Informationstechnik
Klausur Sommersemester 2015

Institut für Technik der Informationsverarbeitung – ITIV
Prof. Dr.-Ing. E. Sax

Informationstechnik

Datum:	01.10.2015
Name:	«Vorname» «Nachname»
Matrikelnummer:	«Matrikelnummer»
ID #:	«LaufNr»
Hörsaal:	Neue Chemie

Platznummer: «PlatzNr»

Hinweise zur Klausur

Hilfsmittel

- Erlaubte Hilfsmittel sind Lineal und eine Notizen-/Formelsammlung, handgeschrieben DIN A4 Blatt zweiseitig beschrieben.
- Verwenden Sie zum Bearbeiten der Aufgaben nur dokumentenechte Schreibgeräte – keinen Bleistift, keine Rotstifte!
- Alle nicht genannten Hilfsmittel sind untersagt. Dies beinhaltet auch jegliche Kommunikation mit Anderen.

Prüfungsdauer

Die Prüfungsdauer beträgt 120 Minuten.

Prüfungsunterlagen

Die Prüfungsunterlagen bestehen aus insgesamt **31** Seiten Aufgabenblättern (dieses Titelblatt, **8** Aufgabenblöcke). Geben Sie immer volle und nachvollziehbare Lösungs- und Rechenwege an.

Bitte kontrollieren Sie vor der Bearbeitung der Aufgaben auf jeder Seite oben Ihren Namen und Ihre Matrikelnummer!

Falls Sie zusätzliche Blätter zur Lösung der Aufgaben benötigen, fragen Sie nach zusätzlichem Papier. Auf jedes zusätzliche Lösungsblatt ist neben dem Namen auch die Aufgabennummer mit einzutragen. Vermeiden Sie das Beschreiben der Rückseiten. Die Verwendung von eigenen Blättern ist nicht erlaubt.
In den letzten 30 Minuten der Klausur ist eine vorzeitige Abgabe der Klausur nicht möglich. Am Ende der Prüfung bleiben Sie bitte sitzen. Alle Aufgaben- und Lösungsblätter sowie alle zusätzlichen Lösungsblätter sind in die ausgehändigten Umschläge zu geben. Diese werden von der Aufsicht eingesammelt.

Aufgabe	1	2	3	4	5	6	7	8	Σ
≈ Gewichtung ca. [%]	13	13	12	10	13	13	12	14	100
Ergebnis [P]	**17**	**16**	**15**	**13**	**16**	**17**	**15**	**18**	**127**

Aufgabe 1 Allgemeine Fragen

17

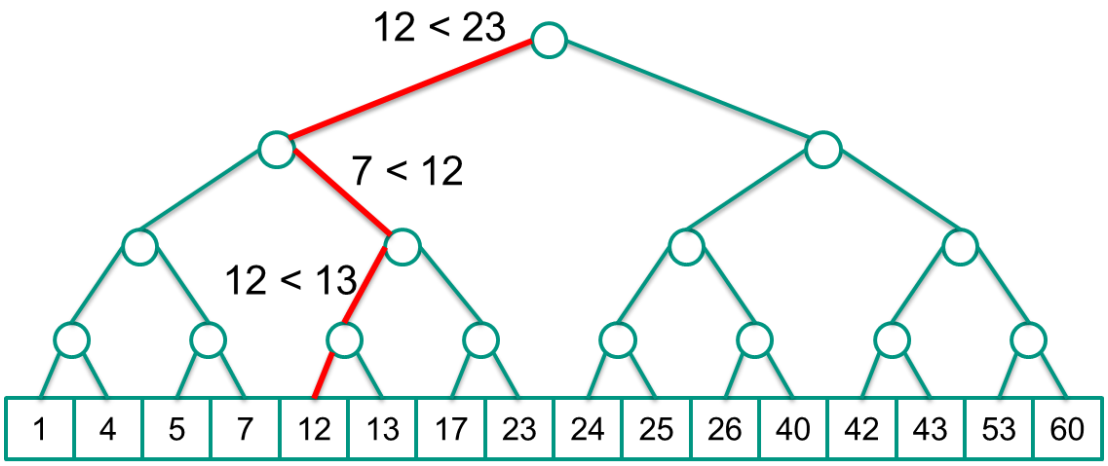


Abbildung 1-1: Suchalgorithmus

A) Mit welchem Suchalgorithmus wurde hier in Abbildung 1-1 nach dem Zielelement 12 gesucht? Geben Sie zudem die worst case Komplexität des Algorithmus an. 1

Binäre Suche

O(ld(n))

B) Nennen Sie einen In-Place Sortieralgorithmus und erklären Sie die Eigenschaft In-Place. 2

z.B Bubble Sort, Quick Sort

In-place Verfahren (kein zusätzlicher Arbeitsspeicher außer lokale Laufvariablen)

C) Nennen Sie zuerst den Zweck von Polling und Interrupts an Hand eines Beispiels. Erklären Sie zudem den Unterschied anhand des Vorgehens und listen Sie je einen Vor- und Nachteil auf. 4

Zweck: Feststellung Status von Ein-/Ausgabe-Geräten oder zeitkritischen

Prozessen

Polling: programmierte zyklische Abfragen, einfach, belegt jedoch CPU Leistung

Interrupt: Unterbrechung durch zusätzliche Hardware; Laufzeiteffizient, aber

zusätzliche Hardware notwendig

D) Nennen Sie zuerst die vier Gruppen von elementaren Datentypen und geben Sie je ein Beispiel an: **2**

Wahrheitswerte/Logische Werte: bool;

Zeichen: char,

Ganzzahlen, Natürliche Zahlen: signed/ unsigned short, int ,long,

Gleitkommazahlen: double,float

Aufzählung: Enum

E) Beschreiben Sie kurz das iterative Vorgehen von Simulated Annealing mit Bedingung zum Tauschen von Knoten aus unterschiedlichen Partitionen. **2**

Generate: Zufälliges Vertauschen zweier Knoten aus zwei unterschiedlichen Blöcken

Accept: 1 .Bei Verbesserung der Kostenfunktion wird getauscht

2. Bei Verschlechterung keine zwingende Abweisung, sondern Akzeptanz mit einer temperaturproportionalen Wahrscheinlichkeit

Update: langsames Senken der Temperatur

F) Nennen Sie die geeignetste Datenstruktur zum Zwischenspeichern von zeitabhängigen Sensordaten die in zeitlich korrekter Abfolge weiterverarbeitet werden sollen. Begründen Sie Ihre Antwort! **1**

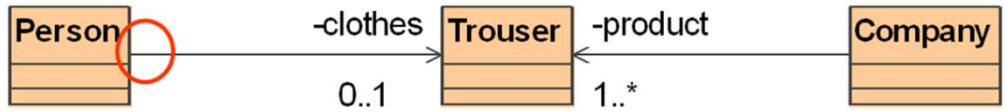
Queue, da FIFO-Prinzip (First In, First Out) die zeitliche Abfolge der Daten erhält

