



Übersicht – Übung 4

Wiederholung / Hausaufgabe Bit-Stuffing

IPv4

Router

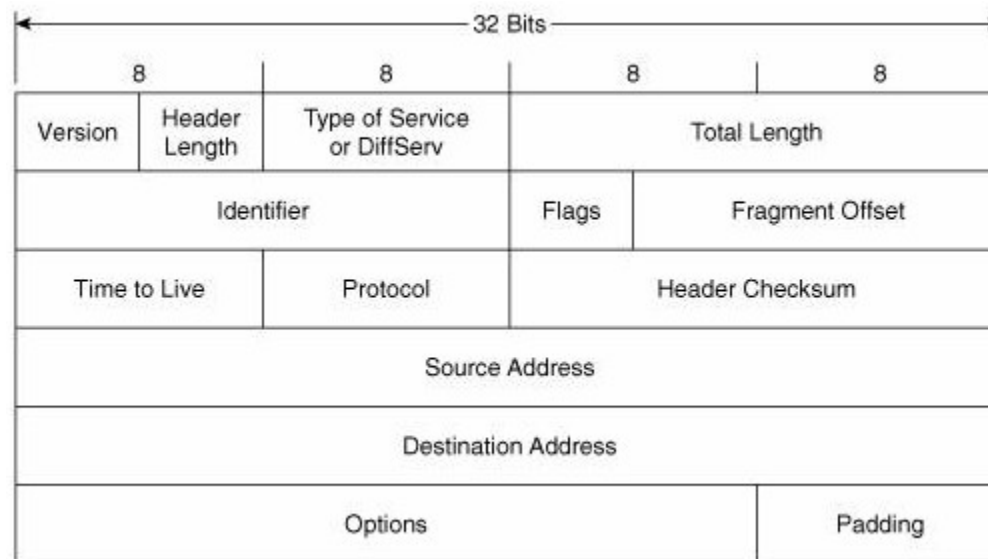
Interior-Gateway-Routing:

→ Im Allgemeinen

→ Distanzvektorverfahren (RIP)

IPv4

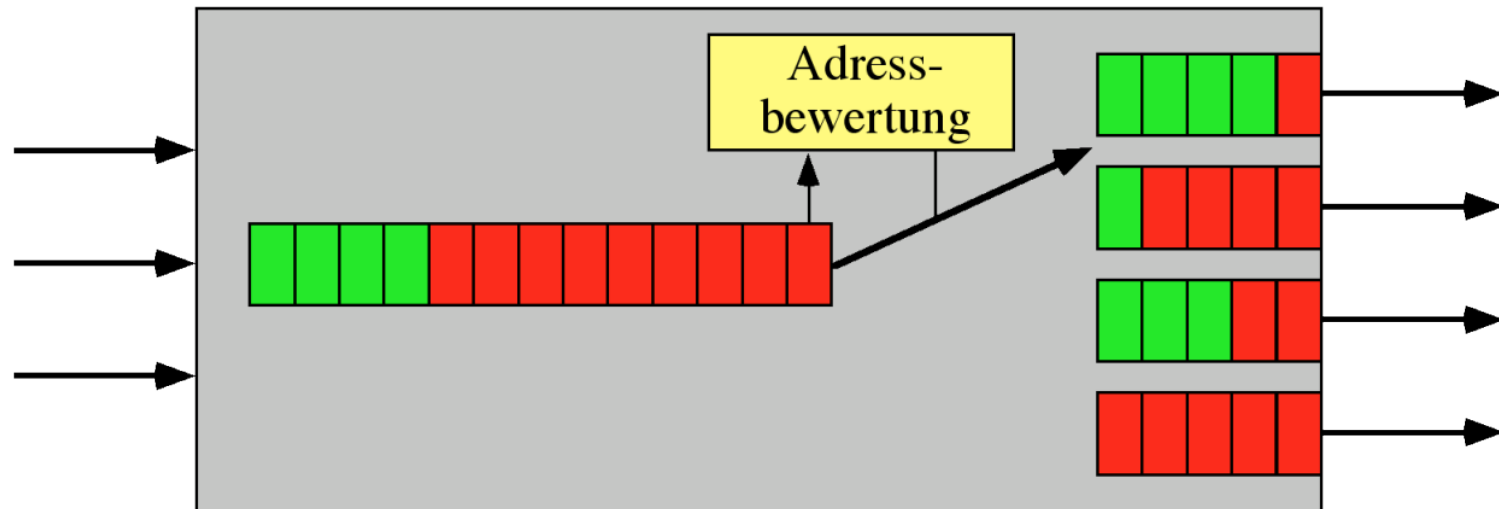
- *Auf welcher OSI-Schicht operiert das „Internet Protocol“?*
- *Erläutern Sie die Felder im IPv4-Header.*



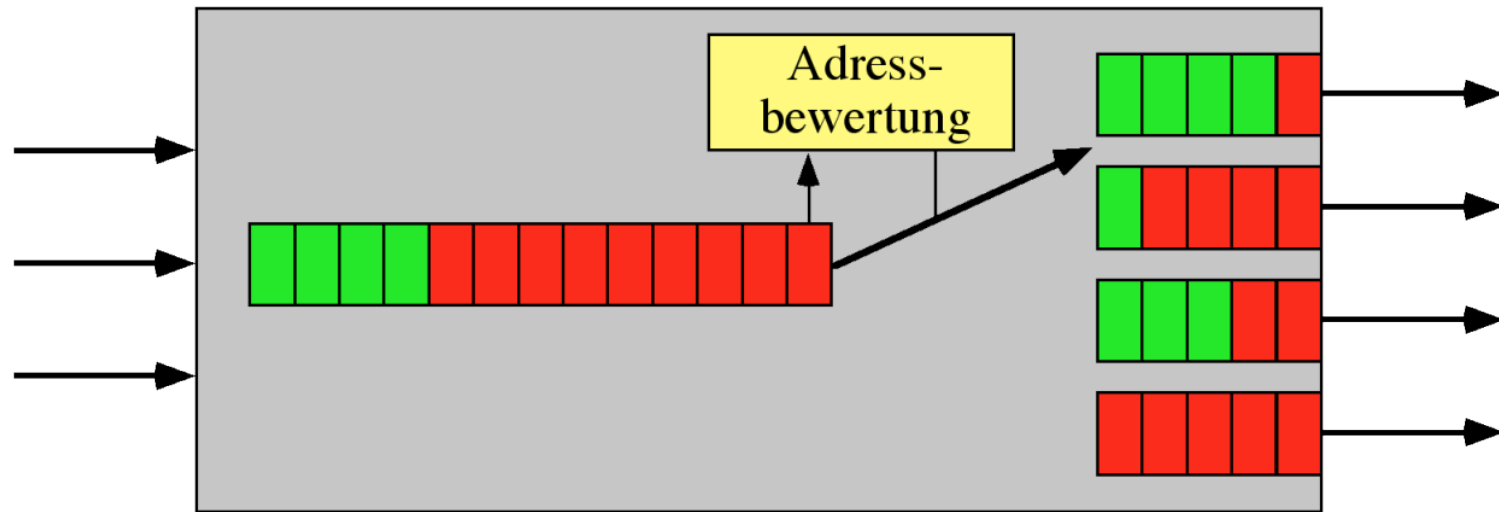
<https://advancedinternettechnologies.files.wordpress.com/2012/01/ipv4-header.png>

