Klausurvorbereitung

Intelligente Zeiger

Clicker: Smart-Pointer Kopieren (4)

```
void f1(unique_ptr<Z>& ap){
   ap->use();
}
void CopyTestAuto2() {
   unique_ptr<Z> up(new Z(11));
   up->use();
   f1(up);
   // up->use(); // kein Problem
   cout << "Ende ";
}
```

Ausgabe?

1. +Z11 use:11 use:11 Ende -Z11
2. +Z11 use:11 use:11 Ende
3. +Z11 use:11 use:11 -Z11 Ende
4. +Z11 Ende

Clicker: Smart-Pointer Kopieren (4)

```
void f1(unique_ptr<Z>& ap){
   ap->use();
}
void CopyTestAuto2() {
   unique_ptr<Z> up(new Z(11));
   up->use();
   f1(up);
   // up->use(); // kein Problem
   cout << "Ende ";
}
```

Ausgabe?

1. +Z11 use:11 use:11 Ende -Z11
2. +Z11 use:11 use:11 Ende
3. +Z11 use:11 use:11 -Z11 Ende
4. +Z11 Ende

+Z11 use:11 use:11 Ende -Z11 // +Z11 use:11 use:11 Ende
// +Z11 use:11 use:11 -Z11 Ende// +Z11 Ende

Clicker: unique_ptr haben Verschiebe-Konstruktor

```
void f5(unique_ptr<Z> ap){
   ap->use();
}
void CopyTestAuto5() {
   unique_ptr<Z> up(new Z(11));
   up->use();

   // f5(up); // Compilerfehler

   f5(  ::move(up)  );   // wandelt in R-Value (temp. Variable um)
   cout << "Ende ";
```

```
//up->use(); / wäre nun ein Fehler up ungültig
```

```
}
```

Clicker: unique_ptr haben Verschiebe-Konstruktor (2a)

```
void f6(unique_ptr<Z> ap) // als Wert
{
cout << "f6 ";
}
void CopyTestAuto6() {
   unique_ptr<Z> up(new Z(12));
   f6(move(up));
   cout << "Ende ";
}
```

Ausgabe?

1. +Z12 +Z4 -Z12 f6 Ende -Z4
2. +Z12 +Z12 f6 Ende
3. +Z12 f6 –Z12 Ende
4. +Z12 f6 Ende –Z12
5. +Z12 +Z4 f6 -Z4 Ende

Clicker: unique_ptr haben Verschiebe-Konstruktor (2a)

```
void f6(unique_ptr<Z> ap) // als Wert
{
cout << "f6 ";
}
void CopyTestAuto6() {
   unique_ptr<Z> up(new Z(12));
   f6(move(up));
   cout << "Ende ";
}
```

Ausgabe?

1. +Z12 +Z4 -Z12 f6 Ende -Z4
2. +Z12 +Z12 f6 Ende
3. +Z12 f6 –Z12 Ende
4. +Z12 f6 Ende –Z12
5. +Z12 +Z4 f6 -Z4 Ende

1. +Z12 +Z4 -Z12 f6 Ende -Z4
2. +Z12 +Z12 f6 Ende
3. **+Z12 f6 –Z12 Ende**
4. +Z12 f6 Ende –Z12
5. +Z12 +Z4 f6 -Z4 Ende

Clicker: unique_ptr haben Verschiebe-Konstruktor (2b)

```
void f6(unique_ptr<Z> ap) // als Wert
{
   Z* hlp = new Z(4);
   ap = unique_ptr<Z>(hlp);
   cout << "f6 ";
}
void CopyTestAuto6() {
   unique_ptr<Z> up(new Z(12));
   f6(move(up));
   cout << "Ende ";
}
```

Ausgabe?

1. +Z12 +Z4 -Z12 f6 Ende -Z4
2. +Z12 +Z4 f6 -Z12 -Z4 Ende
3. +Z12 +Z4 -Z12 f6 -Z4 Ende
4. +Z12 +Z4 -Z12 -Z4 f6 Ende
5. +Z12 +Z4 f6 -Z4 Ende

Clicker: unique_ptr haben Verschiebe-Konstruktor (2b)

```
void f6(unique_ptr<Z> ap) // als Wert
{
   Z* hlp = new Z(4);
   ap = unique_ptr<Z>(hlp);
   cout << "f6 ";
}
void CopyTestAuto6() {
   unique_ptr<Z> up(new Z(12));
   f6(move(up));
   cout << "Ende ";
}
```

Ausgabe?

