



Name:

Vorname:

Matr.Nr.:

---

# Aufgabe 1)

Punkte: .....

Maximale Punkte: 4

Wie lange dauert die Übertragung von 7,5 TB via 1 Gbps (= 1.000 Megabit/s) Ethernet?

$$\frac{1.000 \text{ Mbps}}{8} = 125 \text{ MB/s} = 125 * 10^6 \text{ Byte/s}$$

$$\frac{7,5 * 10^{12} \text{ Byte}}{125 * 10^6 \text{ Byte/s}} = 0,06 * 10^6 \text{ s} = 60.000 \text{ s}$$

$$\frac{60.000 \text{ s}}{60} = 1.000 \text{ m}$$

$$\frac{1.000 \text{ m}}{60} = 16, \bar{6} \text{ h}$$

*Bessere (korrektere) Lösung:*

$$7,5 \text{ TB} * 1024 * 1024 = 7.864.320 \text{ MB}$$

$$\frac{7.864.320 \text{ MB}}{125 \text{ MB/s}} = 62.914,56 \text{ s}$$

$$\frac{62.914,56 \text{ s}}{60} = 1.048,576 \text{ m}$$

$$\frac{1.048,576 \text{ m}}{60} = \text{ca. } 17,476 \text{ h}$$

Name:

Vorname:

Matr.Nr.:

---

## Aufgabe 2)

Punkte: .....

Maximale Punkte:  $1+1+1+1+1+1=6$

- a) Was ist die zentrale Aussage des Mooreschen Gesetzes?

*Die Transistorenanzahl auf einem integrierten Schaltkreis bzw. die Transistorenanzahl pro Flächeneinheit verdoppelt sich alle 24 Monate.*

- b) Was ist der Von-Neumann-Flaschenhals?

*Der Speicherbus wird beim Symmetrisches Multiprocessing (SMP) zum Flaschenhals. Mit jeder zusätzlichen CPU sinkt der relative Leistungsgewinn. Grund: Die Speichersubsysteme können die Daten nicht mehr schnell genug ausliefern, um alle vorhandenen CPUs auszulasten.*

- c) Wie kann der Von-Neumann-Flaschenhals entschärft werden?

*Durch Cache.*

- d) Was ist die zentrale Aussage von Amdahls Gesetz?

*Der Geschwindigkeitszuwachs durch parallele Ausführung auf mehreren Prozessoren wird vor allem durch den sequentiellen Anteil des Problems beschränkt. Ein Programm kann nie vollständig parallel ausgeführt werden.*

- e) Welche wichtige Faktor wird von Amdahls Gesetz ignoriert?

*Amdahls Gesetz berücksichtigt nicht den Cache und die damit verbunden Auswirkungen innerhalb der Praxis. Durch eine steigende Anzahl an CPUs vergrößert sich auch die verfügbare Menge des schnellen Speichers.*

- f) Was ist die zentrale Aussage von Gustafsons Gesetz? (Heben Sie den Unterschied zu Amdahls Gesetz hervor.)

*Amdahls Gesetz beachtet speziell kleine Probleme. Aber: Je größer ein parallelisierbares Problem ist, desto geringer fällt der sequentielle Anteil aus. Gustafsons Gesetz von John Gustafson (1988) besagt, dass ein genügend großes Problem effizient parallelisiert werden kann. Der Unterschied zu Amdahl ist, dass der parallele Anteil mit der Anzahl der Prozessoren wächst. Der sequentielle Teil wirkt nicht beschränkend, da er mit zunehmender Anzahl an Prozessoren unbedeutender wird.*

Name:

Vorname:

Matr.Nr.:

---

## Aufgabe 3)

Punkte: .....

Maximale Punkte: 1+1+1+1+1=5

- a) Beschreiben Sie die Shared-Memory-Architektur in wenigen Worten.

*Der gesamte Speicher einen einheitlichen Adressraum dar, auf den alle Prozessoren zugreifen. Der Zugriff auf den Speicher erfolgt über ein Interconnect.*

- b) Nennen Sie zwei Probleme (bzw. Herausforderungen) der Shared-Memory-Architektur.