Router

- *Skizzieren Sie den schematischen Aufbau eines Routers, der nach dem Store-and-Forward-Prinzip arbeitet. Nennen Sie Hard- und Softwareoptimierungen, um eine möglichst schnelle Weiterleitung der Pakete zu gewährleisten.*



Router



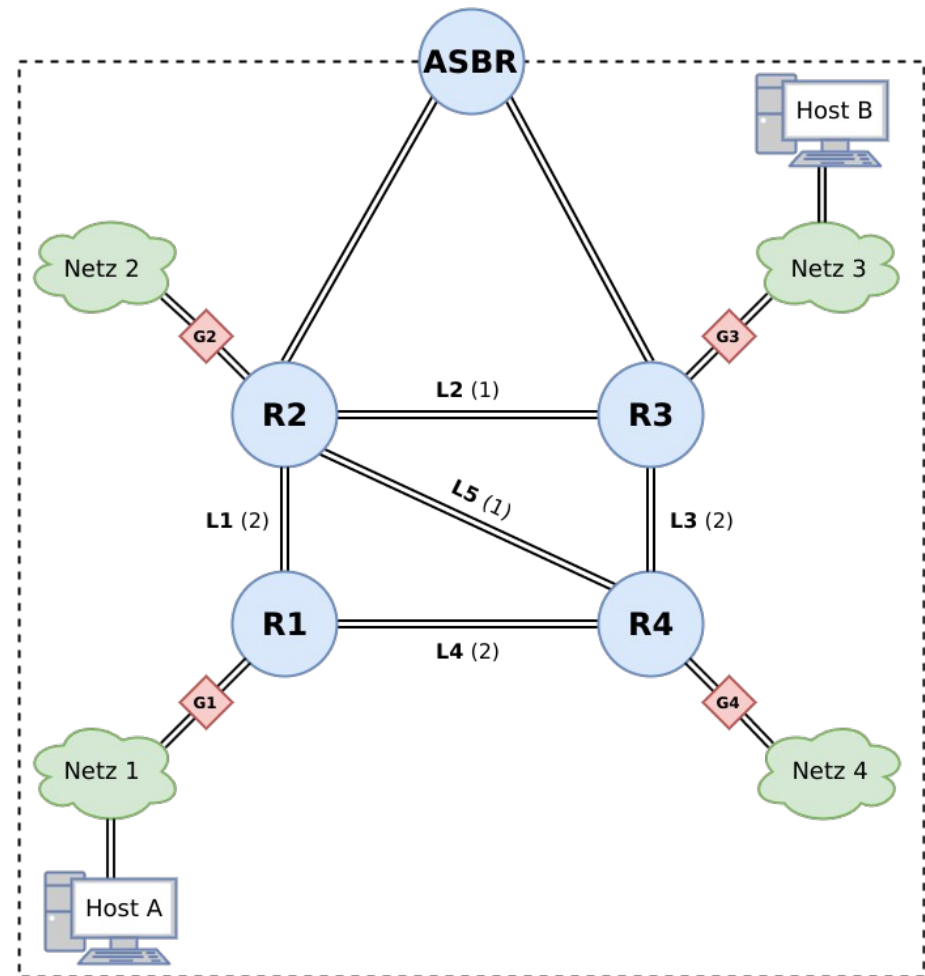
- Warteschlangen / Queues (FIFO)
- Für Router besonders wichtige Felder im IP-Header:
Zieladresse, Header- / Paketlänge, TTL, FCS (nur Header), ToS / DSCP
- Intern: Pointer auf Pakete
- DMA

Router

- *Was wird unter dem Begriff „Cut-Through-Routing“ verstanden? Wie unterscheidet sich die Arbeitsweise des Routers im Vergleich zu Store-and-Forward? Diskutieren Sie Vor- und Nachteile beider Prinzipien.*
 - Pakete werden nicht zwischengespeichert
 - Höherer Durchsatz, geringerer Speicherplatzbedarf
 - *Destination Address* am Ende des (statischen) IP-Headers, *FCS* über den gesamten Header → Header muss gepuffert werden
 - Schicht 2: Medium muss bereit sein, Fehlersituationen während der Übertragung möglich

