Hon. Prof. Dr.-Ing. Hartmut Helmke
Ostfalia
Hochschule für angewandte
Wissenschaften
Fakultät für Informatik

Matrikelnummer:	*Punktzahl:*

Ergebnis:

Freiversuch ☐ *F1* ☐ *F2* ☐ *F3* ☐

Klausur im WS 2020/21:

Die verschiedenen Programmierparadigmen von C++ — Lösungen —

Informatik Bachelorstudiengang ☐ *Informatik Masterstudiengang* ☐

Es handelt sich hier um die Aufgaben für die Bachelor- Studenten.

Hilfsmittel wie Bücher und Skripte und eigene Notizen sind erlaubt.
Die Nutzung eines Computers z.B. mit einer Programmierumgebung oder einem Compiler ist gar nicht erlaubt!
Austausch von Hilfsmitteln mit Kommilitonen ist **nicht** erlaubt !
Die Kommunikation mit anderen Personen (zur Klausur) ist während der Klausur nicht erlaubt.

Bitte notieren Sie auf **allen** Blättern, die in die Bewertung eingehen sollen, Ihren Namen und Ihre Matrikelnummer.
Auf eine absolut korrekte Anzahl der Blanks und Zeilenumbrüche braucht bei der Ausgabe nicht geachtet zu werden. Dafür werden keine Punkte abgezogen.

Hinweis: In den folgenden Programmfragmenten wird die globale Variable `datei` verwendet. Hierfür kann der Einfachheit halber die Variable `cout` angenommen werden. Die Variable `datei` diente bei der Klausurerstellung lediglich dazu, automatisch eine Lösungsdatei zu erstellen.
Wir befinden uns jeweils im Namensraum `std`, d.h., ein `using namespace std;` dürfen Sie in jeder Codedatei annehmen. Außerdem dürfen Sie annehmen, dass für alle Code-Fragmente die erforderlichen *include*-Anweisungen für C++-Header-Dateien erfolgt sind.

Alle Lösungen sind auf Extrablättern mit vorangestellter Aufgabennummer zu notieren. Bitte vergessen Sie nicht, Ihren Namen auch auf den Extrablättern zu notieren.

Geplante Punktevergabe

Punktziel	Im einzelnen	Pkte
Übungen:	XXX	
A1: 44 P.		
A2: 15 P.		
A3: 21 P.		
Summe 80+ SP.		

Aufgabe 1 : Minimale Standardschnittstelle

ca. 44 Punkte Das folgende Listing zeigt einen Ausschnitt aus der Klassendeklaration der Klasse `FileName`. Im Unterschied zur Vorlesung liegen auch Attribute im Heap-Speicher.

```
class FileName {
public:
  FileName(string name) {
    mp_min = nullptr;
    mp_sec = nullptr;
    SplitFilenameIntoDate(name);
  }
  FileName();
  ~FileName();
  void SplitFilenameIntoDate(string name);
  const int& GetMillisec() const {
    return m_millisec;
  }
  const int& GetYear() const {
    return m_year;
  }
  const int& GetMonth() const {
    return m_month;
  }
  const int& GetDay() const {
    return m_day;
  }
  const string& GetGermanDate() const {
    return m_germanDate;
  }
  int GetSec() const { return *mp_sec; }
  void SetSec(int s) { *mp_sec =s; }
```

```
private:
  void SetDateGerman();
  int m_year;
  int m_month;
  int m_day;
  int m_hour;
  int* mp_min; // pointer to heap
  int* mp_sec; // pointer to heap
  int m_millisec;
  string m_germanDate; // 20.1.2020
};
```

