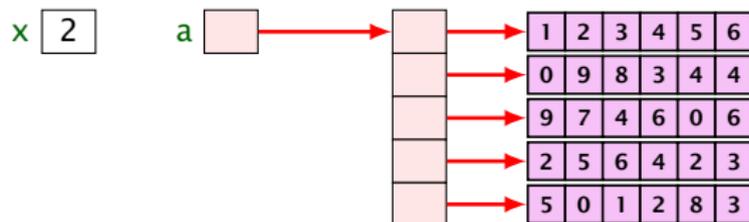
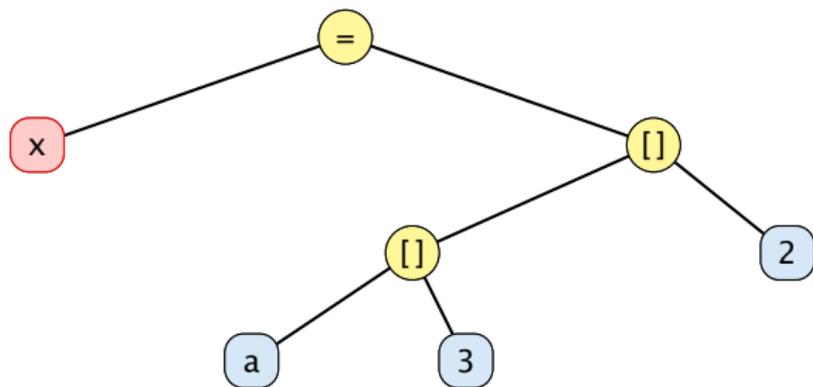
Beispiel:  $x = a[3][2]$



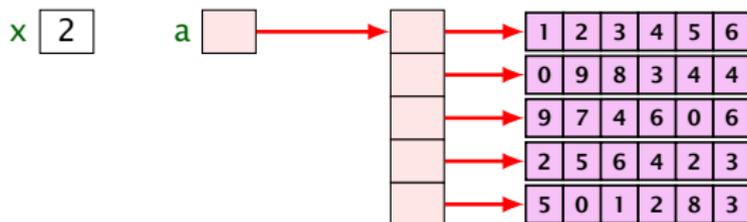
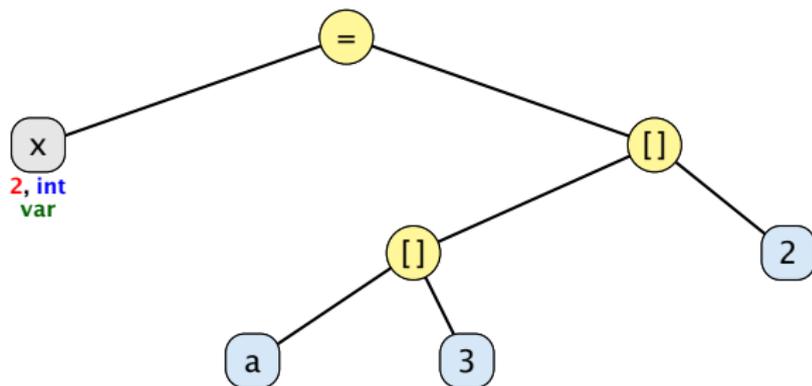
Beispiel:  $x = a[3][2]$



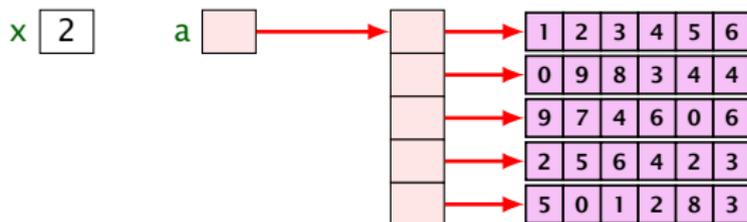
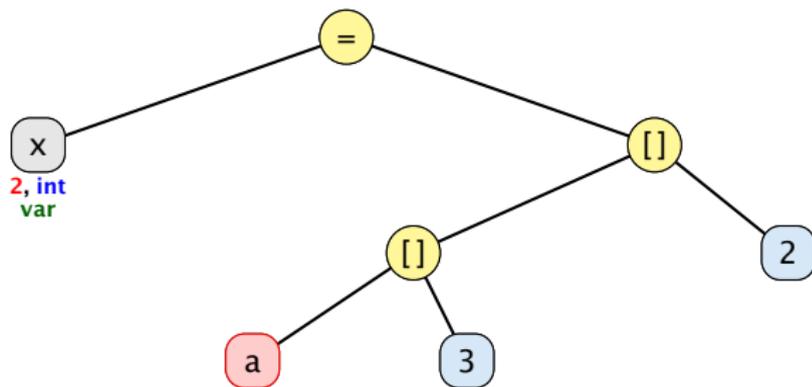
Beispiel:  $x = a[3][2]$