1. +Z12 +Z4 -Z12 f6 Ende -Z4
2. +Z12 +Z4 f6 -Z12 -Z4 Ende
3. +Z12 +Z4 -Z12 f6 -Z4 Ende
4. +Z12 +Z4 -Z12 -Z4 f6 Ende
5. +Z12 +Z4 f6 -Z4 Ende

1. +Z12 +Z4 -Z12 f6 Ende -Z4
2. +Z12 +Z4 f6 -Z12 -Z4 Ende
3. **+Z12 +Z4 -Z12 f6 -Z4 Ende**
4. +Z12 +Z4 -Z12 -Z4 f6 Ende
5. +Z12 +Z4 f6 -Z4 Ende

Clicker: unique_ptr mit Methode release

```
void CopyTestAuto9() {
   unique_ptr<Z> up(new Z(12));
   Z* p = up.get();
   up.release(); // gibt Speicher frei; setzt internen Zeiger auf nullptr.
   p->use();
   up->use();
   cout << "Ende ";
}
```

Ausgabe?

1. +Z12 use:12 use:12 Ende -Z12
2. +Z12 Bumm
3. +Z12 use:12 Bumm
4. +Z12 use:12 Ende Bumm -Z12
5. Compilerfehler

Clicker: unique_ptr mit Methode release

```
void CopyTestAuto9() {
   unique_ptr<Z> up(new Z(12));
   Z* p = up.get();
   up.release(); // gibt Speicher frei; setzt internen Zeiger auf nullptr.
   p->use();
   up->use();
   cout << "Ende ";
}
```

Ausgabe?

1. +Z12 use:12 use:12 Ende -Z12
2. +Z12 Bumm
3. +Z12 use:12 Bumm
4. +Z12 use:12 use:12 Ende Bumm -Z12
5. Compilerfehler

1. +Z12 use:12 use:12 Ende -Z12
2. +Z12 Bumm
3. **+Z12 use:12 Bumm**
4. +Z12 use:12 use:12 Ende Bumm -Z12
5. Compilerfehler

Clicker: unique_ptr als Rückgabewerte

```
unique_ptr<Z> f10(){
   unique_ptr<Z> up(new Z(4));
   cout << "f10 ";
   return up;
}
void CopyTestAuto10() {
   unique_ptr<Z> up = f10();
   cout << "Ende ";
}
```

Ausgabe?

1. +Z4 f10 Ende -Z4
2. +Z4 10 Bumm
3. +Z4 f10 +Z4 Ende -Z4 –Z4
4. +Z4 f10 Ende -Z4 –Z4

Clicker: unique_ptr als Rückgabewerte

```
unique_ptr<Z> f10(){
   unique_ptr<Z> up(new Z(4));
   cout << "f10 ";
   return up;
}
void CopyTestAuto10() {
   unique_ptr<Z> up = f10();
   cout << "Ende ";
}
```

Ausgabe?

1. +Z4 f10 Ende -Z4
2. +Z4 10 Bumm
3. +Z4 f10 +Z4 Ende -Z4 –Z4
4. +Z4 f10 Ende -Z4 –Z4

1. +Z4 f10 Ende -Z4 // Move-Semantik und ein neues Z wird sowieso nicht erzeugt
2. +Z4 10 Bumm
3. +Z4 f10 +Z4 Ende -Z4 –Z4
4. +Z4 f10 Ende -Z4 –Z4

Schrittweise Ausgabe 1
shared_ptr

Schrittweise Ausgabe

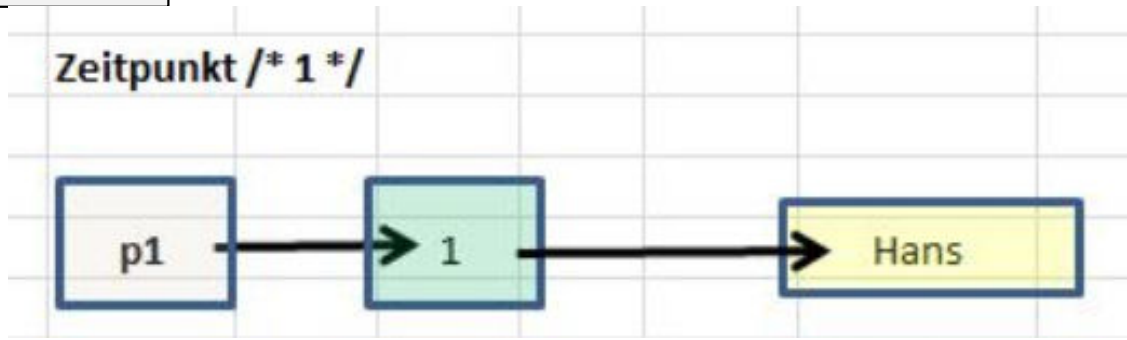
```
class Person {
public:
   Person(string s) {na = s; datei<<
        " +P "<< na;}
   Person() {na = "?"; datei <<
        " +PDef " << na;}
   Person(const Person&) {
      na = "Peter"; datei << " +PCop "
        << na;}
   ~Person() { datei << " -P " << na;
        }
private:
   string na;
};
```

```
void Erz5() {
shared_ptr<Person> p1(new
        Person("Hans"));
datei << " Ende\n"; /* 1 */
shared_ptr<Person> p2 =
   make_shared<Person>(*p1);
datei << " Ende\n "; /* 2 */
p1 = make_shared<Person>("Jack");
datei << " Ende\n"; /* 3 */
} /* 4 */
```