*Schreibzugriffe der Prozessoren müssen koordiniert werden.*

*Daten in den Prozessor-Caches. Wurde eine Speicherzelle in mehreren Prozessor-Caches dupliziert, muss jede Veränderung der Speicherzelle an alle Caches weitergegeben werden.*

- c) Was ist der Unterschied zwischen asymmetrischem und symmetrischem Multiprocessing (SMP)?

*SMP: Die laufenden Prozesse werden dynamisch auf alle verfügbaren Prozessoren verteilt.*

*Asymmetrischen Multiprocessing: Jeder CPU ist eine Aufgabe fest zugewiesen. Ein oder mehrere bestimmte Prozessoren führen das Betriebssystem aus. Die übrigen Prozesse werden auf die anderen Prozessoren verteilt.*

- d) Beschreiben sie die Distributed-Memory-Architektur in wenigen Worten.

*Jeder Prozessor kann nur auf seinen eigenen, lokalen Speicher zugreifen. Die Kommunikation zwischen den Prozessoren erfolgt über ein Computernetzwerk.*

- e) Nennen Sie einen Nachteil der Distributed-Memory-Architektur.

*Ein Verbindungsnetzwerk ist viel langsamer als der Datentransport zwischen CPU und Speicher.*

Name:

Vorname:

Matr.Nr.:

---

## Aufgabe 4)

Punkte: .....

Maximale Punkte:  $1+2+2+1+1=7$

- a) Für Übungsblatt 7 haben Sie eine Remote-Desktop-Lösung für eine Instanz mit Linux und für eine Instanz mit Microsoft Windows realisiert. Nennen Sie ein Protokoll, das sie eingesetzt haben, um eine grafische Remote-Desktop-Lösung zu realisieren.

*RDP, VNC, X11,...*

- b) Wenn Sie einen Cluster aus virtuellen Server-Instanzen in EC2 realisieren, können Sie die Instanzen über mehrere Regionen verteilen. Nennen Sie einen Vorteil und einen Nachteil dieser Methode.

*Vorteil: Höhere Ausfallsicherheit. Weiterer Vorteil: Mehr geographische Regionen können die Server mit einer geringeren Netzwerklatenz erreichen.*

*Nachteil: Datendurchsatzrate über das Netzwerk zwischen Regionen ist geringer, als innerhalb von Regionen. Weiterer Nachteil: Datentransferübertragungen zwischen Regionen sind nicht kostenfrei.*

- c) Wenn Sie einen Cluster aus virtuellen Server-Instanzen in EC2 realisieren, können Sie die Instanzen über mehrere Verfügbarkeitszonen (*Availability Zones*) verteilen. Nennen Sie einen Vorteil und einen Nachteil dieser Methode.

*Vorteil: Höhere Ausfallsicherheit.*

*Nachteil: Datendurchsatzrate über das Netzwerk zwischen Verfügbarkeitszonen ist geringer, als innerhalb der Verfügbarkeitszonen.*

- d) Für Übungsblatt 8 haben Sie mit den Infrastrukturdiensten der Amazon Web Services einen hochverfügbaren High Throughput Cluster aus virtuellen Web-Servern aufgebaut. Welche Web-Server-Software haben Sie dafür verwendet?

*Apache Web Server, nginx,...*

- e) Für Übungsblatt 8 haben Sie mit den Infrastrukturdiensten der Amazon Web Services einen hochverfügbaren High Throughput Cluster aus virtuellen Web-Servern aufgebaut. Die Daten der Web-Server wurden in EBS-Volumen gespeichert. Welches Linux-Dateisystem haben Sie auf den EBS-Volumen verwendet?

*Ext3, Ext4, ReiserFS, XFS,...*

Name:

Vorname:

Matr.Nr.:

---

## Aufgabe 5)

Punkte: .....

Maximale Punkte: 1+1+1+1+1+1+1=7

- a) In welcher Kategorien von Cloud-Diensten wird menschliche Kreativität zu geringen Kosten oder als Spende Freiwilliger angeboten?