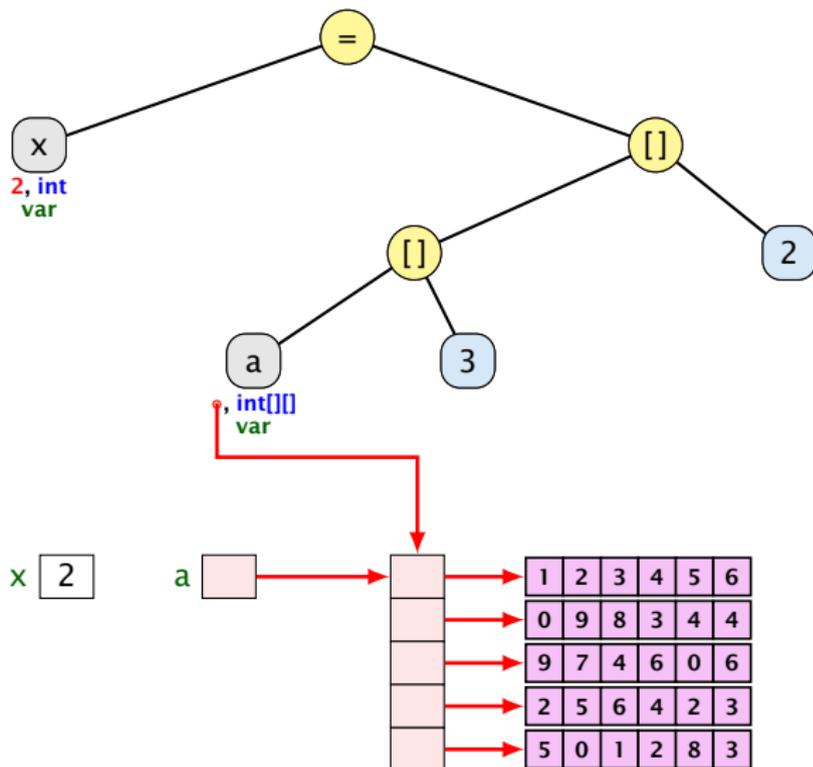
## Beispiel: $x = a[3][2]$



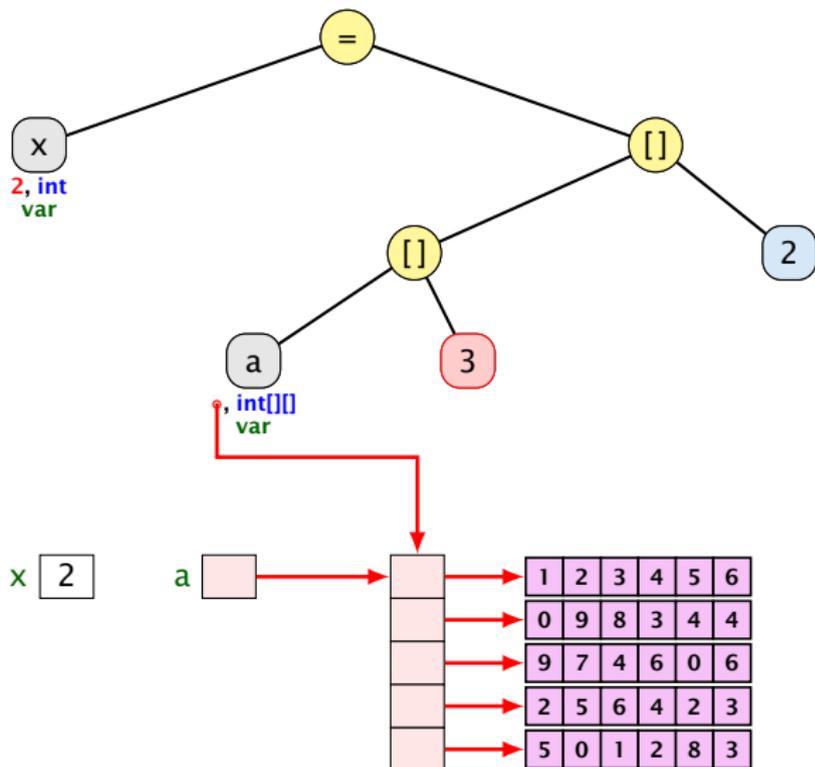
## Beispiel: $x = a[3][2]$



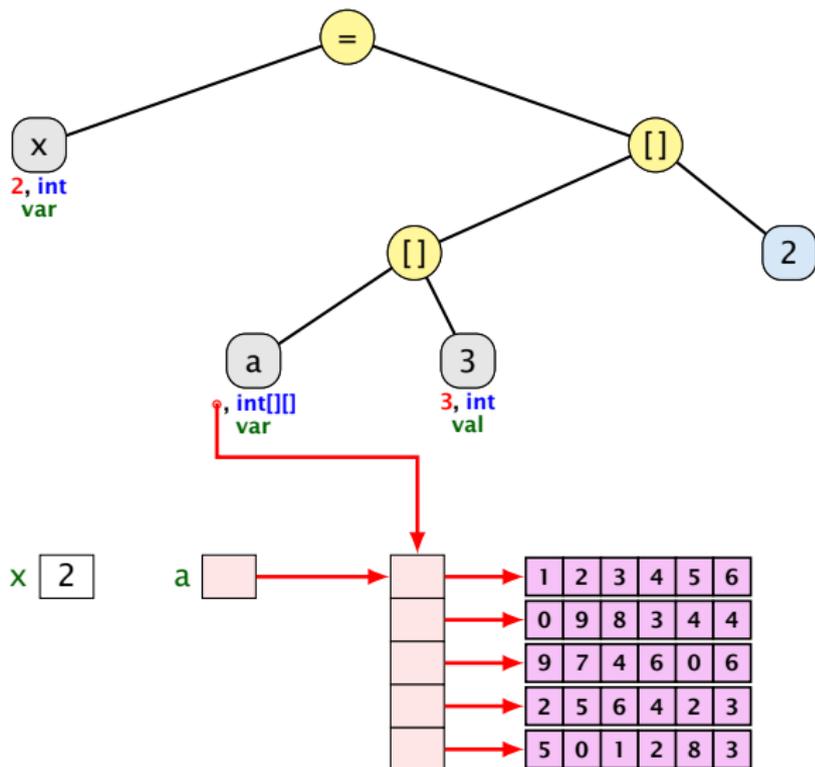
## Beispiel: $x = a[3][2]$



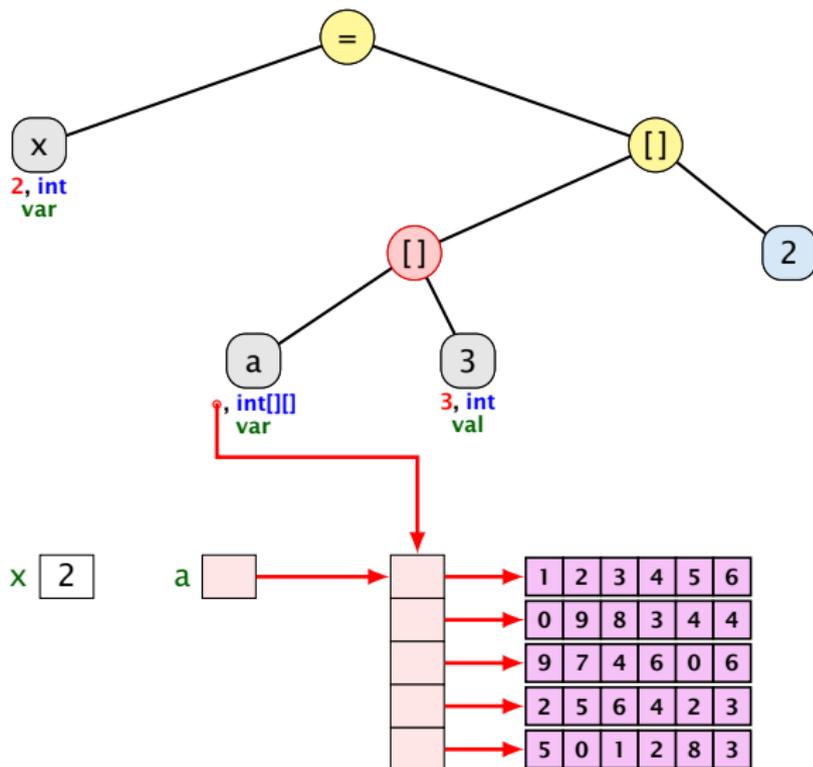