Welche Ausgabe ergibt sich bis /* 1 */?

```
class Person {
public:
   Person(string s) {na = s; datei<<
        " +P "<< na;}
   Person() {na = "?"; datei <<
        " +PDef " << na;}
   Person(const Person&) {
      na = "Peter"; datei << " +PCop "
        << na;}
   ~Person() { datei << " -P " << na;
        }
private:
   string na;
};
```

```
void Erz5() {
shared_ptr<Person> p1(new
        Person("Hans"));
datei << " Ende\n"; /* 1 */

shared_ptr<Person> p2 =
   make_shared<Person>(*p1);
datei << " Ende\n "; /* 2 */
p1 = make_shared<Person>("Jack");
datei << " Ende\n"; /* 3 */
} /* 4 */
```



Welche Ausgabe ergibt sich zwischen /* 1 */ und /* 2 */

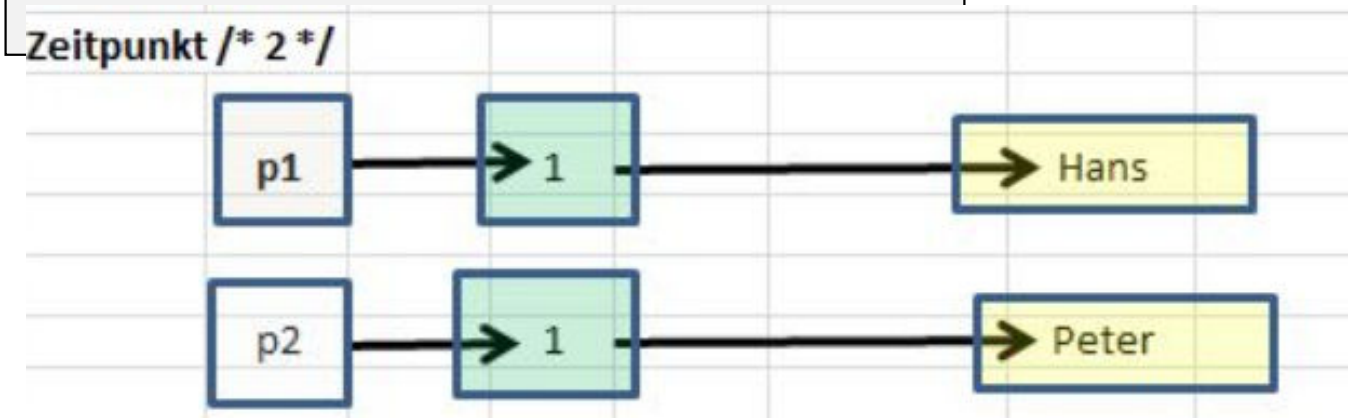
```
class Person {
public:
   Person(string s) {na = s; datei<<
        " +P "<< na;}
   Person() {na = "?"; datei <<
        " +PDef " << na;}
   Person(const Person&) {
      na = "Peter"; datei << " +PCop "
        << na;}
   ~Person() { datei << " -P " << na;
        }
private:
   string na;
};
```

```
void Erz5() {
shared_ptr<Person> p1(new Person("Hans"));
datei << " Ende\n"; /* 1 */

shared_ptr<Person> p2 =
   make_shared<Person>(*p1);
datei << " Ende\n "; /* 2 */

p1 = make_shared<Person>("Jack");
datei << " Ende\n"; /* 3 */
} /* 4 */
```

