Einführung in die Programmierung

Einfache Datenstrukturen

Einfache Datenstrukturen

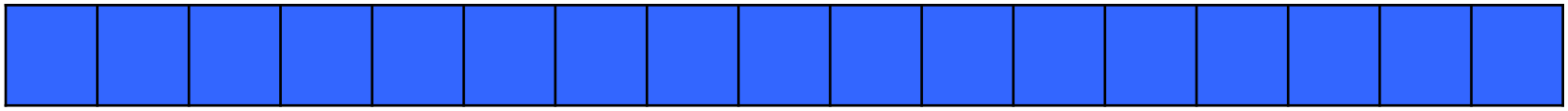
- Arrays
- Verkette Listen
- Doppeltverkette Listen
- Stack (Stapel/Kellerspeicher)
- Queue (Warteschlangen)

- Warum: Grundlagen für alle weiteren Algorithmen

Arrays

Arrays

- Arrays: Speicherung größerer Mengen oder Folgen gleichartiger Elemente.
  - Größe wird bei der Initialisierung festgelegt.
  - Zugriff auf Elemente durch Index, z.B. `a[0]`.



length

Problem: Unbekannte Anzahl an Elementen

- Probleme:
  - Die Anzahl der Elemente ist oft vorher nicht bekannt
  - Die Anzahl ändert sich während des Programmdurchlaufs
  - ...
- Folgerung:
  - Brauchen dynamischere Möglichkeit der Speicherverwaltung
- Möglichkeiten:
  - Adhoc mittels malloc / realloc
  - Oder mittels dynamischer Datenstrukturen

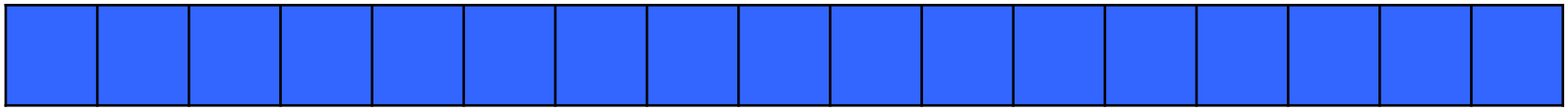
Dynamische Datenstrukturen

Dynamische Datenstrukturen

- Beispiele von dynamischen Datenstrukturen:
  - Liste
  - Baum
  - Graph
  - ...
- Eigenschaften
  - Erweiterbar
  - Schnelles Einfügen
  - Löschen möglich

Wie dynamisch sind Arrays?

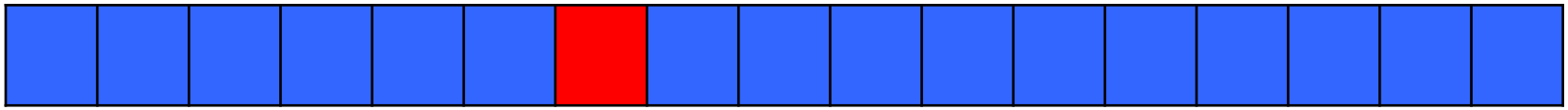
- Arrays: Speicherung größerer Mengen oder Folgen gleichartiger Elemente.
  - Größe wird bei der Initialisierung festgelegt.
  - Zugriff auf Elemente durch Index, z.B. `a[0]`.
- Allerdings:
  - Löschen: Lücken im Array.
  - Einfügen: i. A. neues Array und Daten müssen kopiert werden.



length

Arrays

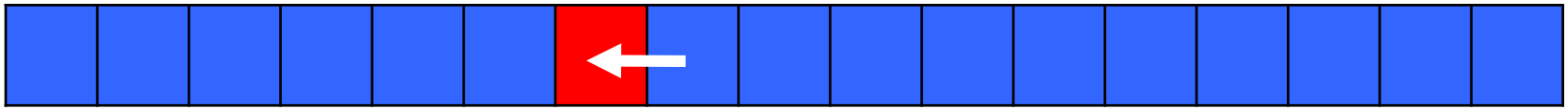
- Arrays: Speicherung größerer Mengen oder Folgen gleichartiger Elemente.
  - Größe wird bei der Initialisierung festgelegt.
  - Zugriff auf Elemente durch Index, z.B. `a[0]`.
- Allerdings:
  - Löschen: Lücken im Array.
  - Einfügen: i. A. neues Array und Daten müssen kopiert werden.



length

Arrays

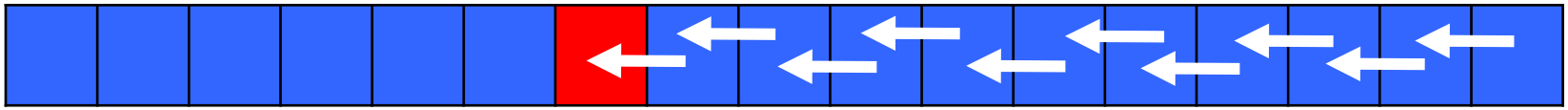
- Arrays: Speicherung größerer Mengen oder Folgen gleichartiger Elemente.
  - Größe wird bei der Initialisierung festgelegt.
  - Zugriff auf Elemente durch Index, z.B. `a[0]`.
- Allerdings:
  - Löschen: Lücken im Array.
  - Einfügen: i. A. neues Array und Daten müssen kopiert werden.



length

Arrays

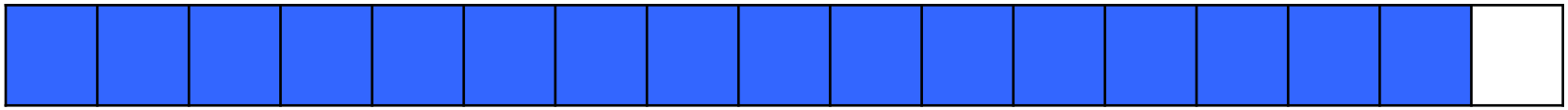
- Arrays: Speicherung größerer Mengen oder Folgen gleichartiger Elemente.
  - Größe wird bei der Initialisierung festgelegt.
  - Zugriff auf Elemente durch Index, z.B. `a[0]`.
- Allerdings:
  - Löschen: Lücken im Array.
  - Einfügen: i. A. neues Array und Daten müssen kopiert werden.



length

Arrays

- Arrays: Speicherung größerer Mengen oder Folgen gleichartiger Elemente.
  - Größe wird bei der Initialisierung festgelegt.
  - Zugriff auf Elemente durch Index, z.B. `a[0]`.
- Allerdings:
  - Löschen: Lücken im Array.
  - Einfügen: i. A. neues Array und Daten müssen kopiert werden.



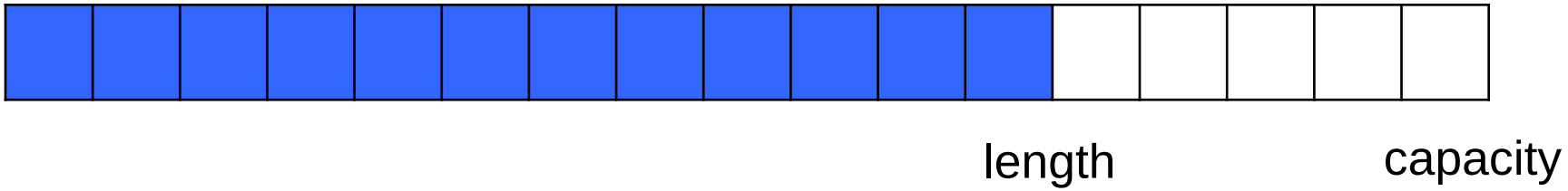
Dynamic Array

- Dynamic Array: Erweiterung des klassischen Arrays für effizientes Löschen / Einfügen am Ende.
  - Unterscheidung zwischen capacity und length:
    - capacity: Größe im Speicher.

capacity

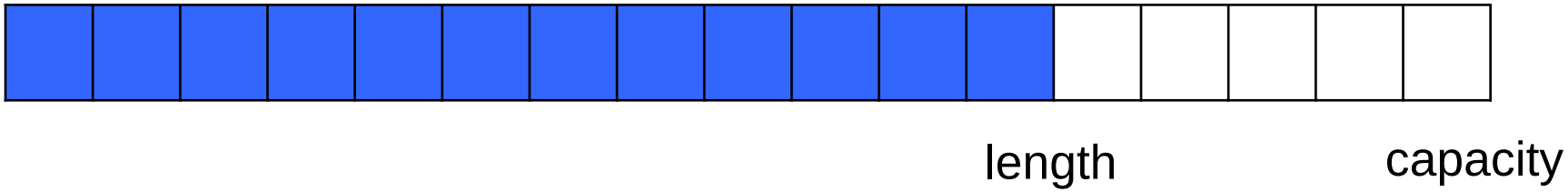
Dynamic Array

- Dynamic Array: Erweiterung des klassischen Arrays für effizientes Löschen / Einfügen am Ende.
  - Unterscheidung zwischen capacity und length:
    - capacity: Größe im Speicher.
    - length: Anzahl der tatsächlich verwendeten Elemente.



Dynamic Array

- Dynamic Array: Erweiterung des klassischen Arrays für effizientes Löschen / Einfügen am Ende.
  - Vorteile des klassischen Arrays bleiben erhalten.
  - Einfügen und Löschen am Ende sind ≈ O(1).
  - ABER: Einfügen und Löschen an einer beliebigen Stelle immer noch teuer.



Einfache Datenstrukturen

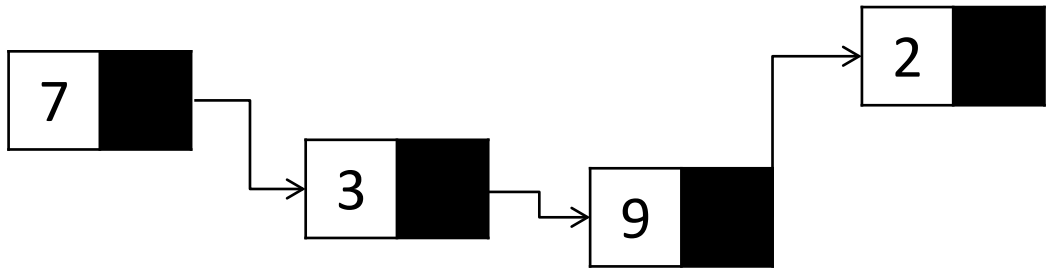
- Arrays
- Verkette Listen
- Doppeltverkette Listen
- Stack (Stapel)
- Queue (Warteschlangen)

- Warum: Grundlagen für alle weiteren Algorithmen

Verkette Listen

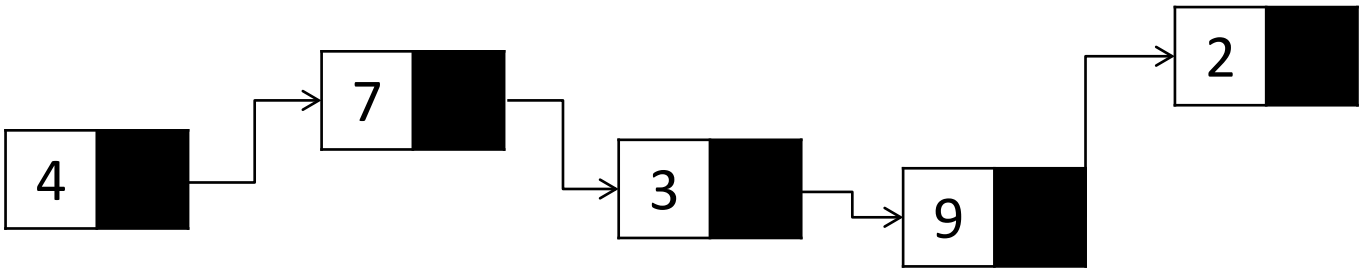
Verkettete Liste

- Verkettete Liste:
  - Elemente bestehen aus Inhalt und Nachfolger.
  - Jedes Element “verweist” auf seinen Nachfolger.



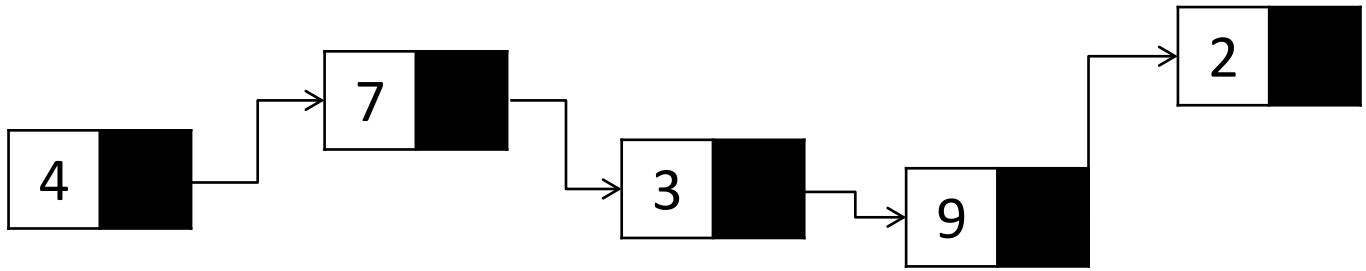
Verkettete Liste

- Verkettete Liste:
  - Jedes Element “verweist” auf seinen Nachfolger.
  - Elemente können beliebig eingefügt.



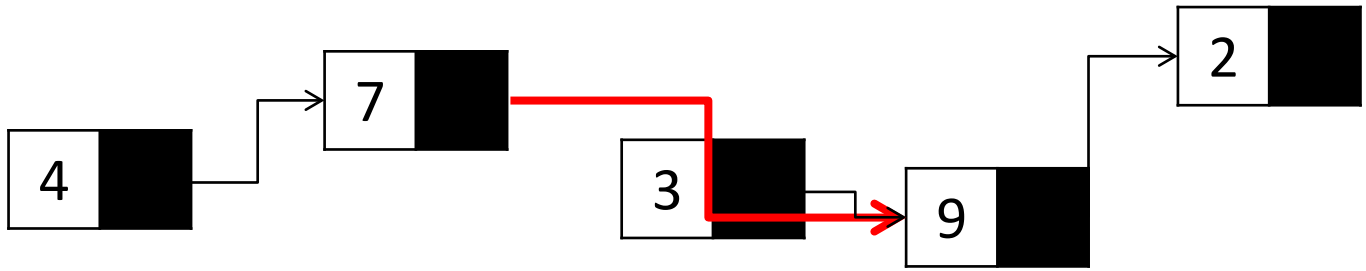
Verkettete Liste

- Verkettete Liste:
  - Jedes Element “verweist” auf seinen Nachfolger.
  - Elemente können beliebig eingefügt und gelöscht werden.