Die Implementierung einiger Methoden der Klasse zeigt das folgende Listing:

```
void FileName::SplitFilenameIntoDate(string astr_name)
/* 2019-02-15__11-32-40-00 is the filename, we split
  into m_year, m_month ...
  Same as in our lecture, but *mp_minutes and
  *mp_seconds on heap
*/
{
  stringstream strStream(astr_name);
  char ch_dummy;
  strStream >> m_year;
  strStream >> ch_dummy;
  if (ch_dummy != '-') {
    return ;
  }
  strStream >> m_month;
  strStream >> ch_dummy;
  if (ch_dummy != '-') {
    return;
  }
  strStream >> m_day;
  char ch_dummy2;
  strStream >> ch_dummy >> ch_dummy2;
  if (ch_dummy != '_' || ch_dummy2 != '_') {
    return;
  }

  strStream >> m_hour;
  strStream >> ch_dummy;
  if (ch_dummy != '-') {
    return;
  }
  delete mp_min;
  mp_min = new int; // This is important
  strStream >> *mp_min;
  strStream >> ch_dummy;
  if (ch_dummy != '-') {
    return;
  }
  delete mp_sec;
  mp_sec = new int; // This is important
  strStream >> *mp_sec;
  strStream >> ch_dummy;
  if (ch_dummy != '-') {
    return;
  }
  strStream >> m_millisec;
  strStream >> ch_dummy;
  if (ch_dummy != '-') {
    return;
  }
  SetDateGerman();
} // FileName::SplitFilenameIntoDate()

void FileName::SetDateGerman(){
  stringstream stream;
  stream << m_day << "."
    << m_month << "." << m_year;
  m_germanDate = stream.str();
}
FileName::~FileName() {
  delete mp_min;
  delete mp_sec;
}
```

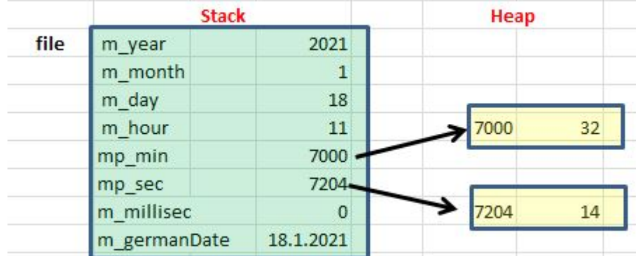
a.) (3 P.) Welche Ausgabe (nach `datei`) ergibt der Aufruf der folgenden Funktion `simple` ?

```
void simple() {
  FileName file("2021-01-18__11-32-14-00");
  datei << "Year is " <<
    file.GetYear() << "\n"; /* 1 */
  datei << "Month is " <<
    file.GetMonth() << "\n";
  datei << "German Date " <<
    file.GetGermanDate() << "\n";
}
```

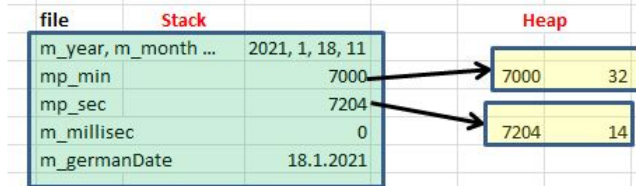
Lösung:

```
Year is 2021
Month is 1
German Date 18.1.2021
```

b.) (17 P.) Die folgende Zeichnung skizziert eine Speicherbelegung zum Zeitpunkt /* 1 */ in der Funktion `simple`:



Sie dürfen und sollten in Ihren Skizzen vereinfachen zu:

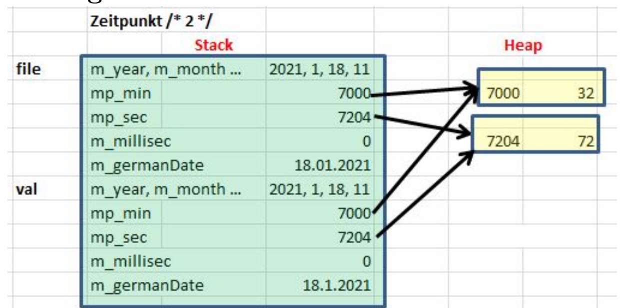


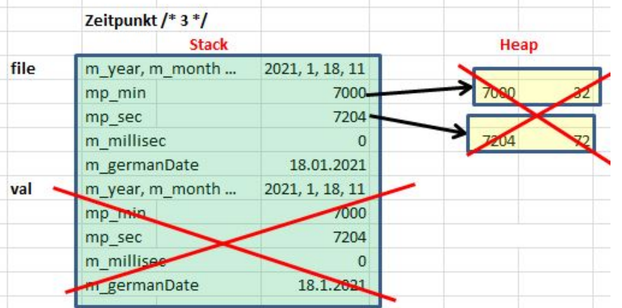
Der Aufruf der folgenden Funktion `testBumm` führt zu undefiniertem Programmverhalten:

```
void changeToWrongSec(FileName val) {
   val.SetSec(72); /* 2 */
}
void testBumm() {
   FileName file("2021-01-18__11-32-14-00");
   datei << "Year is " <<
      file.GetYear() << "\n";
   changeToWrongSec(file); /* 3 */
   datei << "Year is now " <<
      file.GetYear() << "\n";
   datei << "Seconds are now " <<
      file.GetSec() << "\n";
}
```

Skizzieren Sie auf einem Extra-Blatt entsprechend der obigen Zeichnung die Speicherbelegungen zu den Zeitpunkten /*2*/ und /*3*/, d.h., am Ende der aufgerufenen Funktion und unmittelbar nach Ausführung der Funktion. Aus der Skizze sollte hervorgehen, warum der Aufruf von `testBumm` zu undefiniertem Verhalten führt. Kennzeichnen Sie freigegebenen Heap-Speicher.

Lösung:





c.) (4 P.) Die Klassenschnittstelle von `FileName` verfügt noch nicht über eine minimale Standardschnittstelle. Erweitern Sie die Klasse, sodass die Deklaration der Klasse nun über eine minimale Standardschnittstelle verfügt. Sie sollen hier *nur* die Deklaration der Klassenschnittstelle erweitern. Die Implementierung, d.h., die Definitionen der entsprechenden Methoden sollen in dieser Aufgabe **NICHT** erfolgen.

Lösung:

```
// minimale Standard- Schnittstelle , Teil 2
FileName(const FileName& cop);
FileName& operator=(const FileName& cop);
```

d.) (7 P.) Implementieren Sie nun den Kopier-Konstruktor der Klasse `FileName`.

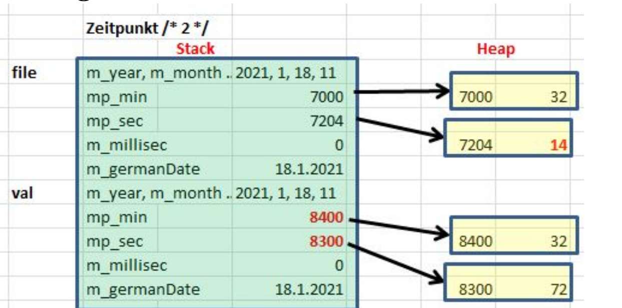
Lösung:

```
FileName::FileName(const FileName& cop){
    m_year = cop.m_year;
    m_month = cop.m_month;
    m_day = cop.m_day;
    m_hour = cop.m_hour;
    mp_min = new int(*cop.mp_min);
    mp_sec = new int(*cop.mp_sec);
    m_millisec = cop.m_millisec;
    m_germanDate = cop.m_germanDate;
}
```

e.) (7 P.)

Skizzieren Sie auf einem Extra-Blatt nach Implementierung des Kopier-Konstruktors nun nochmals die Speicherbelegung zum Zeitpunkt /*2*/, d.h., in der aufgerufenen Funktion. Aus der Skizze sollte hervorgehen, warum der Aufruf von `testBumm` dieses Mal zu einem **definierten** und erwarteten Verhalten führt.

Lösung:



f.) (2 P.) Zu welcher Ausgabe nach `datei` führt nach Ihrer erfolgreichen Verbesserung nun der Aufruf von `testBumm`?