Welche Ausgabe ergibt sich zwischen /* 2 */ und /* 3 */

```
class Person {
public:
   Person(string s) {na = s; datei<<
        " +P "<< na;}
   Person() {na = "?"; datei <<
        " +PDef " << na;}
   Person(const Person&) {
      na = "Peter"; datei << " +PCop "
        << na;}
   ~Person() { datei << " -P " << na;
        }
private:
   string na;
};
```

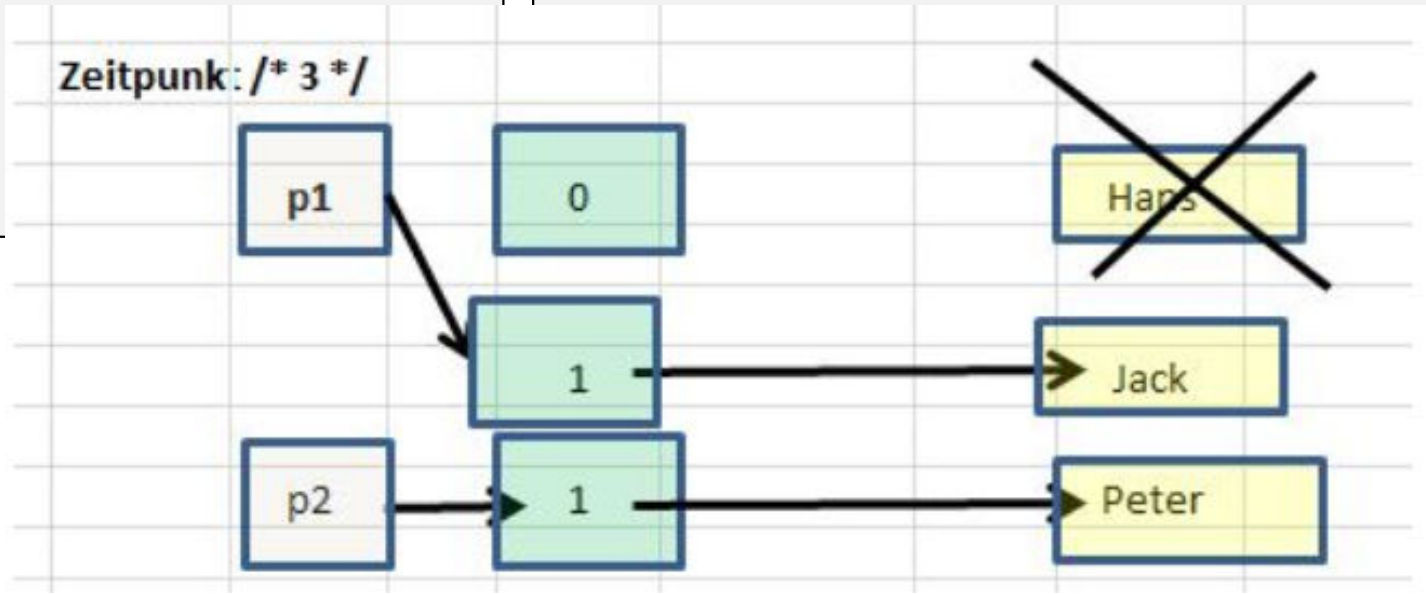
```
void Erz5() {
shared_ptr<Person> p1(new Person("Hans"));
datei << " Ende\n"; /* 1 */
shared_ptr<Person> p2 =
   make_shared<Person>(*p1);
datei << " Ende\n "; /* 2 */

p1 = make_shared<Person>("Jack");
datei << " Ende\n"; /* 3 */

} /* 4 */
```



Welche Ausgabe ergibt sich zwischen /* 3 */ und /* 4 */

```
class Person {
public:
   Person(string s) {na = s; datei<<
         " +P "<< na;}
   Person() {na = "?"; datei <<
         " +PDef " << na;}
   Person(const Person&) {
      na = "Peter"; datei << " +PCop "
        << na;}
   ~Person() { datei << " -P " << na;
         }
private:
   string na;
};
```

```
void Erz5() {
shared_ptr<Person> p1(new Person("Hans"));
datei << " Ende\n"; /* 1 */
shared_ptr<Person> p2 =
   make_shared<Person>(*p1);
datei << " Ende\n "; /* 2 */
p1 = make_shared<Person>("Jack");
datei << " Ende\n"; /* 3 */

} /* 4 */
```