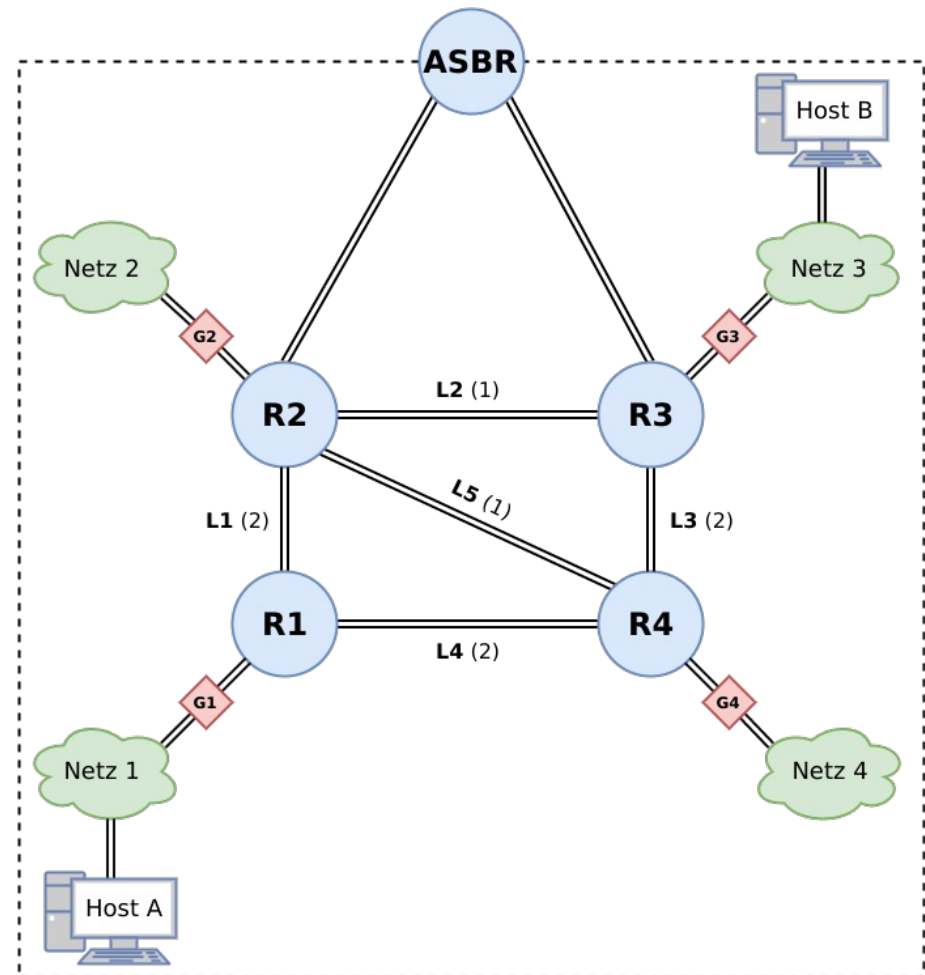
Interior-Gateway-Routing

- *Autonomous System (AS)*
- *Host A aus Netz 1 möchte ein Paket an Host B in Netz 2 senden. Erläutern Sie an diesem Beispiel das Problem des Routings bzw. der Suche nach dem kürzesten Weg. Greifen Sie auf Elemente aus der Graphentheorie zurück.*
- Graph $G = \{V, E\}$:
 - Knoten $V = \{R_1, R_2, R_3, R_4\}$
 - Kanten $E = \{\{R_1, R_2\}, \dots\}$
 - Kantengewichte $g: E \rightarrow \mathbb{R}$



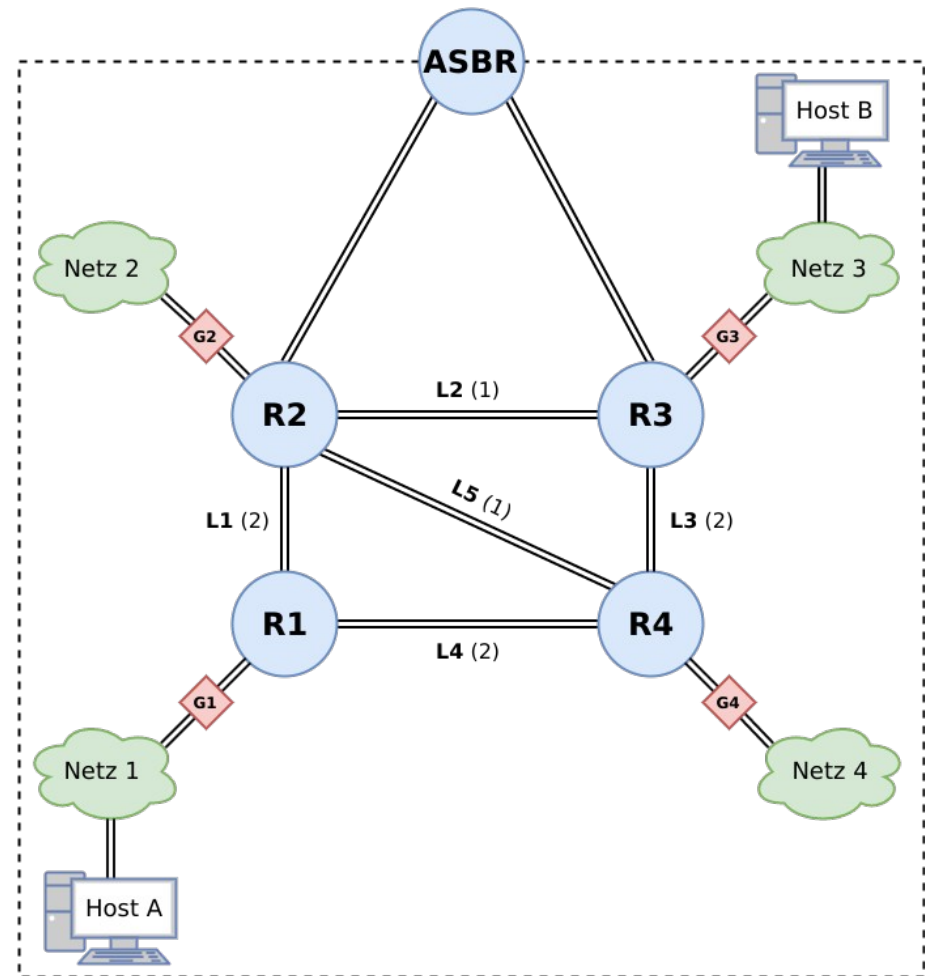
Interior-Gateway-Routing

- *Diskutieren Sie unterschiedliche Metriken zur Festlegung der Pfadkosten.*
 - Hop-Count (Kante: 1)
 - Theoretischer / tatsächlicher Durchsatz
 - Latenz
 - Fehlerrate / Verlässlichkeit
 - Finanzielle Kosten
 - MTU



Interior-Gateway-Routing

- Erklären Sie das Optimalitätsprinzip (nach Richard Bellman). Inwiefern erleichtert es das Routing entlang des kürzesten Weges?
- Die optimalen Lösungen einiger Optimierungsprobleme setzen sich aus optimalen Teillösungen zusammen.
- R_1, R_2, \dots, R_n kürzester Weg von R_1 nach R_n
 $\rightarrow R_2, \dots, R_n$ kürzester Weg von R_2 nach R_n