Lösung:

```
Year is 2021
Year is now 2021
Seconds are now 14
```

g.) (4 P.) Implementieren Sie für die Header-Datei FileName.h einen Includewächter (nicht mit pragma). Kürzen Sie mit /* ... */ ab; die Präprozessor-Anweisungen genügen also.
Lösung:

```
#ifndef FileName_HEADER
#define FileName_HEADER
```

```
#endif /* FileName_HEADER */
```

Aufgabe 2 : Objekterzeugung

ca. 15 Punkte
Implementieren Sie eine Überwachungsfunktionalität, d.h., die Klasse `Watchdog`, die beim Verlassen einer Funktion bzw. eines Blocks prüft, ob der Wert der überwachten Variablen gleich dem zweiten Wert der Konstruktor-Argumente ist. Der Aufruf der folgenden Funktion `anwWatchdog1`:

```
void anwWatchdog1() {
  FileName file("2021-01-18__11-32-14-00");
  int i = 15;
  // check whether at end year is equal to 2021
  Watchdog w1(file.GetYear(), 2021, "year");
  // check whether at end i is equal to 18
  Watchdog wI(i, 18, "i");
  if (file.GetYear() > 10) {
    // check whether at end of block milli sec is 33
    Watchdog w2(file.GetMillisec(), 33, "msec");
    file.SplitFilenameIntoDate(
      "2021-12-18__12-32-14-33");
    return;
  }
  else {
    Watchdog w3(file.GetMillisec(), 11, "msec");
    file.SplitFilenameIntoDate(
      "2040-12-18__12-32-14-77");
  }
}
```

soll somit zur folgenden Bildschirmausgabe (oder Ausgabe in eine Datei) führen:

```
msec is 33 OK
i different from 18, now 15!!!
year is 2021 OK
```

Implementieren Sie nun die Klasse `Watchdog`, d.h., sowohl Header- als auch Quellcode-Datei. Sie dürfen natürlich auch alles `inline` im Header implementieren. Die Klasse `FunktionLog` aus der Vorlesung oder die STL-Klasse `unique_ptr` können als Idee für die Implementierung dienen.
Lösung:

```
class Watchdog {
public:
  Watchdog(const int& var,
    int val, string name);
  ~Watchdog();
private:
  const int& m_var;
  int m_val;
  string mstr_text;
};
```

Lösung:

```
Watchdog::Watchdog(
  const int& var, int val, string t) :
  m_var(var), m_val(val), mstr_text(t) {}

Watchdog::~Watchdog() {
  if (m_var == m_val) {
    datei << mstr_text << " is "
      << m_val << " OK\n";
  }
  else {
    datei << mstr_text
      << " different from "
      << m_val << ", now "
      << m_var << "!!!\n";
  }
}
```

Lösung:
Anzumerken ist noch, dass man die konstante Referenz auch als Zeiger implementieren könnte. Dann muss es aber ein Zeiger vom Typ `const int*` bzw. `const T*` sein. Man hat dann aber die Möglichkeit, den Zeiger sogar erst innerhalb des Konstruktors zu belegen und muss nicht die Initialisierung mit der Doppelpunkt-schreibweise wählen.

Aufgabe 3 : STL Container und Lambda-Ausdrücke

ca. 21 Punkte

a.) (3 P.) Welche Ausgabe (nach `datei`) ergibt der Aufruf der folgenden Funktion `findIfVector` ?

```
void findIfVector() {
  vector<int> v = { 13, 1, 4 };
  auto iter = find_if(v.begin(), v.end(),
    [](int a) { return a > 2; });
  datei << (iter != v.end() ? *iter : 0);
}
```

Lösung:

```
13
```

b.) (4 P.) Welche Ausgabe (nach `datei`) ergibt der Aufruf der folgenden Funktion `findIfSet` ?

```
void findIfSet () {
  set<int, less<int>> s1 = { 13, 1, 4 };
  auto iter = find_if (s1.begin(), s1.end(),
    [](int a) { return a > 2; });
  datei << (iter != s1.end() ? *iter : 0) << " ";

  set<int, greater<int>> s2 = { 13, 1, 4 };
  auto iter2 = find_if (s2.begin(), s2.end(),
    [](int a) { return a > 2; });
  datei << (iter2 != s2.end() ? *iter2 : 0) << " ";
}
```