*Humans as a Service (HuaaS)*

- b) Warum ist der Begriff „Cloud-Betriebssystem“ ist in den meisten Fällen irreführend?

*Auch für die Nutzung eines Cloud-Betriebssystems ist ein Rechner mit Browser und daher ein zugrunde liegendes Betriebssystem nötig. Das native Betriebssystem wird nicht ersetzt. Es werden nur die Benutzeranwendungen und Benutzerdaten ausgelagert.*

- c) In welcher Kategorie von Cloud-Diensten können die Kunden virtuelle Serverinstanzen betreiben und sogar virtuelle Rechenzentren realisieren?

*Infrastructure as a Service (IaaS)*

- d) Was ist eine PaaS und was kann man damit machen?

*Platform as a Service. Ein Anbieter betreibt skalierbare Laufzeitumgebungen für eine oder mehr Programmiersprachen. Die Kunden können Ihre Webanwendungen auf den Servern des Anbieters betreiben.*

- e) Was brauchen die Kunden, um mit Softwarediensten zu arbeiten?

*Nur einen Browser.*

- f) Was ist der Hauptunterschied zwischen Public und Private Cloud-Diensten?

*Public Cloud: Anbieter und Kunden gehören unterschiedlichen Organisationen an.*

*Private Cloud: Anbieter und Benutzer gehören der gleichen Organisation an.*

- g) Was ist eine Hybrid Cloud?

*Public und Private Cloud-Dienste werden gemeinsam verwendet.*

Name:

Vorname:

Matr.Nr.:

---

## Aufgabe 6)

Punkte: .....

Maximale Punkte:  $3+7+2=12$

Sie sind an einem Montag um 9:00 (UTC+1) in Frankfurt am Main und müssen 3 TB Daten in den Speicherdienst S3 kopieren. Sie haben zwei Möglichkeiten:

- **Szenario 1:** Sie beginnen sofort um 09:00 (UTC+1) mit dem Upload der 3 TB Daten in S3 über das Internet. Die Datenübertragungsrate zwischen Ihrem Computer und S3 ist 100 Mbit/s.
- **Szenario 2:** Sie verwenden den AWS Import/Export Service. Dafür kopieren Sie die Daten auf eine Festplatte, die via USB 3.0 angeschlossen ist. Die Datentransferrate (beim Schreiben) ist 125 MB/s.

Nachdem Sie die Daten kopiert haben, verpacken Sie die Festplatte als Paket, und senden sie mit Hilfe einer Paketzustellfirma zu Amazon. DHL, UPS und FedEx können ein Paket von Frankfurt am Main in weniger als 24 Stunden an die meisten Orte in Europa liefern.

Sie brauchen 15 Minuten um die Festplatte als Paket zu verpacken und weitere 15 Minuten um das Paket zur Filiale einer Paketzustellfirma zu bringen.

Das Paket muss bis spätestens 16:30 (UTC+1) in der Filiale der Paketzustellfirma sein, damit es am nächsten Arbeitstag um 9:00 (UTC) bei Amazon ankommt.

Ein Mitarbeiter von Amazon muss die Daten von der Festplatte in den S3-Dienst kopieren. Die Datentransferrate der Festplatte (beim Lesen) ist 150 MB/s.

Berücksichtigen Sie 3 zusätzliche Stunden, die nötig sind, damit die Festplatte via Hauspost bei Amazon zum richtigen Mitarbeiter kommt.

Berechnen Sie...

- a) für das erste Szenario wie lange es dauert, bis die Daten in S3 kopiert sind.
- b) für das zweite Szenario wie lange es dauert, bis die Daten in S3 kopiert sind.
- c) die Datenübertragungsrate beim zweiten Szenario.