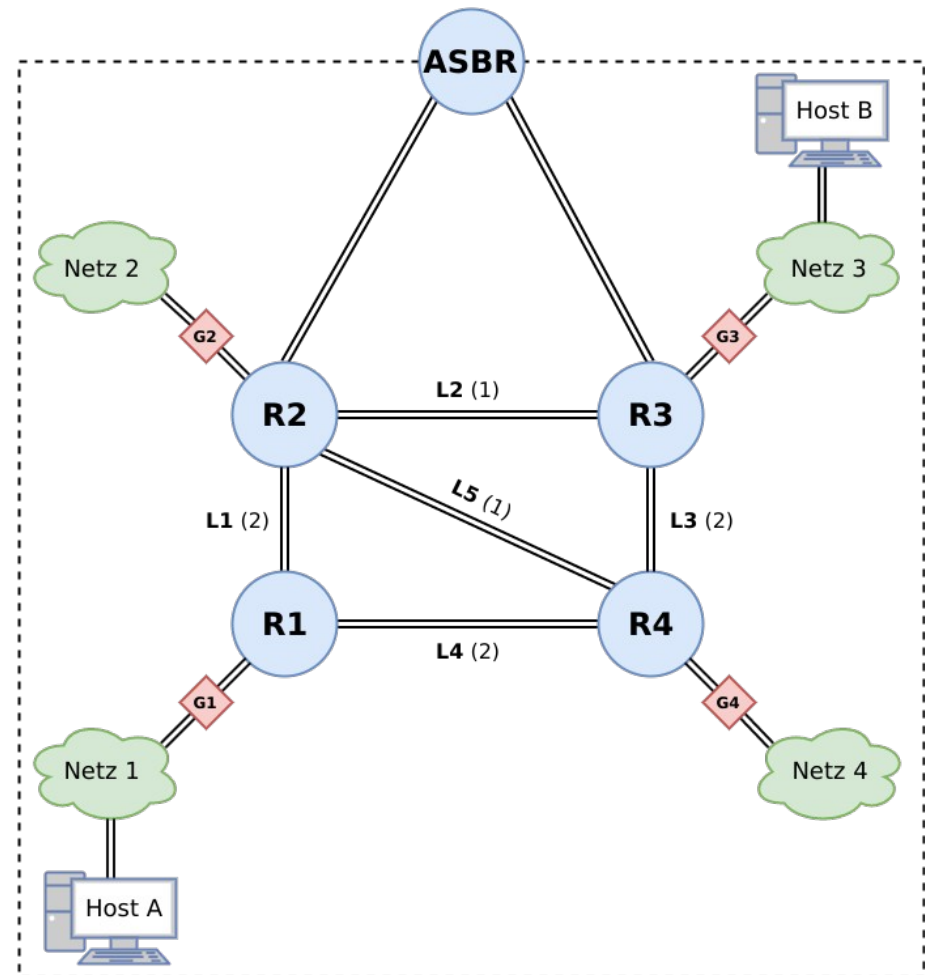


Interior-Gateway-Routing

- Weisen Sie den vier Routern in Abbildung 1 statische Routingtabellen zu. Verfolgen Sie damit den Weg eines Pakets von Host A zu Host B nach. Welche Vor- und Nachteile bietet diese Vorgehensweise?

R1		
N1	G1	0
N2	L1	2
N3	L1	3
N4	L4	2

R2		
N1	L1	2
N2	G2	0
N3	L2	1
N4	L5	1

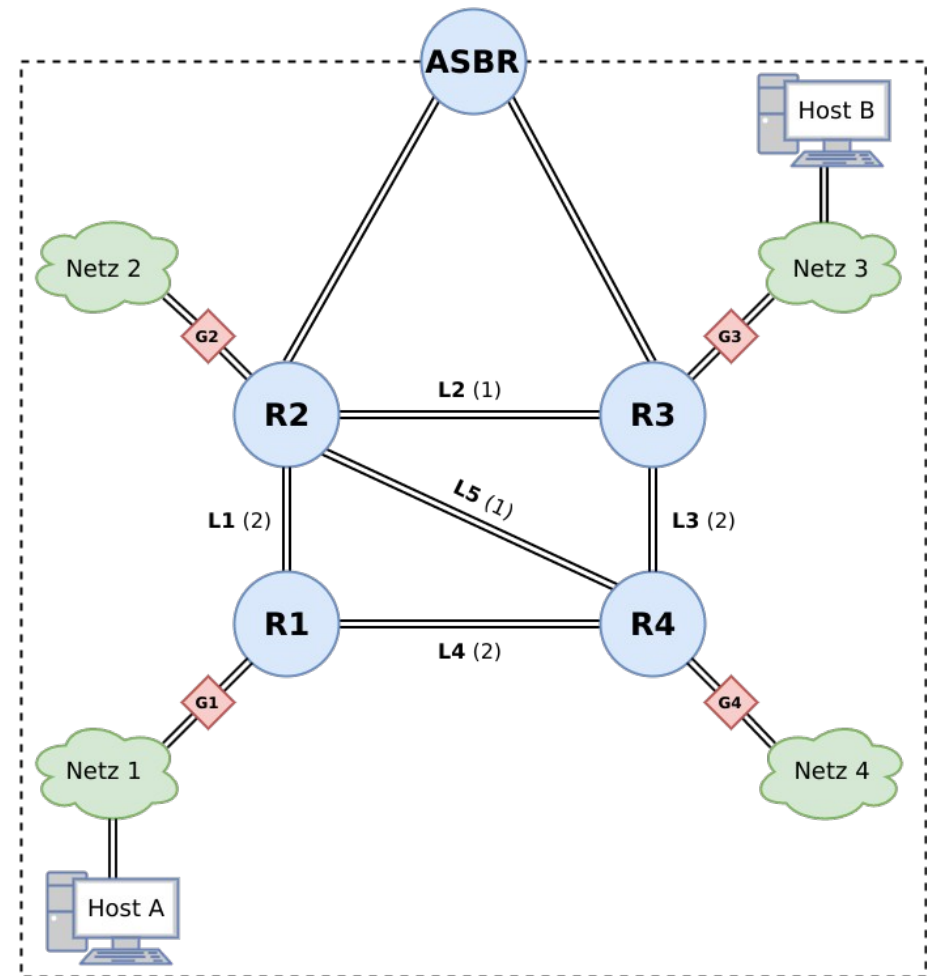


Interior-Gateway-Routing

- Weisen Sie den vier Routern in Abbildung 1 statische Routingtabellen zu. Verfolgen Sie damit den Weg eines Pakets von Host A zu Host B nach. Welche Vor- und Nachteile bietet diese Vorgehensweise?