Schrittweise Ausgabe

```
class Person {
public:
   Person(string s) {na = s; datei<<
        " +P "<< na;}
   Person() {na = "?"; datei <<
        " +PDef " << na;}
   Person(const Person&) {
      na = "Peter"; datei << " +PCop "
        << na;}
   ~Person() { datei << " -P " << na;
        }
private:
   string na;
};
```

```
void Erz5() {
shared_ptr<Person> p1(new
        Person("Hans"));
datei << " Ende\n"; /* 1 */
shared_ptr<Person> p2 =
   make_shared<Person>(*p1);
datei << " Ende\n "; /* 2 */
p1 = make_shared<Person>("Jack");
datei << " Ende\n"; /* 3 */
} /* 4 */
```

+P Hans Ende
+PCop Peter Ende
+P Jack -P Hans Ende
-P Peter -P Jack

Schrittweise Ausgabe 2

Überblick

```
class Person {
public:
   Person(string s) {na = s; datei<<
          " +P "<< na;}
   Person() {na = "?"; datei <<
          " +PDef " << na;}
   Person(const Person&) {
      na = "Peter"; datei << " +PCop "
          << na;}
   ~Person() { datei << " -P " << na; }
private:
   string na;
};
```

```
void Erz6() {
shared_ptr<Person>p1(new
        Person("Hans"));
   shared_ptr<Person> p4;
   datei << " Stop\n"; /* 1 */
   if (p1 != nullptr)    {
      shared_ptr<Person> p2 = p1;
      p4 = p1; /* XX */
   }
   else    {
      shared_ptr<Person> p3(p1);/* YY*/
   }
   datei << " Ende\n "; /* 2 */
   p1 = make_shared<Person>("Jack");
   datei << " Ende\n"; /* 3 */
   p4 = make_shared<Person>("Mike");
   datei << " Ende\n"; /* 4 */
} /* 5 */
```

Welche Ausgabe ergibt sich bis /* 1 */?

```
class Person {
public:
   Person(string s) {na = s; datei<<
         " +P "<< na;}
   Person() {na = "?"; datei <<
         " +PDef " << na;}
   Person(const Person&) {
      na = "Peter"; datei << " +PCop "
         << na;}
   ~Person() { datei << " -P " << na; }
private:
   string na;
};
```

```
void Erz6() {
shared_ptr<Person>p1(new
        Person("Hans"));
   shared_ptr<Person> p4;
   datei << " Stop\n"; /* 1 */

   if (p1 != nullptr)    {
      shared_ptr<Person> p2 = p1;
      p4 = p1; /* XX */
   }
   else    {
      shared_ptr<Person> p3(p1);/* YY*/
   }
   datei << " Ende\n "; /* 2 */
   p1 = make_shared<Person>("Jack");
   datei << " Ende\n"; /* 3 */
   p4 = make_shared<Person>("Mike");
   datei << " Ende\n"; /* 4 */
} /* 5 */
```

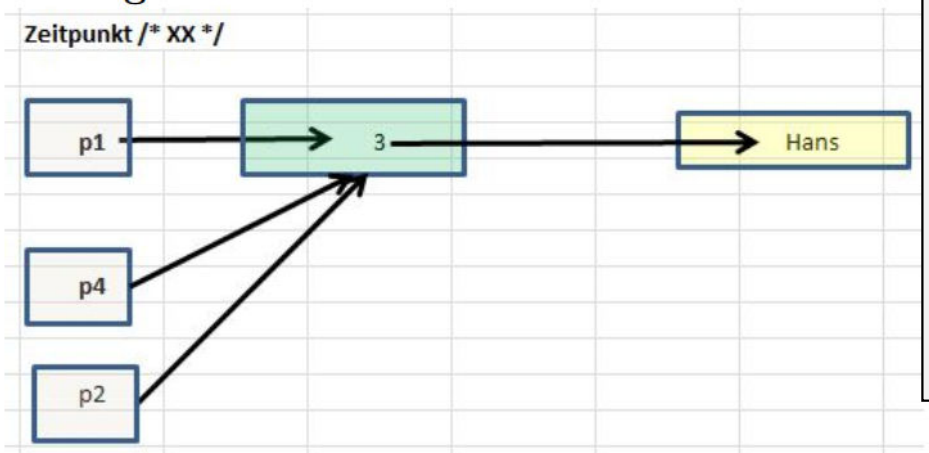
Welche Ausgabe ergibt sich zwischen /* 1 */ und /* 2*/?

```
class Person {
public:
   Person(string s) {na = s; datei<<
          " +P "<< na;}
   Person() {na = "?"; datei <<
          " +PDef " << na;}
   Person(const Person&) {
      na = "Peter"; datei << " +PCop "
          << na;}
   ~Person() { datei << " -P " << na; }
private:
   string na;
};
```

```
void Erz6() {
shared_ptr<Person>p1(new Person("Hans"));
   shared_ptr<Person> p4;
   datei << " Stop\n"; /* 1 */

    if (p1 != nullptr)    {
       shared_ptr<Person> p2 = p1;
       p4 = p1; /* XX */
    }
    else     {
       shared_ptr<Person> p3(p1);/* YY*/
    }
    datei << " Ende\n "; /* 2 */

   p1 = make_shared<Person>("Jack");
   datei << " Ende\n"; /* 3 */
   p4 = make_shared<Person>("Mike");
   datei << " Ende\n"; /* 4 */
} /* 5 */
```