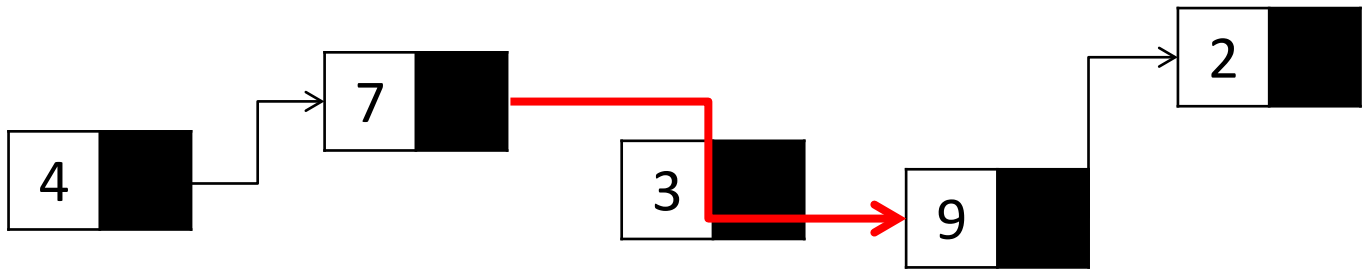
Verkettete Liste

- Verkettete Liste:
  - Jedes Element “verweist” auf seinen Nachfolger.
  - Elemente können beliebig eingefügt und gelöscht werden.



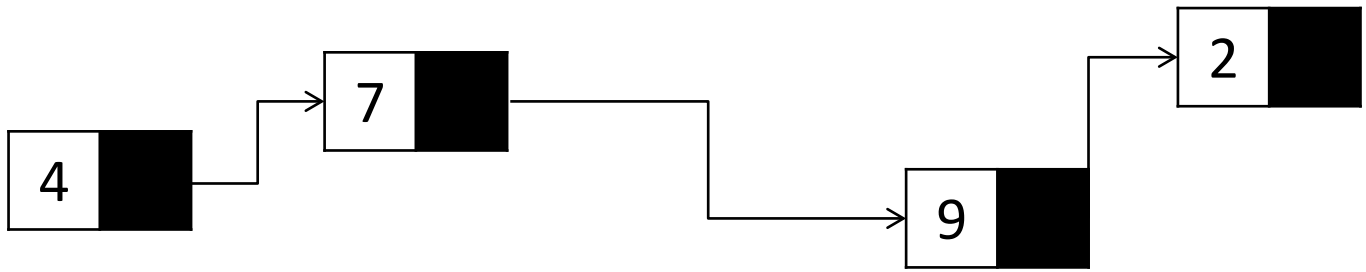
Verkettete Liste

- Verkettete Liste:
  - Jedes Element “verweist” auf seinen Nachfolger.
  - Elemente können beliebig eingefügt und gelöscht werden.



Verkettete Liste

- Verkettete Liste:
  - Jedes Element “verweist” auf seinen Nachfolger.
    - Elemente können beliebig eingefügt und gelöscht werden.



    - Dabei wird „nur“ der Verweis auf den Nachfolger umgesetzt.
    - Und der Speicher des gelöschten Elements freigegeben.

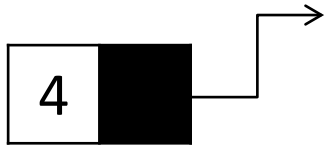
Verkettete Liste: Implementierung

Verkettete Liste: Implementierung

- Die Implementierung von verketteten Listen benötigt:
  - Elemente bestehend aus
    - Inhalt
    - Verweis auf Nachfolger
  - Und die Logik zum
    - Einfügen
    - Durchlaufen und Ausgeben
    - Löschen

Verkettete Liste Elemente

- Listenelemente sind ein zusammengesetzter Datentyp
  - Datenwert
  - Verweis auf das nächste Element
  - ...



Ausflug: Zusammengesetzte Datentypen in C

Zusammengesetzte Datentypen

- Zusammenfassung von zusammengehörigen Daten in eigenen Datentyp **`struct`**
- Beispiel Produkte mit Namen und Preis:

```
struct produkt {
        char name[255];
        float preis;
};
struct produkt beispiel;
```

- Zugriff durch Selektor **`.`** **(Punkt)**

```
beispiel.preis = 0.79;
strncpy(beispiel.name, “Apfel“, 255);
printf(„Ware %s mit Preis %f\n“,
                beispiel.name, beispiel.preis);
```

Zusammengesetzte Datentypen

- Zusammenfassung von zusammengehörigen Daten in eigenen Datentyp **`struct`**
- Beispiel Produkte mit Namen und Preis:

```
struct produkt{
  char name[255];
  float preis;
};
struct produkt beispiel;
// Array vom Typ struct produkt
struct produkt warenkorb[100];
```

- D.h. Structs sind ganz normale Datentypen bei denen wir Arrays, Pointer, Adressen, etc haben.

Zusammengesetzte Datentypen

- Zusammenfassung von zusammengehörigen Daten in eigenen Datentyp **`struct`**
- Beispiel Produkte mit Namen und Preis:

```
struct produkt{
  char name[255];
  float preis;
};
struct produkt beispiel;
// Array vom Typ struct produkt
struct produkt warenkorb[100];
// Pointer = Adresse
struct produkt *ware = warenkorb;
```

- D.h. Structs sind ganz normale Datentypen bei denen wir Arrays, Pointer, Adressen etc haben.

Zusammengesetzte Datentypen

- Zusammenfassung von zusammengehörigen Daten in eigenen Datentyp **`struct`**
- Beispiel Produkte mit Namen und Preis:

```
struct produkt{
  char name[255];
  float preis;
};
struct produkt beispiel;
struct produkt warenkorb[100];
struct produkt *ware = warenkorb;
```

- Bei Pointern durch Selektor **`->`**

```
printf(„Produkt %s mit Preis %f\n“,
                ware->name, ware->preis);
```

Typdefinitionen

- Oft sinnvoll, eigene Typen zu definieren mittels **`typedef`**

- Beispiel:

```
typedef struct produkt {
  char name[255];
  float preis;
} produkt_t;
// Variablendeklaration
produkt_t produkt1, produkt2;
```

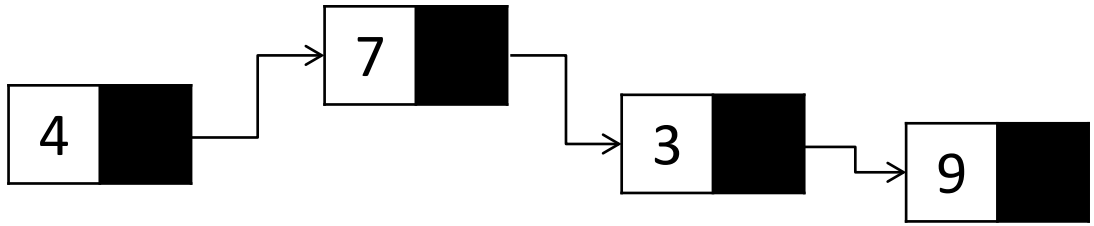
- Warum? ⇨ Bessere Lesbarkeit, bessere Dokumentation!
  Weniger Tipparbeit

Ende Ausflug:
Zusammengesetzte Datentypen

Weiter mit:
Implementierung verketteter Listen

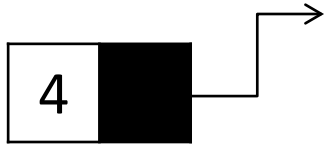
Verkettete Liste

- Verkettete Liste:
  - Jedes Element “verweist” auf seinen Nachfolger.



Verkettete Liste – Elemente

- Listenelemente sind ein zusammengesetzter Datentyp
  - Datenwert
  - Verweis auf das nächste Element

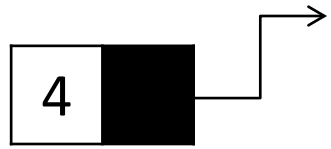


- Einfach verkettete Liste

```
/* Datentyp für einfach verkettete Liste */
struct simple_list {
  int value;                    // Daten
  struct simple_list *next;     // Nachfolger
};
```

Verkettete Liste – Elemente

- Listenelemente sind ein zusammengesetzter Datentyp
  - Datenwert
  - Verweis auf das nächste Element

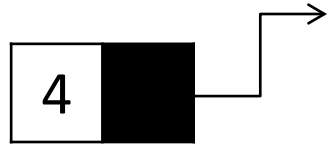


- Einfach verkettete Liste

```
/* Datentyp für einfach verkettete Liste */
typedef struct simple_list {
  int value;                    // Daten
  struct simple_list *next;     // Nachfolger
} slist;
```

Verkettete Liste – Elemente

- Listenelemente sind ein zusammengesetzter Datentyp
  - Datenwert
  - Verweis auf das nächste Element

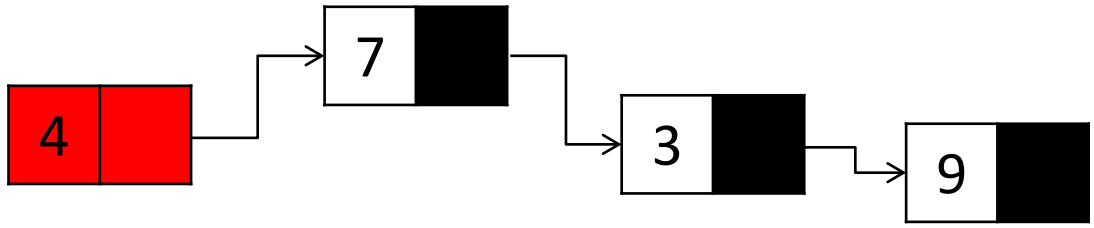


- Struct Definition oft mit Namenskonvention _typename

```
/* Datentyp für einfach verkettete Liste */
typedef struct _slist {
  int value;              // Daten
  struct _slist *next;    // Nachfolger
} slist;
```

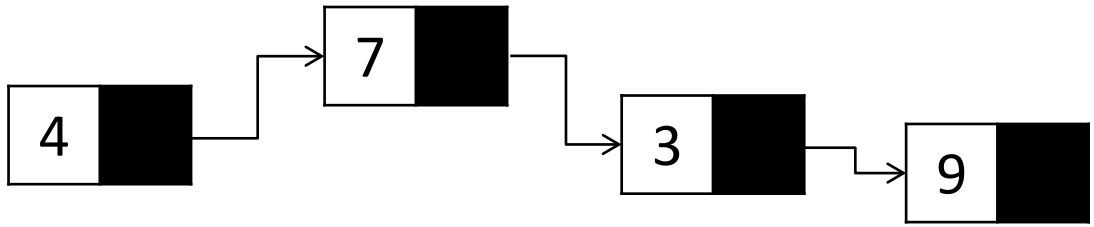
Verkettete Liste – Wurzel

- Verkettete Liste:
  - Jedes Element “verweist” auf seinen Nachfolger.
- Erstes Element wird oft „Wurzel“ (engl. „root“), „Anker“ oder „Kopf“ der Liste genannt



Verkettete Liste – Durchlaufen

- Durchlaufen der Liste:
  - Anfang an der Wurzel
  - Solange wie Nachfolger existiert
    - Gib den Wert aus
    - Gehe zum Nachfolger



Verkettete Liste – Durchlaufen

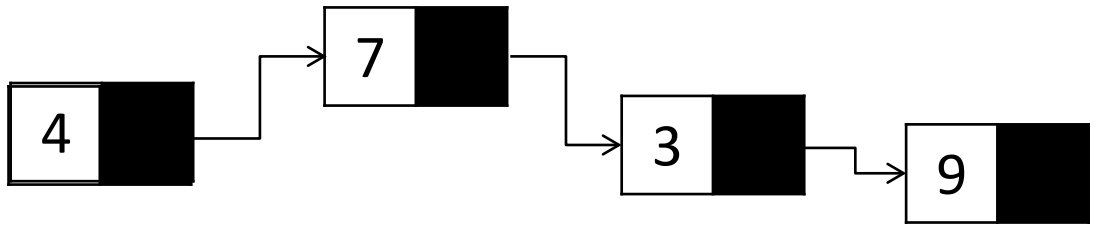
- ```
  typedef struct _slist {
    int value;                // Daten
    struct _slist *next;      // Nachfolger
  } slist;
  ```

- Durchlaufen der Liste i.d.R. von der Wurzel der Liste aus

```
slist *root, *tmp;
tmp = root;                   // Anfang an der Wurzel
while(tmp != NULL) {          // Solange Nachfolger
  printf("%d\n", tmp->value); // Wert
  tmp = tmp->next             // Nächstes Element
}
```
```

Verkettete Liste – Einfügen

- Einfügen:
  - Neuen Knoten anlegen
  - Knoten initialisieren
  - Knoten einfügen (Hier am Anfang)



Verkettete Liste – Einfügen

- Objekte vom Type Liste werden zur Laufzeit:
  - Alloziert

```
slist *insert(slist *list_pointer, int value){
  slist * new;
  new = (slist *) calloc(1, sizeof(slist));
```

  - Besetzt bzw. initialisiert

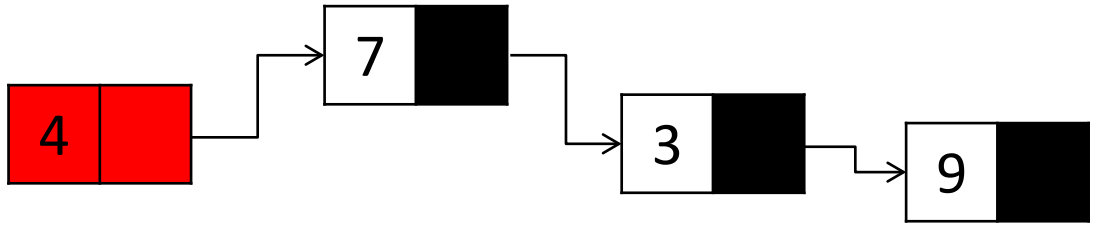
```
  new->value = value;
  new->next = NULL;
```

  - Und in die Liste eingehängt