R3		
N1	L2	3
N2	L2	1
N3	G3	0
N4	L2 L3	2

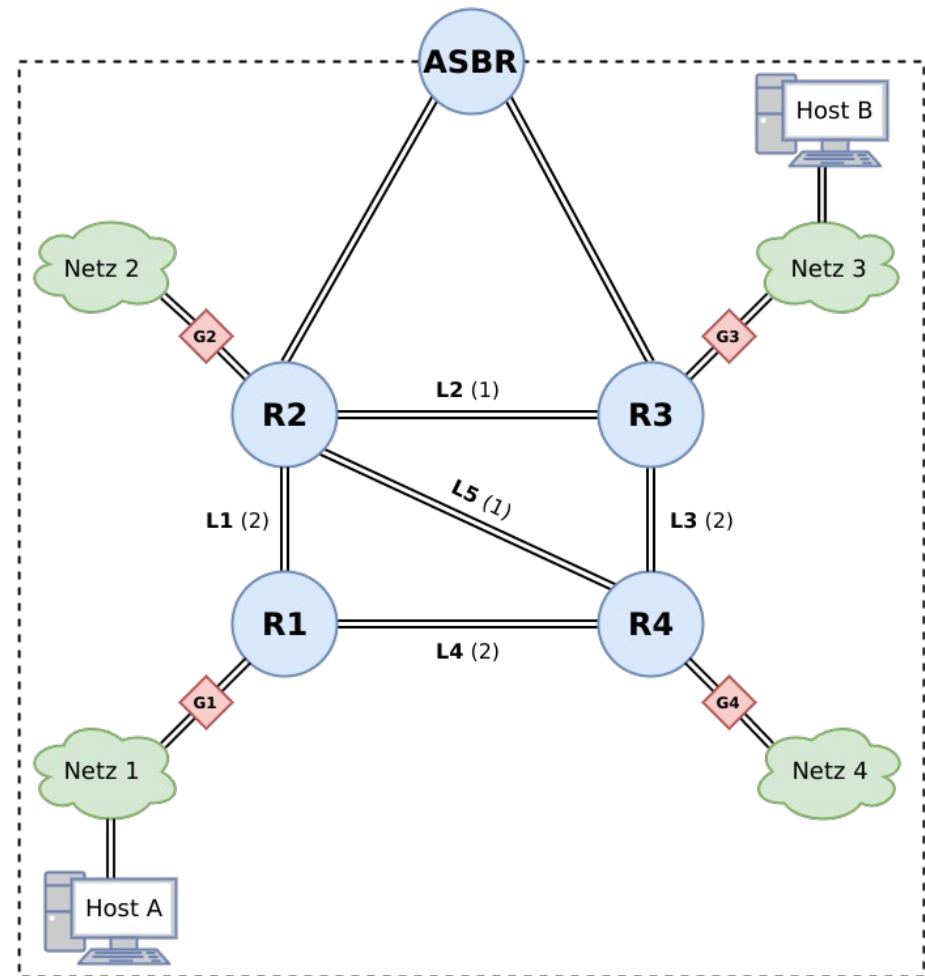
R4		
N1	L4	2
N2	L5	1
N3	L3 L5	2
N4	G4	0



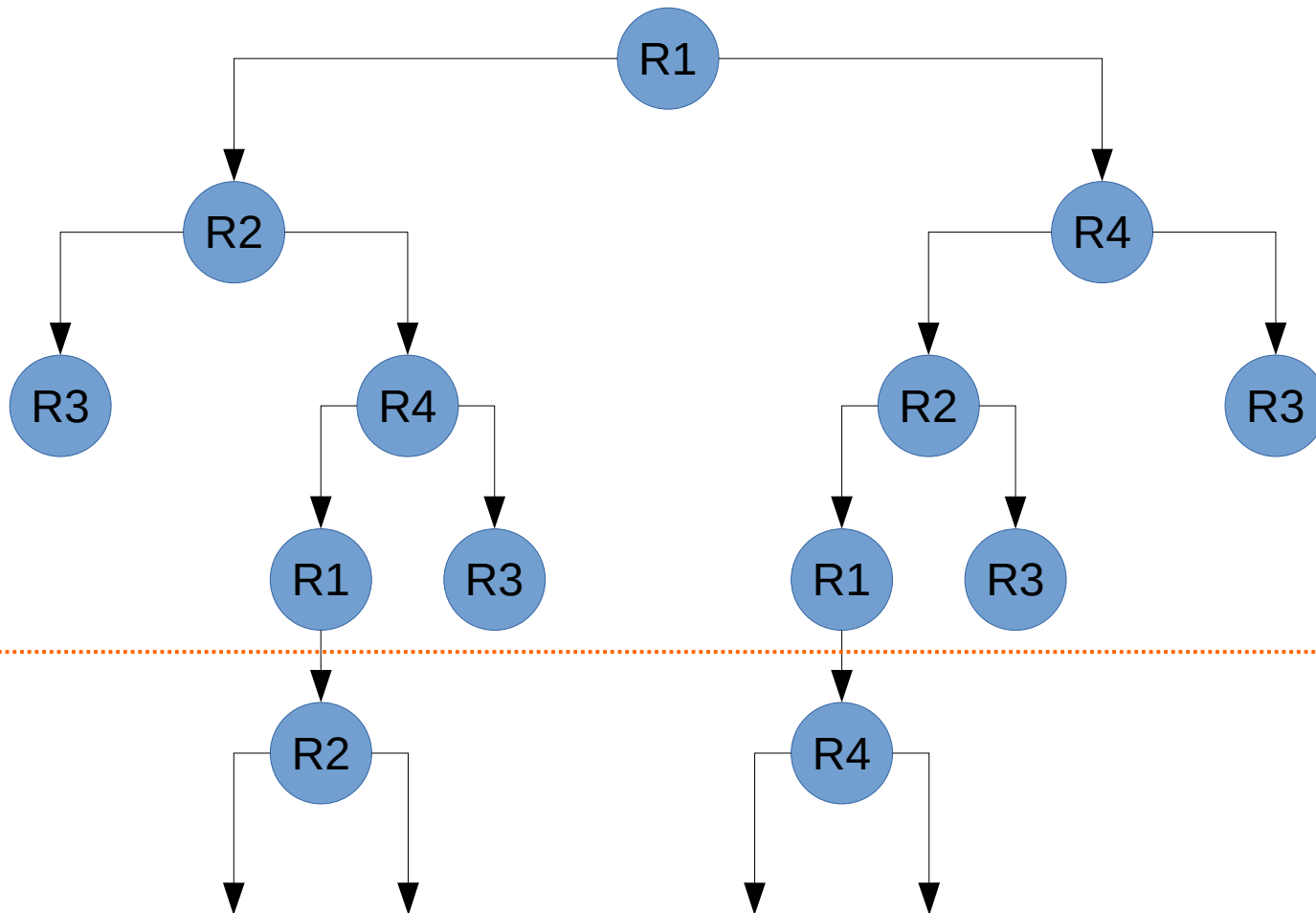
Interior-Gateway-Routing

- Ersetzen Sie die statischen Routingtabellen durch ein dynamisches Flooding-Verfahren nach den folgenden Regeln:
 - Paket für ein fremdes Netz → Kopie auf alle Links weiterleiten, Eingangslink ausnehmen
 - Paket für ein eigenes Netz → nur an das jeweilige Netz weiterleiten

Stellen Sie die Weiterleitung der Pakete als Baumstruktur dar.