G) Was versteht man unter Effizienz und Effektivität eines Algorithmus? **2**

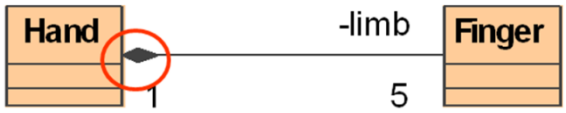
Effektivität: Wirksamkeit des Algorithmus zur möglichst guten Lösung der Aufgabenstellung unabhängig vom Aufwand

Effizienz: Wirtschaftlichkeit des Algorithmus. Verhältnis von Mitteleinsatz zum Grad der Zielerreichung

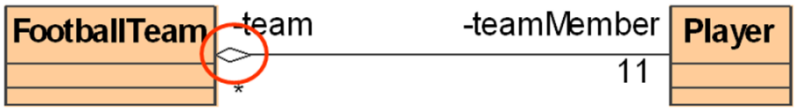
H) Geben Sie die durch das jeweilige Bild dargestellte Klassen-Beziehung an (die durch einen Kreis markierte Stelle) und erklären Sie deren Bedeutung. **3**



Assoziation: Modellieren Beziehungen zwischen Objekten auf Klassenebene



Komposition: „Teile und Ganzes –Beziehung“ bilden eine Einheit mit gemeinsamer Lebensdauer, Teile können nur Teil eines einzigen „Ganzen“ sein



Aggregation: Modelliert “Teile und Ganzes“-Beziehung

Aufgabe 2 C++ Verständnisfragen

16

A) Welchen Wert speichert der String *s* nach Ausführung des folgenden Codes: 2

```
std::string s("inline static int get_value();");
int n = s.find('t');
s.erase(4, n - 2);
s = s.substr(3, 3) + s[16];
```

"itiv"

B) Entscheiden Sie sich im Folgenden jeweils für einen sinnvollen C++ Datentypen für die gegebenen Ausdrücke/Variablennamen: 3

(unsigned) short / int / long	`array_index = 280;`
(unsigned) short* / int* / long*	`var0 = &array_index;`
unsigned int / unsigned long	`var1 = 0xFC3FB0A1 & 0xFD9A1002;`
bool	`var2 = (var0) && (array_index < 0xF);`
const char* / string	`var3 = "Hallo Welt!";`
const float / const double	`C_0 = 2.99e8; //nicht veränderlich`

C) Gegeben ist der folgende fehlerbehaftete C++ Quellcode:

4

```
01 #ifndef PREPROCESSOR_MACRO
02
03 #include <cstdlib"
04
05 class Fahrzeug {
06 public:
07   float gewicht
08 };
09
10 class PKW: public Fahrzeug {
11   void set_gewicht(float g) {
12     this->gewicht = &g;
13     return g;
14   }
15 public:
16   void PKW(float g) {
17     gewicht = g;
18   }
19 }
20
21 PKW* init_pkw(void) {
22   PKW* pkw = new PKW((rand() - 40.0) / "4.0");
23   Fahrzeug* fz = pkw;
24
25   if (fz->gewicHt >= 2.0) {
26     return fz;
27   } else if (pkw.gewicht < 0) {
28     return 0;;
29   } else {
30     pkw->set_gewicht( 1e1 );
31
32   }
33 }
34
```

Finden Sie mindestens 8 Stellen im Quellcode, an denen der Compiler einen Fehler ausgeben würde. Geben Sie in der folgenden Tabelle jeweils die entsprechende Zeilennummer sowie die Ursache des Fehlers an:

Zeile	Fehler

Lösung:

```
01 #ifndef PREPROCESSOR_MACRO // Fehlendes #endif
02
03 #include <cstdlib" // Dateinamen entweder in <> oder ""
04
05 class Fahrzeug {
06 public:
07   float gewicht // Semikolon fehlt
08 };
09
10 class PKW: public Fahrzeug {
11   void set_gewicht(float g) {
12     this->gewicht = &g; // float wird float* zugewiesen
13     return g; // Funktion hat keinen Rückgabewert
14   }
15 public:
16   void PKW(float g) { // void vor Konstruktor
17     gewicht = g;
18   }
19 }   // Semikolon fehlt
20
21 PKW* init_pkw(void) {
22   PKW* pkw = new PKW((rand() - 40.0) / "4.0"); // "4.0" in division
23   Fahrzeug* fz = pkw;
```

```
24
25    if (fz->gewicHt >= 2.0) { // Großbuchstabe in "gewicht"
26      return fz;  // Fahrzeug* wird nicht implizit in PKW* konvertiert
27    } else if (pkw.gewicht < 0) { // Verwendung von . auf einen Pointer
28      return 0;;
29    } else {
30      pkw->set_gewicht( 1e1 );  // set_gewicht ist private
31      // Kein return auf diesem Kontrollpfad
32    }
33  }
34
```

Zeile	Fehler
1	Fehlendes #endif zu dem #if
3	Beim include muss entweder mit <> oder "" verwendet werden
7	Fehlendes Semikolon
12	Zuweisung eines float pointers zu einer float variable
13	Rückgabe eines float wertes in einer void Funktion
16	Konstruktoren dürfen keinen Rückgabetypen haben (auch nicht void)
19	Fehlendes Semikolon nach der Klassendeklaration
22	"4.0" ist ein char array keine Fließkommazahl
25	Großbuchstabe in gewicHt. C++ berücksichtigt Groß-/Kleinschreibung
26	Fahrzeug wird nicht implizit in PKW konvertiert. Expliziter Downcast erforderlich.
27	Verwendung des Punkt-Operators auf einen Pointer
30	*set_gewicht* ist private und kann an dieser Stelle nicht Aufgerufen werden
31	Im Else-Zweig fehlt der Rückgabewert

D) Selbst wenn alle Compiler-Fehler im Code der vorigen Teilaufgabe 0 behoben werden, verursacht die Funktion `init_pkw` zur Laufzeit u.U. ein weiteres Problem. Um welches Problem handelt es sich hierbei? **1**

Hinweis: Das Problem tritt z.B. beim Erreichen von Zeile 28 auf, wo 0 statt dem neu erstellten PKW-Objekt zurückgegeben wird.

