

Teil 11: Dynamische Strukturen

■ Gliederung

Datenabstraktion

Stack

Queue

Verkettete Liste

■ Motivation

```
typedef struct
{
    char name[20];
    char vorname[20];
    unsigned int ma_nummer;
    float gehalt;
} MITARBEITER;
```

Problem: Wie kann man eine Beliebige Anzahl von Strukturen des Typs MITARBEITER effizient verwalten?

Bedingungen:

- Anzahl der Strukturen variabel
- Speicher effizient verwenden
- schneller Zugriff

Statisches Array

```
MITARBEITER ma_datenbank[200];
```

char name[20]	char name[20]	char name[20]	char name[20]
char vorname[20]	char vorname[20]	char vorname[20]	char vorname[20]
unsigned int ma_nummer;	unsigned int ma_nummer;	unsigned int ma_nummer;	unsigned int ma_nummer;
float gehalt;	float gehalt;	float gehalt;	float gehalt;

...

Statisches Array

```
MITARBEITER ma_datenbank[200];
```

char name[20]	char name[20]	char name[20]	char name[20]
char vorname[20]	char vorname[20]	char vorname[20]	char vorname[20]
unsigned int ma_nummer;	unsigned int ma_nummer;	unsigned int ma_nummer;	unsigned int ma_nummer;
float gehalt;	float gehalt;	float gehalt;	float gehalt;

...

Statisches Array

```
MITARBEITER ma_datenbank[200];
```

char name[20]		char name[20]	char name[20]
char vorname[20]		char vorname[20]	char vorname[20]
unsigned int ma_nummer;		unsigned int ma_nummer;	unsigned int ma_nummer;
float gehalt;		float gehalt;	float gehalt;

...

Statisches Array

```
MITARBEITER ma_datenbank[200];
```

char name[20]		char name[20]	char name[20]
char vorname[20]		char vorname[20]	char vorname[20]
unsigned int ma_nummer;		unsigned int ma_nummer;	unsigned int ma_nummer;
float gehalt;		float gehalt;	float gehalt;

...

Zeiger-Array

```
MITARBEITER *ma_datenbank[200];
```



...

Statisches Array

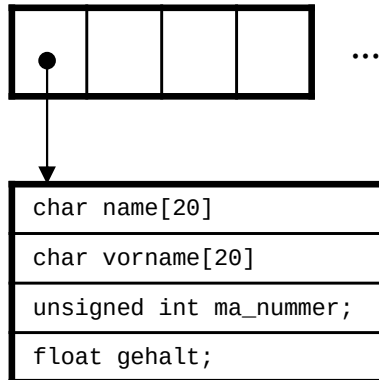
```
MITARBEITER ma_datenbank[200];
```

char name[20]		char name[20]	char name[20]
char vorname[20]		char vorname[20]	char vorname[20]
unsigned int ma_nummer;		unsigned int ma_nummer;	unsigned int ma_nummer;
float gehalt;		float gehalt;	float gehalt;

...

Zeiger-Array

```
MITARBEITER *ma_datenbank[200];
```



Statisches Array

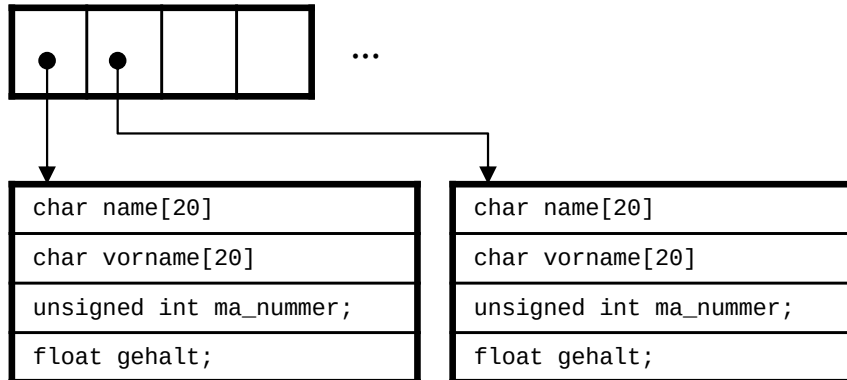
```
MITARBEITER ma_datenbank[200];
```

char name[20]		char name[20]	char name[20]
char vorname[20]		char vorname[20]	char vorname[20]
unsigned int ma_nummer;		unsigned int ma_nummer;	unsigned int ma_nummer;
float gehalt;		float gehalt;	float gehalt;

...

Zeiger-Array

```
MITARBEITER *ma_datenbank[200];
```



Statisches Array

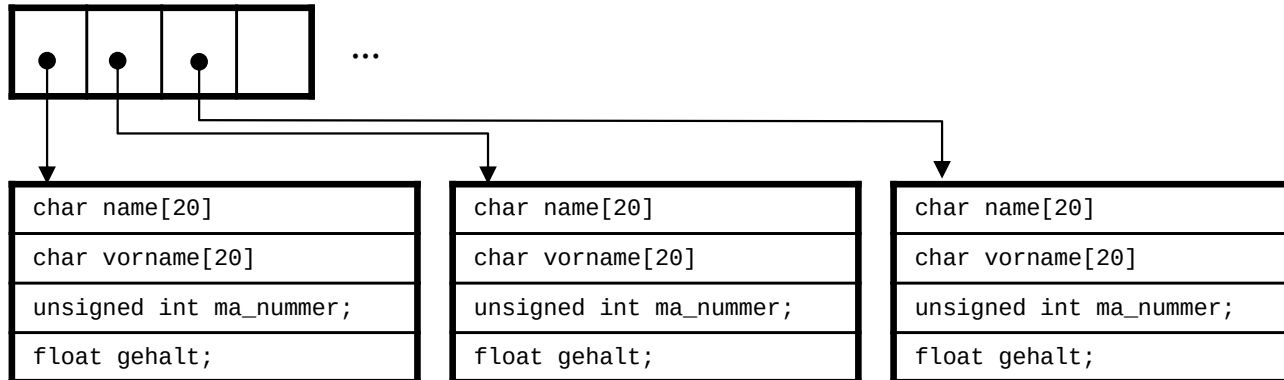
```
MITARBEITER ma_datenbank[200];
```

char name[20]		char name[20]	char name[20]
char vorname[20]		char vorname[20]	char vorname[20]
unsigned int ma_nummer;		unsigned int ma_nummer;	unsigned int ma_nummer;
float gehalt;		float gehalt;	float gehalt;

...

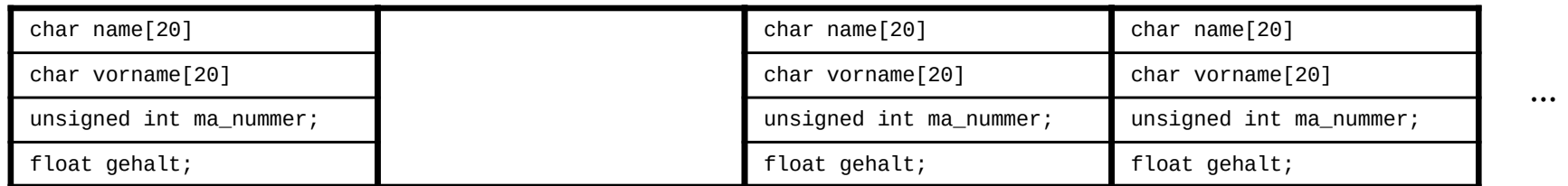
Zeiger-Array

```
MITARBEITER *ma_datenbank[200];
```



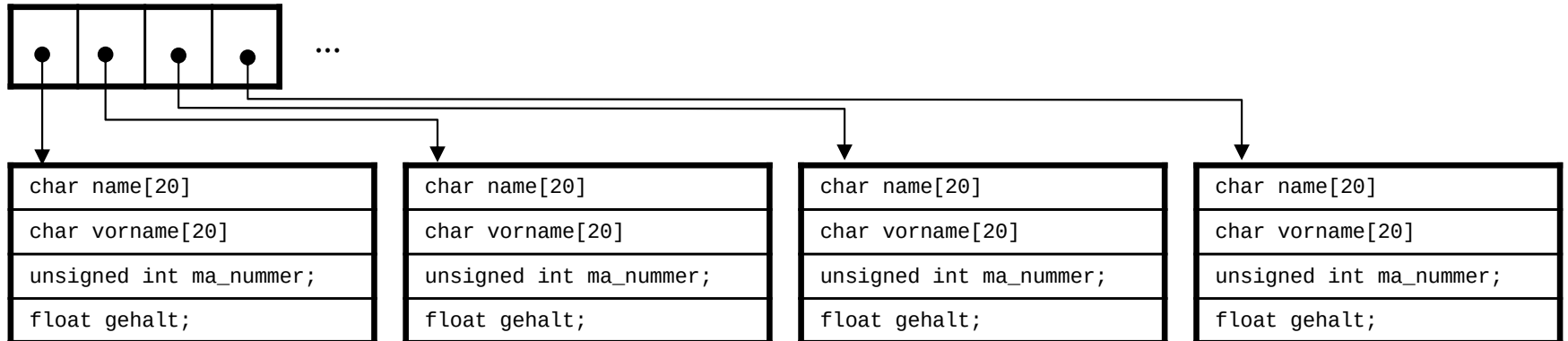
Statisches Array

```
MITARBEITER ma_datenbank[200];
```



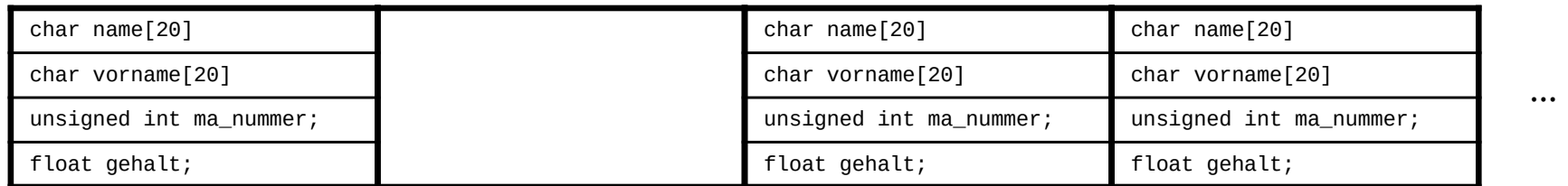
Zeiger-Array

```
MITARBEITER *ma_datenbank[200];
```



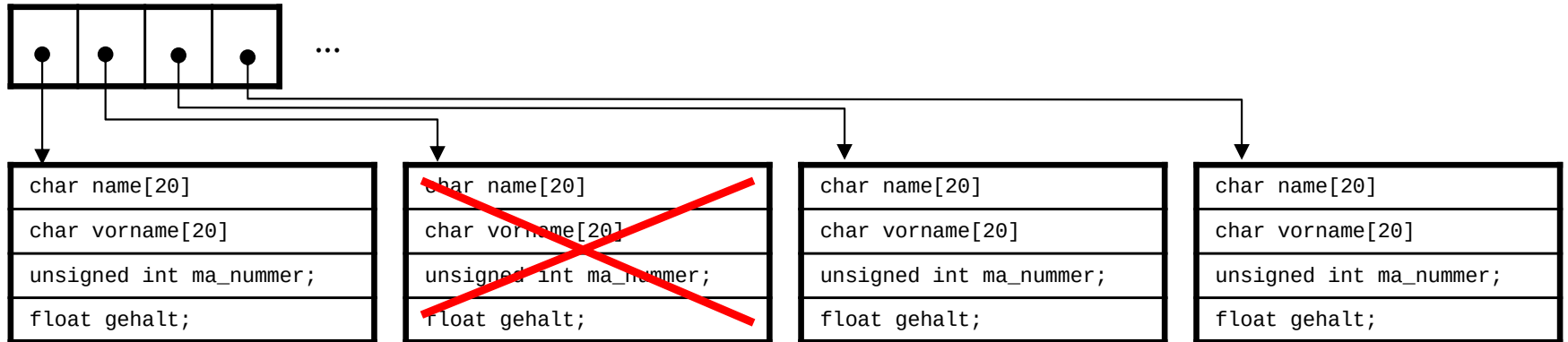
Statisches Array

```
MITARBEITER ma_datenbank[200];
```