```
  if(list_pointer)
    new->next = list_pointer;
  return(new);
}
```

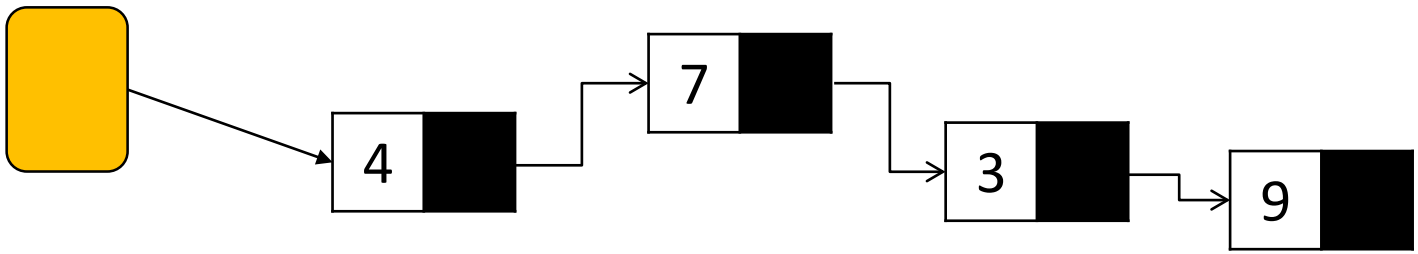
Verkettete Liste mit extra Wurzel

- Erstes Element wird oft „Wurzel“ (engl. „root“), „Anker“ oder „Kopf“ der Liste genannt
- Allerdings braucht man häufig weitere Informationen
  - Anzahl (#) Listenelemente
  - Letztes Element der Liste



Verkettete Liste mit Wurzel

- Erstes Element wird oft „Wurzel“ (engl. „root“), „Anker“ oder „Kopf“ der Liste genannt
- Allerdings braucht man häufig weitere Informationen
  - Anzahl (#) Listenelemente
  - Letztes Element der Liste
- Lösung
  - Separate Wurzel für Verwaltungsinformationen



Verkettete Liste mit Wurzelelement

- Datentyp für die Wurzel

```
typedef struct _list {
  int count;     // Anzahl Listeneinträge
  slist *first;  // Erstes Element der Liste
} list;
```

- Funktion zum Initalisieren

```
list * warenliste = calloc(1, sizeof(list));
void init_list(list *list_pointer){
  list_pointer->first = NULL;
  list_pointer->count = 0;
}
init_list(warenliste);
```

Verkettete Liste mit Wurzelelement

- Datentyp für die Wurzel

```
typedef struct _list {
  int count;    // Anzahl Listeneinträge
  slist *first;  // Erstes Element der Liste
} list;
```

- Funktion zum Einfügen

```
list * warenliste = calloc(1, sizeof(list));
void list_insert(list *list_pointer, int value){
  slist * new = (slist *) calloc(1, sizeof(slist));
  new->value = value;
  new->next = list_pointer->first;
  list_pointer->first = new;
  list_pointer->count++;
}
list_insert(warenliste, 100);
```

Verkettete Liste mit Wurzelelement

- Datentyp für die Wurzel

```
typedef struct _list {
  int count;    // Anzahl Listeneinträge
  slist *first;  // Erstes Element der Liste
} list;
```

- Funktion zum Ausgeben