Die mit **new** erzeugten Objekte werden bei negativem *gewicht*-Feld weder per **return** zurückgegeben noch mit **delete** freigegeben. Es existiert dann kein Pointer mehr zu dem reservierten Speicherbereich. Die Folge ist ein **Memory-Leak.**

E) Gegeben sei die folgende C++ Funktion, welche zur Vereinfachung der Fehlersuche um diverse Konsolenausgaben ergänzt wurde: **5**

```
string do_something(unsigned int input) {
  unsigned int &i = input;

  const char* vect = "0123456789ABCDEF";
  string temp = "";

  cout << "input=" << input << ", i=" << i << endl;

  while (i > 0) {
    short index = input % 0x10;
    temp = *(vect + index) + temp;
    input = input / 0x10;
    cout << "input=" << input << ", index=" << index << endl;
  }
  cout << "input=" << input << ", i=" << i << endl;

  return temp;
}
```

Welche Bildschirmausgabe erzeugt die Funktion bei dem Aufruf `do_something(92)`? Welcher Rückgabewert ergibt sich in diesem Fall?

Ausgabe:

input = 92, i =92

input = 5, index =12

input = 0, index =5

input = 0, i =0

Rückgabewert: “5C”

F) Welchen Zweck erfüllt die Funktion aus der vorherigen Teilaufgabe E)? **1**

Die Funktion wandelt einen unsigned Integer Wert in eine hexadezimale String-Repräsentation um.

15

Aufgabe 3 Objektorientierung in C++

Aufgabe 3.1 C++ Code Programmausgabe

```
#include <iostream>
using namespace std;
class A {
   public:
   int f() { return 1; }
   virtual int g() { return 2; }
};
class B : public A {
   public:
   int f() { return 3; }
   int g() { return 4; }
};
int main()
{
   A a;
   B b;
   A* p1 = &a;
   A* p2 = &b;
   B* p3 = &b;
   cout << "p1: " << p1->f() << ' ' << p1->g() << endl;
   cout << "p2: " << p2->f() << ' ' << p2->g() << endl;
   cout << "p3: " << p3->f() << ' ' << p3->g() << endl;
   return 0;
}
```

3

A) Geben Sie die Ausgabe des obenstehenden Programms an:

p1: 1 2

p2: 1 4

p3: 3 4

Aufgabe 3.2 Fehlersuche

3

A) Benennen Sie drei Fehler im folgenden C++-Code:

```
class A {
  private:
    A() { }

  protected:
    int BerechneWert() { return -1; }
};

class B : public A {
  private:
    const int value;

  public:
    B() { }
    int BerechneWert() { return -2; }
    void set_value( int x ) {
      value = x;
    }
};

int main() {
  B b;
  A* pA = &b;
  return pA->BerechneWert();
}
```

1. Der Konstruktor von A ist als private deklariert. Da A bei der Erzeugung eines Objekts von Typ B aufgerufen wird, müsste er als protected oder public deklariert werden.

2. In der Funktion main() wird versucht, auf die als protected deklarierte Methode BerechneWert() zuzugreifen. Diese müsste deshalb als public oder virtual deklariert werden.

3. Base::set_value() darf nicht schreibend auf den konstanten Wert value zugreifen.

4. B::value muss im Konstruktor von B initialisiert werden

Aufgabe 3.3 C++ Ausdrücke

4

A) Erklären Sie kurz die Bedeutung der folgenden Ausdrücke von C++.

i. Konstruktoren und Destruktoren in Klassen in C++?

Als Konstruktoren und Destruktoren werden in der C++ Programmierung spezielle Prozeduren bzw. Methoden bezeichnet, die beim Erzeugen und Auflösen von Objekten aufgerufen werden.

ii. `protected` als Schüsselwort einer Methode in Bezug auf Vererbung in C++?

In C++ ist eine Methode der Zugriffsklasse protected nur in der Klasse verfügbar, in der sie definiert ist, und in allen Unterklassen dieser Klasse.

iii. Erklären sie den Begriff „Polymorphie“ in Bezug auf C++ und geben Sie dazu ein einfaches Beispiel in C++, welches die relevanten Konstrukte enthält und das Prinzip verdeutlicht (eine main() Funktion ist nicht nötig).

Polymorphie bezeichnet das Prinzip, unterschiedliche Realisierungen einer Methode in abgeleiteten Klassen bereitzustellen. Durch „late-binding wird zur Laufzeit die entsprechende Methode aufgerufen.

```
class A {
  public:
virtual void func();
}
class B : public A {
  public:
    void func(){   //Code//   }
}
```

Aufgabe 3.4 Vererbung

5

A) Schreiben Sie den C++ Code, der die Klassen entsprechend der folgenden Beschreibung enthält:

Eine Klasse `Person` mit zwei Attributen `Nachname` und `Vorname`. Sowie eine Klasse `StudentIn` und eine Klasse `ProfessorIn`, die beide von der Klasse `Person` erben. Die Klasse `StudentIn` soll ein Attribut `Matrikelnummer` haben, die Klasse `ProfessorIn` ein Attribut `Lehrgebiet`. Alle Attribute sind vom Typ `string` und sollen von Außen nicht sichtbar sein. Zum Zugriff von Außen sollen Methoden zum Lesen der Attribute in jeder Klasse hinzugefügt werden.

```
#include <string>
using namespace std;


class Person {
  public:
    const string &getNachname() const { return nachname; }
    const string &getVorname() const { return vorname; }
  private:
    string nachname;
    string vorname;
  };


class StudentIn : public Person {
  public:
    const string &getMatrikelnummer() const {
      return matrikelnummer;
    }
  private:
    string matrikelnummer;
};


class ProfessorIn : public Person {
  public:
      const string &getLehrgebiet() const { return lehrgebiet; }
  private:
    string lehrgebiet;
};
```

13

Aufgabe 4 STL & Datenstrukturen

```
#include <string>
#include <map>

using namespace std;

class KaffeeMaschine{
private:
      map< string, double > konten;

public:
      KaffeeMaschine();
      int         konto_hinzufuegen(string name);
      int         konto_aufladen( string name, double betrag);
      double      gesamtguthaben();
};
```

Zum Testen der Klasse `KaffeeMaschine` wurde ein Programm geschrieben, dessen Code wie folgt ist:

```
#include "kaffee.h"
#include <iostream>
#include <vector>

int main(void)
{
      KaffeeMaschine *Kaffee = new KaffeeMaschine();
      string name = "";
      double betrag = 0;

      unsigned int i;
      std::vector<pair<string, double>> buchungen;
      buchungen.push_back({ "Lipp", 10.00 });
      buchungen.push_back({ "Steinbuch", 45.00 });
      buchungen.push_back({ "Lipp", -5.00 });
      buchungen.push_back({ "Steinbuch", -50.00 });

      for (i = 0; i != buchungen.size(); i++)
      {
            name = buchungen[i].first;
            betrag = buchungen[i].second;
            if (Kaffee->konto_hinzufuegen(name))
                  cout << "Konto " << name
                  << " bereits vorhanden\n\n";

            if (Kaffee->konto_aufladen(name,betrag))
                  cout << "Aufladen Konto " << name
                  << " nicht moeglich\n\n";

      }
      int kontostand = Kaffee->gesamtguthaben();
      std::cout << "Der Gesamtbetrag ist "<< kontostand << "\t\n";
      return 0;
}
```