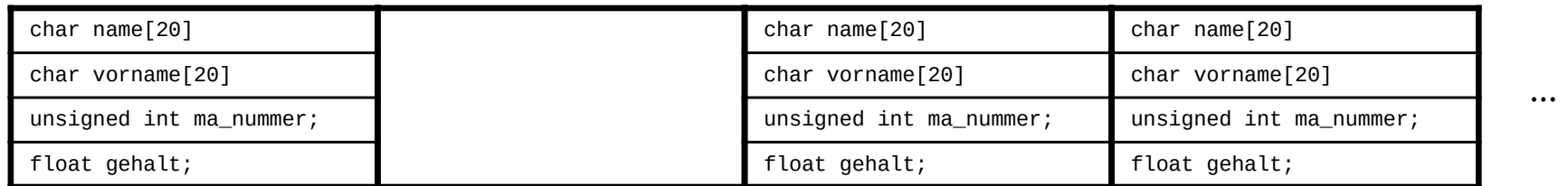
Zeiger-Array

```
MITARBEITER *ma_datenbank[200];
```



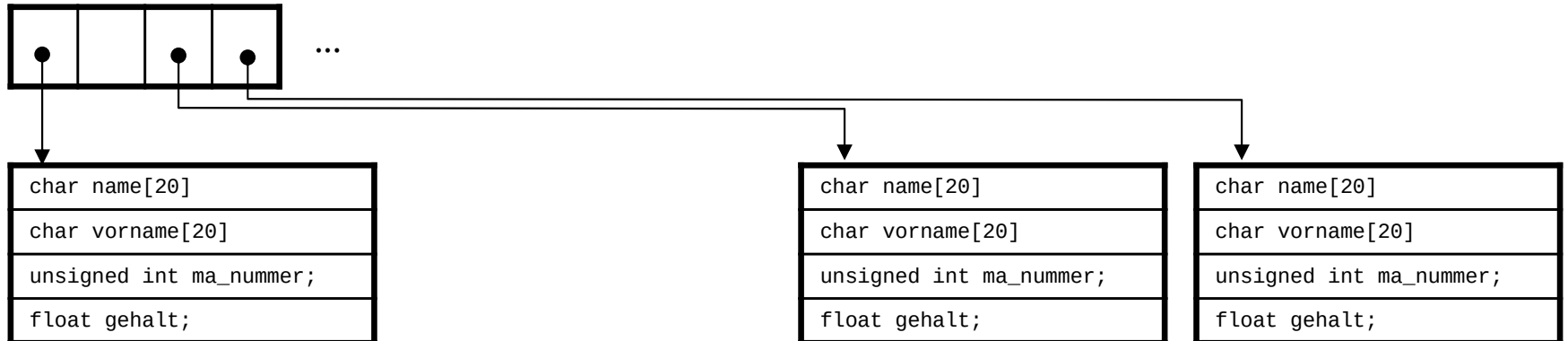
Statisches Array

```
MITARBEITER ma_datenbank[200];
```



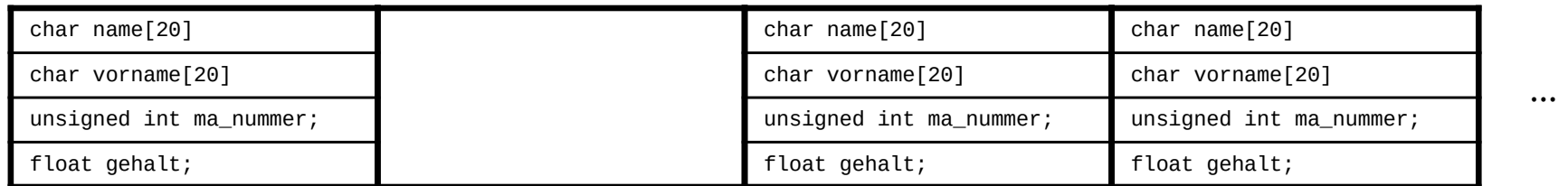
Zeiger-Array

```
MITARBEITER *ma_datenbank[200];
```



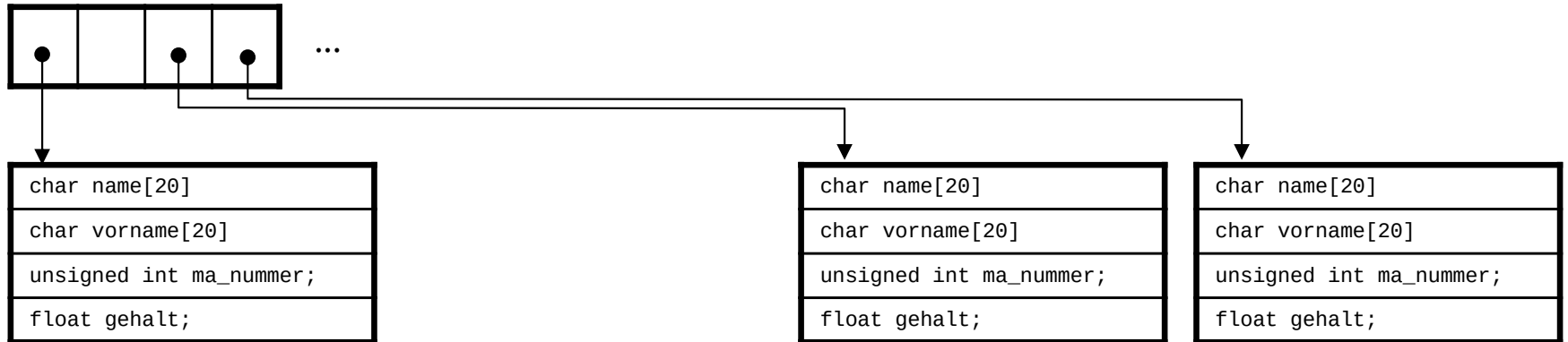
Statisches Array

```
MITARBEITER ma_datenbank[200];
```



Zeiger-Array

```
MITARBEITER *ma_datenbank[200];
```

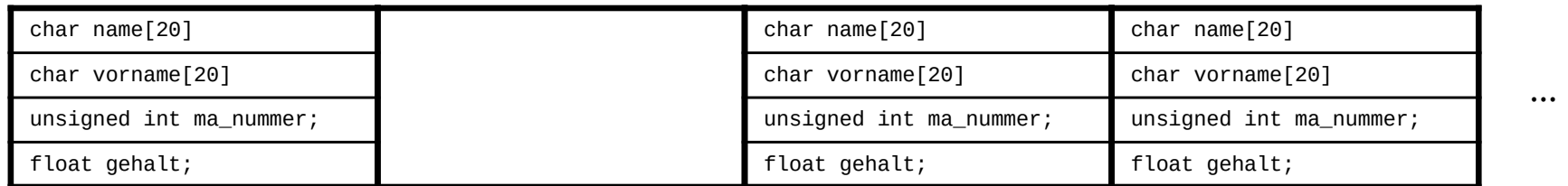


Verkettete Liste

```
MITARBEITER *ma_liste;
```

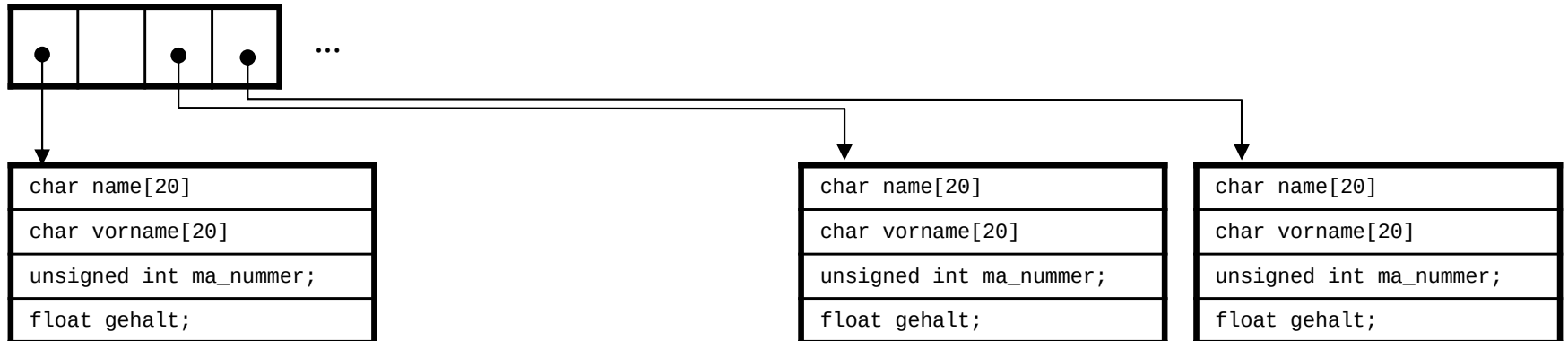
Statisches Array

```
MITARBEITER ma_datenbank[200];
```



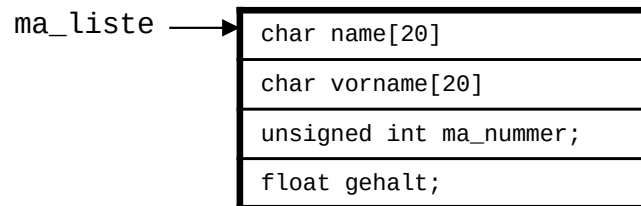
Zeiger-Array

```
MITARBEITER *ma_datenbank[200];
```



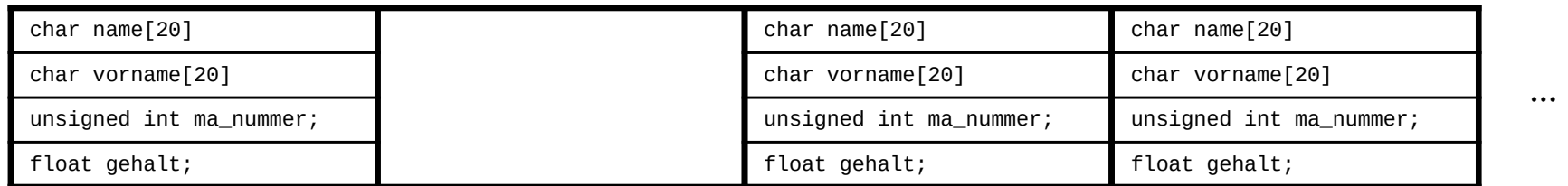
Verkettete Liste

```
MITARBEITER *ma_liste;
```