```
list * warenliste = calloc(1, sizeof(list));
void list_print(list *list_pointer){
  slist *tmp = list_pointer->first;
  while(tmp) {
    printf("cur: %d ", tmp->value);
    tmp = tmp->next;
  } printf("\n");
list_print(warenliste);
```

Verkettete Liste – Operationen

- Typische Operationen
  - Initialisieren
  - Einfügen
  - Suchen entspricht Durchlaufen

  - Löschen – gleich
  - Invertieren – gleich

  - Sortieren – später
  - Konkatenieren
  - ....

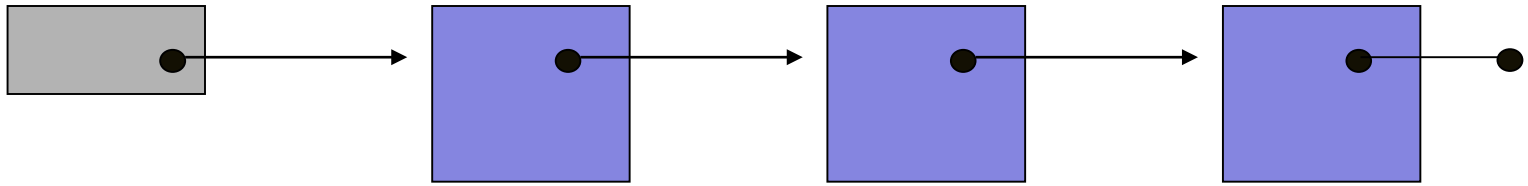
Linked List Implementierungen und Laufzeiten

- Zahlreiche Variationsmöglichkeiten bei der Implementierung.
  - “Beste” Variante hängt vom Problem ab.

- Minimale Implementierung:
  - head (Kopfzeiger): Zeigt auf das erste Element der Liste.
  - Methoden / Funktionen:
    - Find element // Suchen
    - Insert element // Einfügen
    - Delete element // Löschen

Wiederholung
Listenoperationen: Suchen

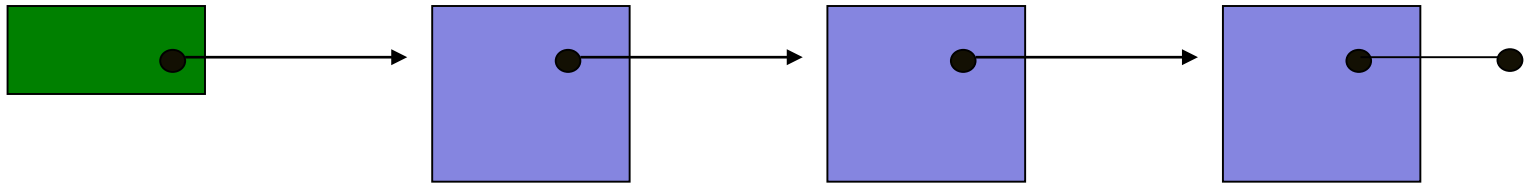
- Suchen eines Objektes in der Liste



- Durchlaufen der Liste

Wiederholung
Listenoperationen: Suchen

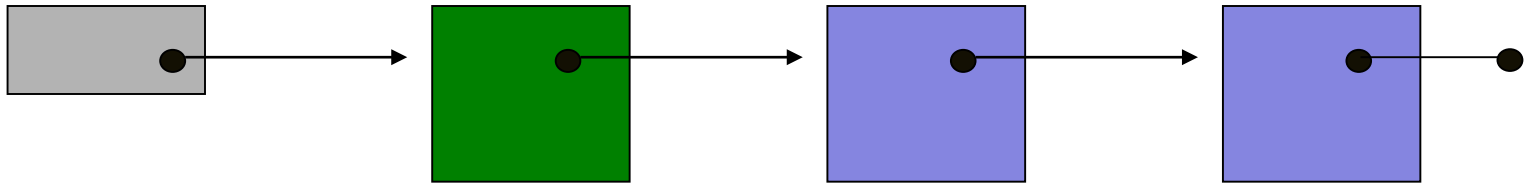
- Suchen eines Objektes in der Liste



- Durchlaufen der Liste

Listenoperationen: Suchen

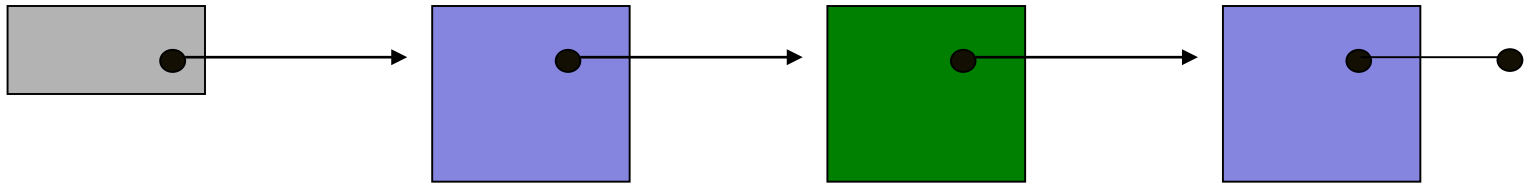
- Suchen eines Objektes in der Liste



- Durchlaufen der Liste

Listenoperationen: Suchen Laufzeit

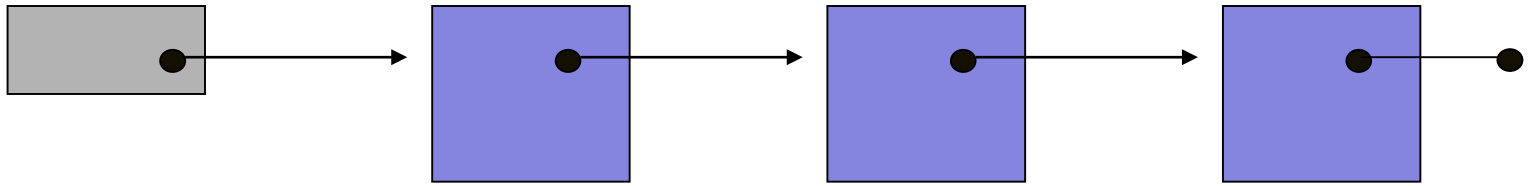
- Suchen eines Objektes in der Liste



- Durchlaufen der Liste
  - Bis das gewünschte Element gefunden wurde
  - Oder das Ende der Liste erreicht ist
- Laufzeit: O(n)

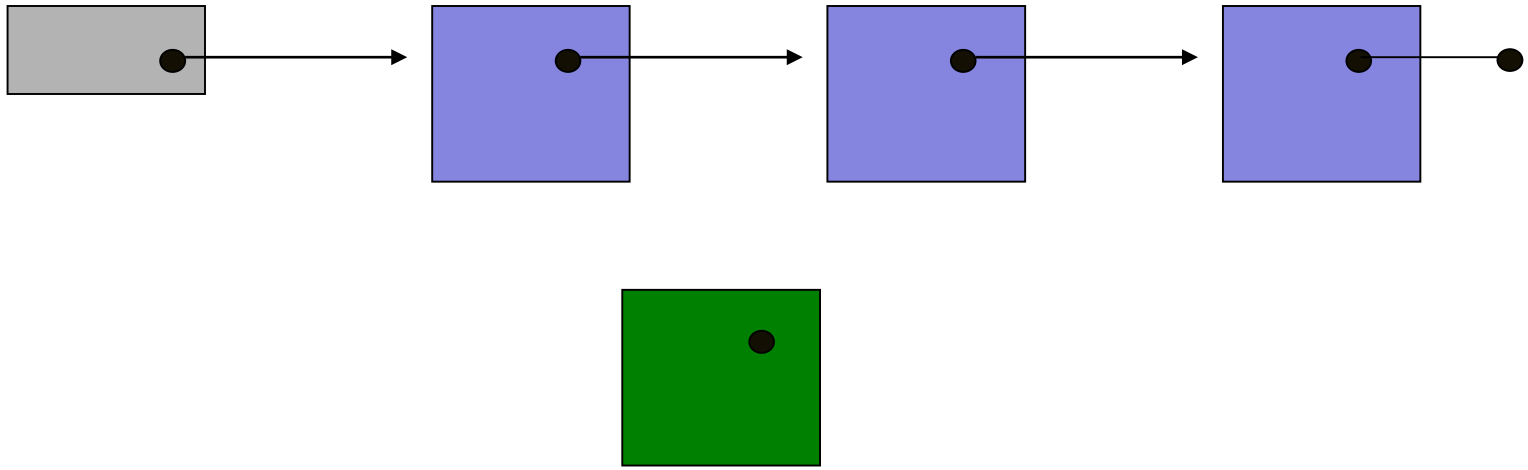
Wiederholung
Listenoperationen: Einfügen

- Einfügen eines Objektes in die Liste:



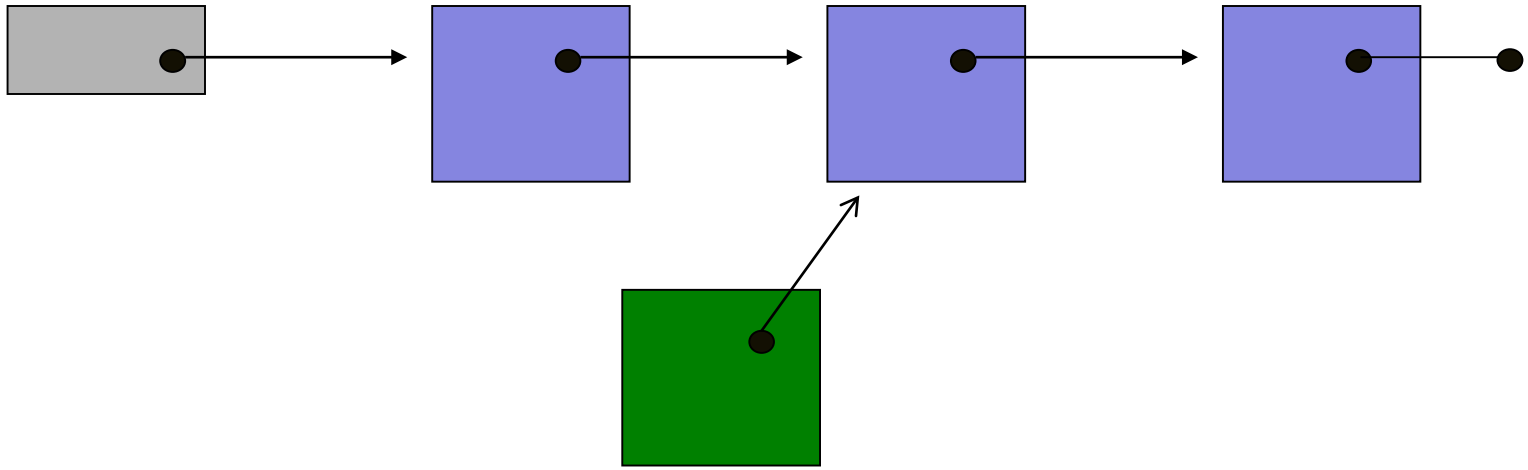
Wiederholung Listenoperationen: Einfügen

- Einfügen eines Objektes in die Liste:



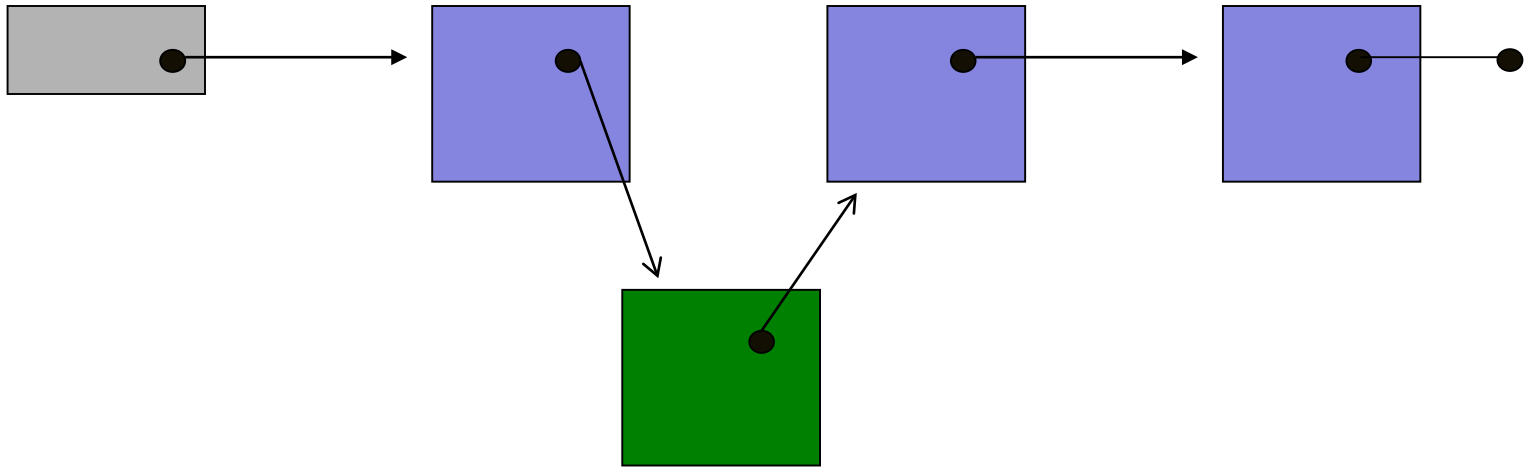
Wiederholung Listenoperationen: Einfügen

- Einfügen eines Objektes in die Liste:



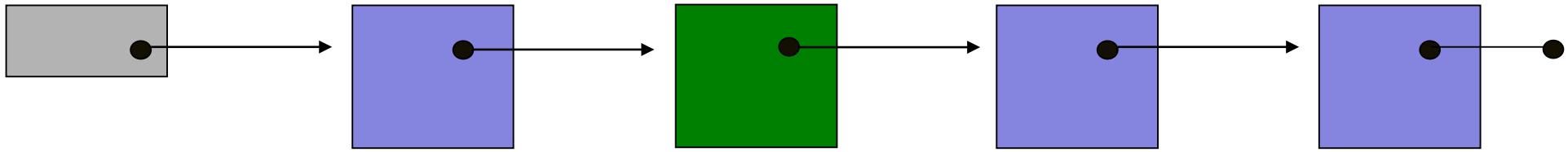
Wiederholung Listenoperationen: Einfügen

- Einfügen eines Objektes in die Liste:



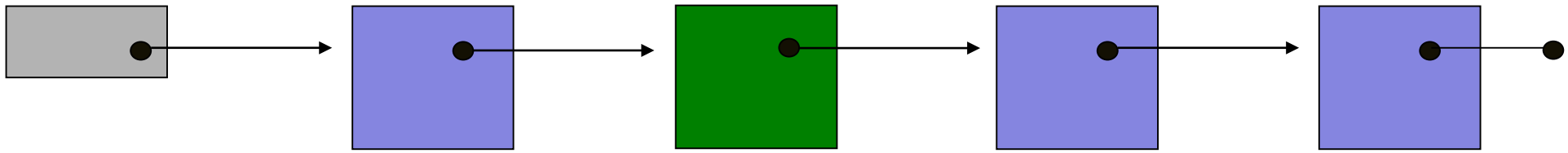
Wiederholung
Listenoperationen: Einfügen

- Einfügen eines Objektes in die Liste:



Listenoperationen: Einfügen Laufzeit

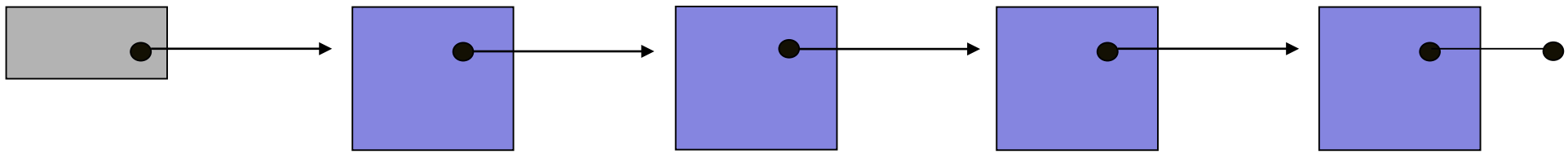
- Einfügen eines Objektes in die Liste:



- Elemente werden nur „eingehängt“.
- Einfügen „hinter“ bekannter Stelle ist O(1).
  Position ist durch Pointer bekannt.
- Einfügen an unbekannter Stelle ist O(n).
  - Warum? Position muss erst gesucht werden: Kosten O(n)

