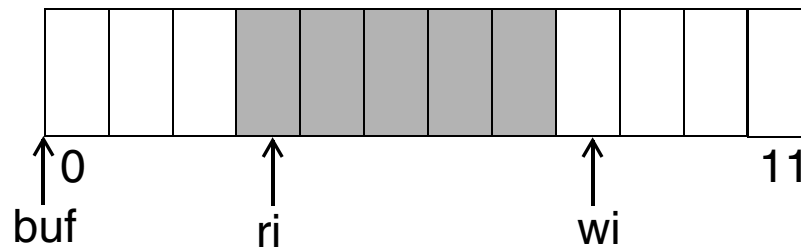
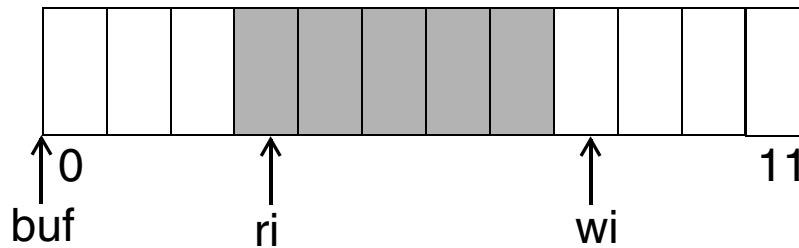


U9 Ringpuffer



- Parameter und Zustand
 - ◆ Anzahl der Slots (hier: 12)
 - ◆ Leserposition = Index des nächsten zu lesenden Slots (hier: 3)
 - ◆ Schreiberposition = Index des nächsten zu schreibenden Slots (hier: 8)
- Slots als konsumierbare Betriebsmittel
 - ◆ Schreiber konsumiert freie Slots, produziert belegte Slots
 - ◆ Leser konsumieren belegte Slots, produzieren freie Slots

U9-1 Ringpuffer: Basisoperationen



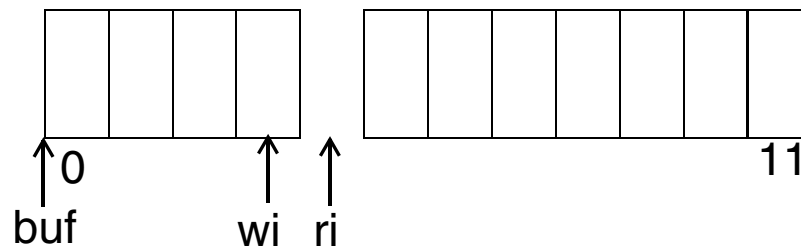
■ Basisoperationen:

```
void add(int val) {  
  
    buf[wi] = val;  
    wi = (wi + 1) % 12;  
  
}
```

```
int get() {  
    int fd, pos;  
  
    pos = ri;  
    ri = (pos + 1) % 12;  
  
    fd = buf[pos];  
  
    return fd;  
}
```

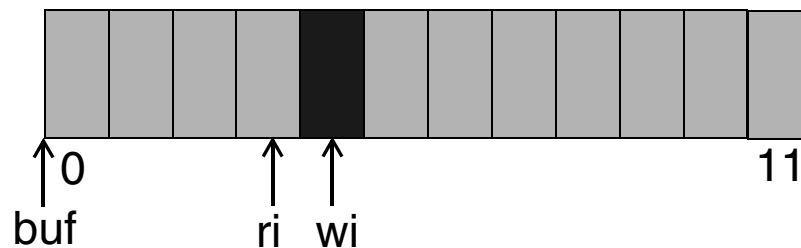
U9-2 Über-/Unterlaufsituationen

- Unterlauf: Alle vollen Slots wurden von Lesern konsumiert



- ◆ Leser hängen nun vom Fortschritt des Schreibers ab

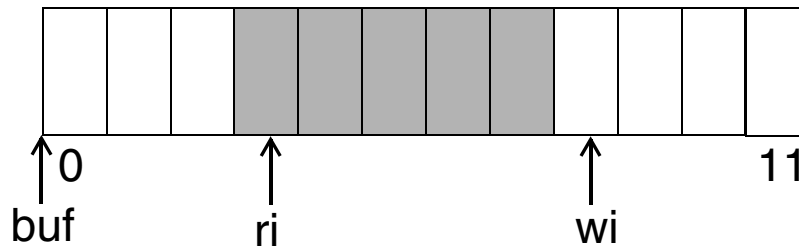
- Überlauf: Alle freien Slots wurden vom Schreiber konsumiert