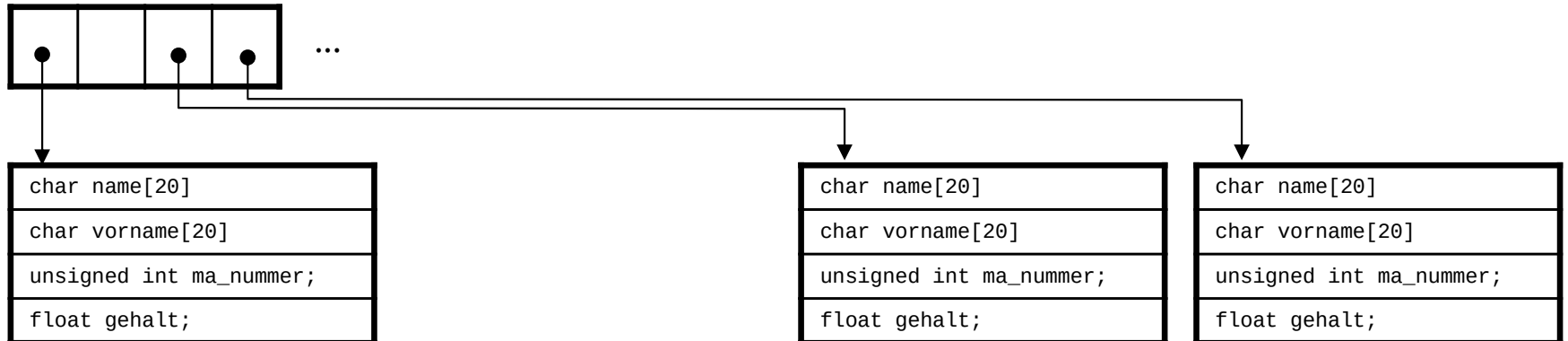
Statisches Array

```
MITARBEITER ma_datenbank[200];
```



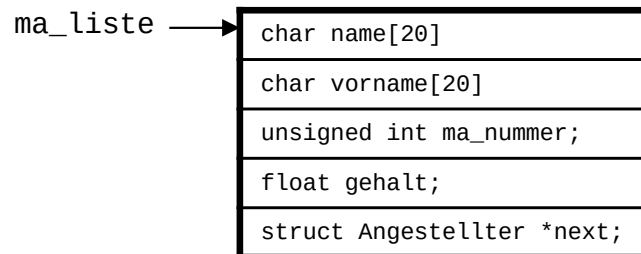
Zeiger-Array

```
MITARBEITER *ma_datenbank[200];
```



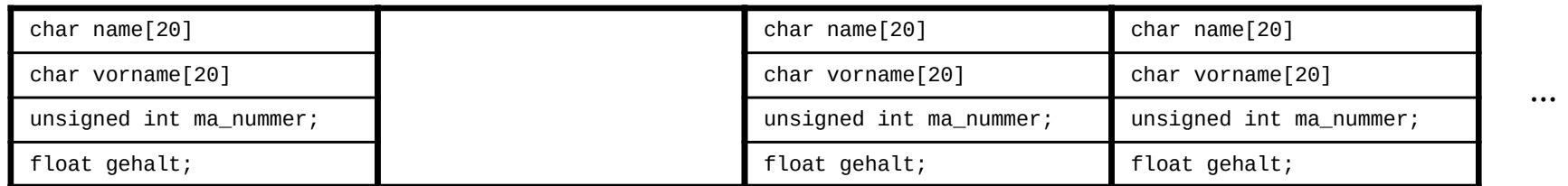
Verkettete Liste

```
MITARBEITER *ma_liste;
```



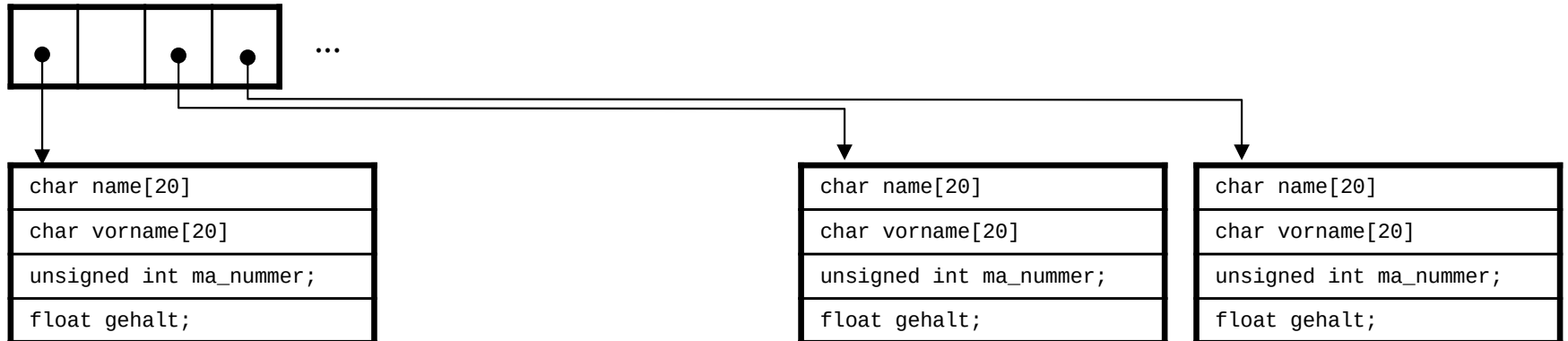
Statisches Array

```
MITARBEITER ma_datenbank[200];
```



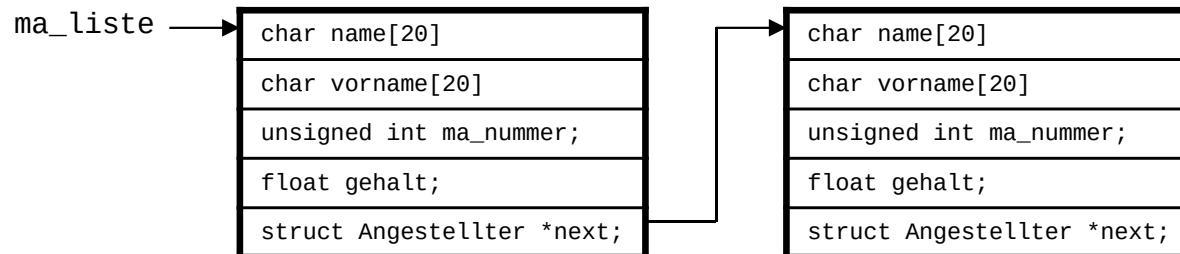
Zeiger-Array

```
MITARBEITER *ma_datenbank[200];
```



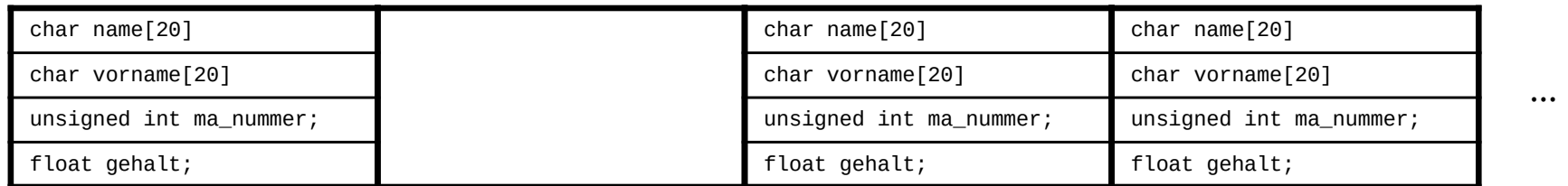
Verkettete Liste

```
MITARBEITER *ma_liste;
```



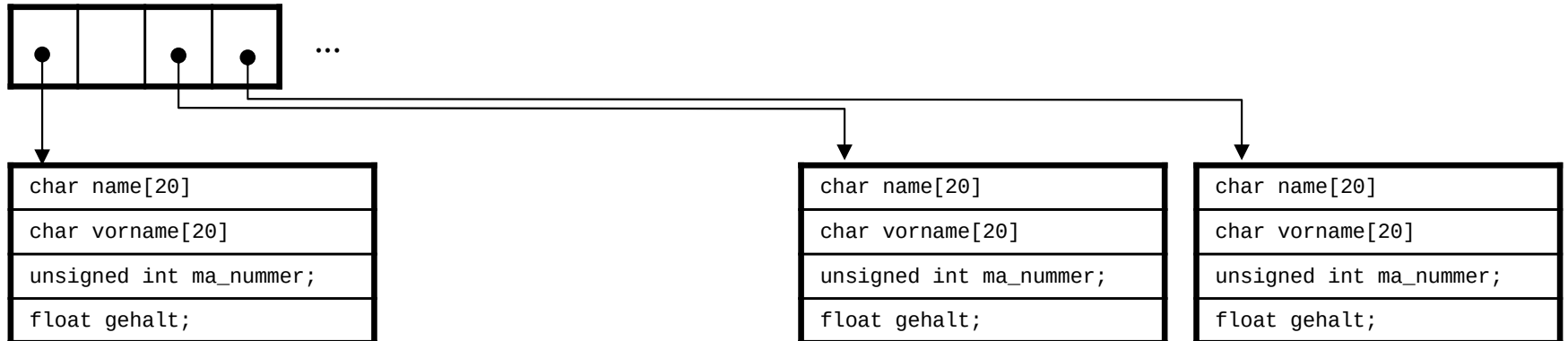
Statisches Array

```
MITARBEITER ma_datenbank[200];
```



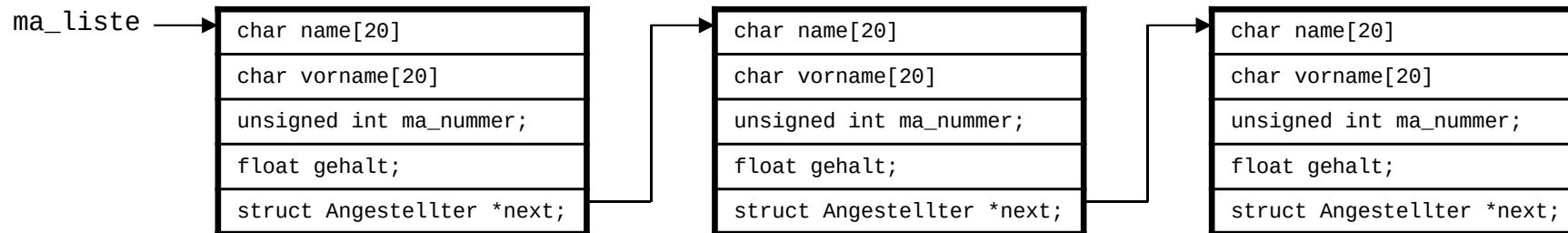
Zeiger-Array

```
MITARBEITER *ma_datenbank[200];
```



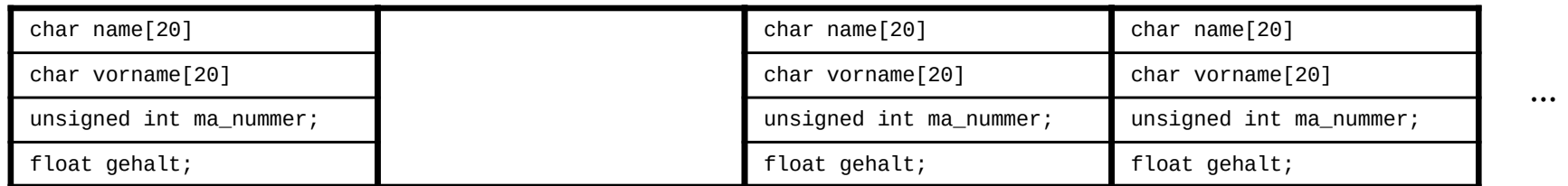
Verkettete Liste

```
MITARBEITER *ma_liste;
```