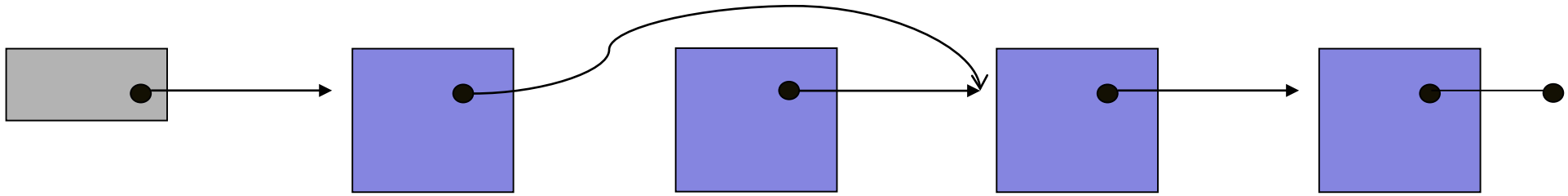
Entfernen

- Beim Entfernen wird ein Element, dessen Position bekannt ist, aus der Liste entfernt



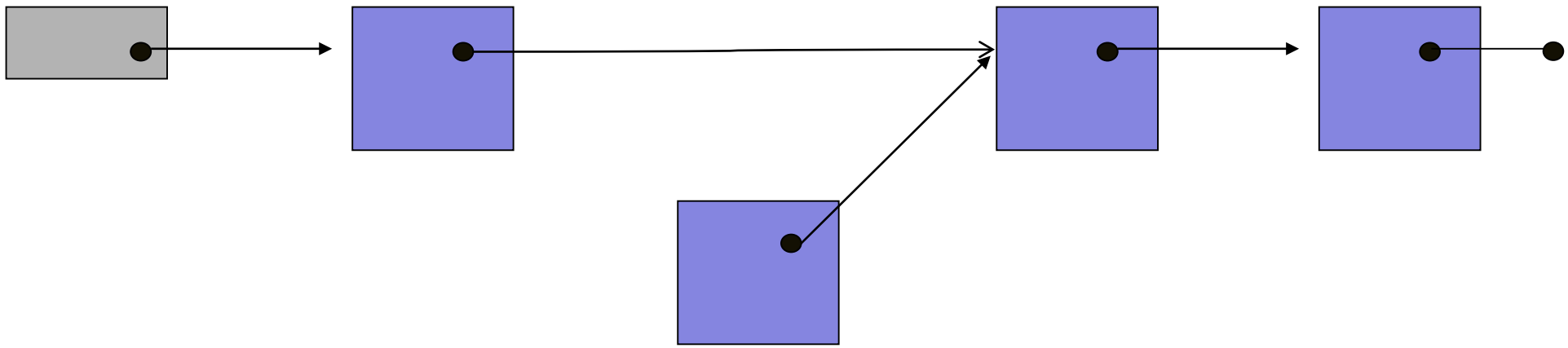
Entfernen

- Beim Entfernen wird ein Element, dessen Position bekannt ist, aus der Liste entfernt



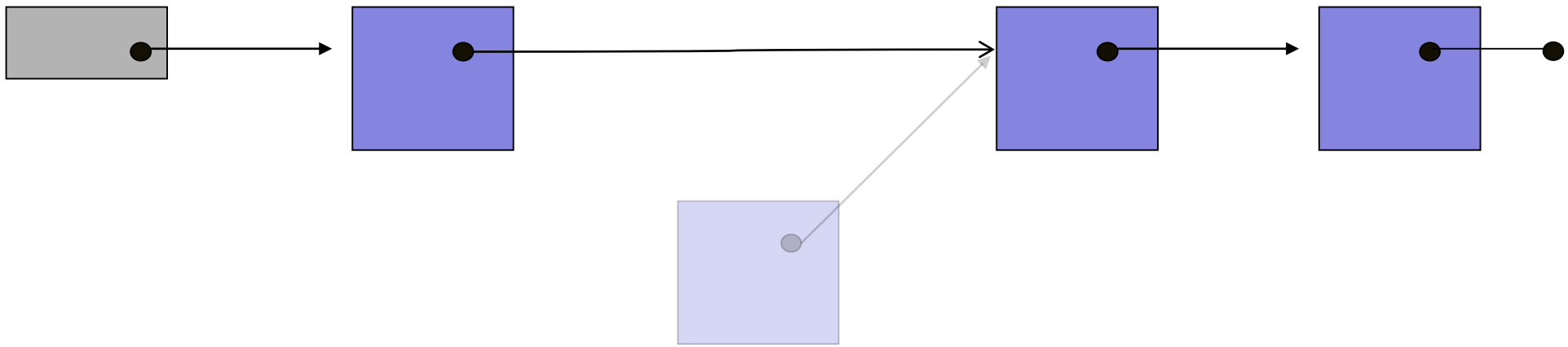
Entfernen

- Beim Entfernen wird ein Element, dessen Position bekannt ist, aus der Liste entfernt



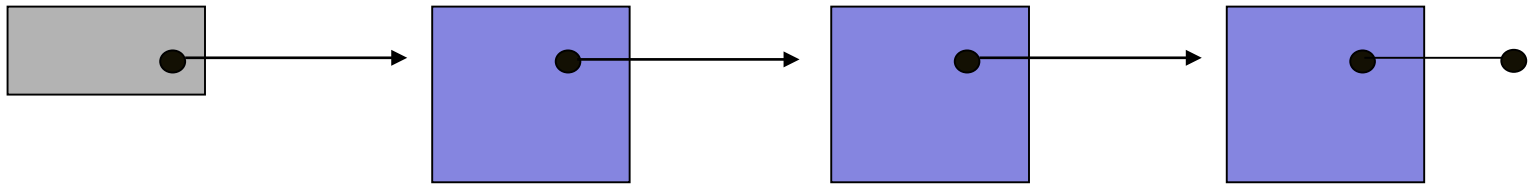
Entfernen

- Beim Entfernen wird ein Element, dessen Position bekannt ist, aus der Liste entfernt



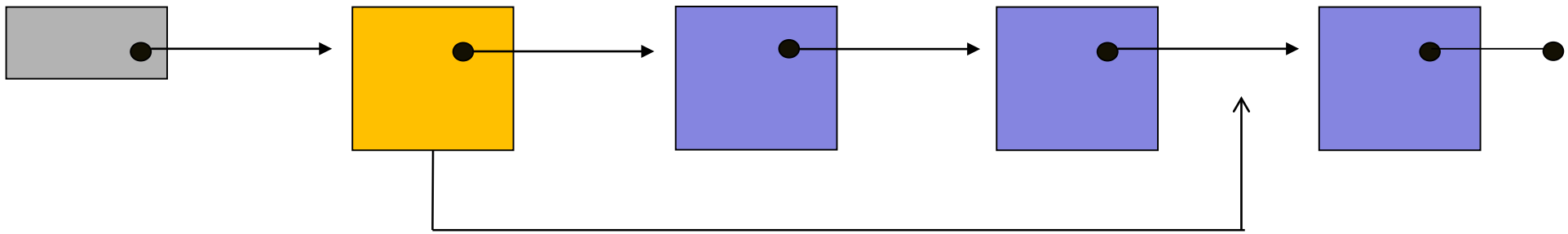
Entfernen Laufzeit

- Beim Entfernen wird ein Element, dessen Position bekannt ist, aus der Liste entfernt
- Laufzeit Entfernen bei bekannter Position: O(1)
- Laufzeit Entfernen bei unbekannter Position: O(n)



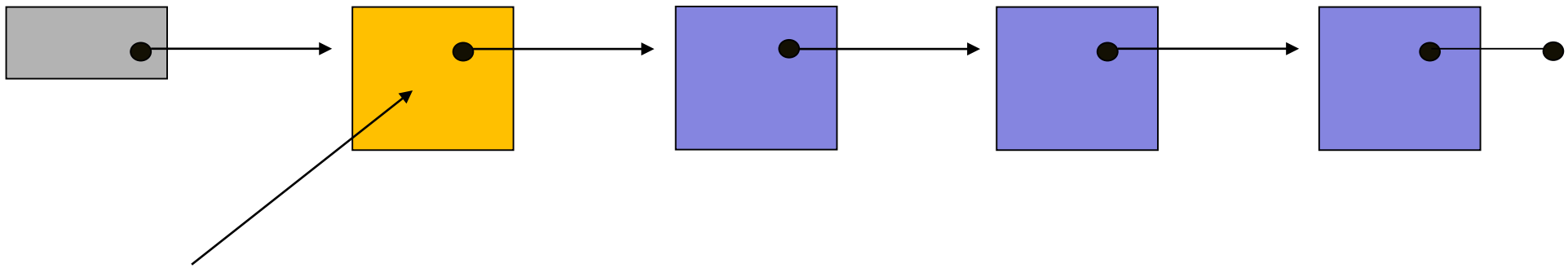
Versetzen eines Elements

- Um bei Arrays die Reihenfolge der Elemente zu ändern, müssen alle Elemente dazwischen verschoben werden.
- Bei verketteten Listen werden Elemente einfach versetzt



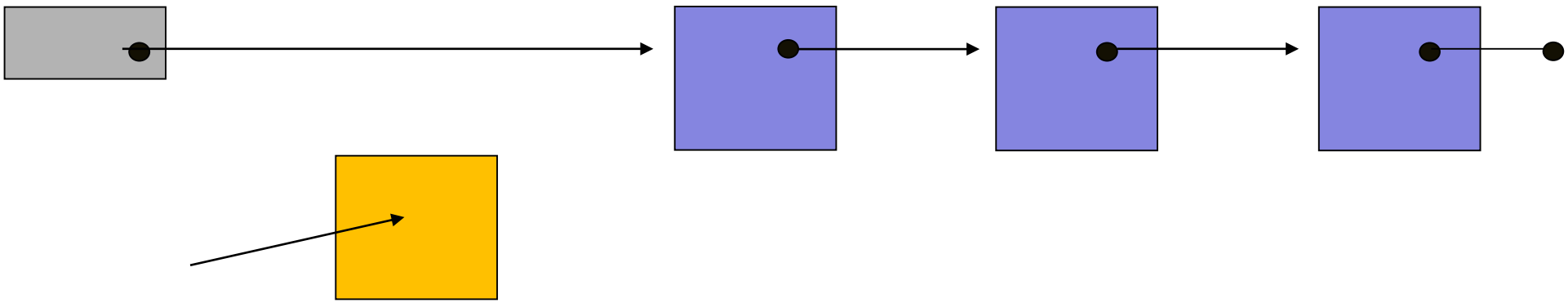
Versetzen eines Elements

- Um bei Arrays die Reihenfolge der Elemente zu ändern, müssen alle Elemente dazwischen verschoben werden.
- Bei verketteten Listen werden Elemente einfach versetzt



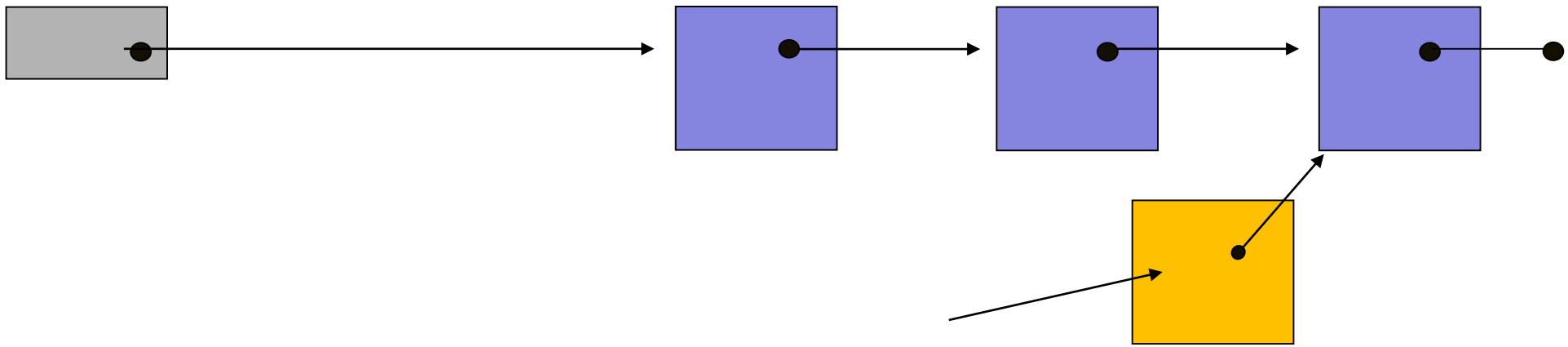
Versetzen eines Elements

- Um bei Arrays die Reihenfolge der Elemente zu ändern, müssen alle Elemente dazwischen verschoben werden.
- Bei verketteten Listen werden Elemente einfach versetzt



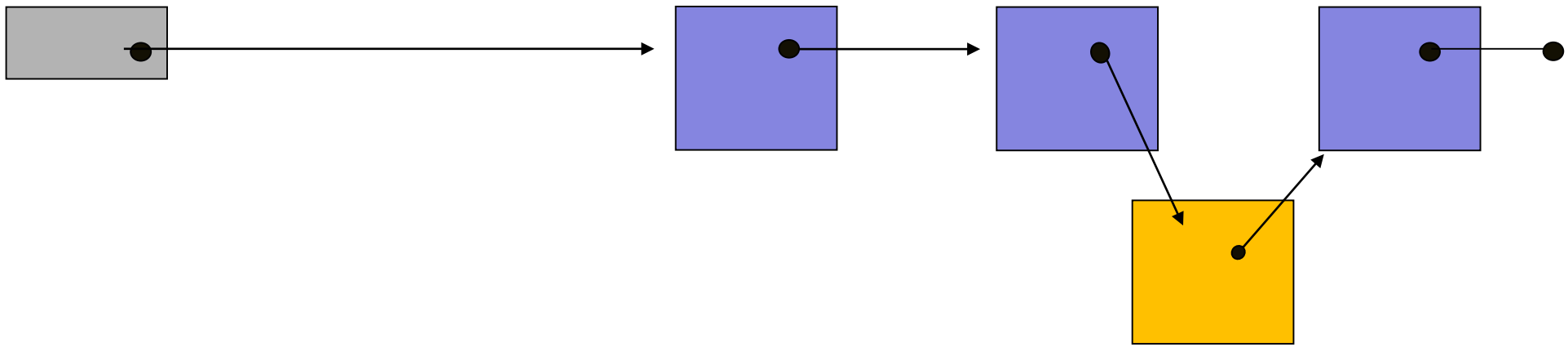
Versetzen eines Elements

- Um bei Arrays die Reihenfolge der Elemente zu ändern, müssen alle Elemente dazwischen verschoben werden.
- Bei verketteten Listen werden Elemente einfach versetzt



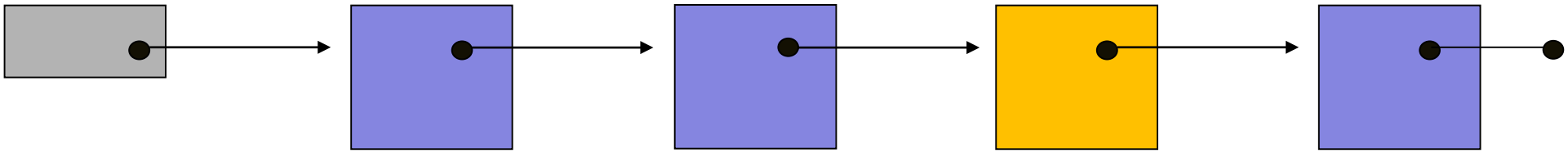
Versetzen eines Elements

- Um bei Arrays die Reihenfolge der Elemente zu ändern, müssen alle Elemente dazwischen verschoben werden.
- Bei verketteten Listen werden Elemente einfach versetzt



Versetzen eines Elements Laufzeit

- Um bei Arrays die Reihenfolge der Elemente zu ändern, müssen alle Elemente dazwischen verschoben werden.
- Bei verketteten Listen werden Elemente einfach versetzt
- Laufzeit bei bekannten (Pointern an) Positionen: O(1) (statt O(k), k Anzahl der Stellen, bei Arrays)



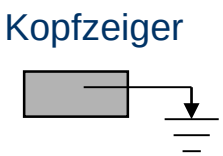
Linked Lists
Implementierungsvarianten

Linked List Implementierung Wiederholung

- Zahlreiche Variationsmöglichkeiten bei der Implementierung.
  - “Beste” Variante hängt vom Problem ab.