## Beispiel: $x = a[3][2]$



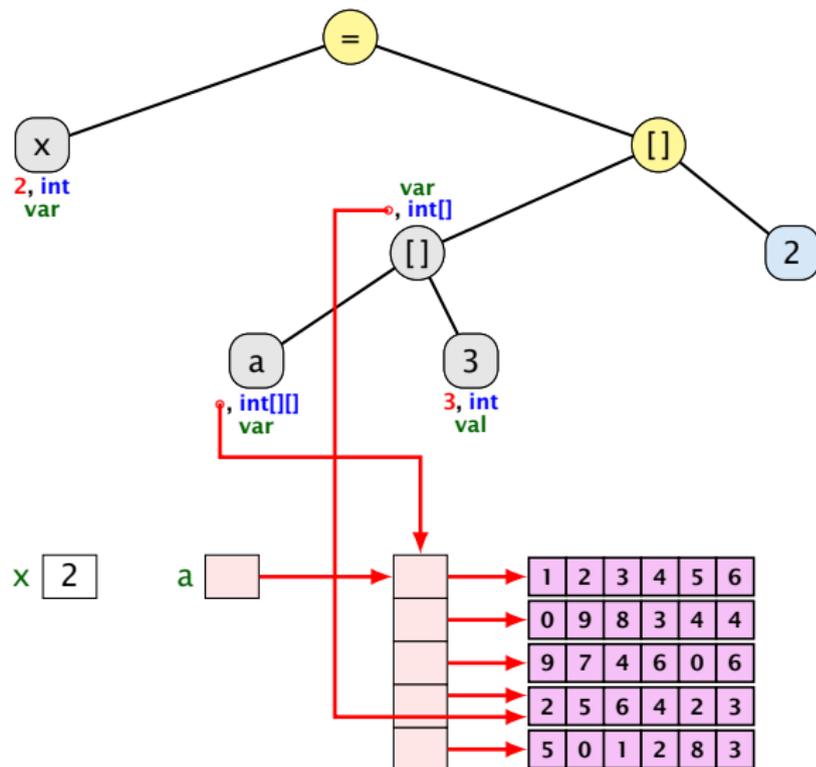
# Beispiel: $x = a[3][2]$



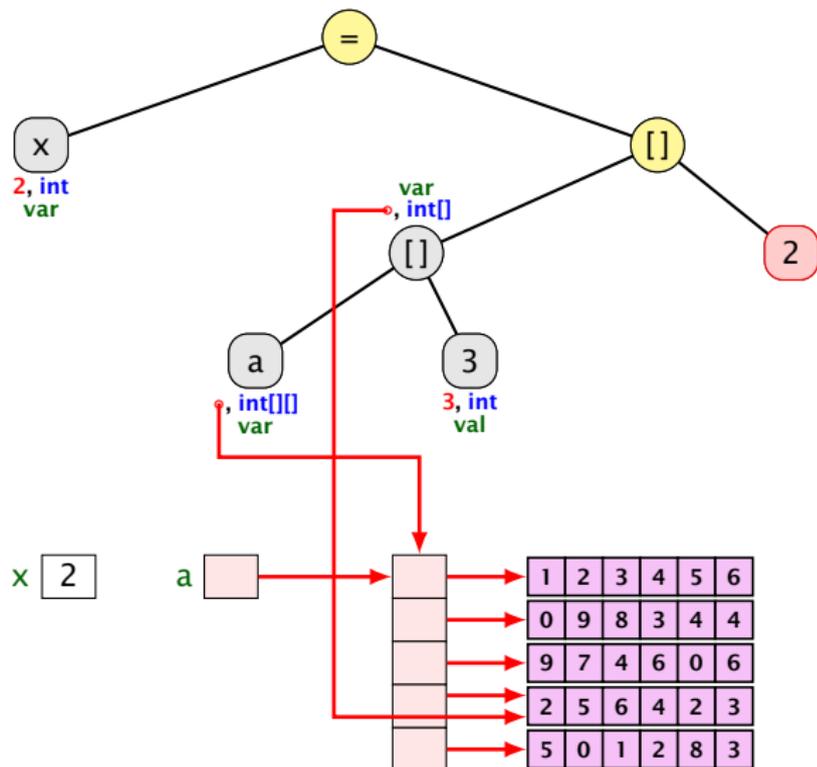
# Beispiel: $x = a[3][2]$



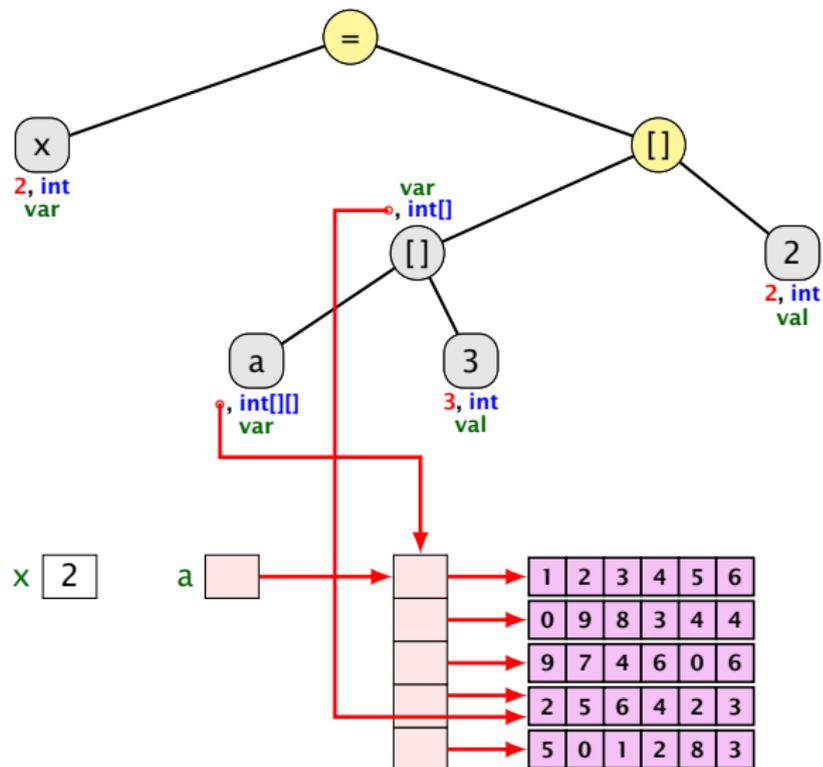
