


Blatt 1 / 11	LS 3.1 Clientintegration planen	
FI / LF3	Netzwerkplan erstellen	

Situation:

Herr Volk bittet Sie das Firmennetzwerk so zu gestalten, dass die beiden Gebäude jeweils ein eigenes Netzwerk haben, sodass ein gewisses Maß an Sicherheit gegeben ist.

Hinweis: Ein Provider stellt ein Netzadressbereich zur Verfügung, der firmenintern genutzt werden kann.

Grundlagen Theorie: Arbeitsaufträge

Information

Jedes Netzwerk ist dringend darauf angewiesen, dass Daten des Absenders A auch beim Empfänger B ankommen. Zwischen mehreren Netzwerken sind funktionierende Weiterleitungstechniken erforderlich. Gleichzeitig muss es aus Sicherheitsgründen aber auch möglich sein, unerwünschte Daten abblocken zu können. Um beide Varianten wird es im Folgenden gehen, wobei sich die Erläuterungen wegen der besonderen Bedeutung ausschließlich auf das Internet beziehen.

Im Internet ist jede Netzwerkendeinrichtung über eine eindeutige **IP-Adresse** identifiziert. Da die IPv4-Adressierung derzeit noch am stärksten verbreitet ist, beziehen sich die weiteren Erläuterungen ausschließlich auf IPv4.

Bei IPv4 besteht die Adresse aus 32 Bits. Wegen der schlechten Lesbarkeit einer 32-stelligen Binärzahl werden dabei jeweils 8 Bits (also 1 Byte) zu einer Dezimalzahl zusammengefasst. Die Bytes werden gegeneinander jeweils durch einen Punkt abgetrennt. Da der Wert je eines Bytes zwischen 0 und 255 liegen kann, entstehen so Netzwerkadressen von Typ 0.0.0.0 bis 255.255.255.255.

Ein Netzwerk lässt sich dabei immer in eine Netzwerkadresse und eine Rechner-bzw. Hostadresse unterteilen. Damit es bei der Unterteilung zu keiner Kollision kommt, gibt es sog. **reservierte Adressen**. Reservierte Adressen dürfen definitionsgemäß nicht zur Adressbezeichnung verwendet werden.

1. Reserviert sind Host-Adressen, die ausschließlich aus Nullen bestehen, damit der Adresse das zugehörige Netz beschrieben wird (z.B. x.0.0.0, x.x.0.0, x.x.x.0)
2. Reserviert sind Host-Adressen, die ausschließlich aus Einsen bestehen, da mit dieser Adressangabe immer ein Rundruf (Broadcast) an alle Hosts innerhalb des Netzes ausgelöst wird (z.B. x.255.255.255, x.x.255.255 und x.x.x.255). So muss kein Empfänger innerhalb des Netzwerkes explizit angegeben werden. Beispiel: Netzwerkfähige Computerspiele verwenden Broadcasts, um eine Liste aller offenen Spiele im lokalen Netz zu finden, an denen der Nutzer teilnehmen kann.

Durch das Wachstum des Internets kollidierte der Anspruch von eindeutiger Adressierung sehr schnell mit der begrenzten Anzahl von IPv4-Adressen. **Definierte (private) Adressbereiche** wurden deshalb von der „öffentlichen“ Vergabe ausgenommen. Da diese „privaten“ Adressen im Internet nicht weitergeleitet werden, können sie in verschiedenen LANs mehrfach genutzt

werden (siehe Abbildung rechts).

Die Ansprache der Rechner im LAN erfolgt dann über NAT (Network Address Translation, siehe vorheriges Arbeitsblatt). Zwar sind alle Systeme innerhalb des LANs über eine private Adresse eindeutig adressiert, nach außen wird aber nur eine öffentliche IP-Adresse verwendet (Masquerading). In der nebenstehenden Abbildung werden die privaten Adressbereiche gezeigt.

Netzadressbereich	Anzahl Host-Adressen	Netzzahl
10.0.0.0 – 10.255.255.255	$2^{24} - 2 = 16.777.214$	Klasse A: 1 privates Netz
172.16.0.0 – 172.31.255.255	$2^{20} - 2 = 1.048.574$	Klasse B: 16 private Netze
192.168.0.0 – 192.168.255.255	$2^{16} - 2 = 65.534$	Klasse C: 256 private Netze

1. Bestimmen Sie für die folgenden IP-Adressen jeweils:

- Ist sie Bestandteil des öffentlichen oder privaten Adressbereichs? Beachten Sie die privaten Adressbereiche.
- Ist die IP-Adresse für einen Host zulässig? Beachten Sie die reservierten Adressen.