Lösung:

```
4 13
```

c.) (14 P.) Im folgenden Code sollen Sie drei Lambda-Ausdrücke zur Prüfung von Instanzen der Klasse `FileName` implementieren, sodass sich nach Aufruf von `findIfVectorFilename` die folgende Ausgabe nach `datei` ergibt:

```
Wrong: 18.13.2021
OK
Wrong: 32.1.2021
OK
Wrong: 31.4.2021
```

```
void findIfVectorFilename () {
  vector<FileName> v;
  v.push_back(FileName("2021-02-18__11-32-14-00"));
  v.push_back(FileName("2021-04-31__11-32-14-00"));
  v.push_back(FileName("2021-01-32__11-32-14-00"));
  v.push_back(FileName("2021-13-18__11-32-14-00"));
```

```
// checking of invalid month not in [1..12] with lambda
auto lambdaCheckMonth = []( /* Sie sind dran ... */ ;

// checking of invalid day not in [0..31] with lambda
auto lambdaCheckDaySimple = /* Sie sind dran ... */ ;

// checking of invalid day of a month with lambda
array<int, 12> dPM = { 31, 28, 31, 30,
    31, 30, 31, 31, 30, 31, 30, 31 };
// use dPM, April has only 30 days
auto lambdaCheckDayComplex = /* Sie sind dran ... */;
```

```
// checking of invalid month not in [1..12] with lambda
  auto iter = find_if (
    v.begin(), v.end(), lambdaCheckMonth);
  datei << (iter != v.end() ?
    "Wrong: " + iter->GetGermanDate() : "OK");
  datei << "\n";

// checking of invalid month not in [1..12] with lambda
  iter = find_if (
    v.begin(), ++v.begin(), lambdaCheckMonth);
  datei << (iter != ++v.begin() ?
    "Wrong: " + iter->GetGermanDate() : "OK");
  datei << "\n";
```

```
// checking of invalid day not in [0..31] with lambda
  iter = find_if (
    v.begin(), v.end(), lambdaCheckDaySimple);
  datei << (iter != v.end() ?
    "Wrong: " + iter->GetGermanDate() : "OK");
  datei << "\n";

// checking of invalid day not in [1..31] with lambda
  iter = find_if (
    v.begin(), ++v.begin(), lambdaCheckDaySimple);
  datei << (iter != ++v.begin() ?
    "Wrong: " + iter->GetGermanDate() : "OK");
  datei << "\n";
```

```
/* checking of invalid day of a month with lambda
   April has only 30 days */
  iter = find_if (
    v.begin(), v.end(), lambdaCheckDayComplex);
  datei << (iter != v.end() ?
    "Wrong: " + iter->GetGermanDate() : "OK");
  datei << "\n";
}
```

Ganz konkret: Definieren Sie die Variablen `lambdaCheckMonth`, `lambdaCheckDaySimple` und `lambdaCheckDayComplex`, d.h. weisen Sie die entsprechenden Lambda-Ausdrücke zu. Verwenden Sie Referenzen und `const`, wo möglich und sinnvoll, sodass **unnötiger Kopieraufwand** vermieden wird.

Lösung:

```
// checking of invalid month not in [1..12] with lambda
  auto lambdaCheckMonth =
    [](const FileName& f) {
   return f.GetMonth()<1 || f.GetMonth()>12; };
// checking of invalid day not in [0..31] with lambda
  auto lambdaCheckDaySimple =
    [](const FileName& f) {
   return f.GetDay()<1 || f.GetDay()>31; };

// checking of invalid day of a month with lambda
  array<int, 12> dPM = { 31, 28, 31, 30,
    31, 30, 31, 31, 30, 31, 30, 31 };
  // use dPM, April has only 30 days
  auto lambdaCheckDayComplex =
    [&dPM](const FileName& f) {
    return f.GetDay() < 1 ||
      f.GetDay() > dPM.at(f.GetMonth()-1); };
```