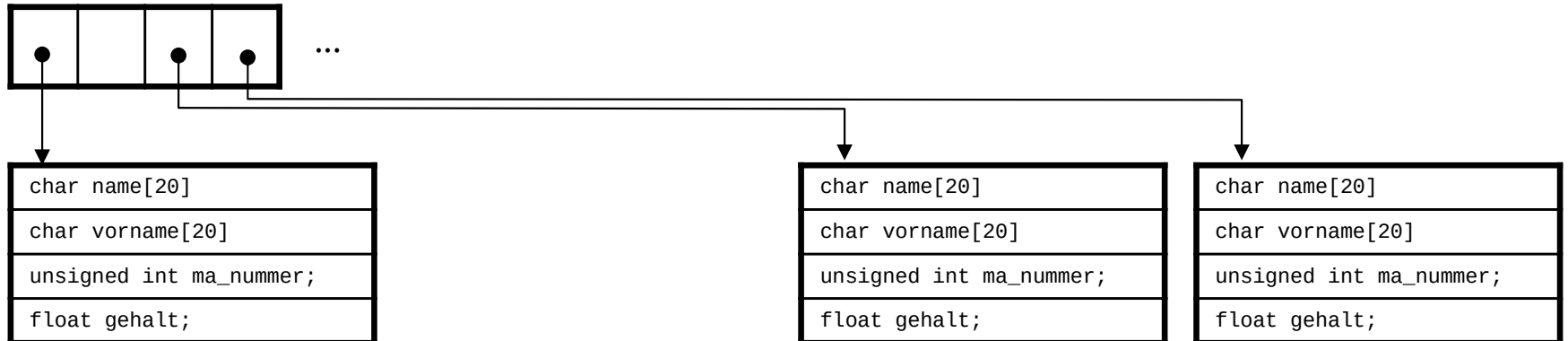
Statisches Array

```
MITARBEITER ma_datenbank[200];
```



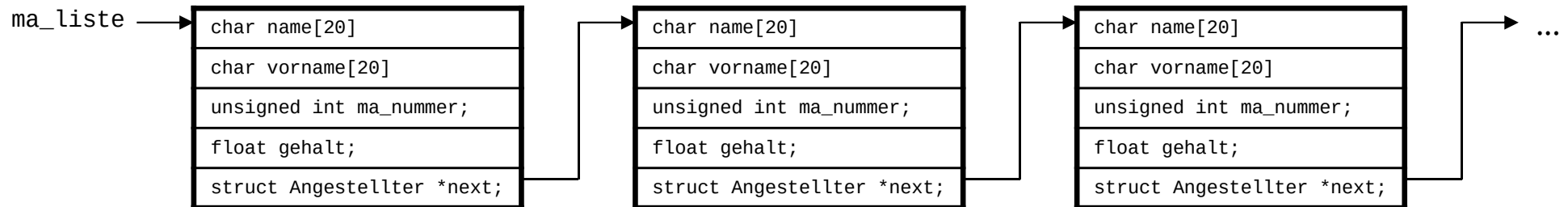
Zeiger-Array

```
MITARBEITER *ma_datenbank[200];
```



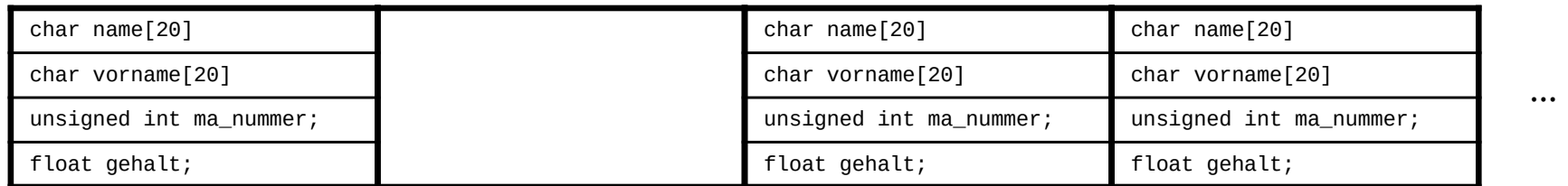
Verkettete Liste

```
MITARBEITER *ma_liste;
```



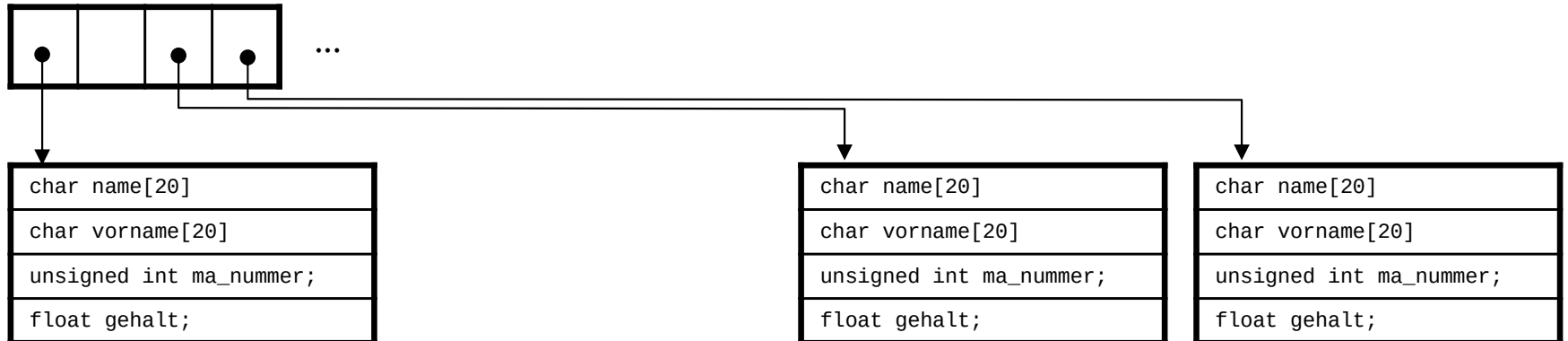
Statisches Array

```
MITARBEITER ma_datenbank[200];
```



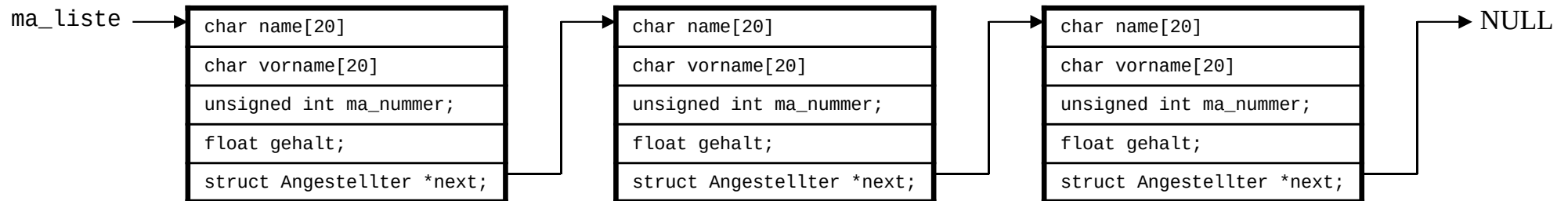
Zeiger-Array

```
MITARBEITER *ma_datenbank[200];
```



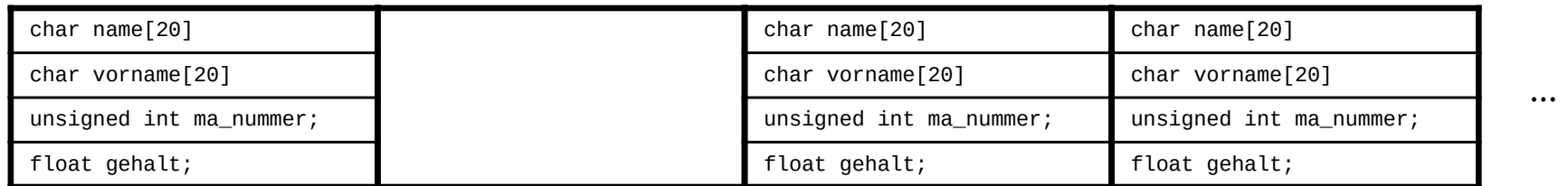
Verkettete Liste

```
MITARBEITER *ma_liste;
```



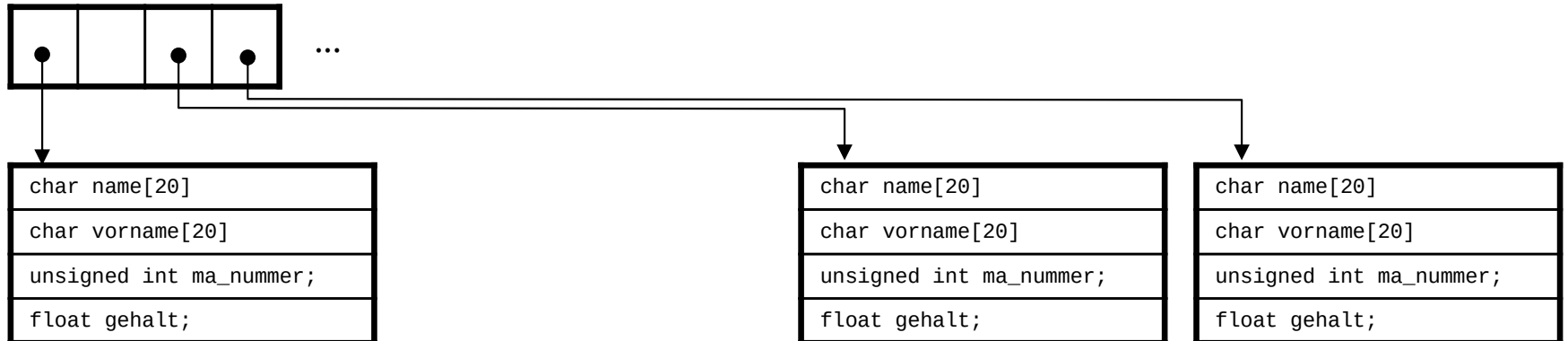
Statisches Array

```
MITARBEITER ma_datenbank[200];
```



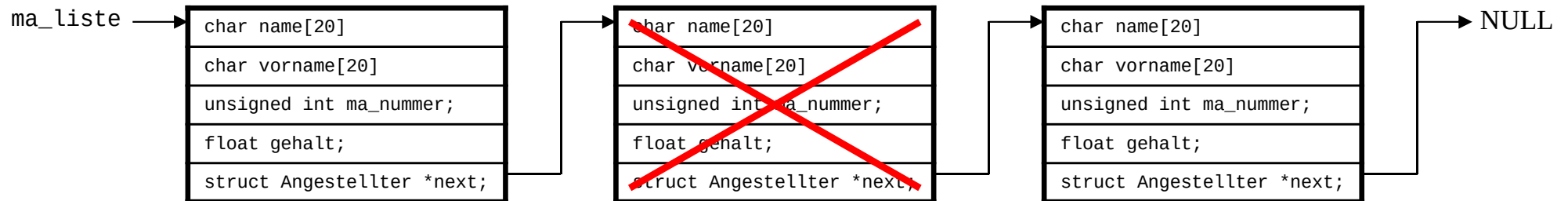
Zeiger-Array

```
MITARBEITER *ma_datenbank[200];
```



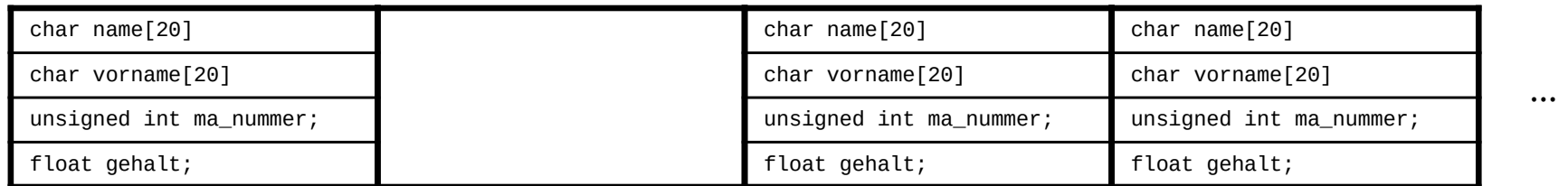
Verkettete Liste

```
MITARBEITER *ma_liste;
```