*(Bei allen Teilaufgaben muss der Rechenweg erkennbar sein.)*

Name:

Vorname:

Matr.Nr.:

---

## Aufgabe 6 – Zusatzblatt)

Maximale Punkte: 3+7+2=12

Szenario 1:

$$\frac{100 \text{ Mbps}}{8} = 12,5 \text{ MB/s} = 12,5 * 10^6 \text{ Byte/s}$$

$$\frac{3 * 10^{12} \text{ Byte}}{12,5 * 10^6 \text{ Byte/s}} = 0,24 * 10^6 \text{ s} = 240.000 \text{ s} \implies \frac{240.000 \text{ s}}{60} = 4.000 \text{ m} \implies \frac{4.000 \text{ m}}{60} = 66.\bar{6} \text{ h}$$

$\implies$  Die Übertragung dauert 2 Tage, 18 Stunden, 40 Minuten

Szenario 2:

Tag 1, 9:00 (UTC+1)

Daten schreiben:  $\frac{3.000.000 \text{ MB}}{125 \text{ MB/s}} = 24.000 \text{ Sekunden} = 400 \text{ Minuten} = 6 \text{ Stunden, } 40 \text{ Minuten}$

Tag 1, 15:40 (UTC+1)

30 Minuten um das Paket zu verpacken und es zur Post zu bringen.

Tag 1, 16:10 (UTC+1)

Also ist das Paket rechtzeitig (weil vor 16:30 (UTC+1) bei der Filiale der Paketzustellfirma, um am nächsten Arbeitstag um 9:00 (UTC) bei Amazon anzukommen.

Tag 2, 9:00 (UTC) = 10:00 (UTC+1)

3 Stunden benötigt die Hauspost.

Tag 2, 12:00 (UTC) = 13:00 (UTC+1)

Daten lesen:  $\frac{3.000.000 \text{ MB}}{150 \text{ MB/s}} = 20.000 \text{ Sekunden} = 333,33\bar{3} \text{ Minuten} = 5 \text{ Stunden, } 34 \text{ Minuten}$

Tag 2, 17:34 (UTC) = 18:34 (UTC+1)

$\implies$  Die Übertragung dauert 1 Tag, 9 Stunden, 34 Minuten = 120.840 Sekunden

$$\frac{3 * 10^{12} \text{ Byte}}{120.840 \text{ s}} = \frac{3.000.000 * 10^6 \text{ Byte}}{120.840 \text{ s}} = 24,8262164846 * 10^6 \text{ Byte/s}$$

$$24,8262164846 * 10^6 \text{ Byte/s} * 8 = 198.609.731,877 * 10^6 \text{ Bit/s} = ca.199 \text{ Mbps}$$

Die Datenübertragungsrate beim zweiten Szenario ist also fast doppelt so schnell wie beim ersten Szenario!

Name:

Vorname:

Matr.Nr.:

---

## Aufgabe 7)

Punkte: .....

Maximale Punkte: 2+4=6

Das Unternehmen X betreibt 8.000 Computer-Arbeitsplätze.

- Szenario 1: Fat clients (PC)
  - Elektrische Anschlussleistung pro Desktopsystem: 350 Watt
  - Elektrische Anschlussleistung pro Bildschirm: 80 Watt
- Szenario 2: Thin clients
  - Elektrische Anschlussleistung pro Thin Client: 40 Watt
  - Elektrische Anschlussleistung pro Bildschirm: 80 Watt
  - Elektrische Anschlussleistung pro Server-Blade: 400 Watt
  - Auf ein Server-Blade passen 50 virtuelle Desktopsysteme

Berechnen Sie für beide Szenarien die jährlichen Stromkosten für den Dauerbetrieb (24/7). Der Preis pro kWh ist 0,28 €.

*Szenario 1:*

*Stromkosten (mit Schaltjahr) für 8.000 Computerarbeitsplatz pro Jahr:*

$$0,43 \text{ kW} * 24 \frac{\text{h}}{\text{Tag}} * 365,25 \frac{\text{Tag}}{\text{Jahr}} * 0,28 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 1.055,4264 \frac{\text{€}}{\text{Jahr}} * 8.000 = 8.443.411,2 \frac{\text{€}}{\text{Jahr}}$$

*Szenario 2:*

*Stromkosten (mit Schaltjahr) für 8.000 Computerarbeitsplatz (ohne Server) pro Jahr.*

$$0,12 \text{ kW} * 24 \frac{\text{h}}{\text{Tag}} * 365,25 \frac{\text{Tag}}{\text{Jahr}} * 0,28 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 294,5376 \frac{\text{€}}{\text{Jahr}} * 8.000 = 2.356.300,8 \frac{\text{€}}{\text{Jahr}}$$