Aufgabe 4.1 Implementierung

Implementieren Sie die folgenden Methoden der Klasse `KaffeeMaschine` in C++. Die Methoden sollen so implementiert werden, dass die Ausführung des angegebenen Testprogramms folgende Ausgabe erzeugt:

```
Konto Lipp bereits vorhanden

Aufladen Konto Steinbuch nicht moeglich

Der Gesamtbetrag ist 50
```

A) Die Methode **`Kaffemaschine::konto_hinzufuegen`** soll implementiert werden. Falls zu dem String **`name`** ein Eintrag in der map **`konten`** existiert, soll die Methode den **Wert -1** zurückgeben und keine Änderung durchführen. Ansonsten soll in **`konten`** ein Eintrag mit dem Schlüssel **`name`**, dem **Wert 0** angelegt, und als Rückgabewert **0** zurückgegeben werden. **2**

```
int KaffeeMaschine::konto_hinzufuegen(string name)
{
    map<string, double>::iterator it;
    it = konten.find(name);
    if (it == konten.end())
    {
        konten.insert(pair<string, int>(name, 0));
        //Alternative
        konten[name] = 0;
        return 0;
    }
    return -1;
}
```

B) Die Methode **`Kaffemaschine::konto_aufladen`** soll eine Buchung durchführen. Dabei wird der Kontostand eines Nutzers erhöht oder verringert werden. Falls der Kontostand, bei Verrechnung des Betrags, negativ werden würde, soll der **Wert -1** zurückgegeben und der Kontostand nicht verändert werden. Dasselbe gilt auch für den Fall, dass der Nutzer in **`konten`** nicht gefunden wurde. Bleibt der resultierende Betrag positiv, so wird der **Wert 0** zurückgegeben. **3**

Der Zugriff auf die Elemente der map **`konten`**, der Klasse **`KaffeMaschine`**, ist nur über **Iteratoren** erlaubt.

```
int KaffeeMaschine::konto_aufladen (string name, double betrag)
{
      map<string, double>::iterator it = konten.find(name);
      if (it != konten.end())
      {
            if (it->second + betrag > 0)
            {
                  it->second += betrag;
                  return 0;
            }
      }
      return -1;



}
```

C) Die Methode **`KaffeeMaschine::gesamtguthaben`** ist zu implementieren. Sie soll die Summe der Guthaben aller Konten als Rückgabewert zurückgeben. **3**

Der Zugriff auf die Elemente der map **`konten`**, der Klasse **`KaffeMaschine`**, ist nur über **Iteratoren** erlaubt.

```
double KaffeeMaschine::gesamtguthaben()
{
      double gesamtbetrag = 0;
      map<string, double>::iterator it;

      for ( it= konten.begin() ; it != konten.end() ; it++)
                  gesamtbetrag += it->second;
      return gesamtbetrag;









}
```

Aufgabe 4.2 STL Verständnisfragen

A) Nennen Sie zwei Gründe wieso zum Zugriff auf Container Iteratoren, anstatt eines direkten Zugriffs, verwendet werden. **2**

Einheitliche Schnittstelle zum Zugriff

Optimierte Implementierung des Zugriffs auf den entsprechenden Container

B) Gibt es einen Unterschied in der Schnittstelle zwischen einer `queue`, die eine `deque` und einer `queue`, die eine `list` verwendet? Falls ja, welchen? Begründen Sie Ihre Antwort! **1**

Es gibt keinen, da queue ein Container Adapter ist.

C) Nennen Sie einen Vorteil in der Verwendung von Algorithmen aus der STL für die Verarbeitung von Datenelementen eines Containers. **1**

Einmalige Implementierung für alle Containertypen

D) Nennen Sie den Unteschied zwischen einer Map und einer Multimap der STL. **1**

Multimap hat mehrere Einträge für denselben key, Map nicht

Aufgabe 5 Datei-/Stream-/Stringverarbeitung in C++

16

Die Caesar-Verschlüsselung (auch als Cäsar-Chiffre, Cäsar-Algorithmus, Caesar-Verschiebung, Verschiebechiffre oder als Einfacher Caesar bezeichnet) ist ein einfaches symmetrisches Verschlüsselungsverfahren.

Bei der Verschlüsselung wird jeder Buchstabe des Klartexts auf einen Geheimtextbuchstaben abgebildet. Diese Abbildung ergibt sich, indem man die Zeichen eines geordneten Alphabets um eine bestimmte Anzahl zyklisch nach **links** verschiebt (rotiert). Die Anzahl der verschobenen Zeichen bildet den Schlüssel, der für die gesamte Verschlüsselung unverändert bleibt. (Quelle: Wikipedia)

Geschrieben werden soll ein Programm, das einen Text aus einer Datei ausliest und dann Caesar-verschlüsselt.

Dazu soll die Datei zeilenweise ausgelesen werden, mit einer eigens erstellten Methode verschlüsselt und in eine Zieldatei geschrieben werden.

Zur Vereinfachung werde ein Alphabet verwendet, das nur aus den Kleinbuchstaben **a – z** und den Großbuchstaben **A – Z** besteht.

Beispiel:

```
ich bin ein Beispieltext
```

wird mit einer Verschiebung um 3 Zeichen zu:

```
lfk elq hlq EhlvslhowhAw
```

Aufgabe 5.1 Grundlagen

A) Was ist die maximal sinnvolle Verschiebung beim hier genutzten Alphabet? Begründen Sie! **1**

51, da ansonsten nur im Kreis geschoben wird und 52 keine Verschiebung ist.

B) Wie muss die Verschiebung gewählt werden, um den verschlüsselten Text durch das Verschlüsselungsprogramm wieder lesbar zu machen? **1**

Die Verschiebung aller/beider Durchläufe muss insgesamt einem ganzzahligen Vielfachen von 52 entsprechen.