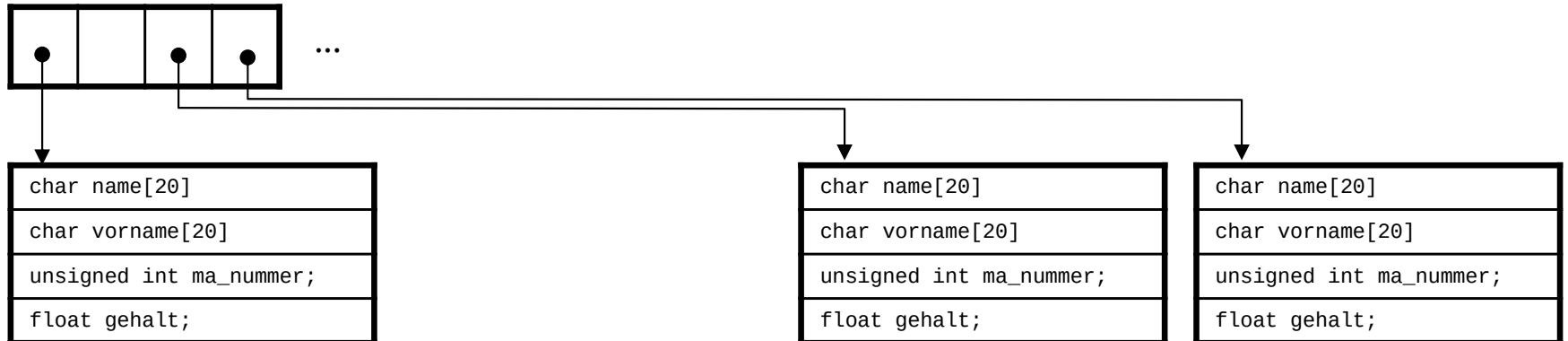
Statisches Array

```
MITARBEITER ma_datenbank[200];
```



Zeiger-Array

```
MITARBEITER *ma_datenbank[200];
```



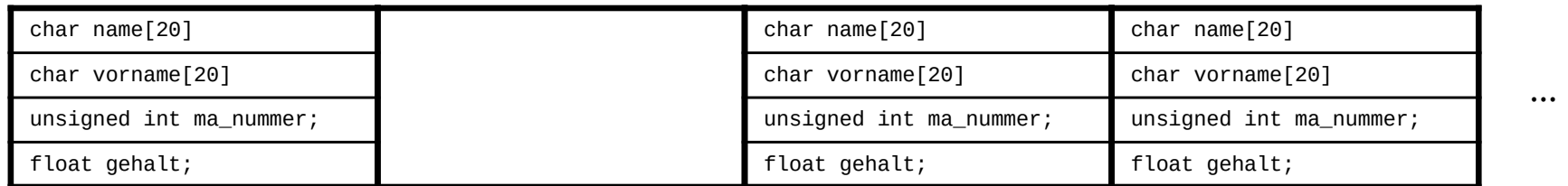
Verkettete Liste

```
MITARBEITER *ma_liste;
```



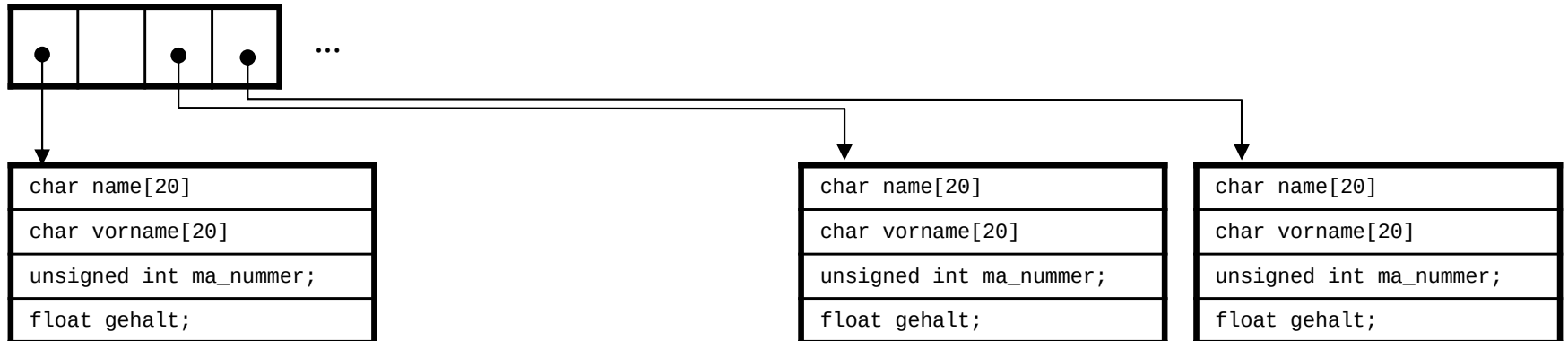
Statisches Array

```
MITARBEITER ma_datenbank[200];
```



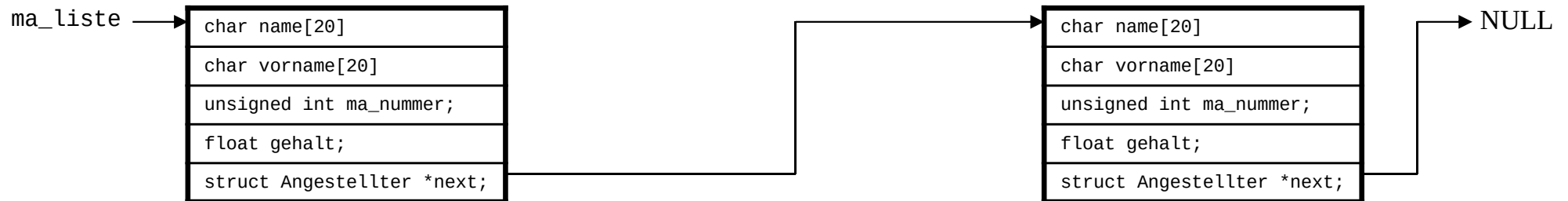
Zeiger-Array

```
MITARBEITER *ma_datenbank[200];
```



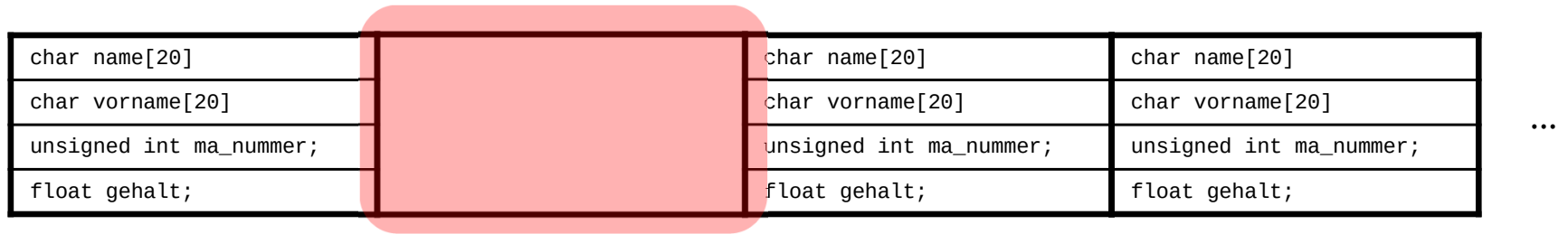
Verkettete Liste

```
MITARBEITER *ma_liste;
```



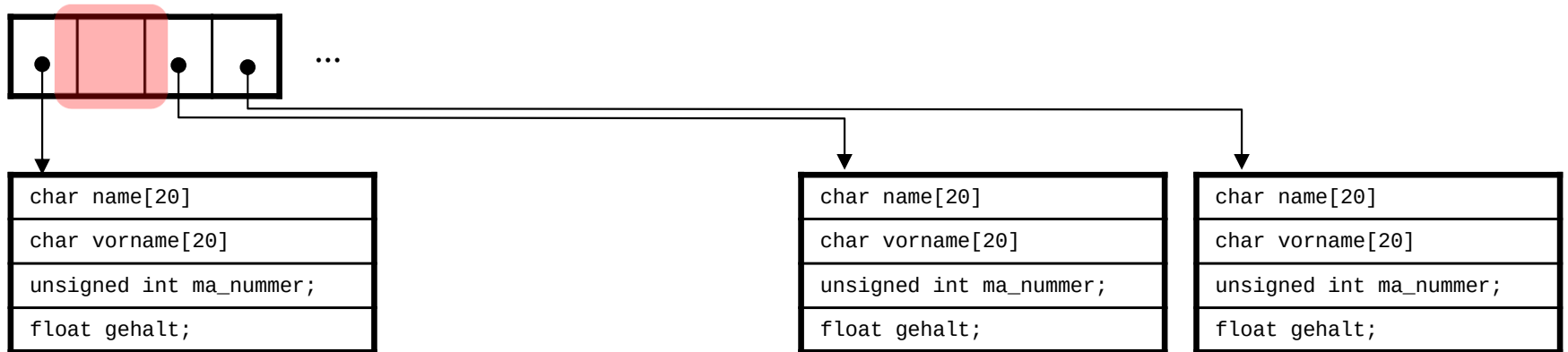
Statisches Array

```
MITARBEITER ma_datenbank[200];
```



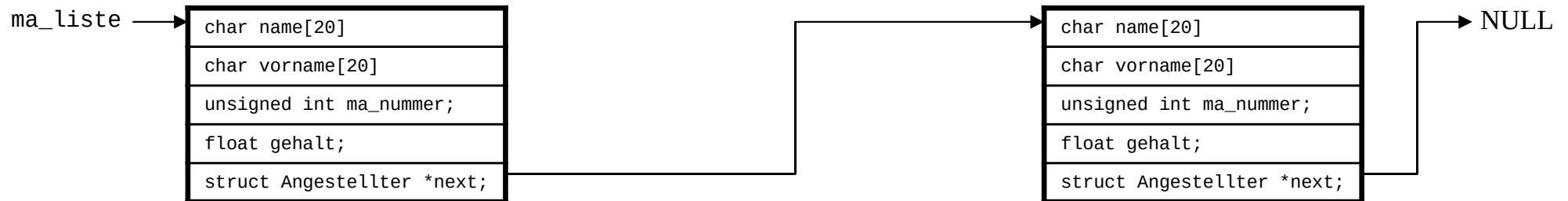
Zeiger-Array

```
MITARBEITER *ma_datenbank[200];
```