Hinweis: Verwenden Sie einen Dezimal-Binär-Rechner.

	Öffentlich/ Privat?	Zulässig/ Unzulässig?
167.133.12.15		
69.88.254.16		
192.168.0.45		
172.20.14.5		
172.16.0.0		
134.159.258.16		
1.1.2.1		
127.0.0.0		
1100 0000.1011 0010.0000 0000.0001 0001		
0011 1010.0101 1011.0010 0000.0000 1111		
1000 1110.1011 0110.0100 0010.0111 1010		

Information

Bei der Zuweisung eines Klassen-Netzes zu einem Unternehmen besteht die große Wahrscheinlichkeit, dass viele Host-Adressen ungenutzt bleiben. Einen Ausweg bieten sogenannte klassenlose Netze (RFC 1518 und 1519). Hierbei wird eine IP-Adresse zusammen mit einer **CIDR-Maske** (Classless Inter Domain Routing) vergeben. Die CIDR-Maske, die in Form einer Net-ID zusammen mit der IP-Adresse angegeben wird, legt hierbei über eine bitweise Undierung fest, wie viel Bits für die Netzwerkadressierung genutzt werden. Das höchstwertigste Bit trägt die Bitnummer 1. Im nachfolgenden Beispiel wird anhand einer beliebigen Host-Adresse 129.172.16.33/25 die *Netzadresse*, *Broadcastadresse* und alle *dazwischen liegenden Host-Adressen* bestimmt.

IP-Adresse (dez.)	129.	172.	16.	33
IP-Adresse (bin.)	1000 0001.	1010 1100.	0001 0000.	0010 0001
CIDR-Maske	1111 1111.	1111 1111.	1111 1111.	1000 0000
Bit-Nummer	1 2 3 4 5 6 7 8	9 10 11 12 13 14 15 16	17 18 19 20 21 22 23 24	25 26 27 28 29 30 31 32

Blatt 3 / 11	LS 3.1 Clientintegration planen	
FI / LF3	Netzwerkplan erstellen	

errechnete Netzadresse	129.	172.	16.	0
Bit-Nummer	1 2 3 4 5 6 7 8	9 10 11 12 13 14 15 16	17 18 19 20 21 22 23 24	25 26 27 28 29 30 31 32
errechnete Broadcastadresse	129.	172.	16.	127
Bit-Nummer	1 2 3 4 5 6 7 8	9 10 11 12 13 14 15 16	17 18 19 20 21 22 23 24	25 26 27 28 29 30 31 32
vollständige Hostadressen	129.	172.	16.	1
129.172.16.1 bis 129.172.16.126	129.	172.	16.	126
	1000 0001.	1010 1100.	0001 0000.	0111 1110

Mit der Notation IP/25 (Suffix-Notation) ist festgelegt, dass Bit 1 bis 25 die zugewiesene Netzadresse bilden, innerhalb derer stehen 126 IP-Adressen ($2^7 - 2 = 126$) für die Hosts zur Verfügung. Die Hostadresse 129.172.16.0 ist als *Netzadresse* reserviert, während in diesem Netz 129.172.16.127 als *Broadcastadresse* genutzt wird.

2.

- a) **Berechnen** Sie die entstehenden Netzwerkadressen für die Hosts mit der IP-Adresse 192.168.13.180 bis 192.168.13.195, wenn die Netzmaske 255.255.255.192 eingesetzt wird.

Hinweis: Tragen Sie in die Spalte „Subnetzadresse“ zusätzlich die Suffix-Notation für die zugewiesene Netzmaske ein.

- b) Welche Rechner gehören jetzt in welches Subnetz? **Markieren** Sie die Bereiche eines jeden Subnetzes.