C) Schreiben Sie den Code, der die Datei `quelle.txt` zum Lesen als `infile` und die Datei `ziel.txt` zum Schreiben als `outfile` öffnet. Außerdem soll jeweils überprüft werden, ob das Öffnen erfolgreich war. **2**

```
int main()
{
string quelle = "quelle.txt";
string ziel = "ziel.txt";
fstream infile(quelle, ios::in);
fstream outfile(ziel, ios::out);
if(!infile) {
      return false;
}
if(!outfile) {
      return false;
}
```

```
/* Hier folgt der Code aus Aufgabe 5.2B)*/
}
```

Aufgabe 5.2 Verschlüsselung

Erstellen Sie nun im Folgenden die Methode `verschluessel(…)` zur Verschlüsselung. Beachten Sie folgende Anforderungen:

- Die Methode soll eine ganze Zeile als Parameter annehmen und verschlüsselt zurückgeben
- Die Methode soll einen weiteren Parameter enthalten, der den Betrag der Verschiebung als Ganzzahl angibt
- Die Methode soll das verwendete Alphabet (Kleinbuchstaben a – z und Großbuchstaben A - Z) in einem String ablegen
- Die Methode soll das um den per Parameter übergebenen Betrag verschobene Alphabet in einem String speichern
- Falls der übergebene Parameter für die Verschiebung außerhalb des gültigen Bereichs liegt, soll „`fehler`" zurückgegeben werden

A) Wie sieht der Prototyp der Methode `verschluessel(…)` in der Header-Datei aus? **1**

```
string verschluessel( string eingabe, int verschiebung);
```

B) Geben Sie das C++ Code-Fragment an, das die bereits als `infile` geöffnete Datei ausliest. Anschließend soll die durch den Prototypen in **Aufgabe 5.2A)** gegebene Methode genutzt werden, den Inhalt zu verschlüsseln. Dieser verschlüsselte Inhalt soll schließlich in die als `outfile` geöffnete Datei geschrieben werden. Setzen Sie eine Zeichenverschiebung von **13** ein. **3**

Beachten Sie, dass die gesamte Datei zeilenweise ausgelesen werden soll!

```
while (!infile.eof()) {
      string line;
      getline(infile, line);
      outfile << verschluessel(line, 13) << endl;
}
```

C) Implementieren Sie nun die Verschlüsselungsmethode **verschluessel(…)**! Beachten Sie die in der Aufgabeneinleitung gestellten Anforderungen und vervollständigen Sie den gegebenen Code! **8**

```
/*hier steht die Lösung aus Aufgabenteil A)*/
{
      if(verschiebung < 52 && verschiebung > 0          )
      {
            string alphabet =
            "abcdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ";
            string av = alphabet;      //av:  verschobenes Alphabet
      av += av.substr(0,verschiebung);
   av.erase(0,verschiebung);
            for (int i = 0; i < eingabe.length(); i++) {
                  int position = alphabet.find(eingabe[i]);
                  if (position != string::npos)  // Alt.: != -1 {
                        eingabe[i] = av[position];
                  }
            }
            return eingabe;
      }
      else {
            return "fehler";
      }
}




}
```

17

Aufgabe 6 Graphentheorie

Aufgabe 6.1 Breitensuche

Die Adjazenzmatrix in Tabelle **6-1** beschreibt einen Graphen.

Quelle \ Ziel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0	0	**1**	0	**1**	0	0	0	**1**	0	0	0
2	**1**	0	**1**	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	**1**	0	0	**1**	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	**1**	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	**1**	0	0	**1**	0	0	0
6	0	**1**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	**1**	0	**1**	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**	0	0
10	0	0	0	0	0	**1**	0	0	0	0	**1**	**1**
11	0	0	0	0	0	0	**1**	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	**1**	0	0	0	0

Tabelle 6-1 Adjazenzmatrix

A) Vervollständigen Sie den Graphen in Abbildung **6-1** anhand der Adjazenzmatrix.

6

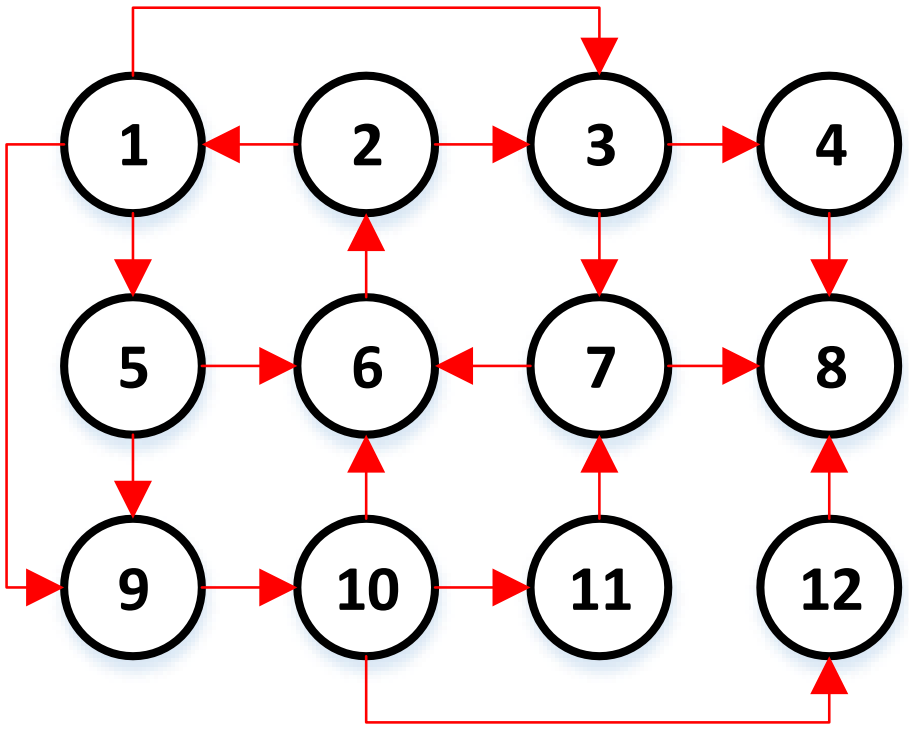


Abbildung 6-1 Graph

Der folgende Pseudocode beschreibt die Breitensuche (BFS).

```
01 Breitensuche( G, s )
02
03 for alle Knoten u in G
04 do farbe[u] = weiss;
05       d[u] = 0;
06
07 create queue Q;
08 farbe[s] = grau;
09 enqueue( Q, s );
10
11 while Q not empty
12 do u = dequeue( Q );
13       for alle Knoten v adj[u]
14       do if farbe[v] == weiss
15                then farbe[v] = grau;
16                     d[v] = d[u] + 1;
17                     enqueue( Q, v );
18       farbe[u]=schwarz;
```

dabei gilt:

- d[u]: Abstand vom Knoten u zum Startknoten
- G: gegebener Graph
- s: Startknoten
- Q: Warteschlange
- enqueue(Q,v): Element v an die Warteschlange Q hinzufügen
- dequeue(Q): Element (Rückgabewert) aus der Warteschlange Q holen
- adj[u]: Alle Nachfolger des Knotens u

6

B) Wenden Sie nun auf den Graphen in Abbildung **6-1** eine Breitensuche (BFS) mit Hilfe des vorgegebenen Pseudocodes an. Der Startknoten ist Knoten 1. Füllen Sie hierzu die nachstehende Tabelle 6-2 aus. Im Pseudocode steht Q für eine Warteschlange.

Hinweis: Die Entdeckungsreihenfolge der Knoten ist bei mehreren Nachfolgern durch ihre numerische Reihenfolge bestimmt.