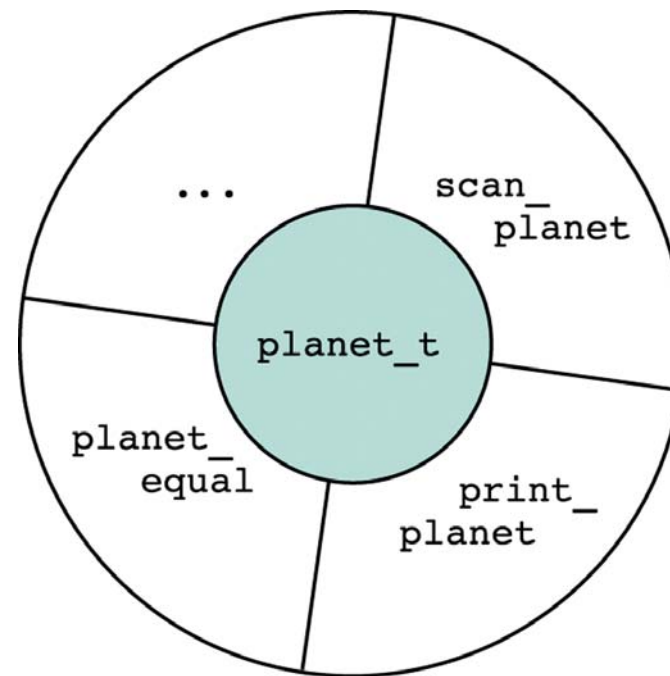


Verkettete Liste

```
MITARBEITER *ma_liste;
```

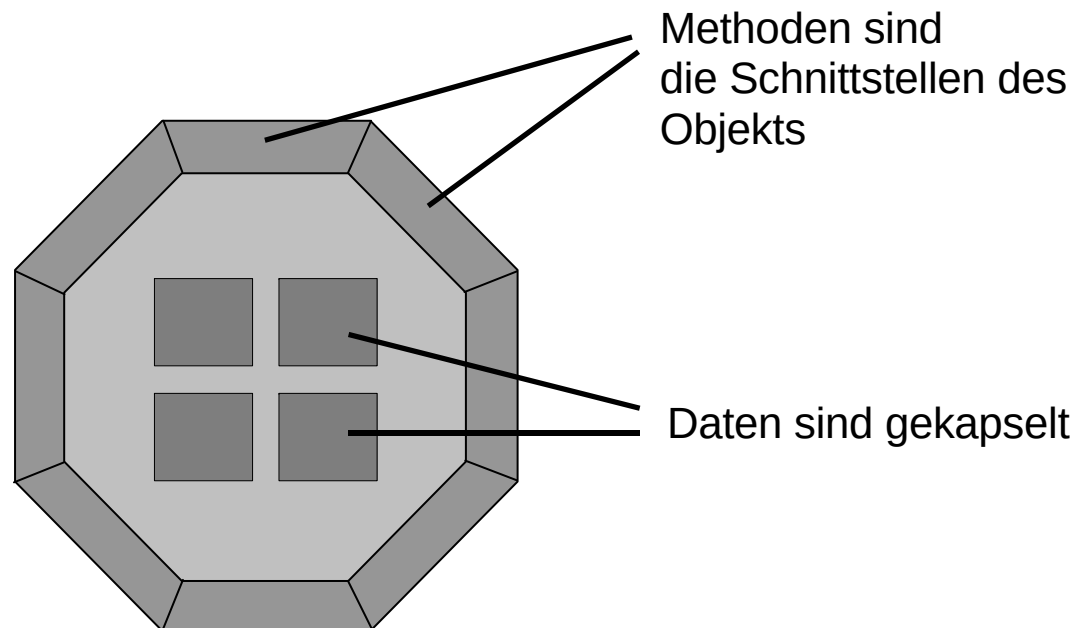


Datenabstraktion

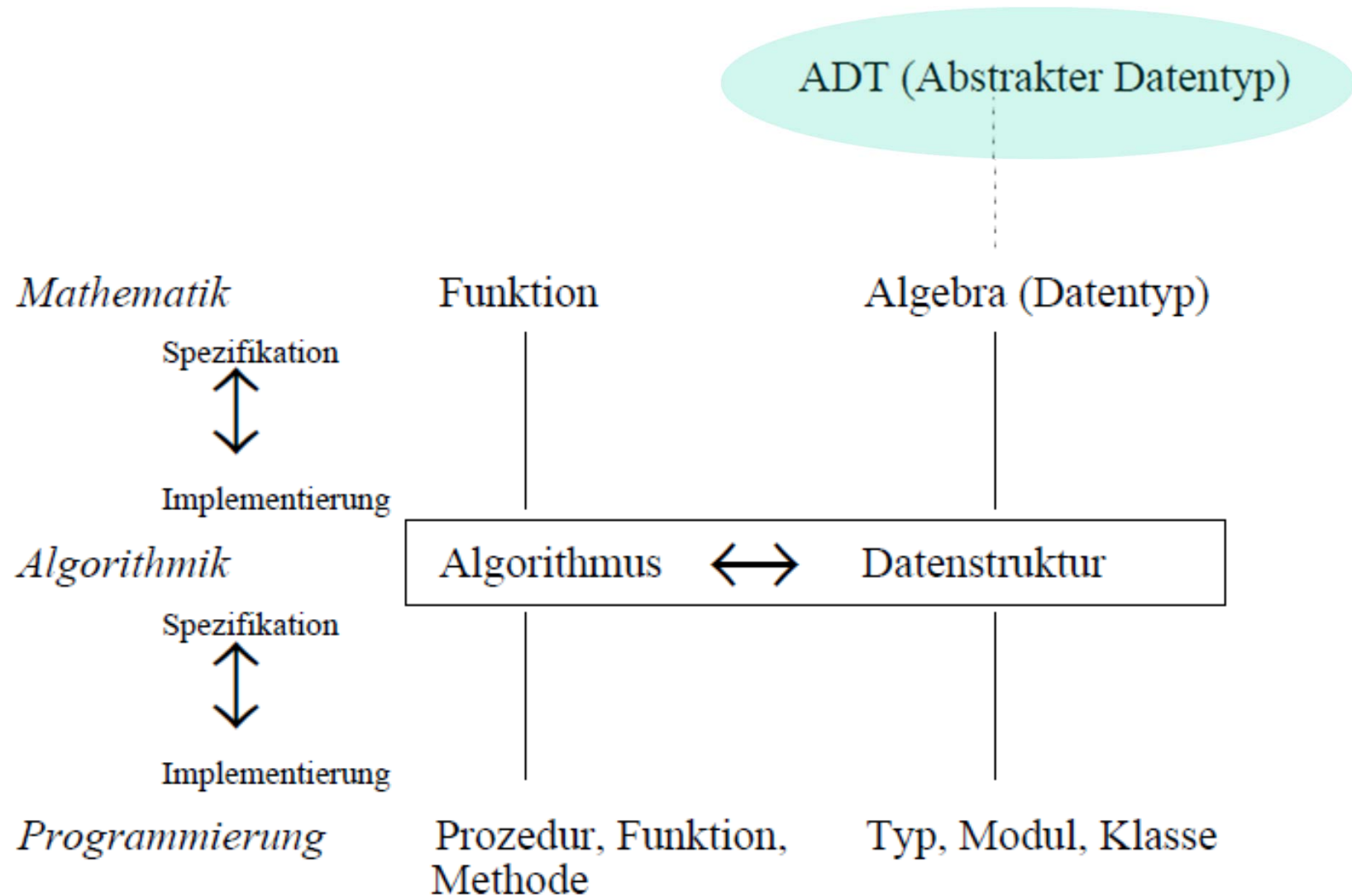


■ Datenabstraktion

- Im Gegensatz zu Datentypen und Datenstrukturen, die eher physikalisch definiert werden, gibt man bei einem **Abstrakten Datentyp** nur die Operationen an, die mit ihm ausgeführt werden können sollen.
- **Abstrakter Datentyp (ADT)**
 - Spezifikation durch seine (öffentlich bekannten) Operationen
 - Interne Darstellung und Implementierung bleiben verborgen



■ Abstraktionsebenen

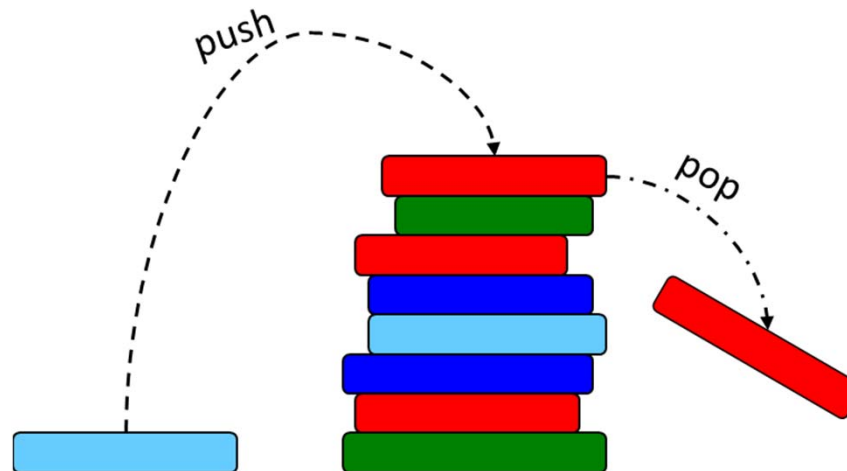


Stack



■ Stack (Stapel, Keller)

- Daten-Pufferung nach dem **LIFO-Prinzip**
- Anwendung: Parameterablage bei Funktionsaufruf, Syntaxprüfung, etc.
- Operationen: `push()` fügt ein Element ein
 `pop()` entfernt ein Element



ggf. weitere: `init()`, `top()`, `empty()`

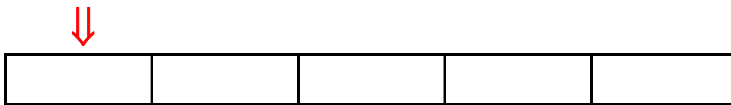
■ Stack: Beispiel-Implementierung

```
int stack[5], index = 0;
```

push(10);	⇐	10
push(14);	⇐	14
pop();	⇒	14
pop();	⇒	10

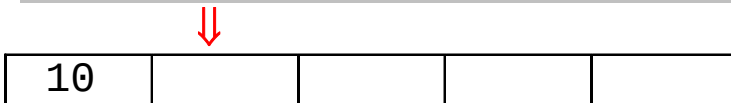
■ Stack: Beispiel-Implementierung

```
int stack[5], index = 0;
```