Welche Ausgabe ergibt sich zwischen /* 2 */ und /*3*/?

```
class Person {
public:
   Person(string s) {na = s; datei<<
         " +P "<< na;}
   Person() {na = "?"; datei <<
         " +PDef " << na;}
   Person(const Person&) {
      na = "Peter"; datei << " +PCop "
         << na;}
   ~Person() { datei << " -P " << na; }
private:
   string na;
};
```

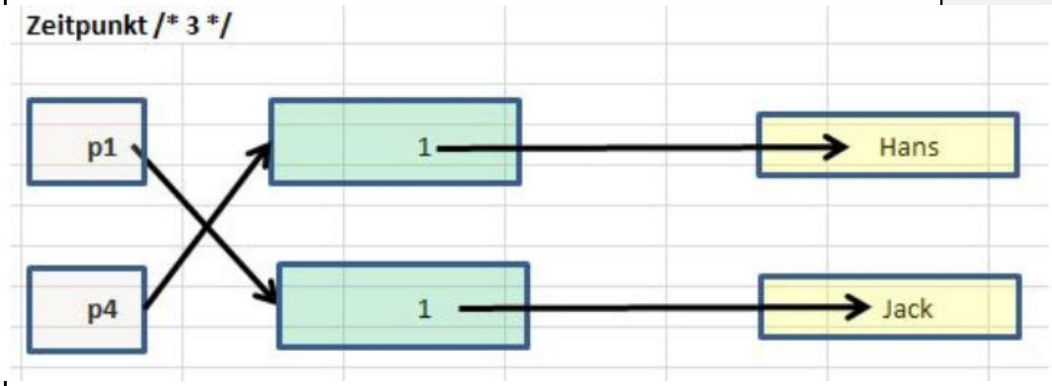



```
void Erz6() {
shared_ptr<Person>p1(new Person("Hans"));
   shared_ptr<Person> p4;
   datei << " Stop\n"; /* 1 */
   if (p1 != nullptr)    {
      shared_ptr<Person> p2 = p1;
      p4 = p1; /* XX */
   }
   else    {
      shared_ptr<Person> p3(p1);/* YY*/
   }
   datei << " Ende\n "; /* 2 */

    p1 = make_shared<Person>("Jack");
    datei << " Ende\n"; /* 3 */

   p4 = make_shared<Person>("Mike");
   datei << " Ende\n"; /* 4 */
} /* 5 */
```

Welche Ausgabe ergibt sich zwschen /* 3 */ und /*4*/?

```
class Person {
public:
   Person(string s) {na = s; datei<<
         " +P "<< na;}
   Person() {na = "?"; datei <<
         " +PDef " << na;}
   Person(const Person&) {
      na = "Peter"; datei << " +PCop "
         << na;}
   ~Person() { datei << " -P " << na; }
private:
   string na;
};
```

