



Übersicht – Übung 4

Wiederholung / Hausaufgabe Bit-Stuffing

IPv4

Router

Interior-Gateway-Routing:

→ Im Allgemeinen

→ Distanzvektorverfahren (RIP)



HDLC

- Bit-Stuffing:
 - Beispiel: ASCII-Texte
 - 0x7E: ~ (Tilde)
 - Und sonst?
 - *Stellen Sie das Payload-Feld eines HDLC-Frames „on the wire“ dar, der folgende Nachricht enthält:*

Ermäßigung? Nö!

→ ISO-8859-1 (Latin-1)

→ niederwertigstes Bit (LSB)
immer zuerst

Scan-code	ASCII hex dez	Zeichen	Scan-code	ASCII hex dez	Zch.	Scan-code	ASCII hex dez	Zch.	Scan-code	ASCII hex dez	Zch.
	00 0	NUL ^@		20 32	SP		40 64	@	0D	60 96	.
	01 1	SOH ^A	02	21 33	!	1E	41 65	A	1E	61 97	a
	02 2	STX ^B	03	22 34	"	30	42 66	B	30	62 98	b
	03 3	ETX ^C	29	23 35	#	2E	43 67	C	2E	63 99	c
	04 4	EOT ^D	05	24 36	\$	20	44 68	D	20	64 100	d
	05 5	ENQ ^E	06	25 37	%	12	45 69	E	12	65 101	e
	06 6	ACK ^F	07	26 38	&	21	46 70	F	21	66 102	f
	07 7	BEL ^G	0D	27 39	'	22	47 71	G	22	67 103	g
0E	08 8	BS ^H	09	28 40	(	23	48 72	H	23	68 104	h
0F	09 9	TAB ^I	0A	29 41	)	17	49 73	I	17	69 105	i
	0A 10	LF ^J	1B	2A 42	*	24	4A 74	J	24	6A 106	j
	0B 11	VT ^K	1B	2B 43	+	25	4B 75	K	25	6B 107	k
	0C 12	FF ^L	33	2C 44	,	26	4C 76	L	26	6C 108	l
1C	0D 13	CR ^M	35	2D 45	-	32	4D 77	M	32	6D 109	m
	0E 14	SO ^N	34	2E 46	.	31	4E 78	N	31	6E 110	n
	0F 15	SI ^O	08	2F 47	/	18	4F 79	O	18	6F 111	o
	10 16	DLE ^P	0B	30 48	0	19	50 80	P	19	70 112	p
	11 17	DC1 ^Q	02	31 49	1	10	51 81	Q	10	71 113	q
	12 18	DC2 ^R	03	32 50	2	13	52 82	R	13	72 114	r
	13 19	DC3 ^S	04	33 51	3	1F	53 83	S	1F	73 115	s
	14 20	DC4 ^T	05	34 52	4	14	54 84	T	14	74 116	t
	15 21	NAK ^U	06	35 53	5	16	55 85	U	16	75 117	u
	16 22	SYN ^V	07	36 54	6	2F	56 86	V	2F	76 118	v
	17 23	ETB ^W	08	37 55	7	11	57 87	W	11	77 119	w
	18 24	CAN ^X	09	38 56	8	2D	58 88	X	2D	78 120	x
	19 25	EM ^Y	0A	39 57	9	2C	59 89	Y	2C	79 121	y
	1A 26	SUB ^Z	34	3A 58	:	15	5A 90	Z	15	7A 122	z
01	1B 27	Esc ^[	33	3B 59	;		5B 91	[		7B 123	{
	1C 28	FS ^\	2B	3C 60	<		5C 92	\		7C 124	|
	1D 29	GS ^]	0B	3D 61	=		5D 93	]		7D 125	}
	1E 30	RS ^^	2B	3E 62	>	29	5E 94	^		7E 126	~
	1F 31	US ^_	0C	3F 63	?	35	5F 95	_	53	7F 127	DEL

Latin-1(ä) = E4

Latin-1(ß) = DF

Latin-1(ö) = F6



HDLC

10100010	01001110	10110110	00100111
E	r	m	ä

11111011	10010110	11100110	10101110
ß	i	g	u

01110110	11100110	11111100	00000100
n	g	?	