- ◆ Schreiber hängt nun vom Fortschritt der Leser ab

☞ Verwaltung des Betriebsmittelbestands mit zählenden Semaphoren

U9-2 Über-/Unterlaufsituationen: Synchronisation



5 7
sem_full sem_free

■ Basisoperationen:

```
void add(int val) {
    P(sem_free);

    buf[wi] = val;
    wi = (wi + 1) % 12;

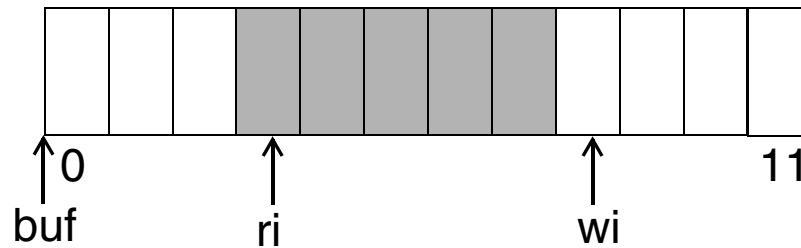
    V(sem_full);
}
```

```
int get() {
    int fd, pos;
    P(sem_full);

    pos = ri;
    ri = (pos + 1) % 12;

    fd = buf[pos];
    V(sem_free);
    return fd;
}
```

U9-3 Wettlauf der Leser



5
7
 sem_full sem_free

- Mehrere Leser können sich gleichzeitig in `get()` befinden

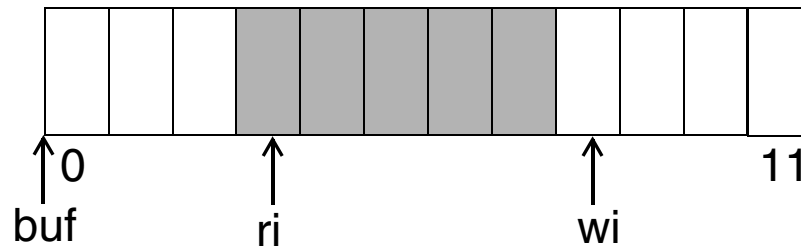
```

int get() {
    int fd, pos;
    P(sem_full);

    pos = ri;
    ri = (pos + 1) % 12;

    fd = buf[pos];
    V(sem_free);
    return fd;
}
  
```

U9-3 Wettlauf der Leser



4
7
 sem_full sem_free

■ R1 wird nach dem Laden von `ri` verdrängt

```

int get() {
    int fd, pos;
    P(sem_full);

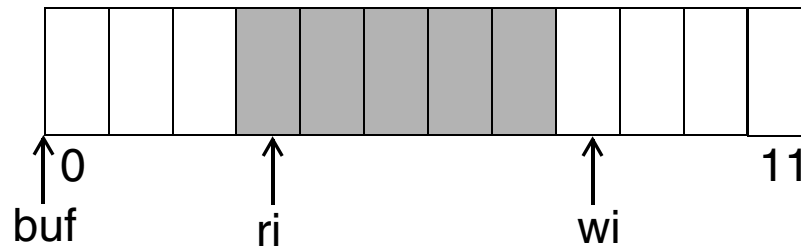
    pos = ri;
    ri = (pos + 1) % 12;

    fd = buf[pos];
    V(sem_free);
    return fd;
}
  
```

R1

 pos: 3

U9-3 Wettlauf der Leser



4
7
 sem_full sem_free

■ Ein zweiter Leser R2 betritt get ()

```

int get() {
    int fd, pos;
    P(sem_full);

    pos = ri;
    ri = (pos + 1) % 12;

    fd = buf[pos];
    V(sem_free);
    return fd;
}
  