# Beispiel: $x = a[3][2]$



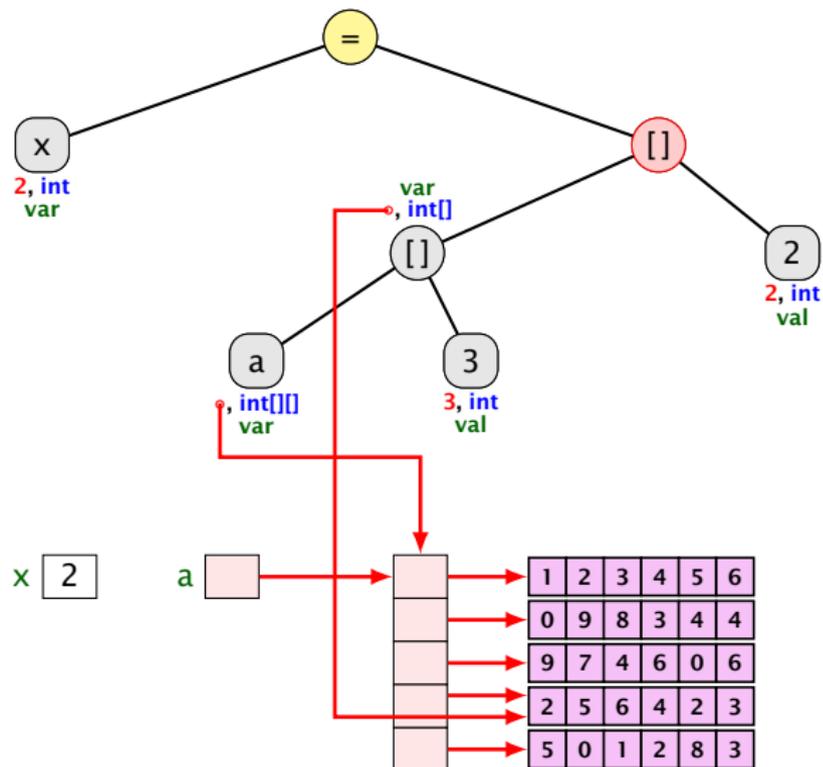
Beispiel:  $x = a[3][2]$



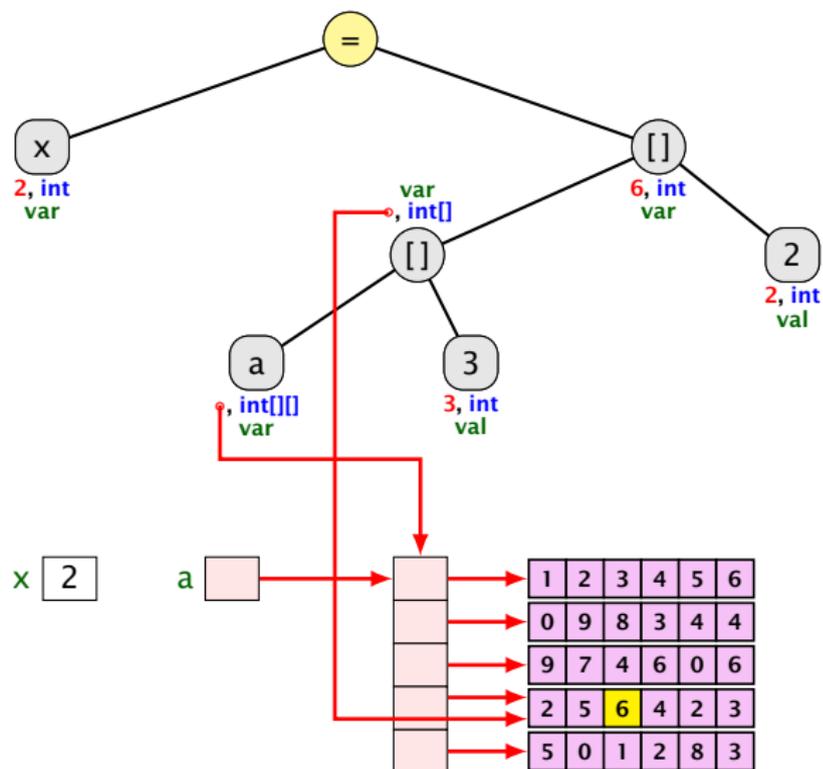
# Beispiel: $x = a[3][2]$



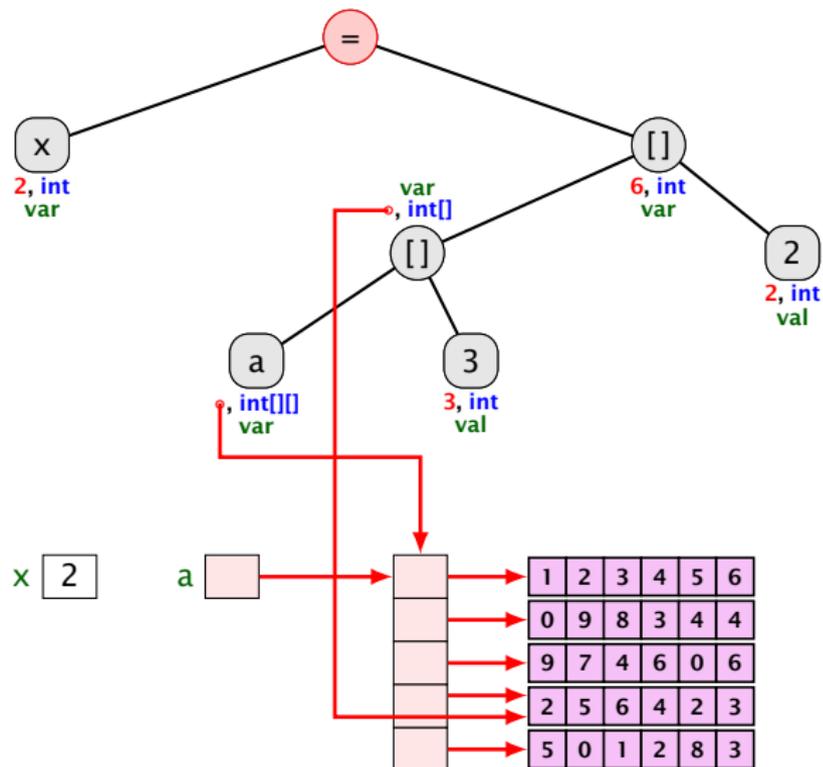