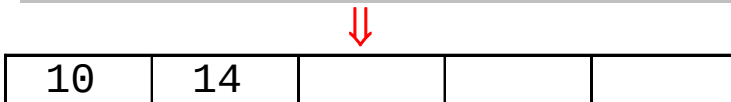
```
push(10);
```

⇐ 10



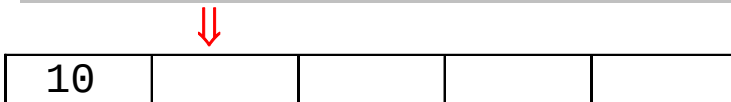
```
push(14);
```

⇐ 14



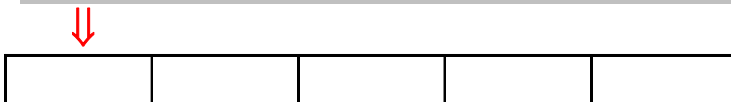
```
pop();
```

⇒ 14

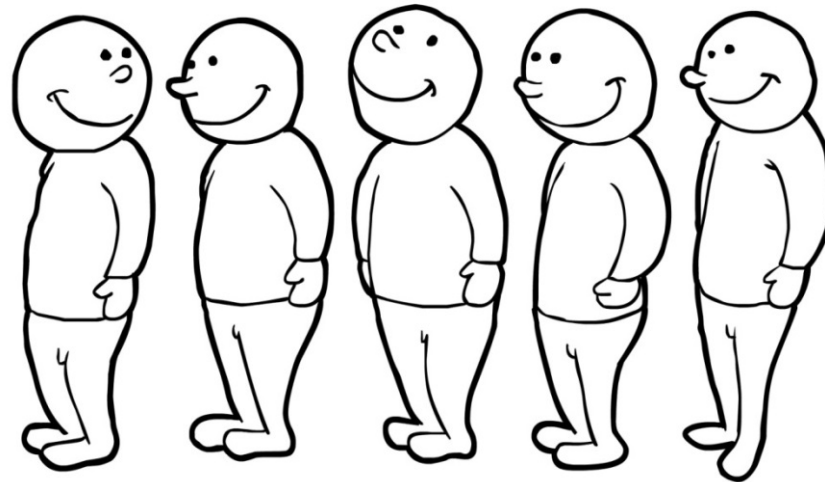


```
pop();
```

⇒ 10

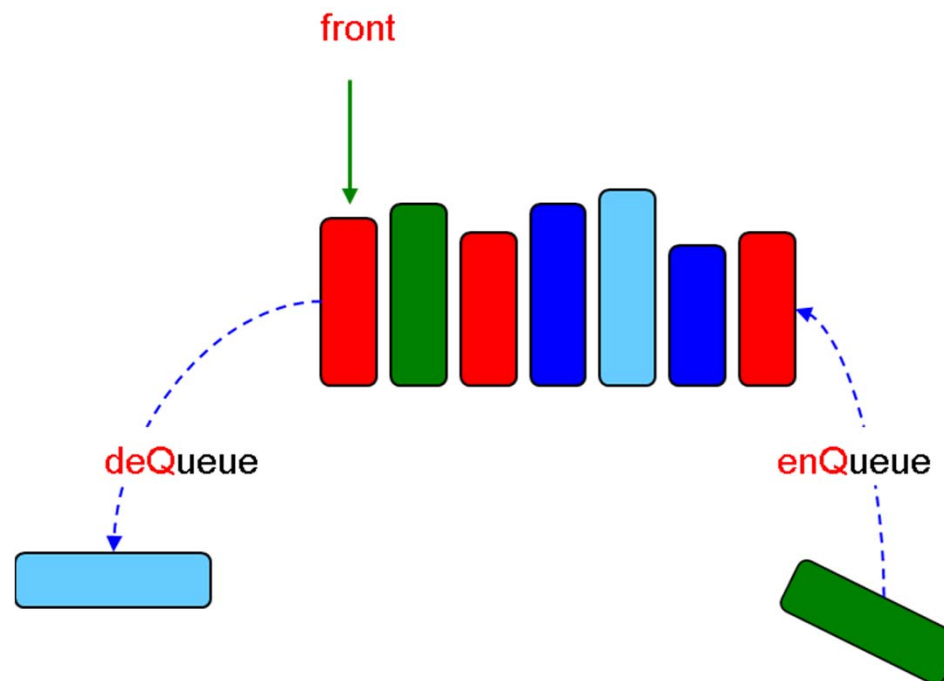


Queue



■ Queue (Reihe, Schlange)

- Daten-Pufferung nach dem **FIFO-Prinzip**
- Bsp.: Ein-/Ausgabepuffer, Druckerwarteschlange
- Operationen: `enqueue()` fügt ein Element ein
`dequeue()` entfernt ein Element

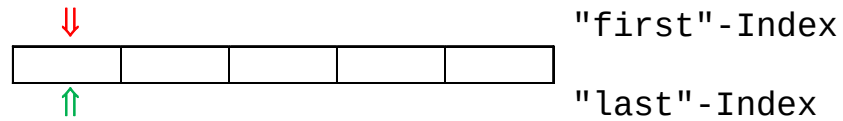


■ Queue: Beispiel-Implementierung

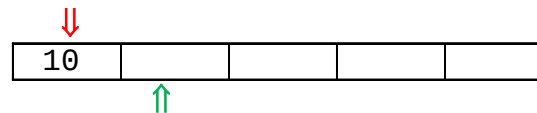
```
int queue[5], first = 0, last = 0;  
enqueue(10);           ⇐ 10  
enqueue(14);           ⇐ 14  
enqueue(7);            ⇐ 7  
dequeue();              ⇒ 10  
dequeue();              ⇒ 14
```

Queue: Beispiel-Implementierung

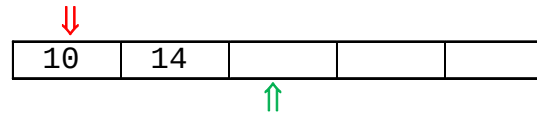
```
int queue[5], first = 0, last = 0;
```



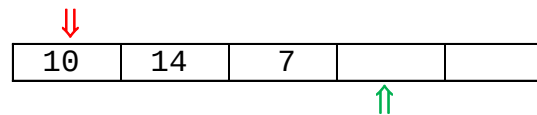
```
enqueue(10);
```



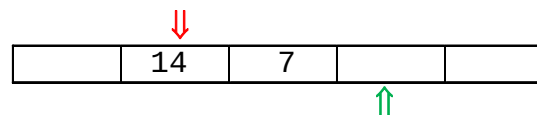
```
enqueue(14);
```



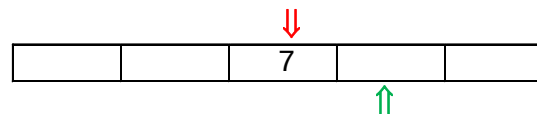
```
enqueue(7);
```



```
dequeue();
```



```
dequeue();
```



Verkettete Liste



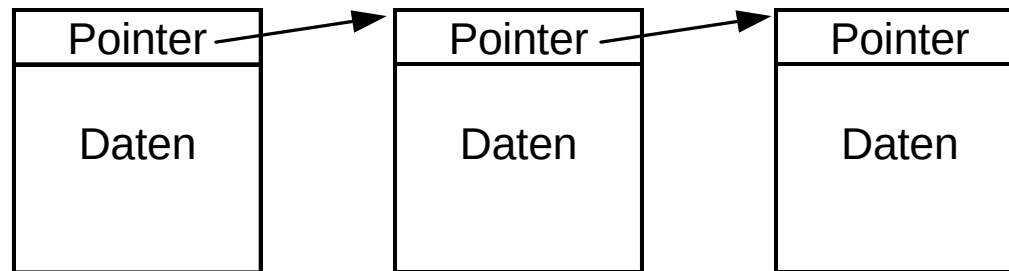
■ Verkettete Liste

- dynamische Struktur
- gleiche Listenelemente, beinhalten Verweis auf das nächste Element
- Datentyp eines Listenelements

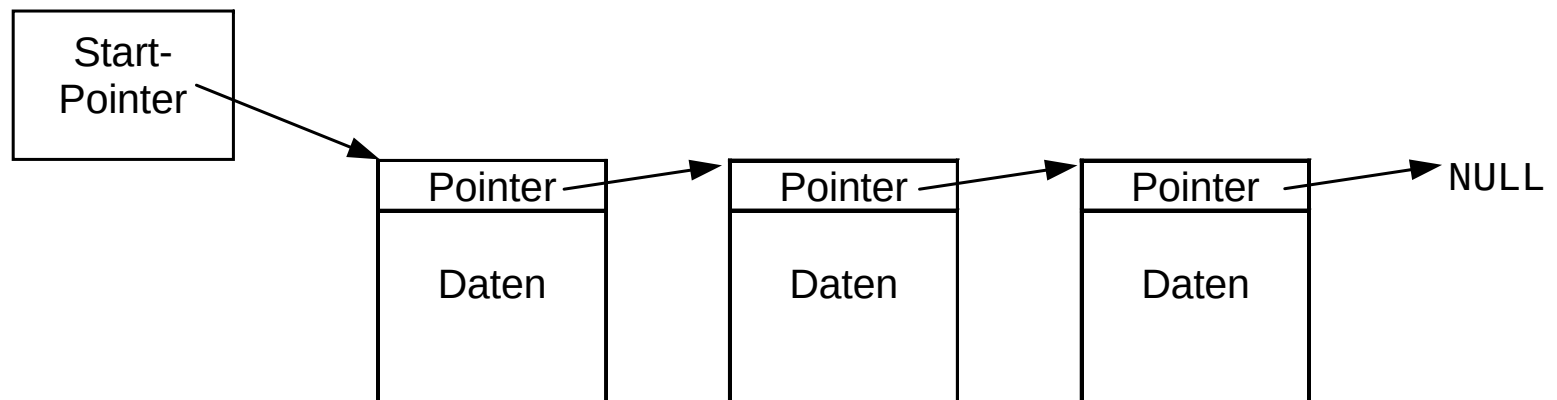
```
struct element
{
    float f;
    struct element *next;
};
```

- Operationen:
 - Liste initialisieren
 - Neues Listenelement einfügen
 - Listenelement löschen
 - Suchen eines bestimmten Listenelements