IP-Adresse	Subnetzadresse	Broadcastadresse
192.168.13.180		
192.168.13.181		
192.168.13.182		
192.168.13.183		
192.168.13.184		
192.168.13.185		
192.168.13.186		
192.168.13.187		
192.168.13.188		
192.168.13.189		
192.168.13.190		
192.168.13.191		
192.168.13.192		
192.168.13.193		
192.168.13.194		
192.168.13.195		

*Information*

Subnetze sind Unterteilungen eines zugewiesenen Netzes. Beim sogenannten **Subnetting** wird die Struktur einer IP-Adresse in Netzadresse und Hostadresse lokal verändert, wobei das gleiche Prinzip wie bei der Erstellung eines klassenlosen Netzes mit CIDR-Maske genutzt wird: Durch Verwendung einer Subnetz-Maske verweist ein gesetztes Bit 1 auf die Netzwerkadresse. Die Notation erfolgt entweder als IP/Subnetmaske (z.B.: 92.168.16.0/255.255.255.192) oder analog zu CIDR z.B.: 92.168.16.10/26). Um ein Netz in Subnetze zu unterteilen, stehen nur solche Subnetzmasken zur Verfügung, die über führende Einsen verfügen. Dies begrenzt die möglichen Teil-Subnetzmasken.

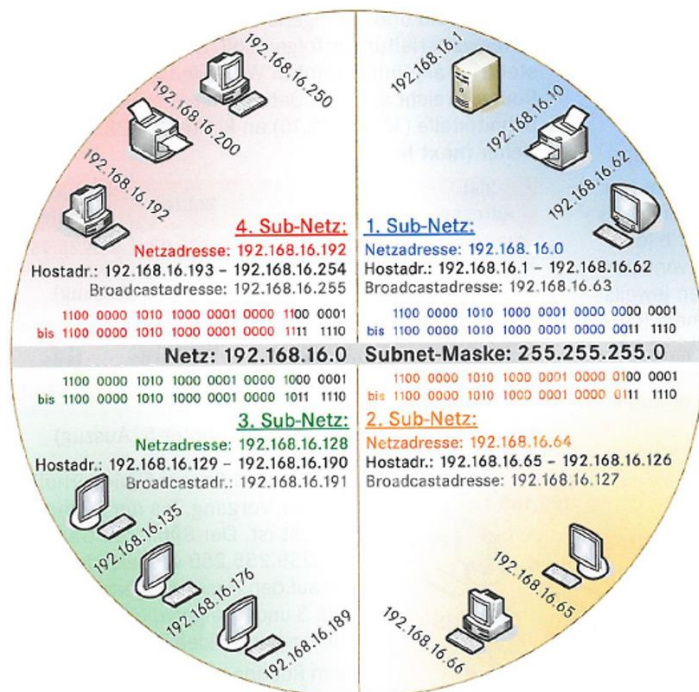
Das Zustandekommen von Subnetzen soll an einem Beispiel erläutert werden:

Ein Netz mit der Netzadresse 192.168.16.0/24 (oder 192.168.16.0/255.255.255.0) soll in vier Subnetze unterteilt werden. Um vier Teilnetze abzubilden, erfordert dies zwei zusätzliche Bits ($2^2 = 4$).

Das erste Subnetz trägt die Netzadresse 192.168.16.0/26. Nach der Konvention, dass Hostadresse ausgeschlossen sind, die ganz auf Null gesetzt (reserviert für die Netzadresse) oder ganz auf Eins gesetzt sind (reserviert als Broadcastadresse), stehen jeweils maximal 62 IP-Adresse für die Hosts zur Verfügung. Das erste Subnetz umfasst damit die IP-Adressen 192.168.16.1 bis 192.168.16.62.

Das zweite Subnetz trägt die Netzadresse 192.168.16.64 und umfasst die IP-Adressen 192.168.16.65 bis 192.168.16.126.

Das dritte Subnetz (192.168.16.128) erlaubt die IP-Adressen 192.168.16.129 bis 192.168.16.190, während das vierte Subnetz (192.168.16.192) die restlichen IP-Adressen von 192.168.16.193 bis 192.168.16.254 zulässt.



Prinzipiell lässt sich also folgende Vorgehensweise bei der Unterteilung einer vorgegebenen Netzklasse in Subnetze festhalten.

1. Anzahl der erforderlichen Subnetze ermitteln.
2. Netzadresse der Subnetze bestimmen, indem alle Bits des jeweiligen Hostanteils auf „0“ gesetzt wird.
3. IP-Adressen für die jeweiligen Subnetze bestimmen. Dabei auf die Nichtverwendung reservierter Adressen achten.

Für die Aufteilung eines Netzes in Subnetze gibt es mehrere Gründe:

- Vermeidung der Verschwendung nicht genutzter Hostadressen.