# Beispiel: $x = a[3][2]$



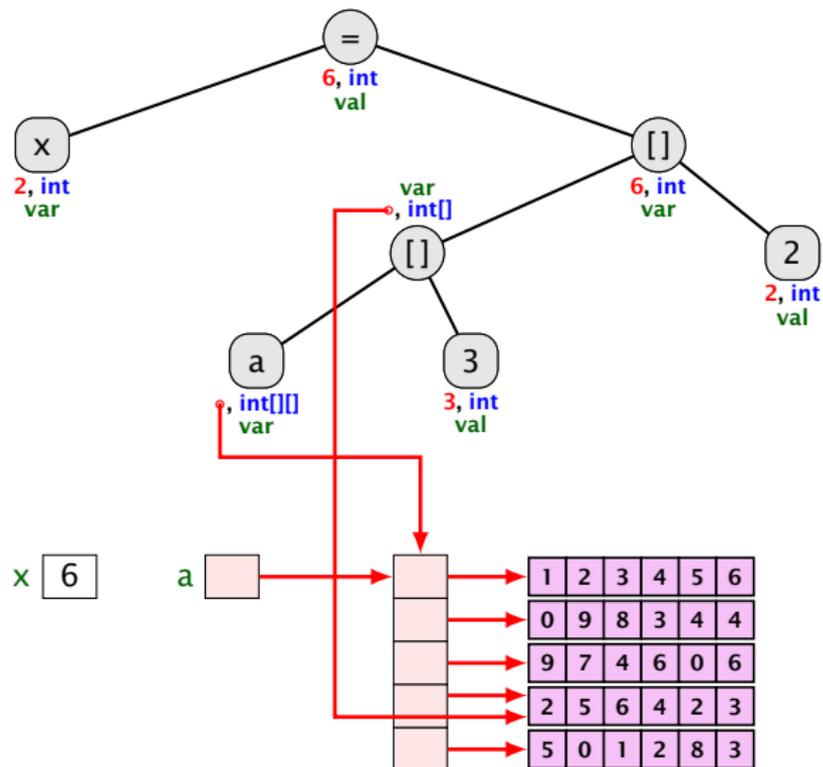
# Beispiel: $x = a[3][2]$



# Beispiel: $x = a[3][2]$



# Beispiel: $x = a[3][2]$



# Der .-Operator

<i>symbol</i>	<i>name</i>	<i>types</i>	<i>L/R</i>	<i>level</i>
.	member access	Array/Objekt/Class, Member	links	1

Zugriff auf Member.

## Beispiel:

- ▶ `x = new int[2][4].length`  
x hat dann den Wert 2.

## Beispiel: `new int[2][4].length`

Das Parsing für den `new`-Operator passt nicht in das Schema:

```
new int [ 2 ] [ 4 ] . length
```

Beachte den Unterschied zwischen `new int[2][3]` und `(new int[2])[3]`. Bei letzterem ist das zweite Klammerpaar ein Index-Operator während es beim ersten Ausdruck zum Typ gehört.