Interior-Gateway-Routing



Interior-Gateway-Routing

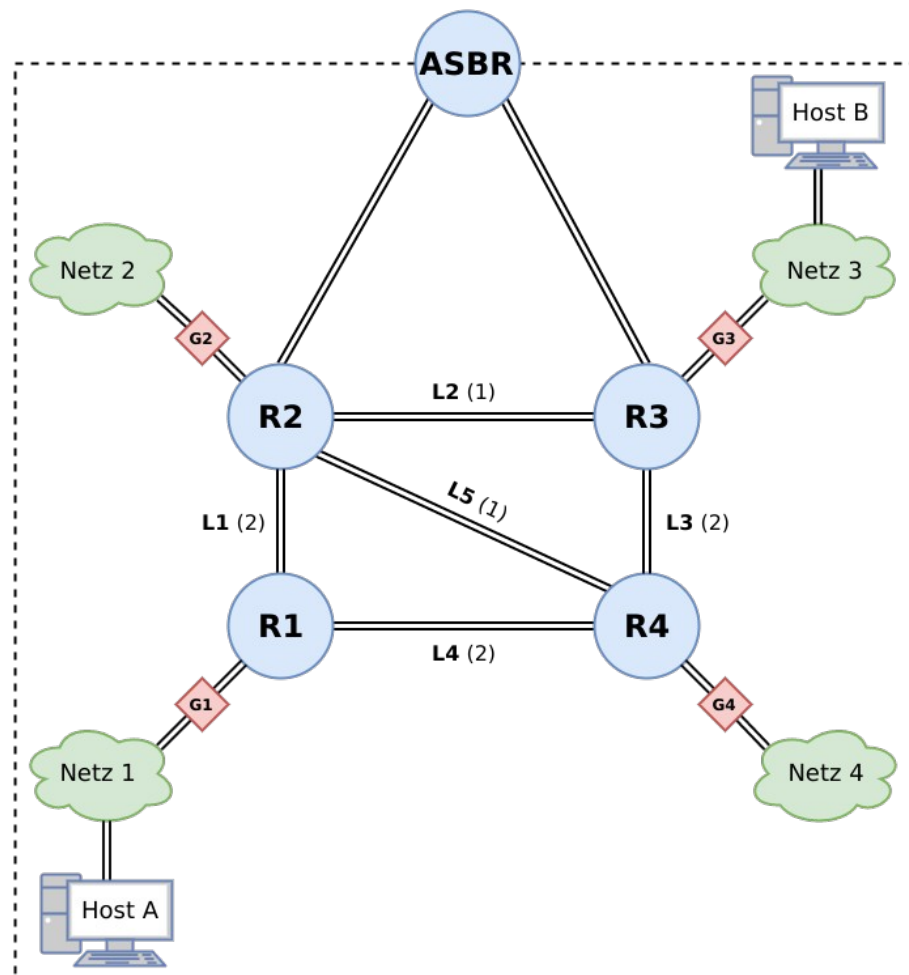
- *Wie funktionieren Distanzvektorverfahren im Allgemeinen? Auf welchem graphentheoretischen Algorithmus basieren sie?*
- Jeder Knoten verfügt nur über eine lokale Sicht auf die Topologie.
- *Bellman-Ford-Algorithmus:*
 - Startknoten S
 - Zu Beginn: Alle Distanzen auf ∞ , alle Vorgänger auf null, Distanz für S auf 0
 - $|V|-1$ -mal iterieren:
 - Über alle Kanten $\{A, B\}$ mit Gewicht g iterieren:
 - Wenn $\text{Distanz}(A) + g < \text{Distanz}(B)$, dann:
$$\text{Distanz}(B) := \text{Distanz}(A) + g$$
$$\text{Vorgänger}(B) := A$$

Interior-Gateway-Routing

- Am Schluss: Noch eine Iteration über alle Kanten → negative Zyklen erkennen
- Komplexität: $\mathcal{O}(n \cdot m)$
- *Erläutern Sie die Funktionsweise des Routing Information Protocols (RIP).*
 - Metrik: Hop-Count
 - Alle 30 Sekunden: Senden der eigenen Routing-Tabelle an die unmittelbaren Nachbarn (Advertisement), Update der kürzesten Wege
 - Beschränkung der Netze auf 15 Hops
 - „ $\infty = 16$ “

Interior-Gateway-Routing

- Stellen Sie die Konvergenz der Routingtabellen in aufeinanderfolgenden Zeitschritten dar:
 - Im 0. Zeitschritt weiß jeder Router nur von den von ihm verwalteten Netzen.
 - In jedem weiteren Zeitschritt erhält jeder Router die aktuellen Routingtabellen seiner Nachbarn und passt seine eigene Tabelle an.
 - Interpretieren Sie die Kantengewichte als Hops über weitere, hier nicht abgebildete Zwischenstationen.