- Gleichmäßige Ausnutzung des IP-Adressraumes und Minderung der Netzwerkbelastung durch gezieltes → Routing und Reduktion von Broadcasts.
- Logische Gliederung eines Netzwerks nach administrativen Vorgaben (z.B. nach unternehmerorganisatorischen Strukturen)
- Sichere Abgrenzung von Teilnetzen gegeneinander.

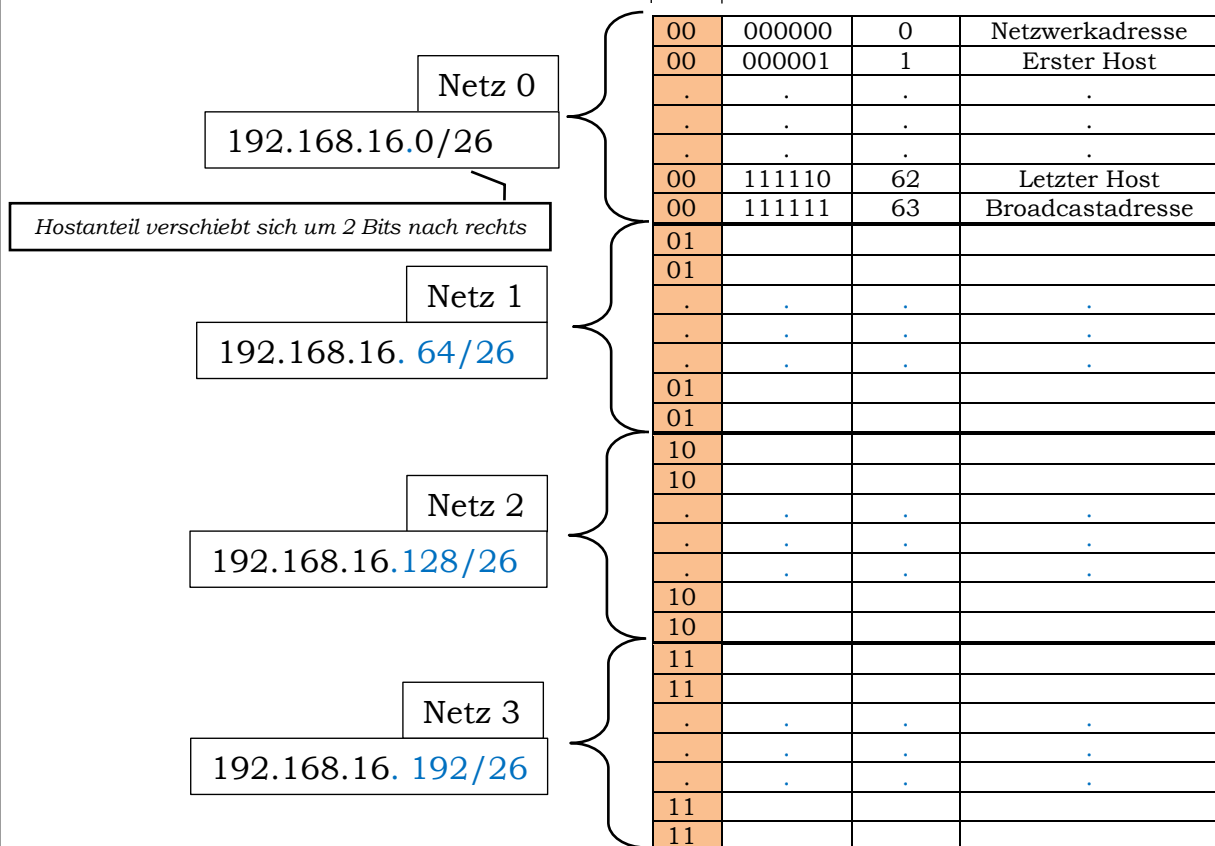
Merke:

- Jeder IP-Adresse besteht aus einem Netzwerk- und einem Hostanteil.
- Bei klassenlosen Netzen erfolgt die Zuordnung durch eine CIDR-Maske.
- Subnetze sind durch eine Subnetzmaske unterteilte lokale Netze.

3. Übertragen Sie das oben gezeigte Beispiel in die nachfolgende Tabelle.

Dieser Bereich liegt in der Verantwortung
des Providers = Netzanbieter

Dieser Bereich liegt in Ihrer Verantwortung = Hostanteil

$$\overbrace{1100\ 0000.\ 1010\ 1000.\ 0001\ 0000.}^{192.\ 168.\ 16.} \bigg| \overbrace{0000\ 0000.}^0 \quad / \quad 24$$


4. Übertragen Sie das gleiche Beispiel in die nachfolgende Tabelle.