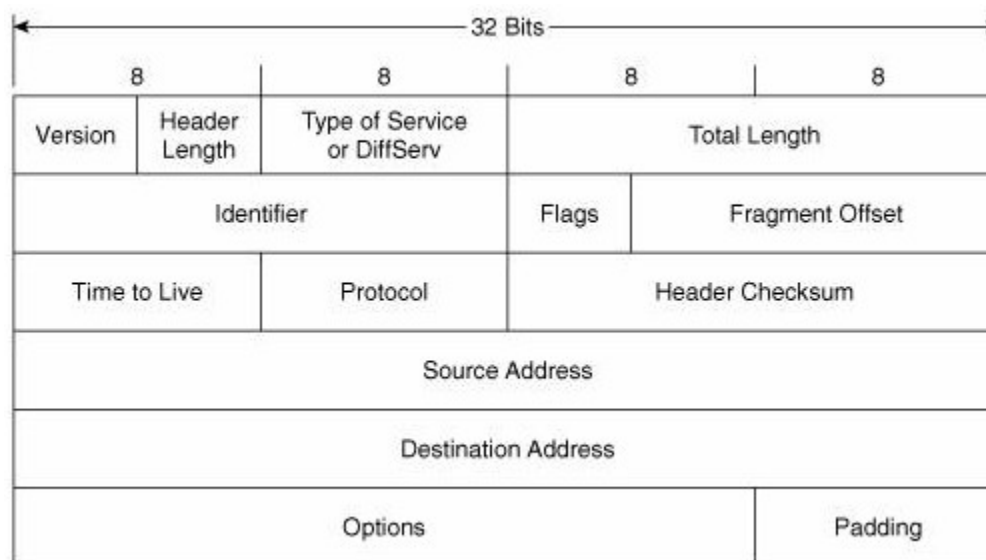
01110010	01101111	10000100
N	ö	!

HDLC

10100010	01001110	10110110	00100111
11011101	11001011	01110011	01010111
00111011	01110011	01111101	00000001
00011100	10011011	11100000	100

IPv4

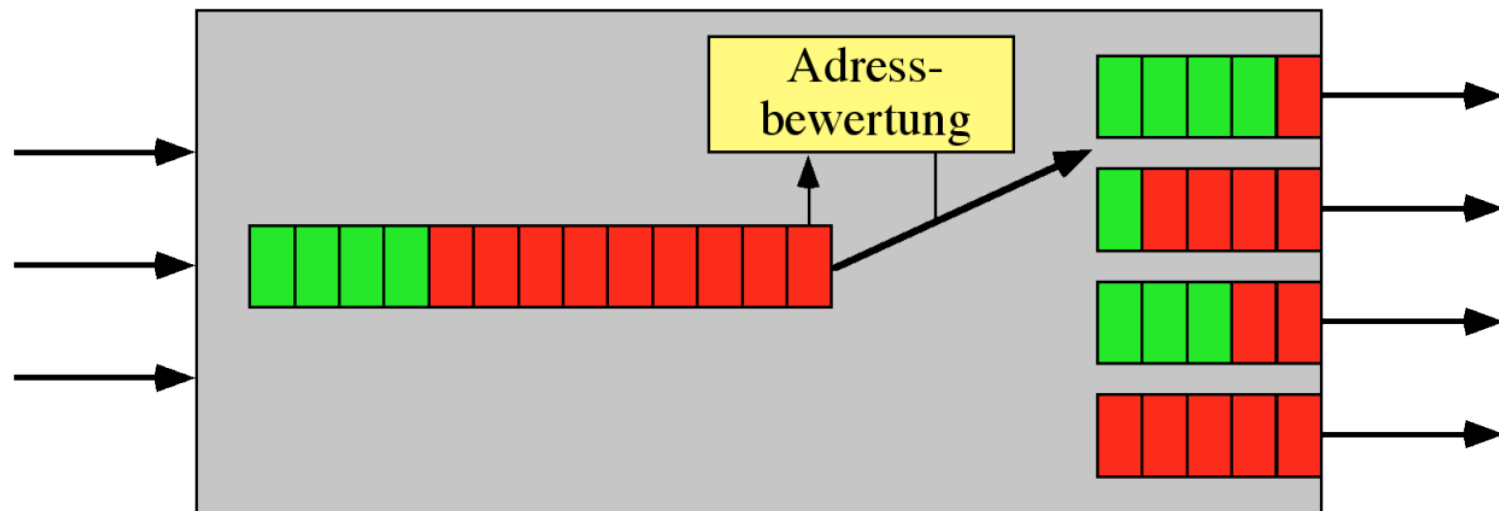
- *Auf welcher OSI-Schicht operiert das „Internet Protocol“?*
- *Erläutern Sie die Felder im IPv4-Header.*