```

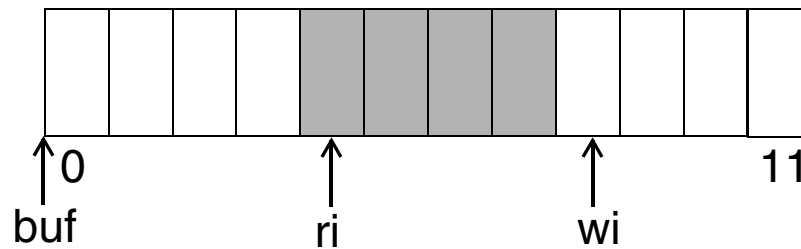
R1



pos: 3

R2

U9-3 Wettlauf der Leser



3
8
 sem_full sem_free

■ R2 entnimmt Slot 3, *ri* wird auf 4 erhöht

```

int get() {
    int fd, pos;
    P(sem_full);

    pos = ri;
    ri = (pos + 1) % 12;

    fd = buf[pos];
    V(sem_free);
    return fd;
}
  
```

R1



pos: 3

R2

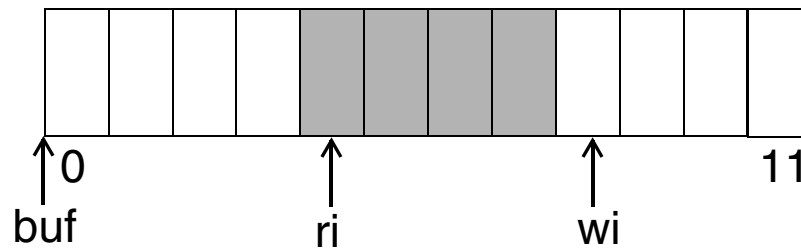


pos: 3

ri := 4

fd: buf[3]

U9-3 Wettlauf der Leser



3
9
 sem_full sem_free

■ R1 komplettiert `get()` ebenfalls mit Slot 3

```

int get() {
    int fd, pos;
    P(sem_full);

    pos = ri;
    ri = (pos + 1) % 12;

    fd = buf[pos];
    V(sem_free);
    return fd;
}
  
```

R1



pos: 3
 ri := 4
 fd: buf[3]

R2

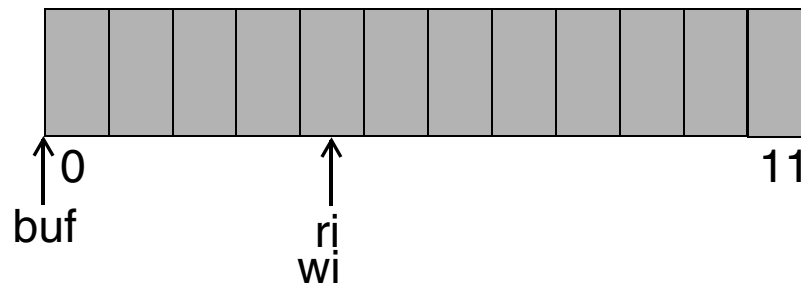


pos: 3
 ri := 4
 fd: buf[3]

U9-3 Wettlauf der Leser

- Inkrementieren des Leseindex r_i nicht atomar
- Es existiert keine Abhängigkeit zwischen den Lesern
 - ☞ nicht-blockierende Synchronisation möglich
hier mittels Compare-And-Swap (CAS)

U9-3 Wettlauf der Leser

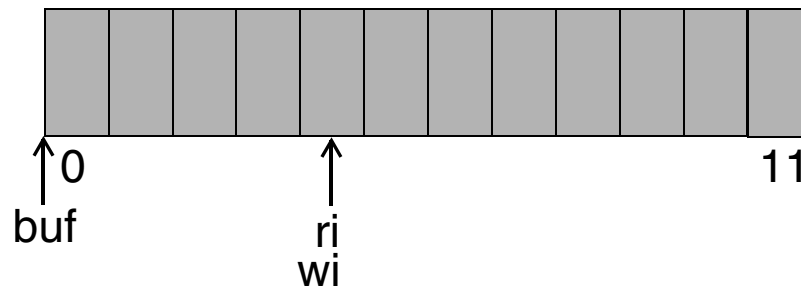


12	0
sem_full	sem_free

■ Erhöhung des Leseindex mittels CAS

```
int get() {
    int fd, pos, npos;
    P(sem_full);
    do { /* Wiederhole... */
        pos = ri; /* Lokale Kopie des Werts ziehen */
        npos = (pos + 1) % 12; /* Folgewert lokal berechnen */
    } while(!cas(&ri, pos, npos)); /* ...bis CAS erfolgreich */
    fd = buf[pos];
    V(sem_free);
    return fd;
}
```