Subnetz	Subnetzadresse	Broadcastadresse	Hostadressen

5. Gehen Sie davon aus, dass Ihnen für das Firmennetz in Ihrem Betrieb von einem Provider die Netzwerkadresse 200.200.200.0 / 24 zugeteilt wurde. Sie haben nun die Aufgabe, das Netz in kleinere Subnetze aufzuteilen. **Erstellen** Sie dazu Subnetzmasken, sodass von der letzten Achtergruppe der Bits in den IP-Adressen einige Bits zusätzlich für die Netzwerkmaske weggenommen werden. Diese Anzahl ist in der ersten Spalte einzutragen. In der zweiten Spalte müssen Sie die vollständige Subnetzmaske in Dezimalschreibweise eintragen. In die dritte Spalte notieren Sie die Anzahl der möglichen Subnetze, in die vierte Spalte die Anzahl der Bits für den Hostbereich und in die fünfte Spalte die Anzahl der mögliche IPv4- Endgeräte in einem der Subnetze.

Anzahl der Bits der letzten Achtergruppe für das Subnetz	Vollständige Subnetzmaske in Dezimalschreibweise	Anzahl der möglichen Subnetze	Anzahl der Bits der letzten Achtergruppe für die Hosts	Anzahl der möglichen Hosts pro Subnetz
0	1111 1111.1111 1111.1111 1111.0000 0000 255.255.255.0			
1	1111 1111.1111 1111.1111 1111.1000 0000			
m=2	1111 1111.1111 1111.1111 1111.1100 0000	$2^m=2^2=4$	n=6	$2^n-2=2^6-2=62$
3	1111 1111.1111 1111.1111 1111.1110 0000			
4	1111 1111.1111 1111.1111 1111.1111 0000			
5	1111 1111.1111 1111.1111 1111.1111 1000			
6	1111 1111.1111 1111.1111 1111.1111 1100			
7	1111 1111.1111 1111.1111 1111.1111 1110			


Grundlagen Praxis: Arbeitsaufträge

Tutorial

Subnetze können mit der Anwendung „Cisco Packet Tracer“ simuliert werden. Dazu betrachten Sie das Video-Tutorial:

Netzwerktutorial: Cisco Paket Tracer – Installation, Konfiguration & ein erster Aufbau

6. Simulieren Sie das dargestellte Netzwerk des Netzwerktutorials.

Blatt 7 / 11	LS 3.1 Clientintegration planen	
FI / LF3	Netzwerkplan erstellen	

Büros: Arbeitsaufträge

7. Entscheiden Sie sich begründet für oder gegen ein Subnetz für beide Büros.

8. Herr Volk bekommt von seinem Provider die Netzwerkadresse 205.125.170.0/21 zugewiesen. **Teilen** Sie das Netzwerk in 5 Subnetze **auf**. **Bestimmen** Sie vorab, ob die Aufgabe lösbar ist, wenn pro Subnetz 200 Hosts vorgesehen sind.

Hinweis: Eine Netzwerkadresse besteht aus insgesamt 32 Bits. Ziehen Sie alle reservierten Bits, die Bits um die Subnetze abzubilden sowie die Bits für die Hosts von den 32 Bits ab. Wenn keine negative Zahl herauskommt, dann ist die Aufgabe lösbar.

Subnetz	Subnetzadresse	Broadcastadresse	Hostadressen	
0	205.125.168.0	205.125.168.255	1-254	EG
1	205.125.169.0	205.125.169.255	1-254	WLAN
2	205.125.170.0	205.125.170.255	1-254	EG
3	205.125.171.0	205.125.171.255	1-254	OG
4	205.125.172.0	205.125.172.255	1-254	WLAN

9. Simulieren Sie die Netzwerke von Herrn Volk gemäß der Netzwerkdiagramme beider Gebäude. **Beachten** Sie hierbei, dass er hat sich doch gegen die Unterteilung in 5 Subnetze entschieden hat. **Verwenden** Sie die folgenden Subnetze:

- Hauptgebäude = 205.125.168.0/24
- Nebengebäude = 205.125.170.0/24


Übung: Arbeitsaufträge

10. In welchem Netz befinden sich die folgenden Hosts?

- a) 1.2.3.4/8: _____
- b) 1.2.3.4/16: _____
- c) 2.3.4.5/24: _____
- d) 3.4.5.6/29: _____
- e) 4.5.6.7/30: _____