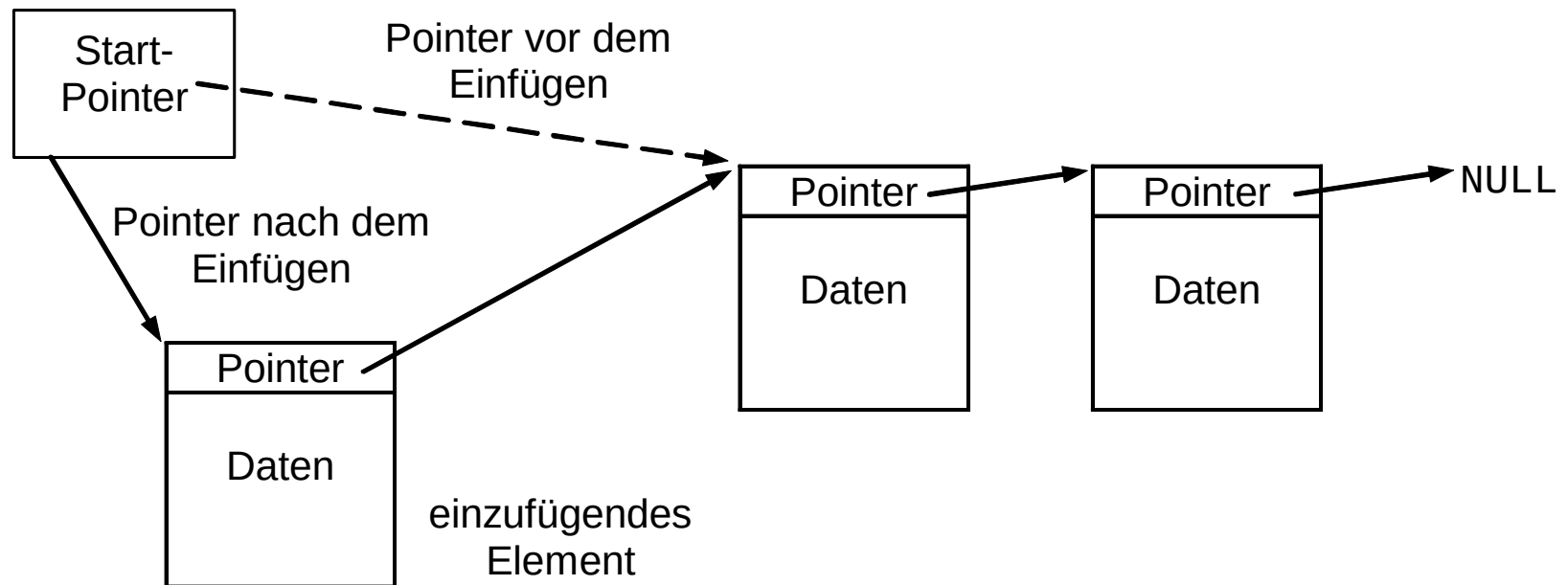
■ Einfach verkettete Liste



- mit Start-Pointer und Ende



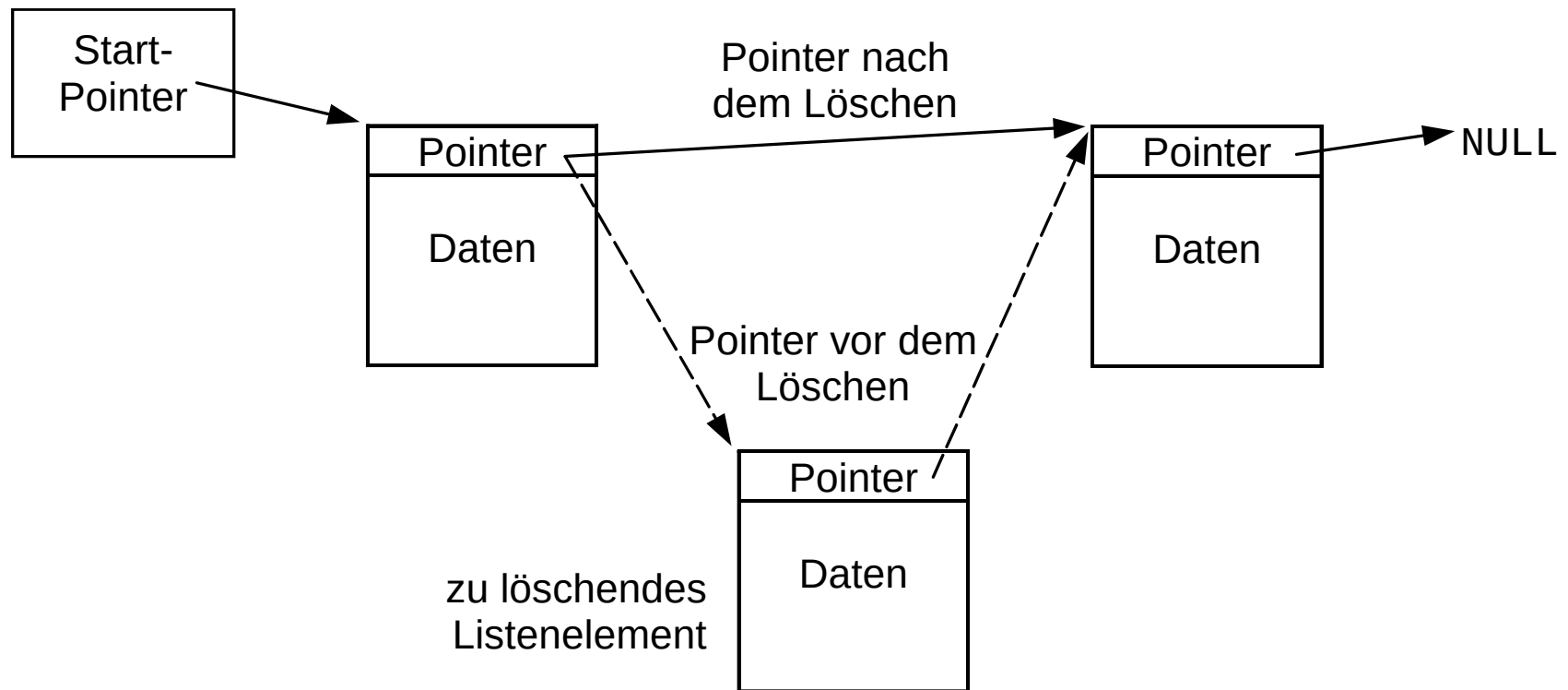
■ Implementierung: Neues Listenelement vorn einfügen



```
struct element
{
    float f;
    struct element *next;
};

struct element *start, *temp;
```

■ Implementierung: Listenelement löschen

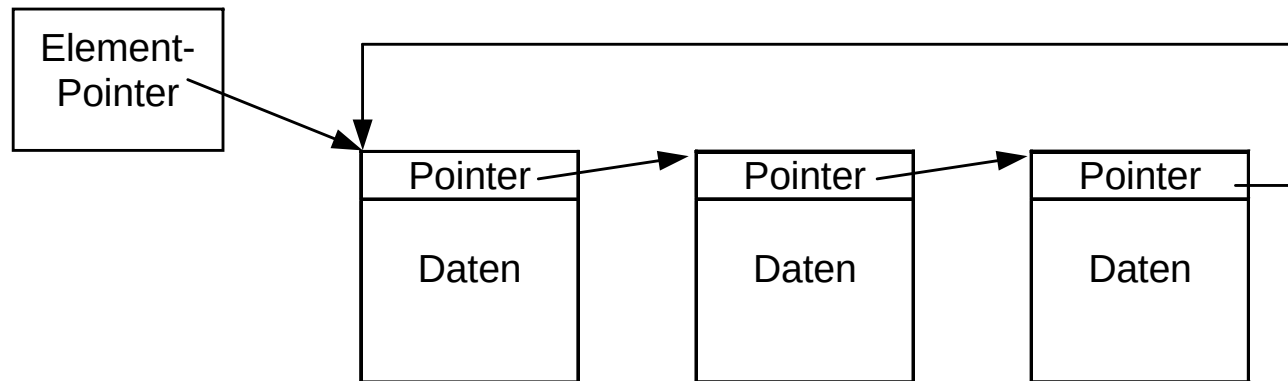


```
struct element
{
    float f;
    struct element *next;
};

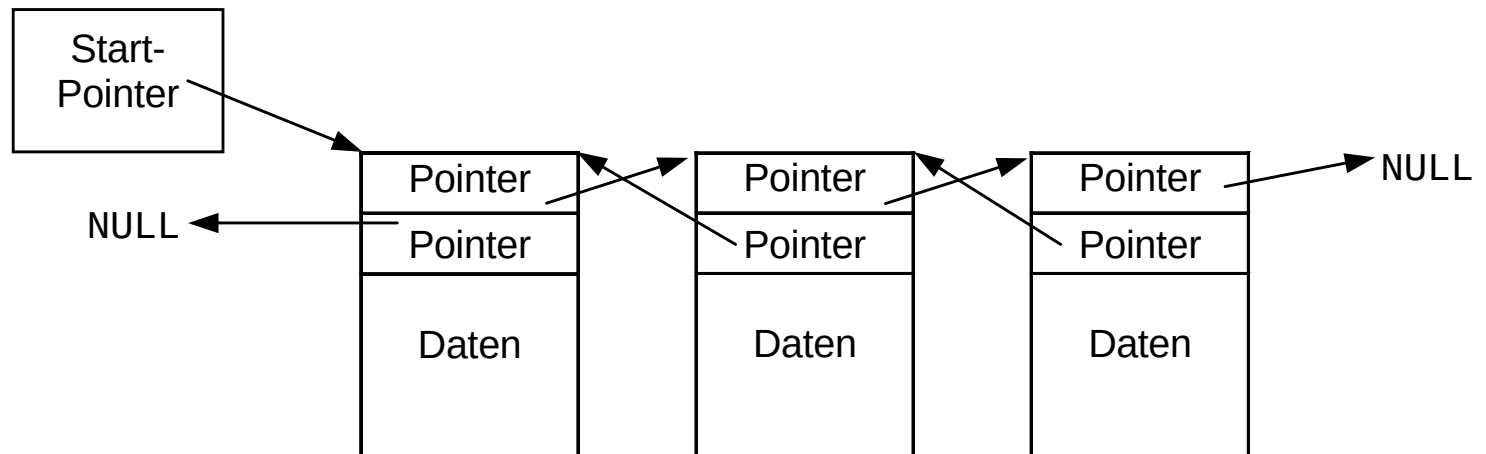
struct element *start, *temp;
```

■ Varianten verketteter Listen

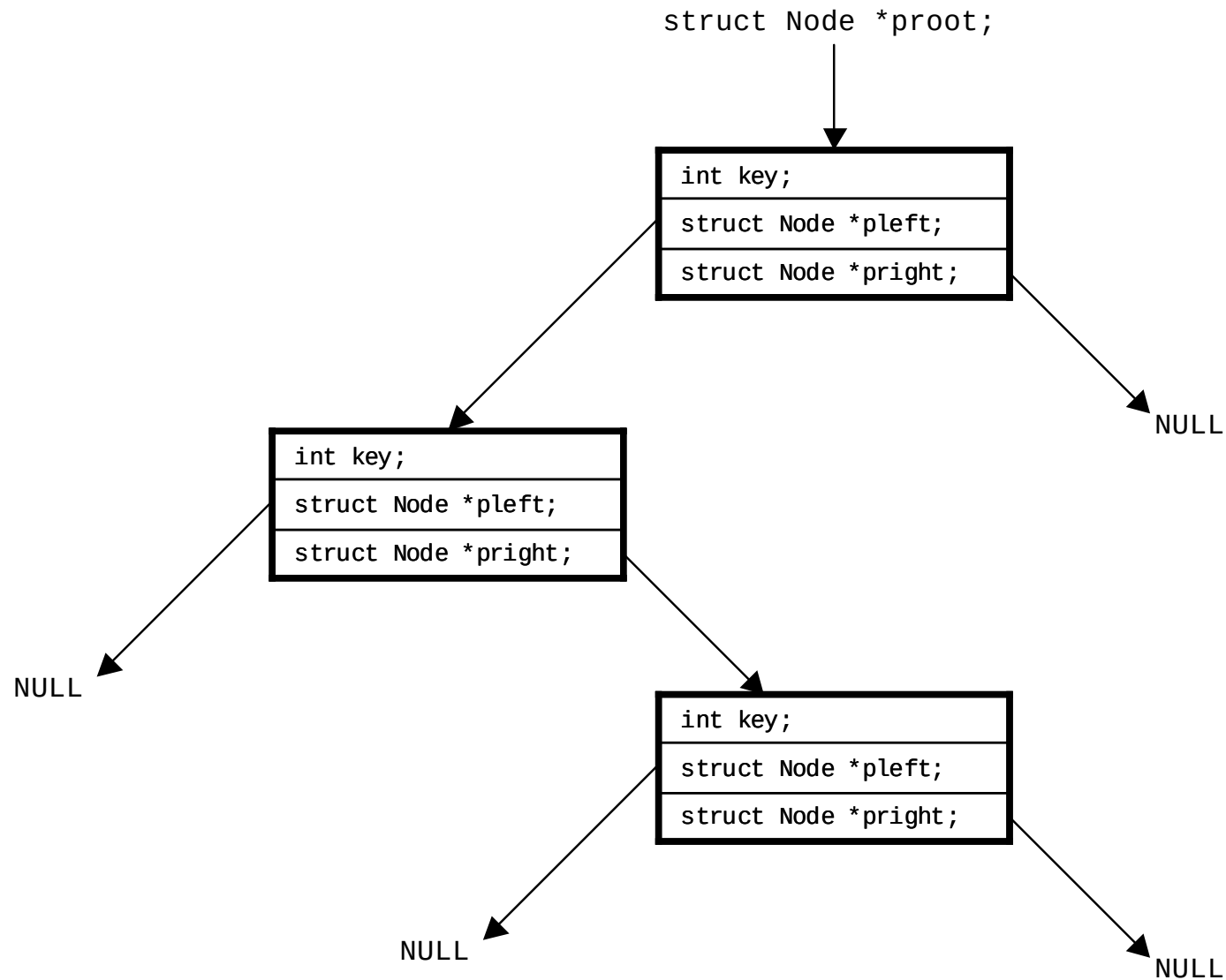
- Ringpuffer



- Doppelt Verkettete Liste



■ Exkurs: Binärer Suchbaum



■ Effizienz: Binärbaum vs. Verkettete Liste

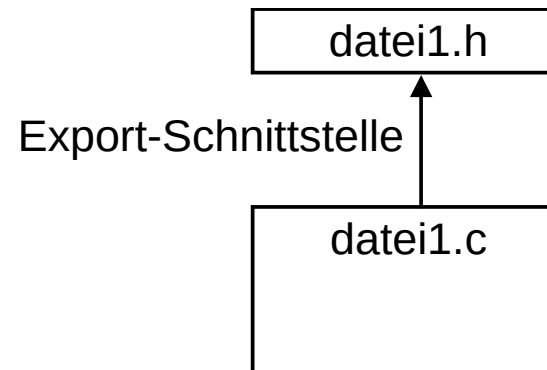
Effizienz beim Suchen von Elementen:

∅ Anzahl der Vergleiche: verkettete Liste ↔ ausgeglichener Binärbaum

Anzahl der Elemente	# Vergleiche Liste	# Vergleiche Baum
1	1	2
3	2	4
15	8	8
63	32	12
255	128	16
511	256	18
...	...	...
1048575	524288	40

■ Implementierung eines ADT

- Allgemeines Schema



- Am Beispiel des ADT "Stack"