## Beispiel: `new int[2][4].length`

Das Parsing für den `new`-Operator passt nicht in das Schema:

`new int [ 2 ] [ 4 ] . length`

Beachte den Unterschied zwischen `new int[2][3]` und `(new int[2])[3]`. Bei letzterem ist das zweite Klammerpaar ein Index-Operator während es beim ersten Ausdruck zum Typ gehört.

## Beispiel: `new int[2][4].length`

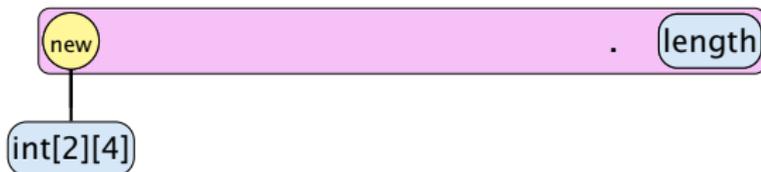
Das Parsing für den `new`-Operator passt nicht in das Schema:



Beachte den Unterschied zwischen `new int[2][3]` und `(new int[2])[3]`. Bei letzterem ist das zweite Klammerpaar ein Index-Operator während es beim ersten Ausdruck zum Typ gehört.

## Beispiel: `new int[2][4].length`

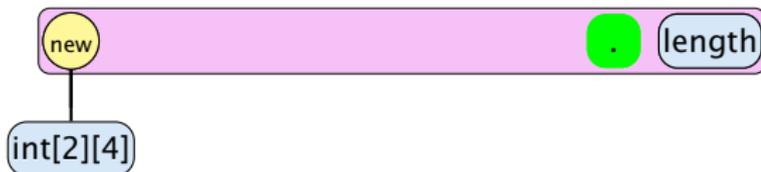
Das Parsing für den `new`-Operator passt nicht in das Schema:



Beachte den Unterschied zwischen `new int[2][3]` und `(new int[2])[3]`. Bei letzterem ist das zweite Klammerpaar ein Index-Operator während es beim ersten Ausdruck zum Typ gehört.

## Beispiel: `new int[2][4].length`

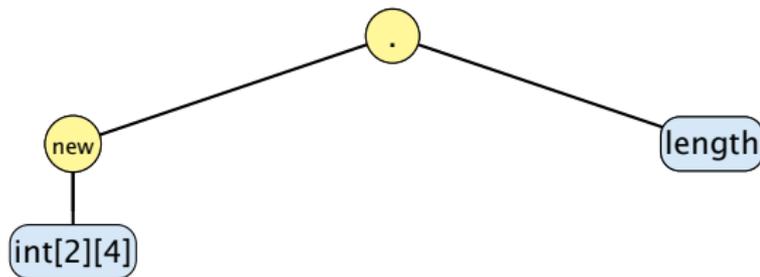
Das Parsing für den `new`-Operator passt nicht in das Schema:



Beachte den Unterschied zwischen `new int[2][3]` und `(new int[2])[3]`. Bei letzterem ist das zweite Klammerpaar ein Index-Operator während es beim ersten Ausdruck zum Typ gehört.

## Beispiel: `new int[2][4].length`

Das Parsing für den `new`-Operator passt nicht in das Schema:



Beachte den Unterschied zwischen `new int[2][3]` und `(new int[2])[3]`. Bei letzterem ist das zweite Klammerpaar ein Index-Operator während es beim ersten Ausdruck zum Typ gehört.

# Arrayinitialisierung

1. `int[] a = new int[3];`  
`a[0] = 1; a[1] = 2; a[2] = 3;`
2. `int[] a = new int[]{ 1, 2, 3};`
3. `int[] a = new int[3]{ 1, 2, 3};`
4. `int[] a = { 1, 2, 3};`
5. `char[][] b = { { 'a', 'b' }, new char[3], {} };`
6. `char[][] b;`  
`b = new char[][]{ { 'a', 'b' }, new char[3], {} };`
7. `char[][] b;`  
`b = { { 'a', 'b' }, new char[3], {} };`