11. Welches sind gültige IP-Adressen? Streichen Sie die falschen/ fehlerhaften aus der Liste.

100.150.200.250
 200.250.300.350
 10.20.30.40
 123.234.345.123

Blatt 8 / 11	LS 3.1 Clientintegration planen	
FI / LF3	Netzwerkplan erstellen	

12. Lesen Sie im Internet den RFC 1597. Er definiert drei private Adressbereiche, in jeder Adressklasse einen. Wie viele Subnetze sind dabei vordefiniert und zu welcher Klasse gehören diese privaten IP-Adressbereiche? **Nennen** Sie jeweils das erste, zweite und das letzte Subnetz.

Privater IP-Adressbereich	IP-Adressklasse	Netze (Anzahl gemäß Netzklasse)

13. [s. 3.5.1] Erstellen Sie einen Netzwerkplan.

Zeichnen Sie mit einem gängigen Zeichenprogramm (z.B. Dia, Visio, Draw) oder mit Cisco Packet Tracer ein Netzwerk bestehend aus vier PCs, einem Server, einem Switch und einem Router ins Internet. **Verwenden** Sie den IP-Adressbereich 192.168.200.64/26 und **schreiben** Sie zu den Geräten die jeweilige IP-Konfiguration mit IP-Adresse, Subnetmask und Default-Gateway. **Präsentieren und vergleichen** Sie Ihre Ausarbeitungen.


14. [s. 3.5.1] Erweitern Sie ein bestehendes Netzwerk um einige neue Netzwerkanschlüsse und schließen Sie einen neuen PC an das Netzwerk an.

a) **Wählen** Sie eine angemessene Leitung **aus** und **begründen** Sie Ihre Wahl.

Welche Leitung empfehlen Sie für eine Standard-Büroverkabelung?	
Begründung für diese Empfehlung?	

b) Bringen Sie die IP-Konfiguration in Ihrem Netzwerk in Erfahrung.

Wie lautet der Konsolenbefehl, um die IP-Konfiguration anzuzeigen?	
In welchem Netzwerk befindet sich der Rechner, wenn die Ausgabe IP: 192.167.1.34 SN255.255.255.0 ergibt?	

Blatt 9 / 11	LS 3.1 Clientintegration planen	
FI / LF3	Netzwerkplan erstellen	

15. Sie bekommen von Ihrem Provider die Netzwerkadresse 215.111.184.0 mit der Netzwerkmaske 255.255.248.0 zugewiesen.

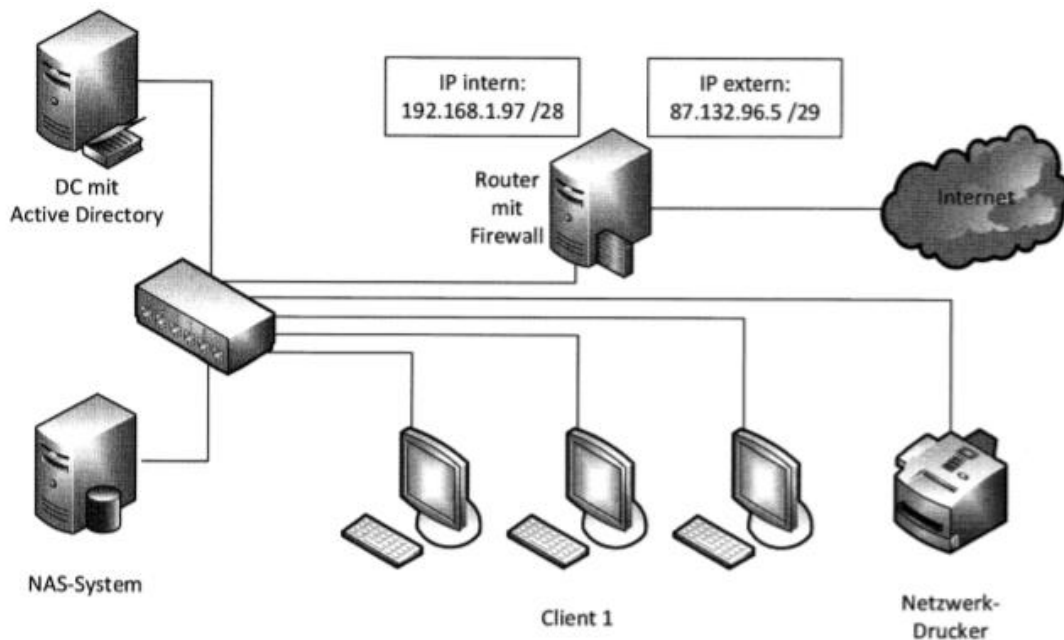
Teilen Sie das Netzwerk in 10 Subnetze **auf. Bestimmen** Sie vorab, ob die Aufgabe lösbar ist, wenn pro Subnetz 100 Hosts vorgesehen sind.