*160 Blade-Server sind nötig, um die 8.000 Computerarbeitsplätze zu betreiben.*

*Stromkosten für 160 Server-Blades pro Jahr.*

$$0,4 \text{ kW} * 24 \frac{\text{h}}{\text{Tag}} * 365,25 \frac{\text{Tag}}{\text{Jahr}} * 0,28 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 981,792 \frac{\text{€}}{\text{Jahr}} * 160 = 157.086,72 \frac{\text{€}}{\text{Jahr}}$$

*Stromkosten für Computerarbeitsplätze und Server-Blades pro Jahr.*

$$2.356.300,8 \frac{\text{€}}{\text{Jahr}} + 157.086,72 \frac{\text{€}}{\text{Jahr}} = 2.513.387,52 \frac{\text{€}}{\text{Jahr}}$$

Name:

Vorname:

Matr.Nr.:

---

## Aufgabe 8)

Punkte: .....

Maximale Punkte: 4

- a) Google Cloud Print implementiert...  
 IaaS       PaaS       SaaS
- b) Amazon S3 implementiert...  
 IaaS       PaaS       SaaS
- c) Google App Engine implementiert...  
 IaaS       PaaS       SaaS
- d) Amazon EC2 implementiert...  
 IaaS       PaaS       SaaS
- e) AppScale implementiert...  
 IaaS       PaaS       SaaS
- f) Google Cloud Storage implementiert...  
 IaaS       PaaS       SaaS
- g) Google Compute Engine implementiert...  
 IaaS       PaaS       SaaS
- h) Microsoft Office 365 implementiert...  
 IaaS       PaaS       SaaS

Name:

Vorname:

Matr.Nr.:

# Aufgabe 9)

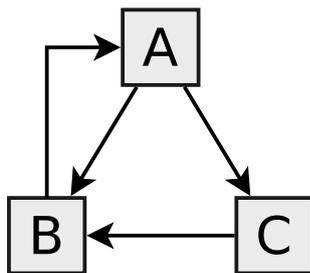
Punkte: .....

Maximale Punkte: 9

- $PR_p$  = PageRank einer Webseite  $p$
- $L_{IN}(p)$  = Menge der Dokumente, die auf  $p$  verweisen  $\implies$  eingehende Links
- $L_{OUT}(p)$  = Menge der Dokumente, auf die  $p$  verweist  $\implies$  ausgehende Links
- $d$  = Dämpfungsfaktor zwischen 0 und 1

$$PR(p) = (1 - d) + d * \sum_{p_i \in L_{IN}(p)} \frac{PR(p_i)}{\text{Anzahl } L_{OUT}(p_i)}$$

Berechnen Sie die fehlenden Iterationen des PageRank-Algorithmus für das gegebene Beispiel mit  $d = 0.75$ .



- $PR(A) = (1 - d) + d * PR(B)$
- $PR(B) = (1 - d) + d * (\frac{PR(A)}{2} + PR(C))$
- $PR(C) = (1 - d) + d * \frac{PR(A)}{2}$
- *Umwandlung in Iterations-Gleichungen mit  $d = 0,75$ :*
- $PR_{n+1}(A) = 0.25 + 0.75 * PR_n(B)$
- $PR_{n+1}(B) = 0.25 + 0.75 * (\frac{PR_n(A)}{2} + PR_n(C))$
- $PR_{n+1}(C) = 0.25 + 0.75 * \frac{PR_n(A)}{2}$

	0	1	2	3	4	5	PR
A	1	1	1,28125	1,0703125	1,1494140625	1,1494140625	1,127166748
B	1	1,375	1,09375	1,19921875	1,19921875	1,1695556641	1,1918029785
C	1	0,625	0,625	0,73046875	0,6513671875	0,6810302734	0,6810302734

Name:

Vorname:

Matr.Nr.:

---

## Aufgabe 10)

Punkte: .....

Maximale Punkte: 1+1+1+1+1=5

- a) Was ist WSDL und wofür wird es verwendet?