- Minimale Implementierung:
  - head (Kopfzeiger): Zeigt auf das erste Element der Liste.
  - Methoden / Funktionen:
    - Find element.
    - Insert element.
    - Delete element.

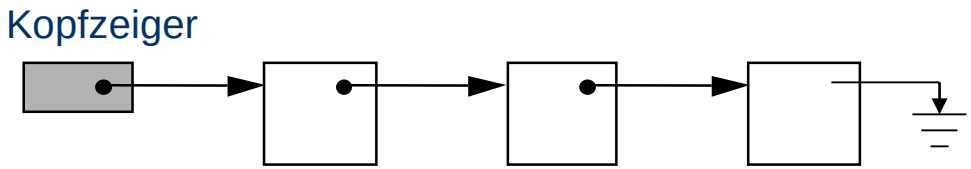
Implementierungsvarianten
Einfacher Kopfzeiger

- head zeigt auf das erste Element.
- Das Ende der Folge ist durch einen leeren Zeiger (Wert =null) gekennzeichnet.
  - Die leere Folge wird dann durch einen leeren Kopfzeiger repräsentiert.
- Leere Folge:



Implementierungsvarianten
Einfacher Kopfzeiger

- head zeigt auf das erste Element.
- Das Ende der Folge ist durch einen leeren Zeiger (Wert =null) gekennzeichnet.
  - Die leere Folge wird dann durch einen leeren Kopfzeiger repräsentiert.
- Nichtleere Folge:

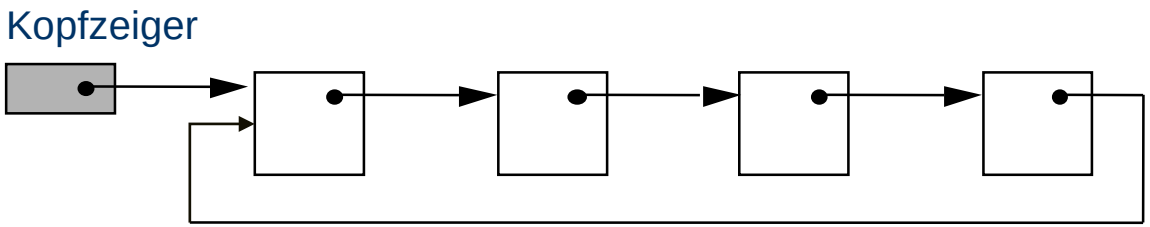


Implementierungsvarianten
Einfacher Kopfzeiger

- head zeigt auf das erste Element.
- Das Ende der Folge ist durch einen leeren Zeiger (Wert =null) gekennzeichnet.
  - Die leere Folge wird dann durch einen leeren Kopfzeiger repräsentiert.
- Hinweis zur Implementierung:
  - head muss immer auf das erste Element zeigen (Beachte z.B. insert und delete)

Implementierungsvarianten
Zyklische Verkettung

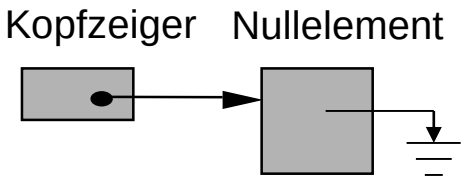
- Man kann die Zeigerkette schließen
  - Das erleichtert das Ablaufen in vielen Fällen.
- Nichtleere Liste:



Implementierungsmöglichkeiten

Kopfzeiger mit Nullelement (dummy)

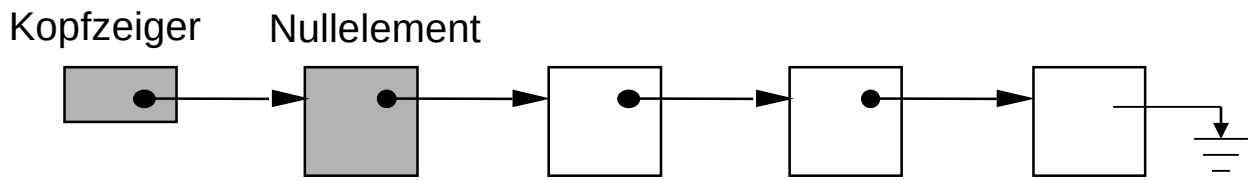
- Neben dem Kopfzeiger wird ein Nullelement verwendet, das dynamisch erzeugt ist und sich daher nicht von den anderen Elementen unterscheidet.
- Leere Folge:



Implementierungsmöglichkeiten

Kopfzeiger mit Nullelement (dummy)

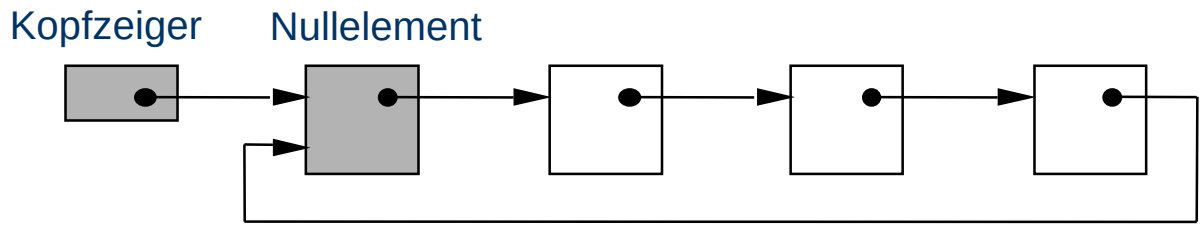
- Neben dem Kopfzeiger wird ein Nullelement verwendet, das dynamisch erzeugt ist und sich daher nicht von den anderen Elementen unterscheidet.
- Nicht leere Folge:



Implementierungsmöglichkeiten

Kopfzeiger mit Nullelement (dummy), zyklisch verkettet

- Neben dem Kopfzeiger wird ein Nullelement verwendet, jedoch mit zyklischer Verkettung.
- Nicht leere Folge



- Auf diese Weise lassen sich viele Listenoperationen recht kompakt und elegant formulieren.

Einfache Datenstrukturen

- Arrays
- Verkette Listen
- Doppelt verkette Listen
- Stack (Stapel)
- Queue (Warteschlangen)

- Warum: Grundlagen für alle weiteren Algorithmen

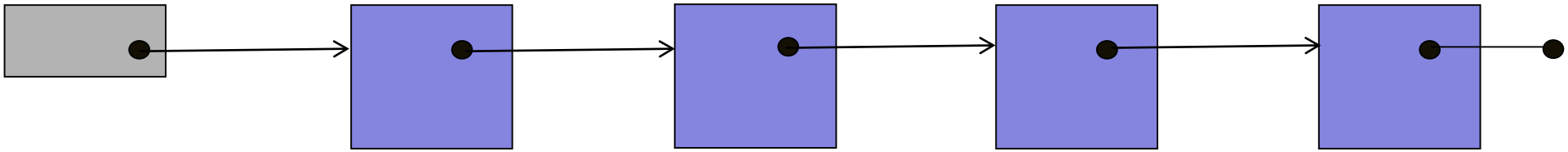
Doppelt Verkette Liste

Fortgeschrittene Methoden einer Linked List

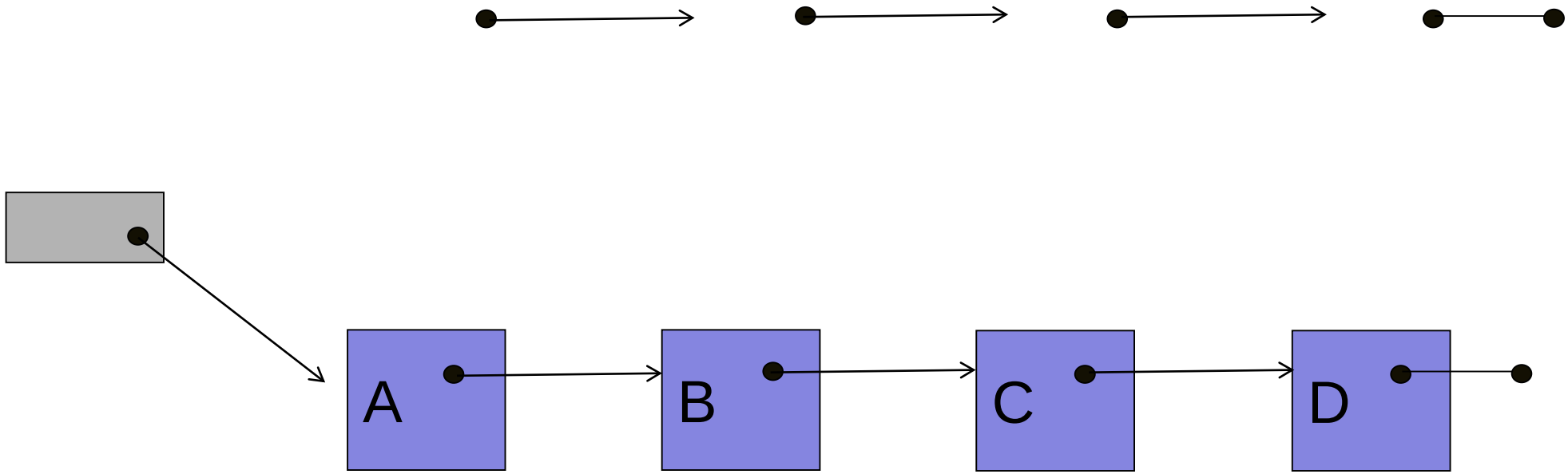
Invertieren