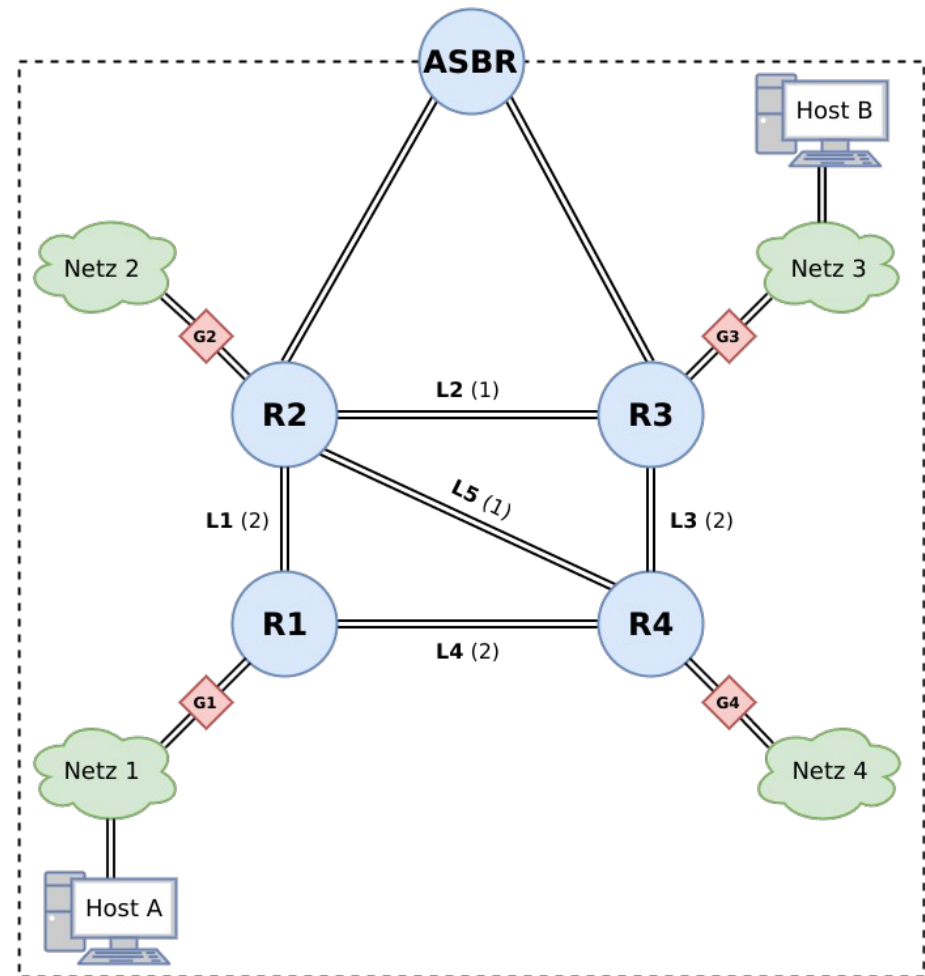
Interior-Gateway-Routing

R1 (t = 0)		
N1	G1	0

R2 (t = 0)		
N2	G2	0

R3 (t = 0)		
N3	G3	0

R4 (t = 0)		
N4	G4	0



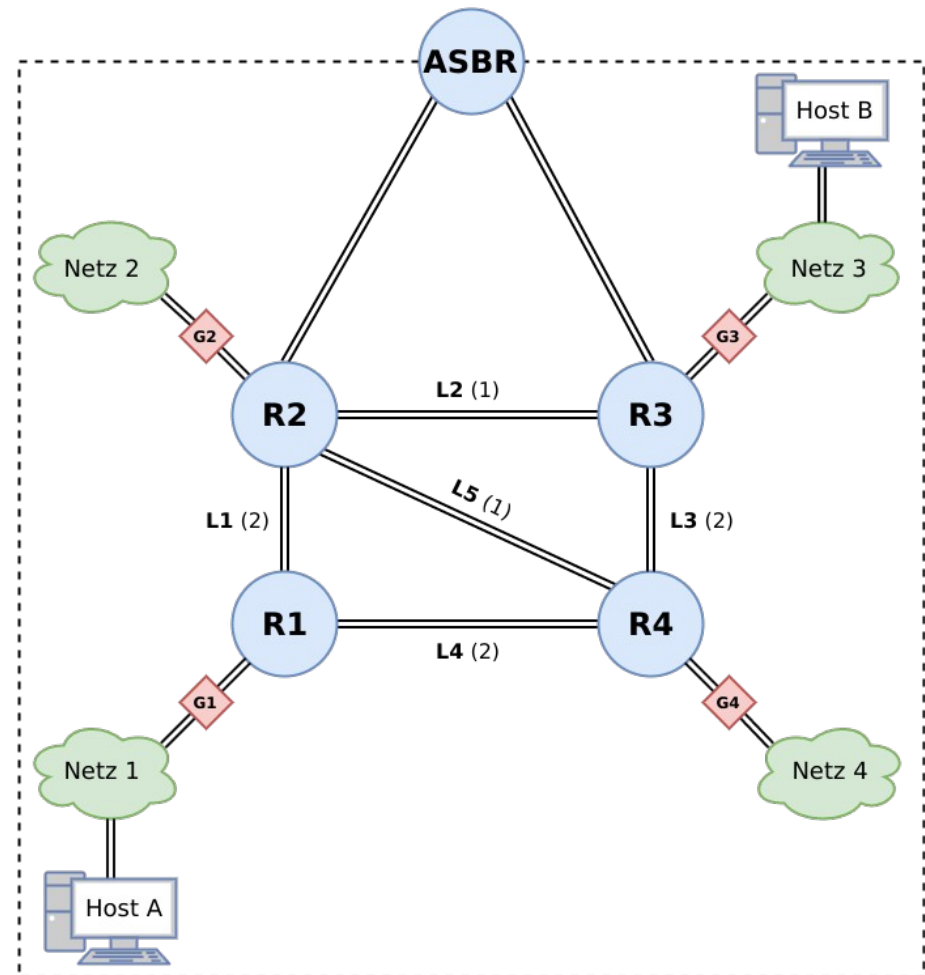
Interior-Gateway-Routing

R1 (t = 1)		
N1	G1	0

R2 (t = 1)		
N2	G2	0
N3	L2	1
N4	L5	1

R3 (t = 1)		
N2	L2	1
N3	G3	0

R4 (t = 1)		
N2	L5	1
N4	G4	0



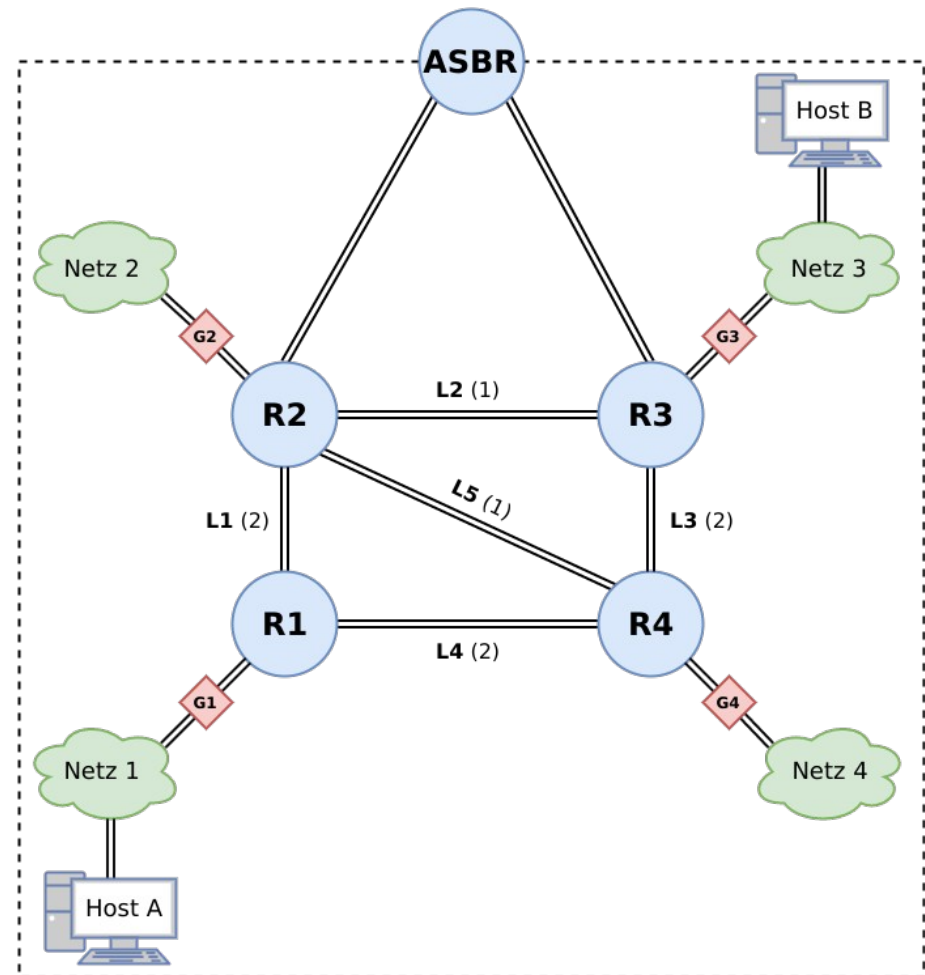
Interior-Gateway-Routing

R1 (t = 2)		
N1	G1	0
N2	L1	2
N4	L4	2

R2 (t = 2)		
N1	L1	2
N2	G2	0
N3	L2	1
N4	L5	1

R3 (t = 2)		
N2	L2	1
N3	G3	0
N4	L2 L3	2

R4 (t = 2)		
N1	L4	2
N2	L5	1