Subnetz	Subnetzadresse	Broadcastadresse	Hostadressen
0			
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			

16. Die folgende Liste mit IP-Adressen soll untersucht werden. Zu jeder IP-Adresse soll die zugehörige Netz-Adresse und die Broadcastadresse ermittelt werden. Welche IP-Adressen sind keine zulässigen Hostadressen?

	IP-Adresse	Maske	Netzadresse	Broadcast-Adr.
1	192.168.200.200	255.255.255.0	192.168.200.000	192.168.200.255
2	192.168.200.200 /20	255.255.240.0	192.168.200.000	192.168.200.255
3	150.160.170.103 /29	255.255.255.248	150.160.170.000	150.160.170.3
4	192.168.194.200	255.255.240.0		
5	150.160.170.99	255.255.255.248		
6	100.200.255.255	255.254.0.0		
7	192.168.200.200	255.255.255.248		
8	192.168.200.200	255.240.192.0		
9	192.168.200.256	255.255.255.248		
10	192.168.200.200	255.0.0.0		

17. [W19] **Ergänzen** Sie die nachfolgende Tabelle zum Netzwerkschaubild, indem Sie die fehlenden IP-Adressen vollständig angeben. **Orientieren** Sie sich dabei an der Vorgabe des Routers.



Geräte	NAS-System	Client 1	Netzwerk-Drucker
Angaben			
IP-Adresse	192.168.1.98	192.168.1.99	192.168.1.100
Subnetzmaske	255.255.255.240		
Standard-gateway	192.168.1.97		


18. [W18] Der neue Datenbankserver wird in das Netzwerk integriert und muss eine IPv4-Adresse erhalten.

a) Für den Datenbankserver wurden folgende IPv4-Adressen vorgeschlagen.
Beurteilen Sie, ob die nachfolgenden IPv4-Adressen für den Datenbankserver jeweils geeignet wären bzw. ungeeignet sind.

IP-Adresse	Erläuterung
192.168.10.0	
192.168.10.200	
127.0.0.1	

b) **Nennen** Sie in folgender Tabelle für die IP-Adressklassen B, C und D die jeweilige Standard-Subnetzmaske.

IPv4-Adressklasse	Standard-Subnetzmaske
A	-
B	
C	
D	

Blatt 11 / 11	LS 3.1 Clientintegration planen	
FI / LF3	Netzwerkplan erstellen	

19. [W17] Für das Intranet der HurryUp GmbH (Firmenzentrale und Mietwagengarage) soll der IP-Adressbereich 192.168.164.0 bis 192.168.164.255 in Subnetze eingeteilt werden.

Teilen Sie den Adressbereich in genau vier gleichgroße Subnetze unter maximaler Ausnutzung des Adressraumes ein. Geben Sie zusätzlich die entsprechende Subnetzmaske und die maximale Anzahl Hosts pro Subnetz an.

Subnetz	Erste nutzbare Hostadresse	Letzte nutzbare Hostadresse	Max. Anzahl Hosts pro Subnetz
1. Subnetz			
2. Subnetz	-	-	
3. Subnetz			
4. Subnetz	-	-	

Subnetzmaske:

20. [S17] Für das lokale Netzwerk im Verarbeitungszentrum der GeoData AG ist folgender IP-Adressbereich vorgesehen: 192.168.1.0/24

Für jede fünf Abteilungen der GeoData AG soll nun ein Subnetz eingerichtet werden. Jedes Subnetz soll für 20 Hosts ausgelegt sein.

- Ermitteln Sie die entsprechende Subnetzmaske.
- Ergänzen Sie die folgende Tabelle, in dem Sie die Netzadressen der Subnetze 2 und 3 angeben.

Subnetz	Netzadresse
1	192.168.1.0
2	
3	