*WSDL ist eine XML-basierende Schnittstellenbeschreibungssprache, um zu beschreiben...*

- *wie ein Web Service aufgerufen wird*
- *welche Parameter ein Web Service erwartet*
- *welche Datenstrukturen ein Web Service zurückgeliefert*

- b) Was ist UDDI und wofür wird es verwendet?

*UDDI ist ein Verzeichnisdienst. Web Services werden in UDDI-Verzeichnissen klassifiziert, katalogisiert und verwaltet.*

- c) Beschreiben Sie den Unterschied zwischen UDDI und WS-Inspection.

*UDDI = wenige, zentralisierte Verzeichnisse, in denen verschiedene Anbieter ihre Dienste veröffentlichen.*

*WS-Inspection = viele dezentrale, kleine Verzeichnisse, in denen wenige Anbieter ihre Dienste veröffentlichen.*

- d) Beschreiben Sie den Unterschied zwischen der theoretische Umsetzung von SOAP Web Services und der Art und Weise, wie SOAP Web-Services in der Praxis üblicherweise arbeiten.

*Ausschließlich Dienstanbieter sind beteiligt. Die Benutzer kennen die Dienste, die sie nutzen möchten, deren Erreichbarkeit und Anbieter. Ein externer Verzeichnisdienst ist nicht notwendig.*

- e) Für Übungsblatt 11 haben Sie einen privaten Cloud-Dienst realisiert, der die S3 API verwendet. Welche der existierenden Lösungen haben Sie verwendet?

*OpenStack Swift, Eucalyptus Walrus, Nimbus Cumulus, S3 ninja...*

Name:

Vorname:

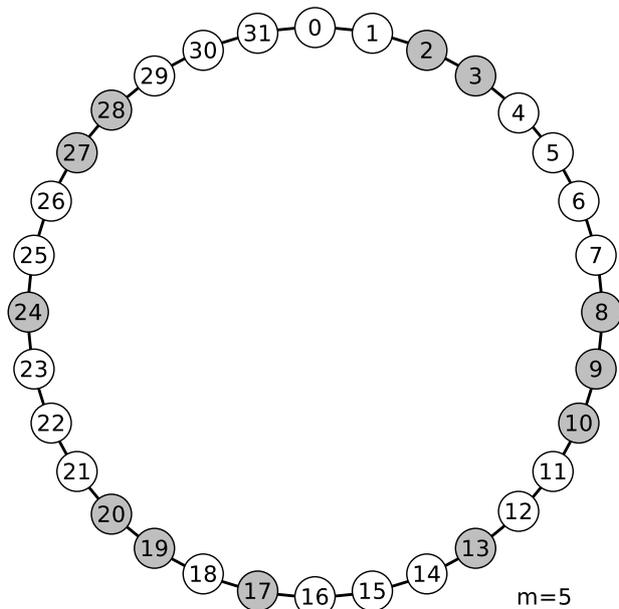
Matr.Nr.:

# Aufgabe 11)

Punkte: .....

Maximale Punkte: 1+1+1+10+1=14

- a) Welchen Nachteil hat lineare Suche im Chord-Ring?  
*Lineare Suche ist nicht effizient. Die Länge des Suchpfades wächst linear zur Anzahl der Knoten.*
- b) Welche Form der Suche im Chord-Ring wird bevorzugt?  
*Binäre Suche.*
- c) Welchem Knoten  $n$  wird ein Schlüssel  $k$  zugewiesen?  
 Direkter Vorgänger  
 Der erste Knoten (ab ID 1), dem noch kein Schlüssel zugewiesen wurde  
 Der Knoten, dessen ID mit dem Schlüssel identisch ist  
 Direkter Nachfolger
- d) Berechnen Sie die Werte der Fingertable von Knoten  $n = 22$  und tragen Sie die korrekten Werte in die bereitgestellte Fingertable ein.