Bearbeitet Knoten	Inhalt der Wareschlange
-	1
1	3, 5, 9
3	5, 9, 4, 7
5	9, 4, 7, 6
9	4, 7, 6, 10
4	7, 6, 10, 8
7	6, 10, 8
6	10, 8, 2
10	8, 2, 11, 12
8	2, 11, 12
2	11, 12
11	12
12	-

Tabelle 6-2

Aufgabe 6.2 Critical Path Method

5

In Abbildung 6-2 ist ein CPM (Critical Path Method) Graph dargestellt. Hierbei sind die Vorgänger als Pfeile mit der Vorgangsdauer t in Stunden und Ereignisse als Knoten (A-I) dargestellt (siehe Legende).

A) Setzen Sie in die leeren Kästchen jeweils die richtigen Werte für die Vorgangsdauer t, den frühesten Termin x, spätesten Termin y und den Puffer z mit Hilfe der Critical Path Method ein. Anschließend geben Sie den „kritischen Pfad“ unter dem Graph an.

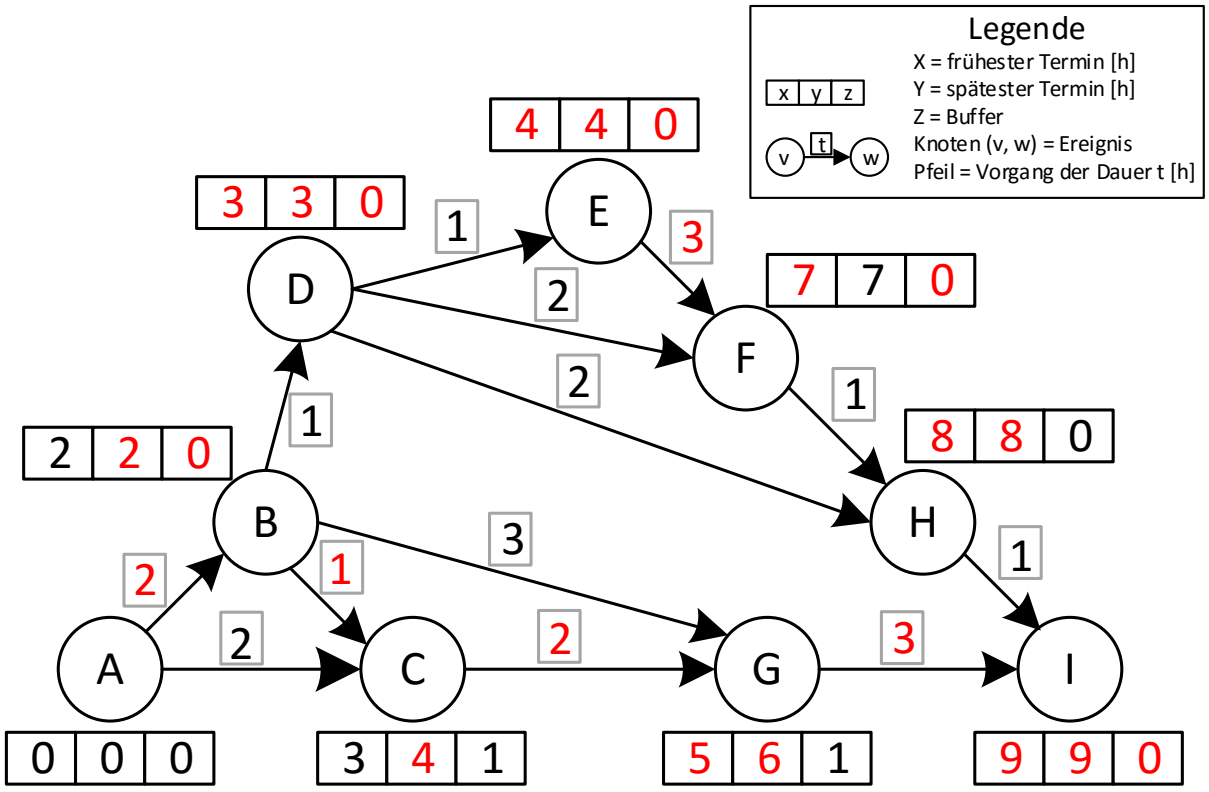


Abbildung 6-2 Critical Path Method Graph

Kritischer Pfad:

A -> B -> D -> E -> F -> H -> I

Aufgabe 7 Algorithmenanalyse

15

Gegeben ist der C++ Code eines angepassten Swap-Sort Algorithmus. Dieser sortiert ein Array in aufsteigender Reihenfolge. Der gezeigten Funktion wird ein Pointer auf ein Array **sortMe** und die Anzahl der Elemente **length** übergeben.

```
01  void swapSort (int* sortMe, int length) {
02    int sortval = 0;
03    bool* markerarr = new bool[length];
04    for (int i = 0; i < length; i++) {
05      markerarr[i] = false;
06    }
07
08    while (sortval < length) {
09      int counter = 0;
10      for (int i = 0; i < length; i++) {
11        if (sortMe[i] < sortMe[sortval]) {
12          counter++;
13        }
14      }
15
16      int tmp = sortMe[sortval];
17      sortMe[sortval] = sortMe[counter];
18      sortMe[counter] = tmp;
19      markerarr[counter] = true;
20
21      sortval = 0;
22      while (markerarr[sortval] == true) {
23        sortval++;
24      }
25    }
26  }
```

Aufgabe 7.1 Algorithmenverständnis

A) Erklären Sie die Aufgabe der Zeilen 09-14 innerhalb des Algorithmus. Was ist der Zweck der Variablen **counter** in Bezug auf das Array?

2

In den Zeilen 09-14 wird gezählt, wie viele Elemente innerhalb des gesamten Arrays kleiner sind als der Wert an der Position sortval des Arrays und ist somit die Position an welcher der Wert in einem sortierten Array stehen muss. Diese Anzahl wird in der Variablen counter gespeichert

B) Welche Aufgabe hat innerhalb des Algorithmus das Array **markerarr**? **1**

Das Array **markerarr** speichert, an welchen Stellen des Arrays bereits sortierte Werte stehen (und überwacht somit, dass ein sortierter Wert nicht nochmals bearbeitet wird).

Aufgabe 7.2 Algorithmenanalyse

A) Gegeben sei der folgende Code zur Multiplikation zweier quadratischer Matrizen. Führen Sie eine Laufzeitanalyse durch und füllen Sie dabei für die Zeilen 01-09 die folgende Tabelle aus. Geben Sie jeweils die Anzahl der Ausführungen in Abhängigkeit von `n`, welches der Anzahl der Elemente in den Arrays entspricht, an. **7**

Zeile		Anzahl der Ausführungen
01	`int i, j, k, n, z;`	1
02	`for( i = 0; i < n; i++ ) {`	n+1
03	`  for( j = 0; j < n; j++ ) {`	n*(n+1)
04	`  z = 0;`	n^2
05	`  for ( k = 0 ; k < n ; k++ )`	n*n*(n+1)
06	`  z += input1[i][k] * input2[k][j];`	n^3

07
08
09
	`  output[i][j] = z;`
	`  }`
	`}`
		n^2

Gesamtkomplexität des Algorithmus: $O(n^3)$

B) Wie verhält sich die Gesamtkomplexität des obigen Algorithmus für beliebige Eingabe-Matrizen? Begründen Sie Ihre Antwort. **1**

Die Gesamtkomplexität bleibt unverändert, da die Anzahl an Ausführungen der Schleifen unabhängig vom Inhalt der Matrizen sind, da diese nicht in den Bedingungen der Schleifen verwendet werden.