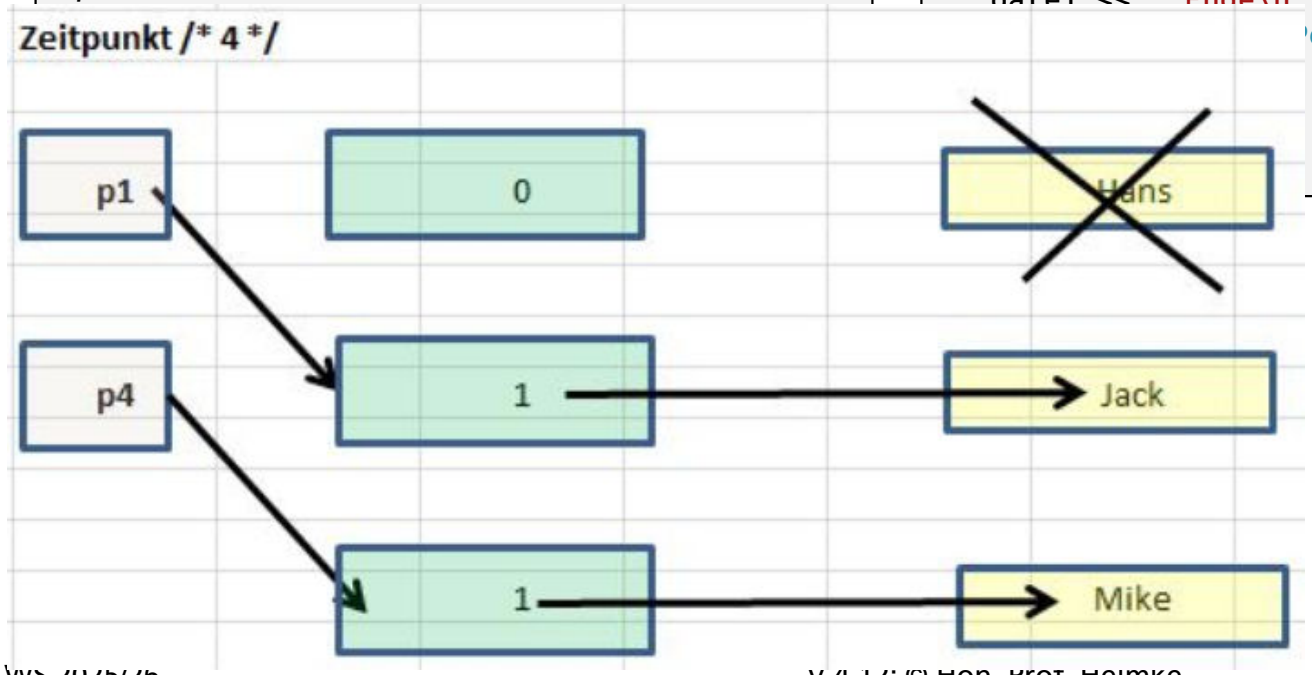
```
void Erz6() {
shared_ptr<Person>p1(new Person("Hans"));
   shared_ptr<Person> p4;
   datei << " Stop\n"; /* 1 */
   if (p1 != nullptr)    {
      shared_ptr<Person> p2 = p1;
      p4 = p1; /* XX */
   }
   else    {
      shared_ptr<Person> p3(p1);/* YY*/
   }
   datei << " Ende\n "; /* 2 */
   p1 = make_shared<Person>("Jack");
   datei << " Ende\n"; /* 3 */

    p4 = make_shared<Person>("Mike");
    datei << " Ende\n"; /* 4 */

 5 */
```



Welche Ausgabe ergibt sich bei /* 5 */?

```
class Person {
public:
   Person(string s) {na = s; datei<<
          " +P "<< na;}
   Person() {na = "?"; datei <<
          " +PDef " << na;}
   Person(const Person&) {
      na = "Peter"; datei << " +PCop "
          << na;}
   ~Person() { datei << " -P " << na; }
private:
   string na;
};
```

```
void Erz6() {
shared_ptr<Person>p1(new Person("Hans"));
   shared_ptr<Person> p4;
   datei << " Stop\n"; /* 1 */
   if (p1 != nullptr)    {
      shared_ptr<Person> p2 = p1;
      p4 = p1; /* XX */
   }
   else    {
      shared_ptr<Person> p3(p1);/* YY*/
   }
   datei << " Ende\n "; /* 2 */
   p1 = make_shared<Person>("Jack");
   datei << " Ende\n"; /* 3 */
erson>("Mike");
; /* 4 */
```



Überblick

```
class Person {
public:
   Person(string s) {na = s; datei<<
          " +P "<< na;}
   Person() {na = "?"; datei <<
          " +PDef " << na;}
   Person(const Person&) {
      na = "Peter"; datei << " +PCop "
          << na;}
   ~Person() { datei << " -P " << na; }
private:
   string na;
};
```

```
void Erz6() {
shared_ptr<Person>p1(new
        Person("Hans"));
   shared_ptr<Person> p4;
   datei << " Stop\n"; /* 1 */
   if (p1 != nullptr)    {
      shared_ptr<Person> p2 = p1;
      p4 = p1; /* XX */
   }
   else    {
      shared_ptr<Person> p3(p1);/* YY*/
   }
   datei << " Ende\n "; /* 2 */
   p1 = make_shared<Person>("Jack");
   datei << " Ende\n"; /* 3 */
   p4 = make_shared<Person>("Mike");
   datei << " Ende\n"; /* 4 */
} /* 5 */
```