- Einfach verkettete Folgen können nicht in umgekehrter Richtung durchlaufen werden.
- Dazu kann bei Bedarf eine Operation Invertieren angeboten werden.
  - Zweimaliges Invertieren muss wieder die ursprüngliche Folge ergeben.

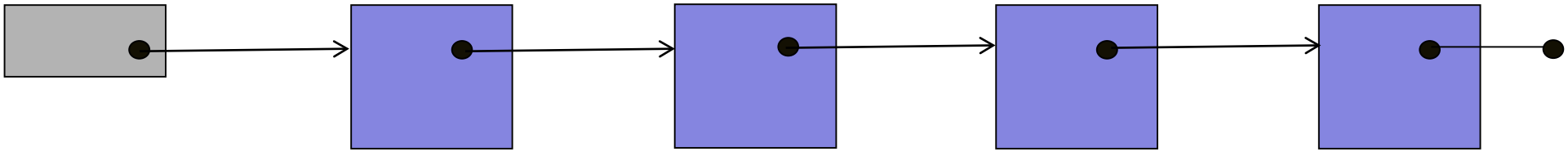
Invertieren



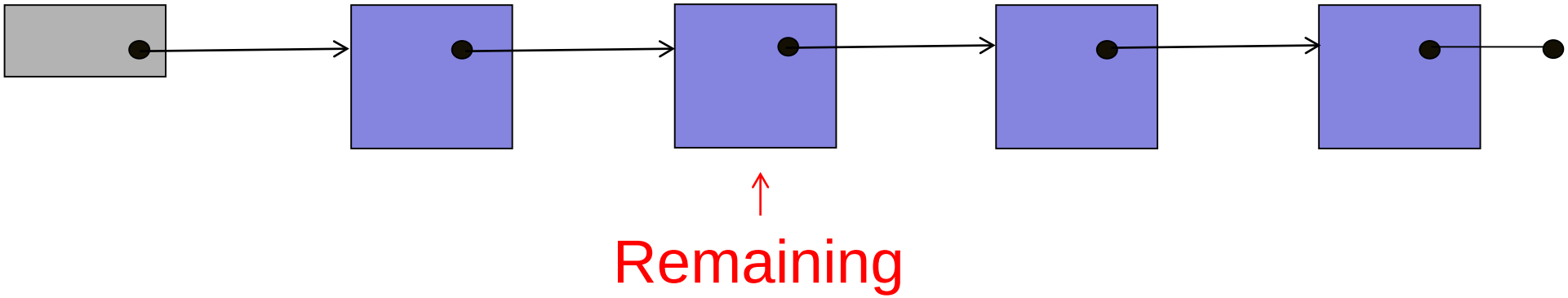
Invertieren



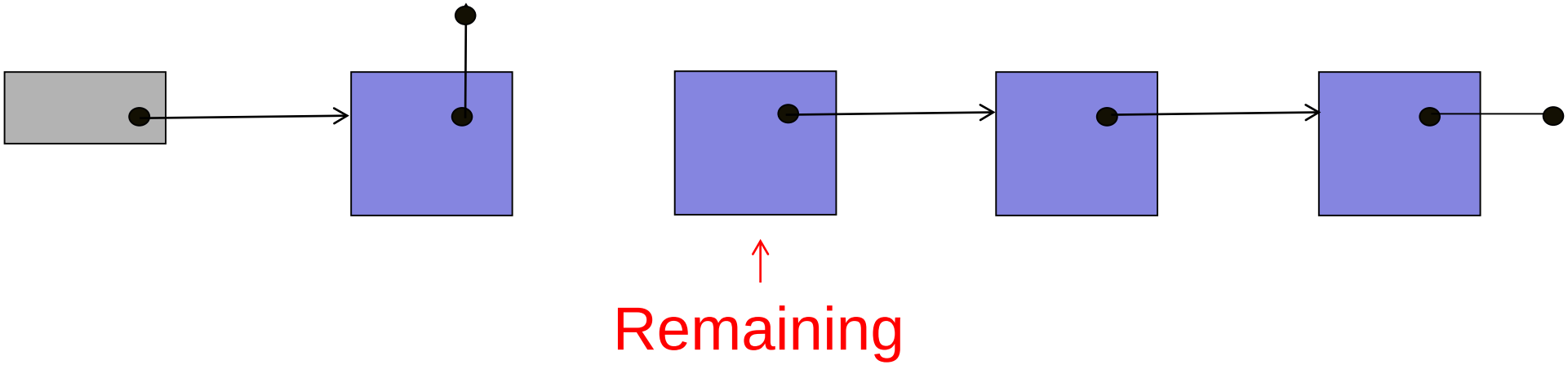
Invertieren



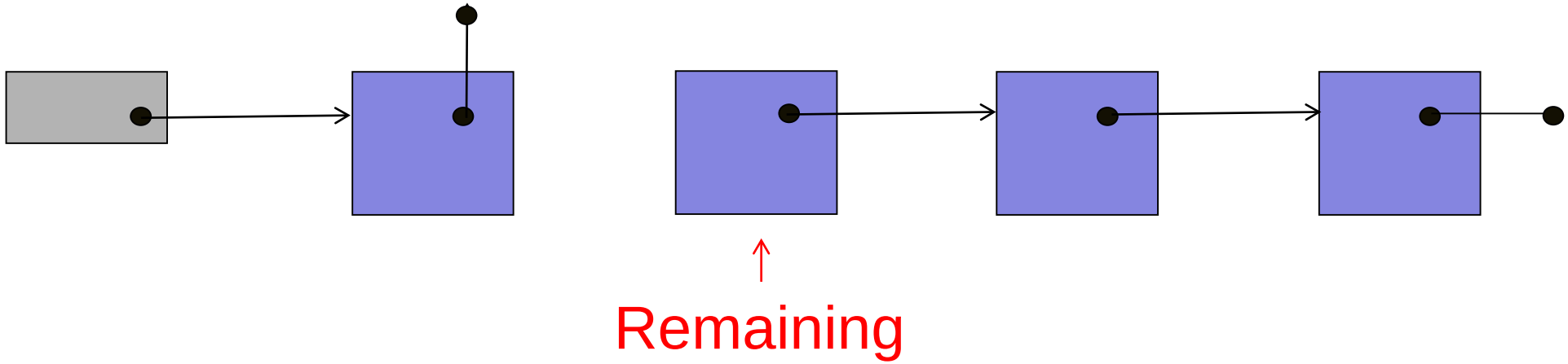
Invertieren



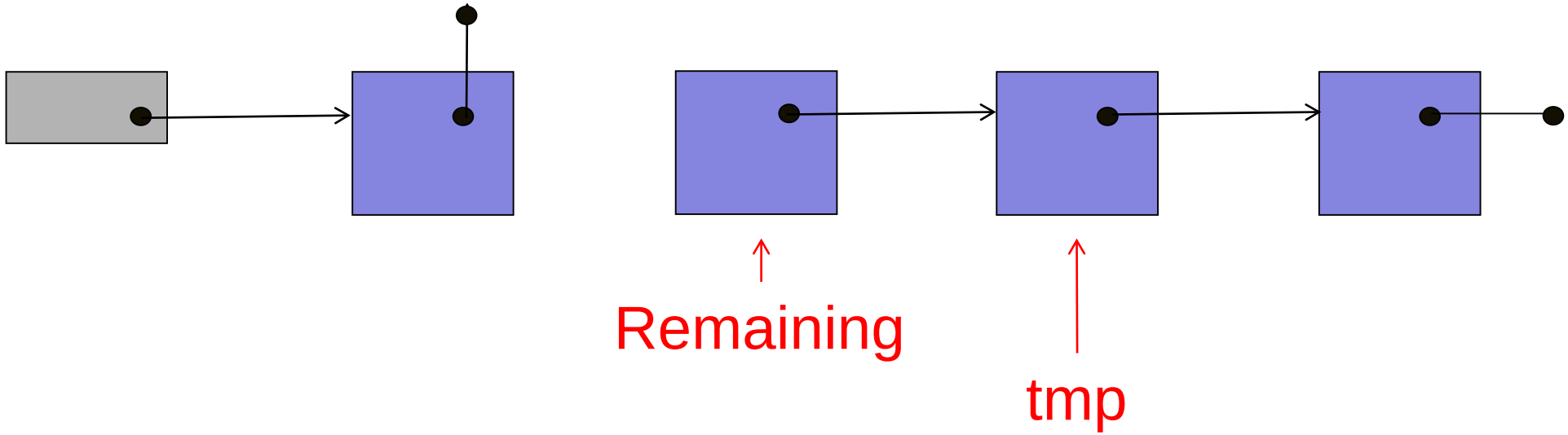
Invertieren



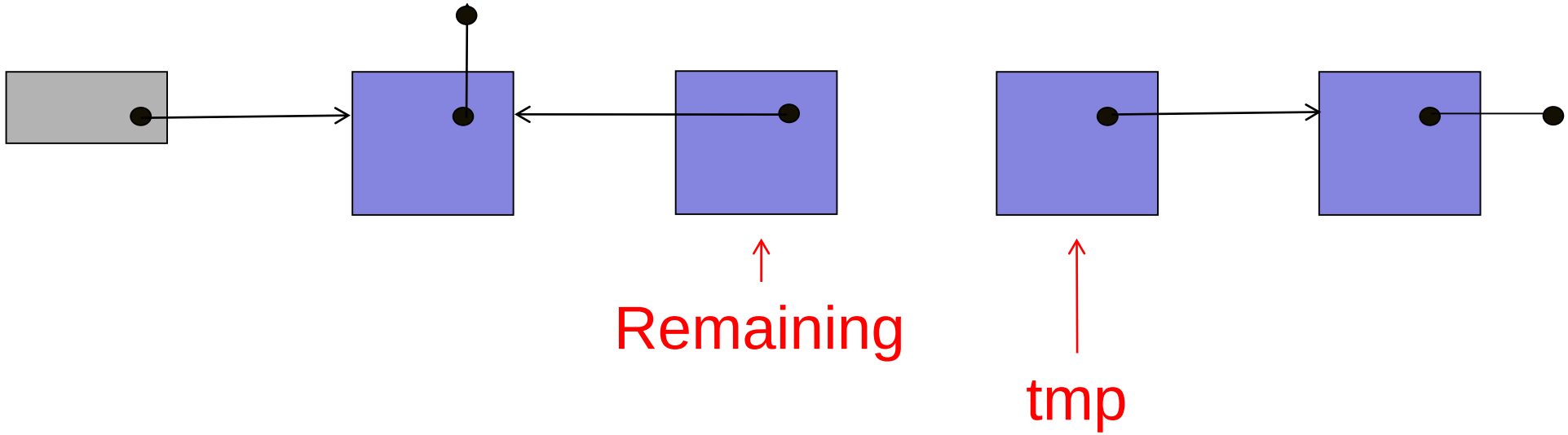
Invertieren



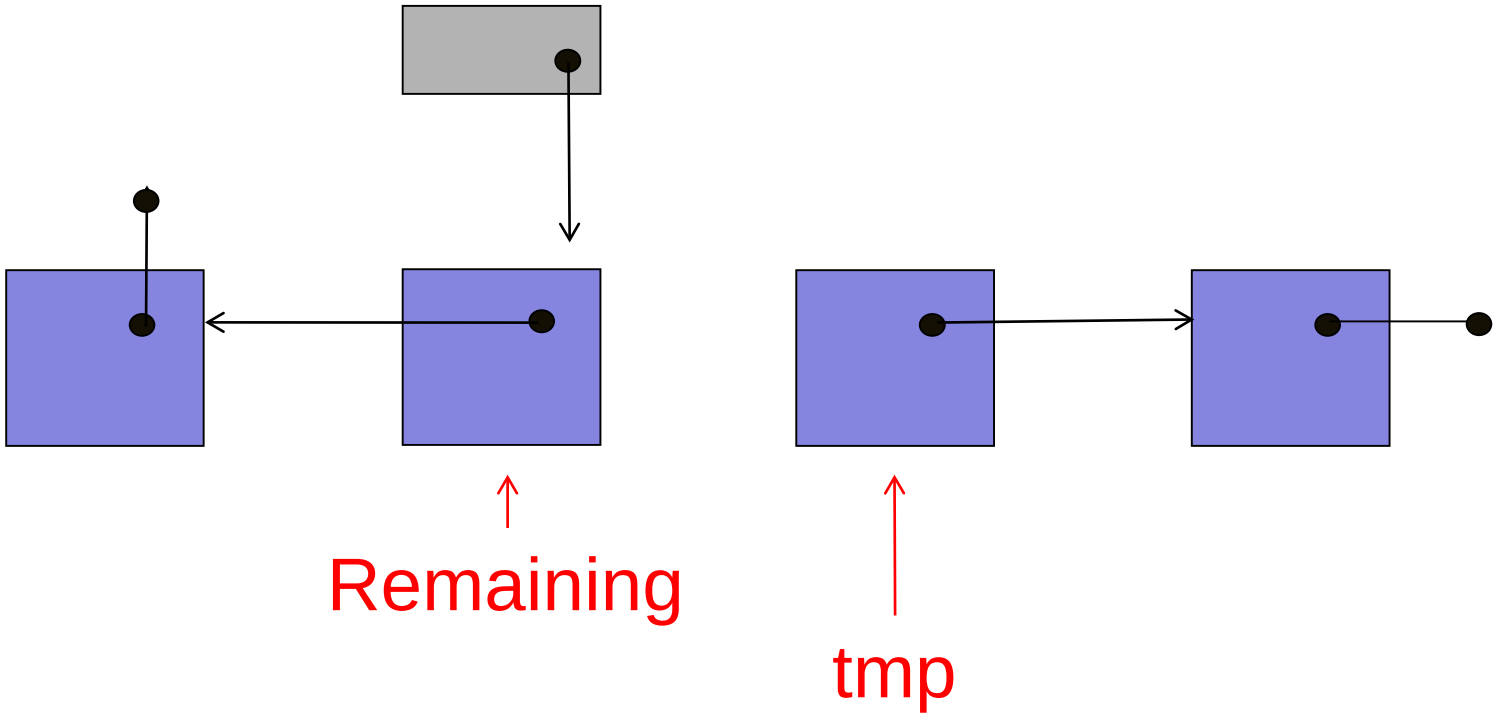
Invertieren



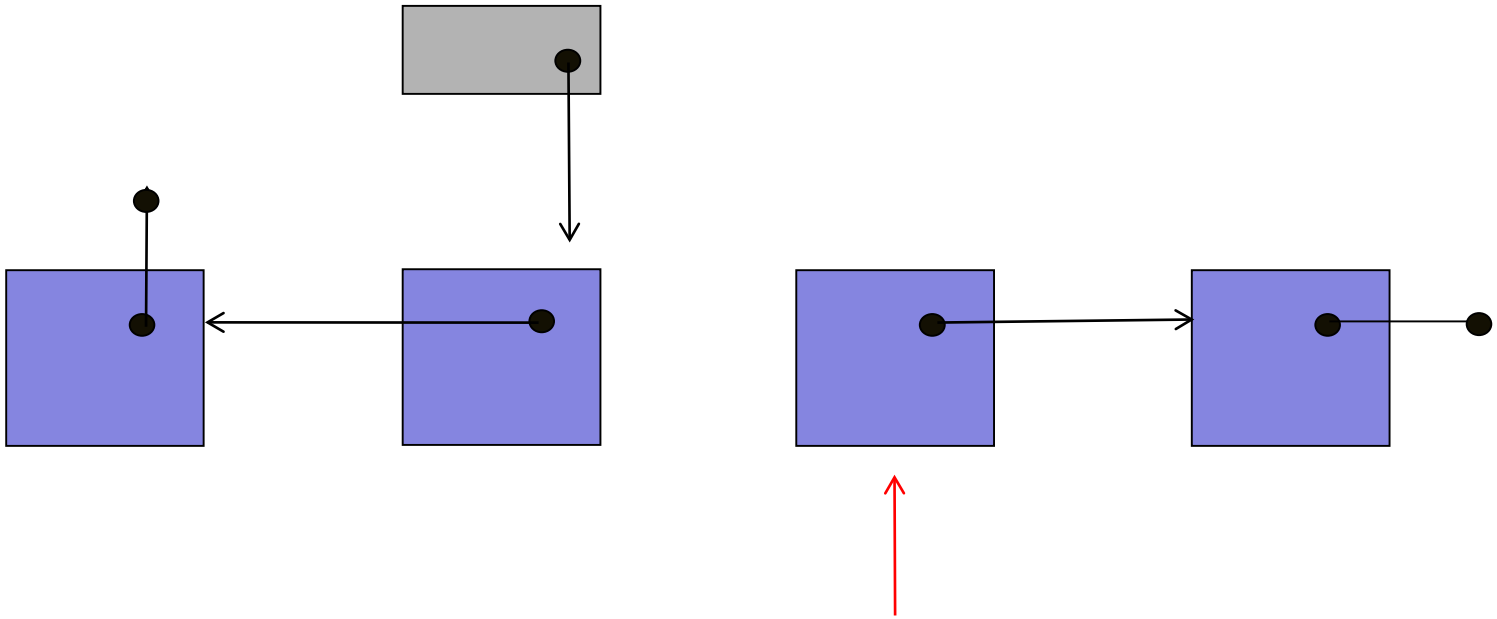
Invertieren



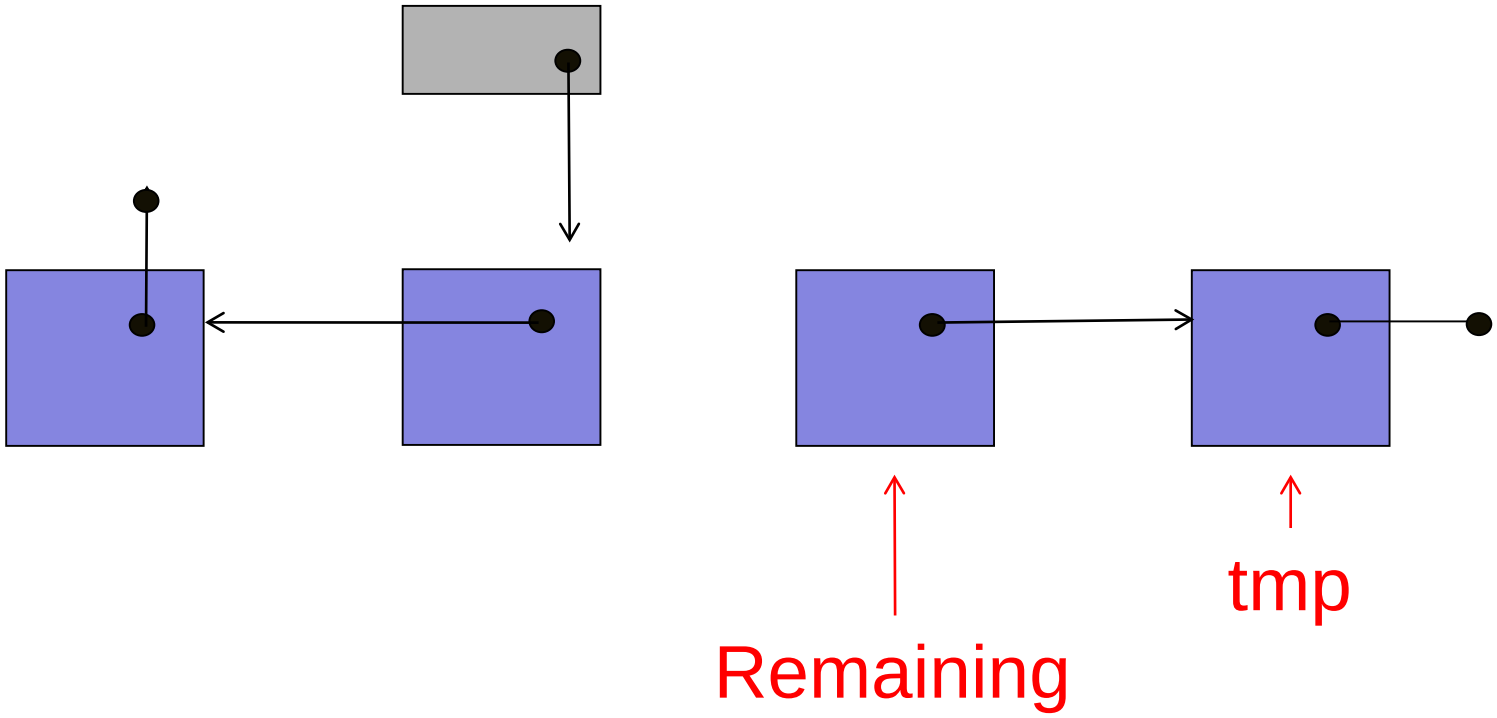
Invertieren



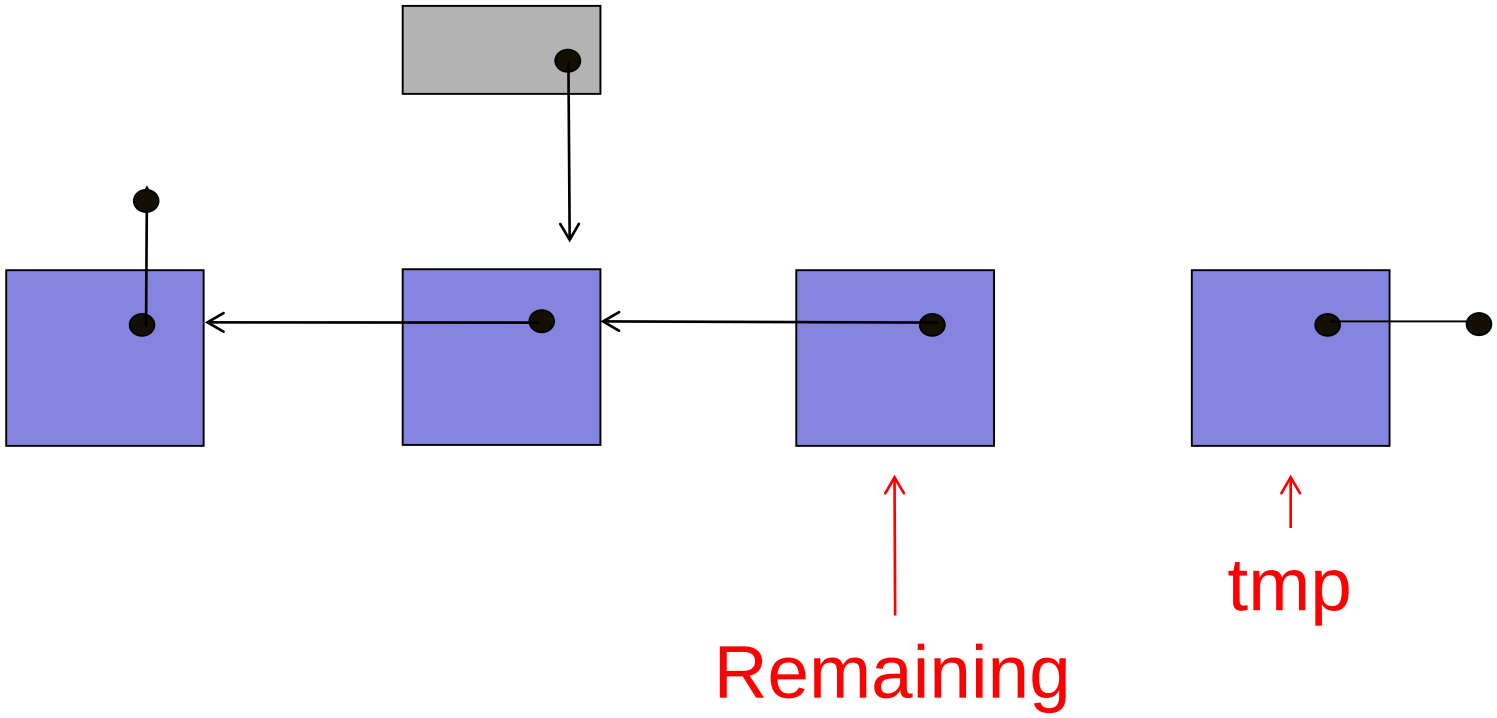
Invertieren



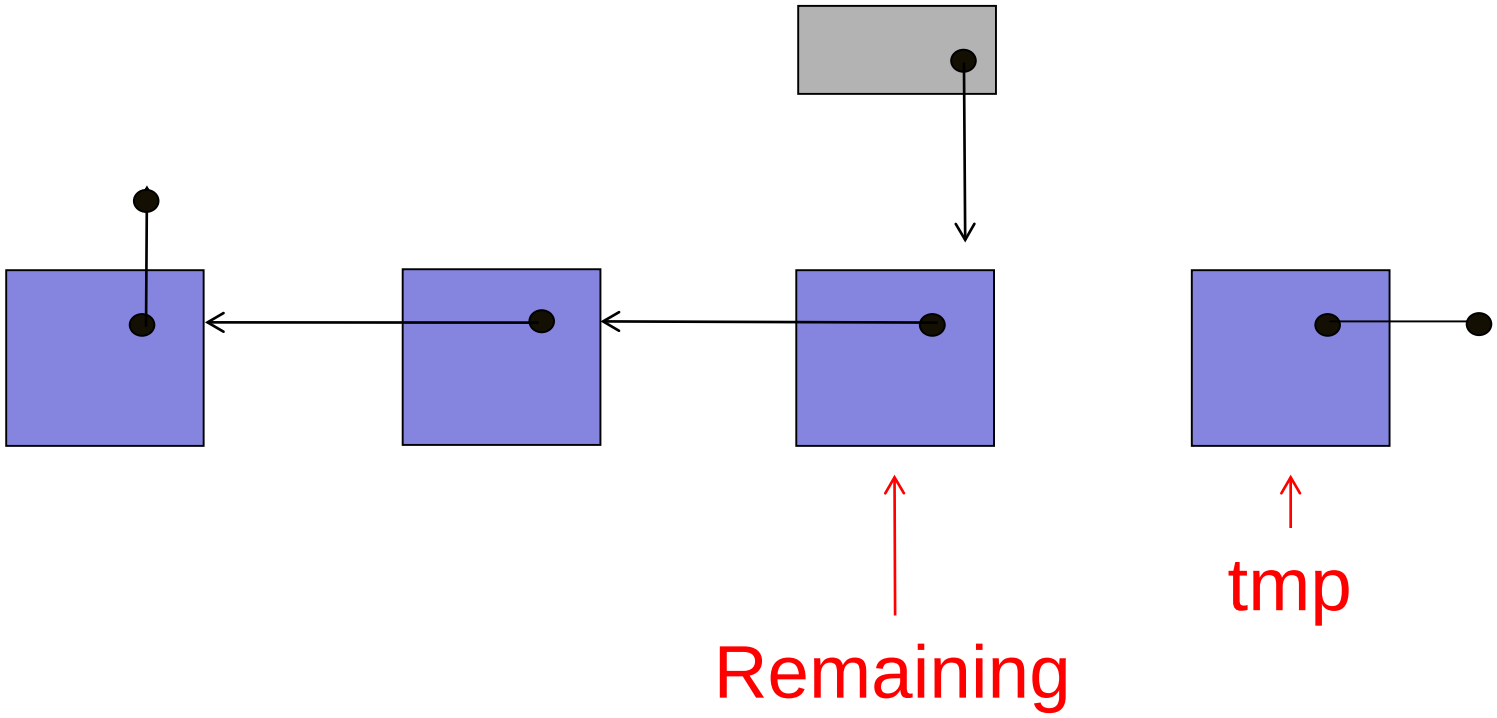
Invertieren



Invertieren



Invertieren

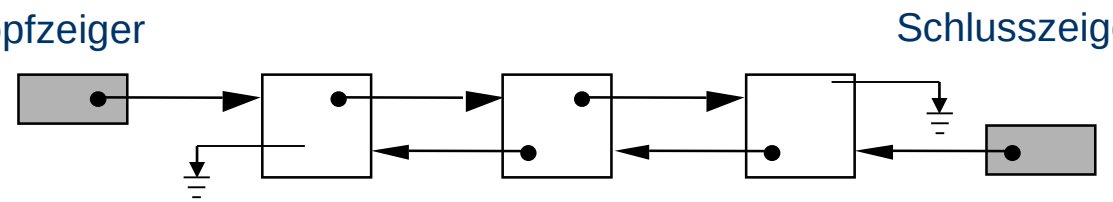


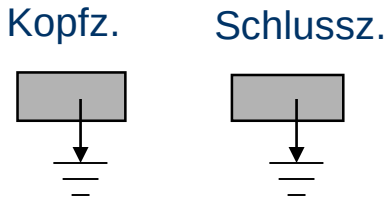
Double Linked List

- Soll eine Folge in beiden Richtungen effizient abgelaufen werden können, so ist eine Doppelverzeigerung erforderlich.

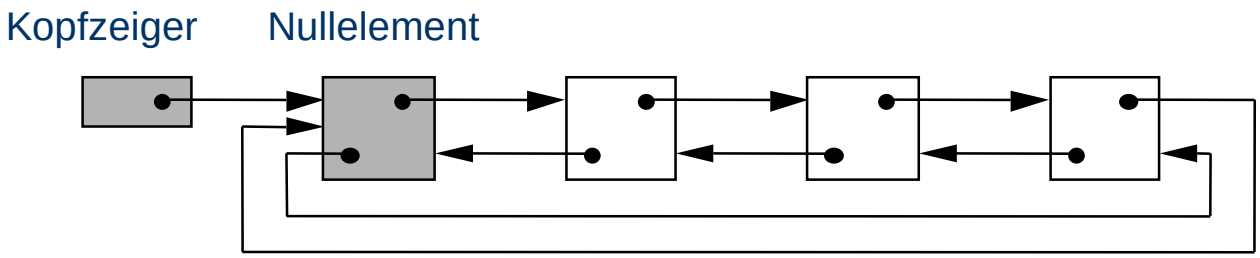
Double Linked List

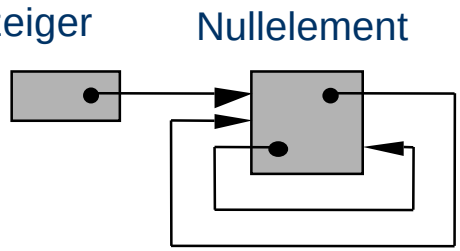
- Implementierungsvarianten
  - Kopfzeiger ohne Nullement, ohne Zyklus





  - Kopfzeiger auf Nullelement, zyklisch verkettet





Double Linked List

- Merkmale:
  - Teilweise schnellere Laufzeit, z.B. Wenn Pointer auf Listenposition vorhanden: delete, insert in O(1)
  - Durchlaufrichtung frei wählbar (invertieren nicht notwendig)
  - Aber: Erhöhter Speicherbedarf für Sekundärdaten
    - Nachfolger und Vorgänger
    - next und previous Pointer

Einfache Datenstrukturen

- Arrays
- Verkette Listen
- Doppelt verkette Listen
- Stack (Stapel)
- Queue (Warteschlangen)

- Warum: Grundlagen für alle weiteren Algorithmen

Vergleich der Eigenschaften

	Statisches Array	Dynamic Array	Linked List
Element Access	O(1)	O(1)	O(n)
Insert at begin	O(n)	O(n)	O(1)
Insert at end	O(n)	O(1)	O(1)
Insert at known position	O(n)	O(n)	O(1)
Extra space	0	O(n)	O(n)

After: http://en.wikipedia.org/wiki/Linked_list

Einfache Datenstrukturen

- Arrays
- Verkette Listen
- Doppelt verkette Listen
- Stack (Stapel / Kellerspeicher)
- Queue (Warteschlangen)

- Warum: Grundlagen für alle weiteren Algorithmen

Stacks und Queues
Bauen auf Linked List auf….

Stapel (Stack)

- Stack: Datenstruktur, welche effizientes Entfernen in der umgekehrten Einfügereihenfolge ermöglicht.
  - Last-In-First-Out
    First-In-Last-Out (FILO) Datenstruktur.
  - Methoden: **push / pop**