Aufgabe 7.3 Algorithmenentwurf

Der Algorithmus aus Aufgabe 7.2 soll für die Multiplikation von oberen Dreiecksmatrizen verwendet und optimiert werden. **2**

Hinweis: Bei einer oberen Dreiecksmatrix sind alle Elemente unterhalb der Hauptdiagonale gleich Null. Eine obere Dreiecksmatrix hat allg. folgende Form:

$$M = \begin{pmatrix} a_{1,1} & a_{1,2} & \dots & a_{1,n} \\ 0 & a_{2,2} & \ddots & \vdots \\ \vdots & \ddots & \ddots & a_{n-1,n} \\ 0 & \dots & 0 & a_{n,n} \end{pmatrix}, \; Beispiel: M_{4x4} = \begin{pmatrix} 3 & 2 & 3 & 4 \\ 0 & 5 & 5 & 6 \\ 0 & 0 & 6 & 7 \\ 0 & 0 & 0 & 9 \end{pmatrix}$$

A) Welche Optimierung ist in Bezug auf den obigen Hinweis nötig, damit der Algorithmus unter Beibehaltung der Funktionalität schneller arbeitet? Begründen Sie Ihre Antwort.

Die Operation in Zeile 06 muss nicht ausgeführt werden, falls sich ein Element unterhalb der Hauptdiagonalen befindet, da das Produkt der beiden Matrixelemente Null ergibt.

B) Wie muss das Programm aus Aufgabe 7.2 verändert bzw. ergänzt werden, damit der Algorithmus schneller arbeitet? Sie dürfen das Programm nur in Zeile 3 oder Zeile 5 verändern bzw. ergänzen. Sie können die Lösung entweder textuell beschreiben oder direkt Programmcode angeben. **2**

Hinweis: Geben Sie für Veränderungen bzw. Ergänzungen immer die entsprechende Zeilennummer des Quellcodes an.

Die Operation in Zeile 06 muss nicht ausgeführt werden, falls j < i und k < i und k > j ist.

ODER

Zeile 3: `for( j = i; j < n; j++ ) {…}`

ODER

Zeile 5: `for( k = i; k <= j; j++ ) {…}`

18

Aufgabe 8 Rechnerarchitekturen

Aufgabe 8.1 Verständnisfragen

In Abbildung 8-1 sei das Blockbild einer Prozessorarchitektur gegeben.

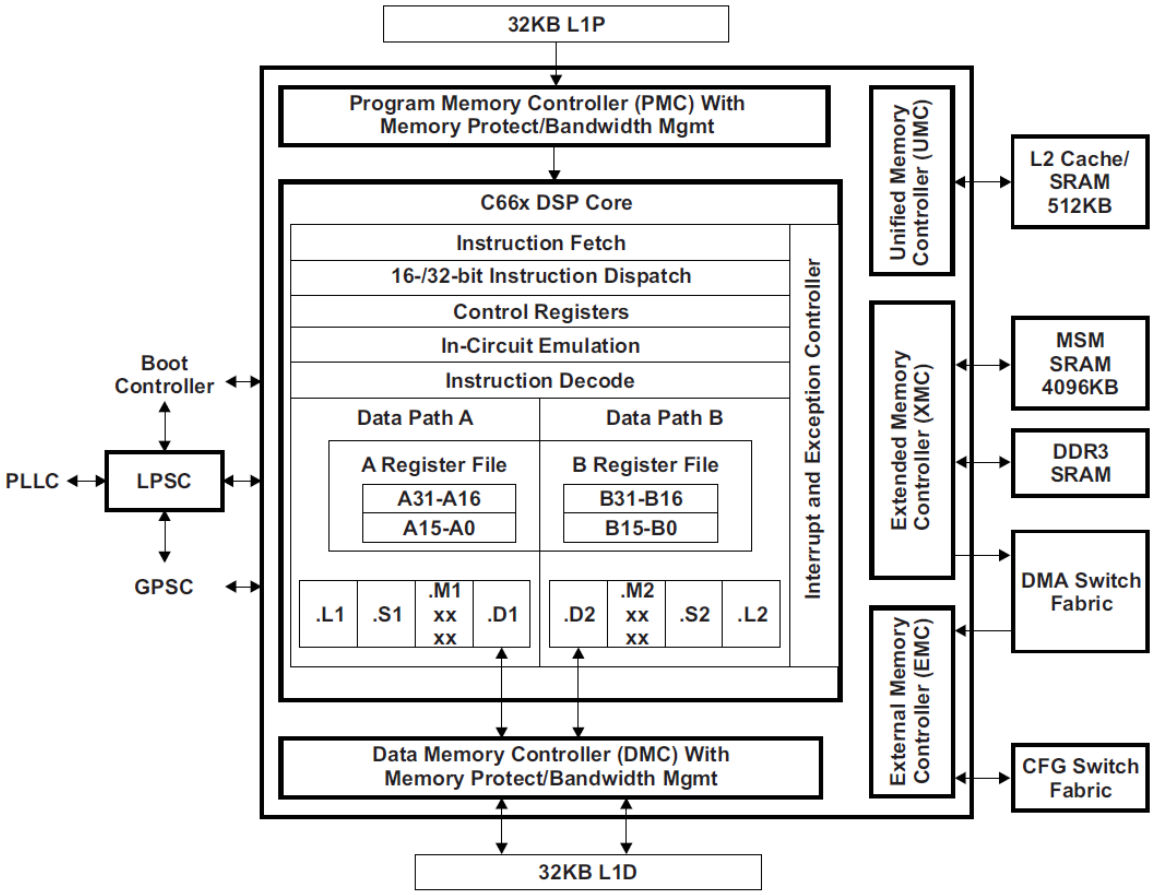


Abbildung 8-1: Blockbild eines Prozessorkerns

A) Handelt es sich in Abbildung 8-1 um eine Von-Neumann oder um eine Harvard Architektur? Begründen Sie Ihre Antwort! 1

Harvard Architektur,

da getrennte Speicher /Speichercontroller für Daten und Instruktionen

B) Wie viele Cache Ebenen sind aus Abbildung 8-1 ersichtlich? Nennen Sie die verwendeten Cache Ebenen. **1**

2, L1 und L2

C) Nennen Sie je einen Vorteil und einen Nachteil einer einzelnen Cache Ebene gegenüber mehreren Cache Ebenen, wobei gleiche Cache Größe angenommen wird? **2**

Vorteil: schnellere Zugriffszeiten

Nachteil: höhere Kosten, größere Chipfläche, höhere Cache-Miss Rate etc.