N3	L3 L5	2
N4	G4	0



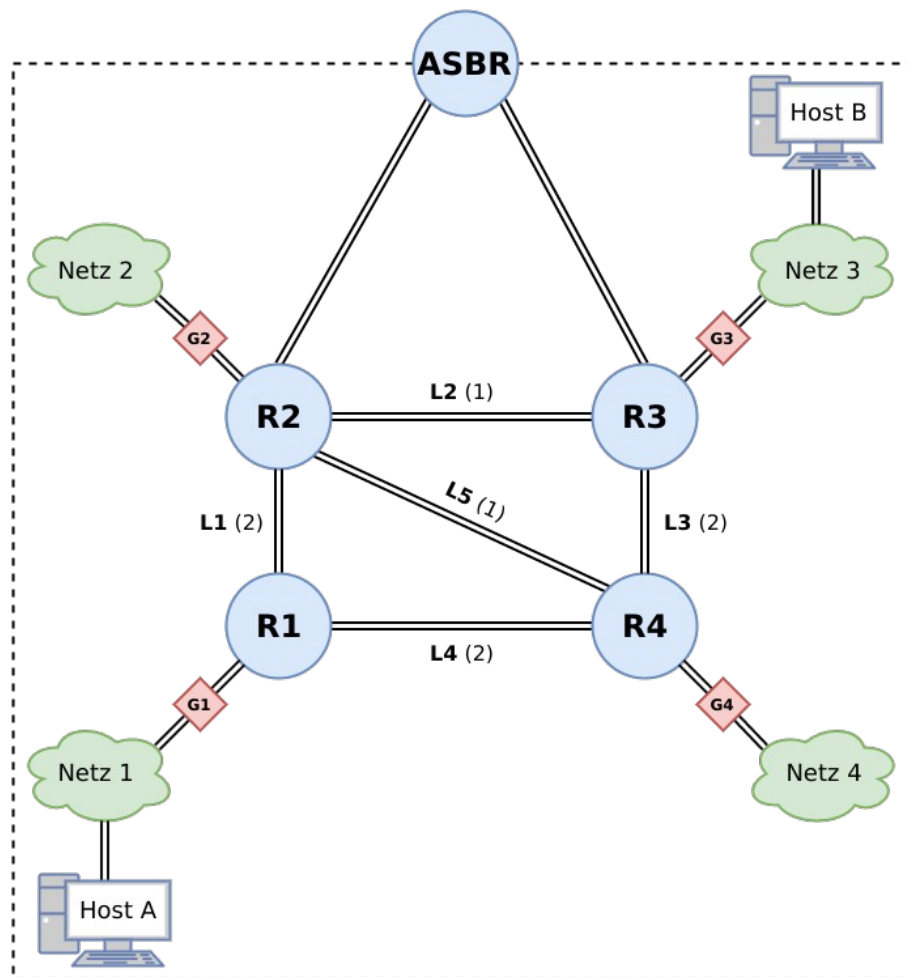
Interior-Gateway-Routing

R1 (t = 3)		
N1	G1	0
N2	L1	2
N3	L1	3
N4	L4	2

R2 (t = 3)		
N1	L1	2
N2	G2	0
N3	L2	1
N4	L5	1

R3 (t = 3)		
N1	L2	3
N2	L2	1
N3	G3	0
N4	L2 L3	2

R4 (t = 3)		
N1	L4	2
N2	L5	1
N3	L3 L5	2
N4	G4	0



Interior-Gateway-Routing

- *Wie viel Zeit vergeht bis zur Konvergenz? Wie sieht das allgemeine Worst-Case-Szenario aus?*
- *Erläutern Sie das Count-to-Infinity-Problem, das im Zusammenhang mit dem RIP auftritt. Welche Gegenmaßnahmen können ergriffen werden? Wie wirkungsvoll sind sie?*