Fingertable von Knoten  $n = 22$

Eintrag	Start	Knoten
1	$22 + 2^0 = 23$	24
2	$22 + 2^1 = 24$	24
3	$22 + 2^2 = 26$	27
4	$22 + 2^3 = 30$	2
5	$22 + 2^4 = 38$ $\text{mod } 2^m = 6$	8

Die Tabelle hat 5 Einträge, weil  $m$  die Länge der ID in Bit ist und  $m = 5$

Der Start-Wert von Eintrag  $i$  in der Tabelle von Knoten  $n$  ist  $(n + 2^{i-1}) \text{ mod } 2^m$

Der Knoten-Wert von Eintrag  $i$  zeigt auf den ersten Knoten, der mit einem Abstand von mindestens  $2^{i-1}$  auf  $n$  folgt

- e) Welcher Knoten ist für den Schlüssel (die Ressource) mit der ID 11 verantwortlich?  
*Knoten 13.*

Name:

Vorname:

Matr.Nr.:

---

## Aufgabe 12)

Punkte: .....

Maximale Punkte: 5

*Nur eine Antwort ist bei jeder Teilaufgabe korrekt.*

- a) Zentralisierte Dienste gibt es bei...  
 Zentralisiertem P2P       Reinem P2P       Hybridem P2P
- b) Keine zentralisierten Dienste gibt es bei...  
 Zentralisiertem P2P       Reinem P2P       Hybridem P2P
- c) Einen zentralen Angriffspunkt gibt es bei...  
 Zentralisiertem P2P       Reinem P2P       Hybridem P2P
- d) Welche Architektur verursacht den meisten Netzwerkoverhead?  
 Zentralisiertes P2P       Reines P2P       Hybrides P2P
- e) Welche Architektur verursacht den wenigsten Netzwerkoverhead?  
 Zentralisiertes P2P       Reines P2P       Hybrides P2P
- f) Welche Architektur realisiert eine Art dynamischen, zentralisierten Dienst?  
 Zentralisiertes P2P       Reines P2P       Hybrides P2P
- g) Napster (1999 - 2001) implementierte...  
 Zentralisiertes P2P       Reines P2P       Hybrides P2P
- h) Welche Architektur implementiert Ultrapeers (= Supernodes)?  
 Zentralisiertes P2P       Reines P2P       Hybrides P2P
- i) Gnutella v0.4 implementiert...  
 Zentralisiertes P2P       Reines P2P       Hybrides P2P
- j) Gnutella v0.6 implementiert...  
 Zentralisiertes P2P       Reines P2P       Hybrides P2P

Name:

Vorname:

Matr.Nr.:

---

## Aufgabe 13)

Punkte: .....

Maximale Punkte: 1+1+1+1+1+1=6

- a) Definieren Sie in wenigen Sätzen was Cluster Computing ist.

Clustering ist paralleles Rechnen auf Systemen mit verteiltem Speicher.

- b) Was ist ein Cluster of Workstations?

Ein sogenannter Feierabendclustern. Die Knoten werden während der üblichen Arbeitszeiten als normale Arbeitsrechner eingesetzt und stehen dem Cluster darum nicht immer zur Verfügung.

- c) Wie kann man die Verfügbarkeit eines Systems berechnen?

$$\text{Verfügbarkeit} = \frac{\text{Mittlere Betriebszeit}}{\text{Mittlere Betriebszeit} + \text{Mittlere Ausfallzeit}}$$

- d) Beschreiben Sie den Hauptunterschied zwischen einem SAN (Storage Area Network) und einem NAS (Network Attached Storage).

*SAN stellen Blockgeräte über das Netzwerk zur Verfügung.*

*NAS stellen Laufwerke mit Dateisystemen über das Netzwerk zur Verfügung.*

- e) Was ist ein Beowulf-Cluster?

*Ein High Performance Cluster, bei dem auf den Knoten ein freies Betriebssystem installiert ist. Die Knoten dienen ausschließlich der Arbeit im Clusters. Beowulf-Cluster sind keine Feierabendcluster.*

- f) Was ist ein Wulpack-Cluster?

*Ein High Performance Cluster, bei dem auf den Knoten Microsoft Windows installiert ist. Die Knoten dienen ausschließlich der Arbeit im Clusters. Wulpack-Cluster sind keine Feierabendcluster.*