D) Nennen Sie die Phasen eines von-Neuman-Zyklus und ordnen Sie diese der Reihenfolge nach. **2**

Fetch → Decode → Fetch operands → Execute → Write back

Alternativ vereinfachter Zyklus: Fetch (lesen) → Decode & Fetch Operands (lesen)

→ Execute & Write Back (schreiben)

E) Nennen und erläutern Sie 4 Addressierungsmodi einer CPU: **4**

Register mode: Der Operand ist in einem der Register gespeichert.

Direct mode: Die Speicher-Adresse des Operanden ist in der Instruktion gespeichert.

PC-relativ: Die effektive Adresse des Operanden wird mit Bezug zum aktuellen Befehlszähler gebildet, d.h. alle Adressen werden als relativer Adressabstand zum Befehlszähler abgespeichert

Indirect Mode: Die Speicher-Adresse des Operanden ist in einem Register gespeichert.

Immediate mode: Der Operand ist Teil der Instruktion.

Auto-/Postincrement mode: Die Speicher-Adresse des Operanden ist in einem der Register gespeichert. Der Inhalt dieses Registers wird automatisch inkrementiert nachdem die Adresse gelesen wurde.

Indiziert: Die effektive Speicher-Adresse ergibt sich aus einer Basisadresse in einem Register und der Addition eines konstanten und variablen Offsets.

Aufgabe 8.2 Cache

Ein Prozessor habe einen Hauptspeicher mit einer Größe von 4 GByte, wobei jedem einzelnen Byte im Speicher eine 32 Bit lange Adresse zugeordnet sei.

A) Der Prozessor verfügt über einen Cache-Baustein der Technologie SRAM, der 128 KByte (nur Daten) vom Hauptspeicher aufnehmen kann, unabhängig vom notwendigen Speicher zur Speicherung der weiteren Bits, wie z.B. Tag. Der Cache sei 4-fach assoziativ und habe eine Blockgröße von 256 Bit. Zusätzlich sei für jeden Cacheblock ein Valid-Bit vorgesehen. **3**

Berechnen Sie die Größe des Offsets, des Index und des Tags in Bit. Geben Sie dabei den Rechenweg an.

Offset = ld(Blockgröße [Byte]) = ld(256/8) = ld(32) = 5 Bit

Index = ld(Blöcke / Sets) = ld((128*1024*8/256) / 4) = ld((128*1024/32) / 4)
= ld(1024) = 10 Bit

Tag = Adressbreite – Offset – Index = 32-5-10=17 Bit

B) Unabhängig von dem vorherigen Aufgabenteil A) sei nun ein 2-fach assoziativer Cache mit einer Blockgröße von 64 Bit, einem Offset von 3 Bit, einem Index von 14 Bit und einem Tag von 15 Bit gegeben. Ergänzen Sie in die folgende Abbildung 1-2 die 4 offenen gestrichelten Verbindungen und füllen Sie die 13 offenen Felder aus, indem Sie in die gepunkteten Rechtecke die passenden Zahlen und in die gestrichelten Rechtecke die Passenden Begriffe bzw. Symbole eintragen. **5**

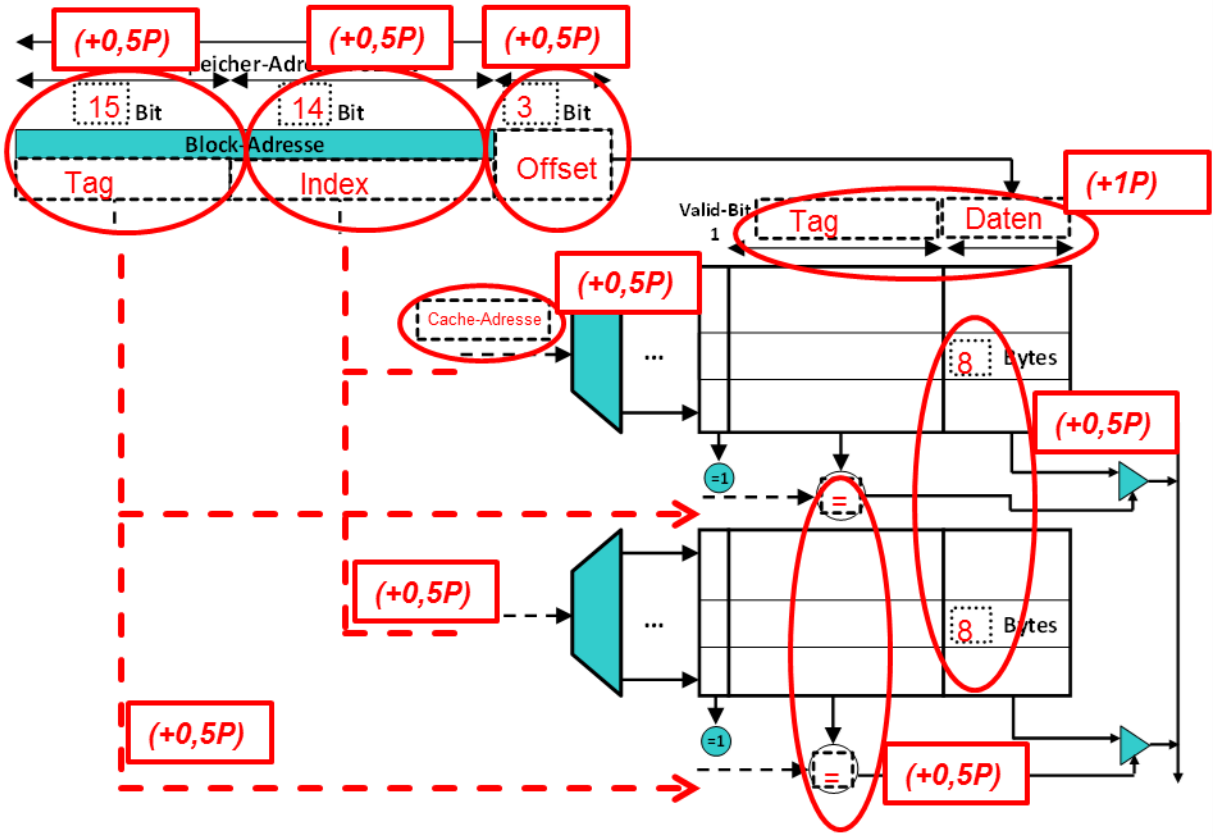


Abbildung 8-2: Speicherorganisation des Caches