U9-3 Wettlauf der Leser



12	0
sem_full	sem_free

■ Überlaufsituation: Schreiber blockiert, weil keine freien Slots verfügbar

```
int get() {
    int fd, pos, npos;
    P(sem_full);
    do {
        pos = ri;
        npos = (pos + 1) % 12;
    } while(!cas(&ri, pos, npos));
    fd = buf[pos];
    V(sem_free);
    return fd;
}
```

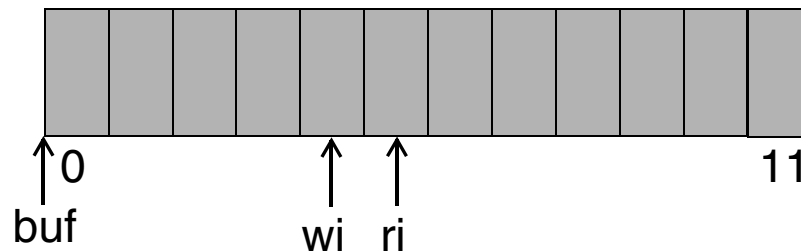
W

```
void add(int val) {
    P(sem_free);

    buf[wi] = val;
    wi = (wi + 1) % 12;

    V(sem_full);
}
```

U9-3 Wettlauf der Leser



11	0
sem_full	sem_free

- R1 sichert sich Leseposition 4, wird nach erfolgreichem CAS verdrängt

```

int get() {
    int fd, pos, npos;
    P(sem_full);
    do {
        pos = ri;
        npos = (pos + 1) % 12;
    } while(!cas(&ri, pos, npos));
    fd = buf[pos]; pos: 4
    V(sem_free);
    return fd;
}

```

R1

```

void add(int val) {
    P(sem_free);

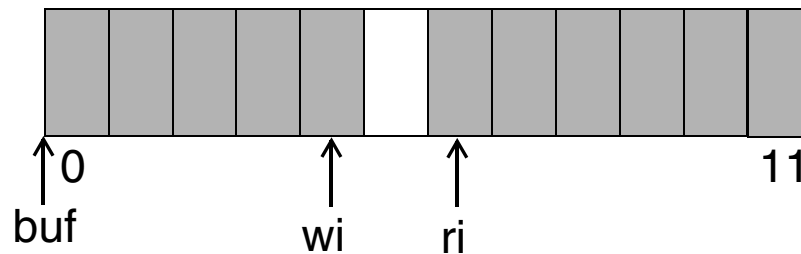
    buf[wi] = val;
    wi = (wi + 1) % 12;

    V(sem_full);
}

```

W

U9-3 Wettlauf der Leser



10 1
 sem_full sem_free

■ R2 durchläuft `get()` komplett, entnimmt Datum in Slot 5

```

int get() {
  int fd, pos, npos;
  P(sem_full);
  do {
    pos = ri;
    npos = (pos + 1) % 12;
  } while(!cas(&ri, pos, npos));
  fd = buf[pos];
  V(sem_free);
  return fd;
}
  
```

R1

R2

pos: 4 pos: 5

```

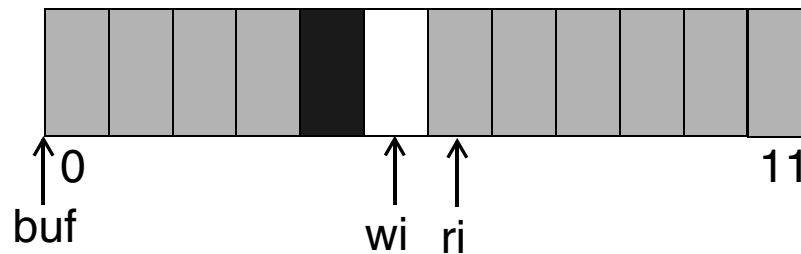
void add(int val) {
  P(sem_free);

  buf[wi] = val;
  wi = (wi + 1) % 12;

  V(sem_full);
}
  