- Einsatzbereiche:
  - Tellerstapeln
  - Browser Historie
  - Funktionsaufrufe! U.a. Bei der Rekursion
  - Kartenstapel

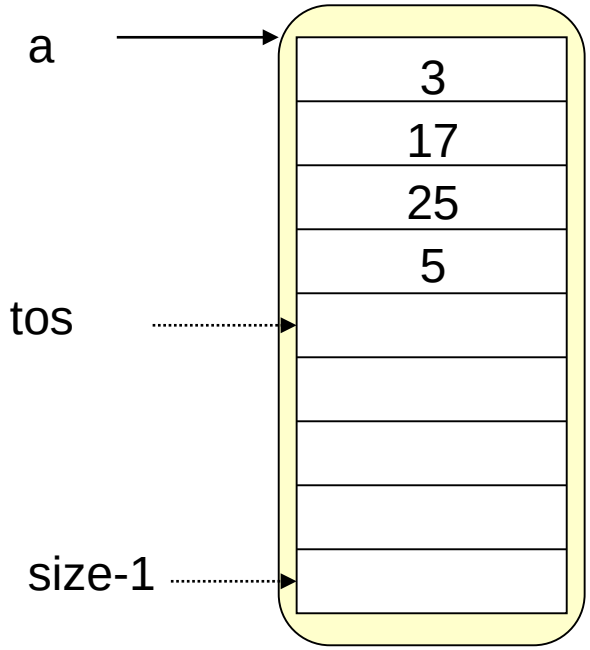
Stapel (Stack)

- Stack: Datenstruktur, welche effizientes Entfernen in der umgekehrten Einfügereihenfolge ermöglicht.
  - Last-In-First-Out
    First-In-Last-Out (FILO) Datenstruktur.
  - Methoden: **push / pop**
- Die Implementierung kann als Liste erfolgen:
  - **push** fügt am Kopf ein neues Elemente ein
  - **pop** entnimmt das als letztes eingefügte Element
  - Beide Operationen können in O(1) durchgeführt werden.
  - head ist gleichzeitig "top of stack".

Stapel (Stack)
Implementierung als Array

- Auch in einem Array können push und pop mit Laufzeit O(1) implementiert werden.
- Nachteil: Max. Stackgröße ist fest, d.h. der Stapel kann "überlaufen" (stack overflow).
  - Zugriff auf Element kann jedoch effizienter sein, als mit Linked List.

Implementierung:
(nach außen nicht sichtbar)

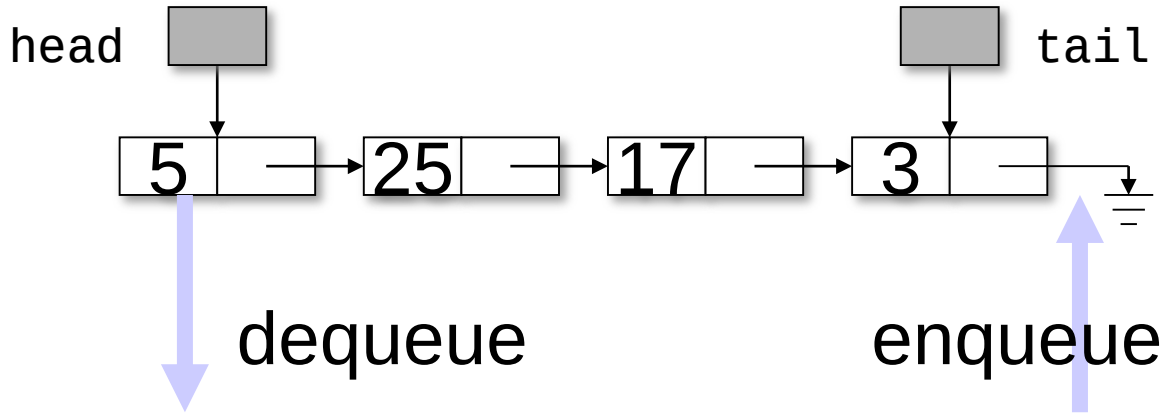


Warteschlange (Queue)

- Queue: Datenstruktur, welche effizientes Entfernen in der Einfügereihenfolge ermöglicht.
  - First-In-First-Out (FIFO) Datenstruktur.
  - Zugriff durch Methoden **enqueue** / **dequeue** realisiert.
- Einsatzbereiche:
  - Mensa
  - Verwaltung
  - Druckjobs
  - Wursttheke
  - ...

Warteschlange (Queue)

- Queue: Datenstruktur, welche effizientes Entfernen in der Einfügereihenfolge ermöglicht.
  - First-In-First-Out (FIFO) Datenstruktur.
  - Zugriff durch Methoden **enqueue** / **dequeue** realisiert.
- Implementierung durch Linked List möglich:



Warteschlange (Queue)

- Queue: Datenstruktur, welche effizientes Entfernen in der Einfügereihenfolge ermöglicht.
  - First-In-First-Out (FIFO) Datenstruktur.
  - Zugriff durch Methoden **enqueue** / **dequeue** realisiert.
- Implementierung durch Linked List möglich:
  - Auch hier gelingt die Implementierung von enqueue und dequeue mit konstanter Laufzeit O(1).

Warteschlange (Queue)

- Array-Implementierung der Warteschlange üblicherweise als Ringpuffer (ring buffer) reaslisiert.
- Es werden zwei Zeiger (Indizes) mitgeführt, die auf den Anfang bzw. das Ende der Warteschlange zeigen.

Warteschlange (Queue)

- Array-Implementierung der Warteschlange üblicherweise als Ringpuffer (ring buffer) reaslisiert.
- Es werden zwei Zeiger (Indizes) mitgeführt, die auf den Anfang bzw. das Ende der Warteschlange zeigen.
  - Nachteil: Max. Größe ist fest.
  - Zugriff auf Elemente kann effizienter sein als mit Linked Lists.