+P Hans Stop
Ende
+P Jack Ende
+P Mike -P Hans Ende
-P Mike -P Jack

shared_ptr und Rekursion als Motivation für weak_ptr

Clicker: shared_ptr und Rekursion (1)

```
class R{
public:
   R(int id = 9) : m_id(id) {
      cout << "+R" << id << " ";  }
   ~R()  {cout<<"-R"<< m_id << " "; }
   void addFr(shared_ptr<R> f){
      myFr.push_back(f);    }
private:
   vector<shared_ptr<R>> myFr;
   int m_id;
};
```

```
void friendTest1(){
   shared_ptr<R> mike(new R(1));
   shared_ptr<R> anne(new R(2));
   mike->addFr(anne);
   if (2 < 3){
      shared_ptr<R> bert(new R(3));
      anne->addFr(bert);
   }
}
```

Ausgabe?

1. +R1 +R2 +R3 -R1 -R2 -R3
2. +R1 +R2 +R3 –R3 -R2 –R1
3. +R1 +R2 +R3 -R1 –R3 –R2
4. +R1 +R2 +R3 –R2 –R3 –R1

Clicker: shared_ptr und Rekursion (1)

```
class R{
public:
   R(int id = 9) : m_id(id) {
      cout << "+R" << id << " ";  }
   ~R()  {cout<<"-R"<< m_id << " "; }
   void addFr(shared_ptr<R> f){
      myFr.push_back(f);    }
private:
   vector<shared_ptr<R>> myFr;
   int m_id;
};
```

```
void friendTest1(){
   shared_ptr<R> mike(new R(1));
   shared_ptr<R> anne(new R(2));
   mike->addFr(anne);
   if (2 < 3){
      shared_ptr<R> bert(new R(3));
      anne->addFr(bert);
   }
}
```

Ausgabe?

1. +R1 +R2 +R3 -R1 -R2 -R3
2. +R1 +R2 +R3 –R3 -R2 –R1
3. +R1 +R2 +R3 -R1 –R3 –R2
4. +R1 +R2 +R3 –R2 –R3 –R1

1. +R1 +R2 +R3 -R1 -R2 -R3

Bert wird freigegeben, noch bei Anne benutzt,
Anne wird freigegeben, noch bei Mike benutzt.
Mike wird freigegeben, damit wird Anne bei Mike richtig freigegeben und damit auch Bert richtig über Anne

Clicker: shared_ptr und Rekursion und weak_ptr (1)

```
class R2{
public:
   R2(int id = 9) : m_id(id) {
      cout << "+R" << id << " ";    }
   ~R2()  {cout << "-R" << m_id << " ";   }
   void addFr(shared_ptr<R2> f){
      myFr.push_back(f);
   }
private:
   vector<weak_ptr<R2>> myFr;
   int m_id;
};
```

```
void friendTestWeak1(){
   shared_ptr<R2> mike(new R2(1));
   shared_ptr<R2> anne(new R2(2));
   mike->addFr(anne);
   anne->addFr(mike);
 if (2 < 3){
      shared_ptr<R2> bert(new R2(3));
      anne->addFr(bert);
   }
}
```

Ausgabe?

1. +R1 +R2 +R3 -R1 -R2 -R3
2. +R1 +R2 +R3 –R3 -R2 –R1
3. +R1 +R2 +R3 -R1 –R3 –R2
4. +R1 +R2 +R3 –R2 –R3 –R1

Clicker: shared_ptr und Rekursion und weak_ptr (1)

```
class R2{
public:
   R2(int id = 9) : m_id(id) {
      cout << "+R" << id << " ";    }
   ~R2()  {cout << "-R" << m_id << " ";   }
   void addFr(shared_ptr<R2> f){
      myFr.push_back(f);
   }
private:
   vector<weak_ptr<R2>> myFr;
   int m_id;
};
```

2. +R1 +R2 +R3 –R3 -R2 –R1

```
void friendTestWeak1(){
   shared_ptr<R2> mike(new R2(1));
   shared_ptr<R2> anne(new R2(2));
   mike->addFr(anne);
   anne->addFr(mike);
 if (2 < 3){
      shared_ptr<R2> bert(new R2(3));
      anne->addFr(bert);
   }
}
```

Ausgabe?

1. +R1 +R2 +R3 -R1 -R2 -R3
2. +R1 +R2 +R3 –R3 -R2 –R1
3. +R1 +R2 +R3 -R1 –R3 –R2
4. +R1 +R2 +R3 –R2 –R3 –R1