```

W

U9-3 Wettlauf der Leser



11
0
 sem_full sem_free

■ Schreiber W wird deblockiert, komplettiert `add()`, überschreibt Slot 4

```

int get() {
    int fd, pos, npos;
    P(sem_full);
    do {
        pos = ri;
        npos = (pos + 1) % 12;
    } while(!cas(&ri, pos, npos));
    fd = buf[pos];
    V(sem_free);
    return fd;
}
  
```

R1 R2

pos: 4 pos: 5

```

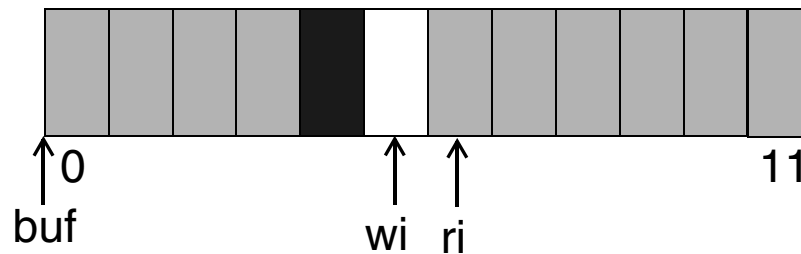
void add(int val) {
    P(sem_free);

    buf[wi] = val;
    wi = (wi + 1) % 12;

    V(sem_full);
}
  
```

W

U9-3 Wettlauf der Leser



11 0
sem_full sem_free

■ Problem: FIFO-Entnahmeeigenschaft nicht vorhanden

```

int get() {
    int fd, pos, npos;
    P(sem_full);
    do {
        pos = ri;
        npos = (pos + 1) % 12;
    } while(!cas(&ri, pos, npos));
    fd = buf[pos];
    V(sem_free);
    return fd;
}

```

R1 (blue wavy arrow) and R2 (green wavy arrow) indicate readers. R1 points to the line `fd = buf[pos];` where `pos: 4` is noted. R2 points to the line `fd = buf[pos];` where `pos: 5` is noted.

```

void add(int val) {
    P(sem_free);

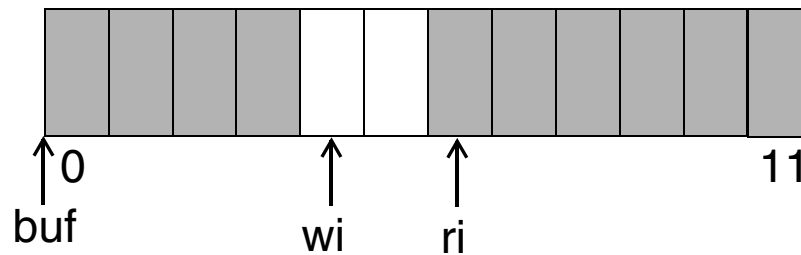
    buf[wi] = val;
    wi = (wi + 1) % 12;

    V(sem_full);
}

```

W (black wavy arrow) indicates the writer.

U9-3 Wettlauf der Leser



10	2
sem_full	sem_free

■ Lösung: Entnahme des Datums vor Durchführung von CAS

```
int get() {
    int fd, pos, npos;
    P(sem_full);
    do {
        pos = ri;
        npos = (pos + 1) % 12;
        fd = buf[pos]; /* Datum bereits vorsorglich entnehmen */
    } while(!cas(&ri, pos, npos));
    V(sem_free);
    return fd;
}
```

U9-3 Vorteile nicht-blockierender Synchronisation

- Vorteile gegenüber sperrenden oder blockierenden Verfahren (Auswahl):
 - ◆ konkurrierende Fäden werden vom Scheduler nach dessen Kriterien eingeplant
 - ◆ rein auf Anwendungsebene: keine teuren Systemaufrufe
 - ◆ durch Locks wird eine Abhängigkeit vom Halter des Locks geschaffen
 - Halter des Locks wird möglicherweise im kritischen Abschnitt verdrängt
 - der "Zweite", "Dritte", usw. werden durch den "Ersten" verzögert
- relevant vor allem in massiv parallelen Systemen
- im konkreten Anwendungsbeispiel kommen diese Vorteile nicht wirklich zum Tragen
 - ☞ Übungsbeispiel zum Begreifen des Konzepts