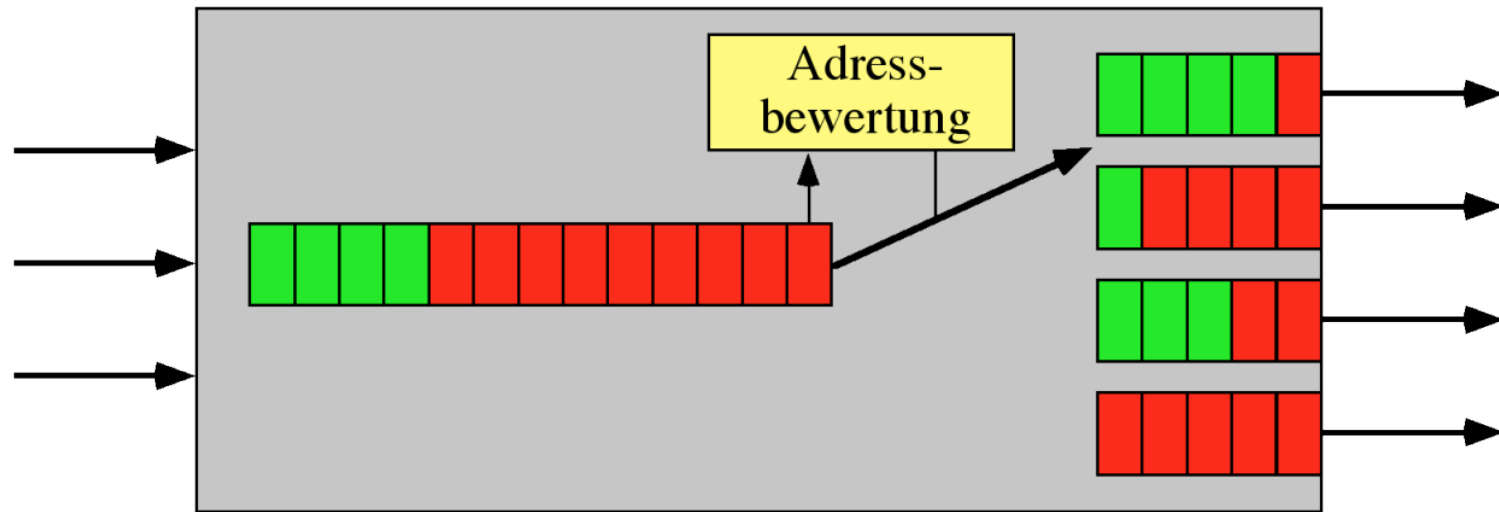
<https://advancedinternettechnologies.files.wordpress.com/2012/01/ipv4-header.png>

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



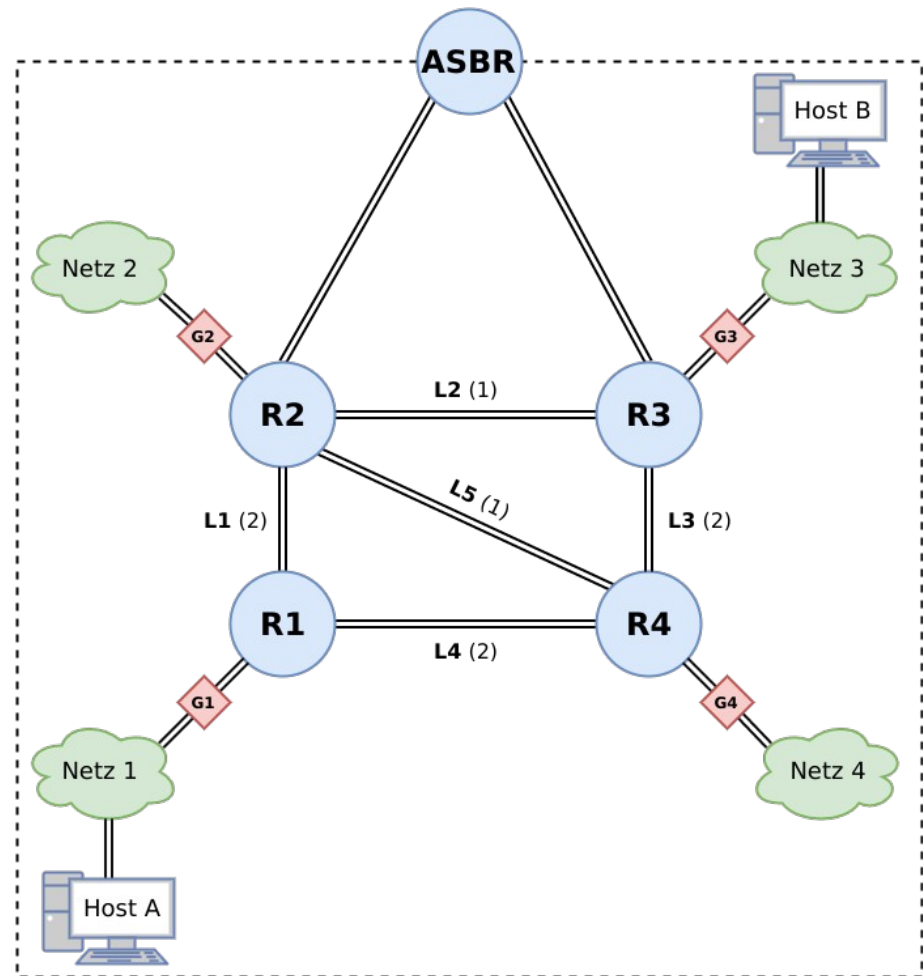
- Warteschlangen / Queues (FIFO)
- Für Router besonders wichtige Felder im IP-Header:
Zieladresse, Header- / Paketlänge, TTL, FCS (nur Header), ToS / DSCP
- Intern: Pointer auf Pakete
- DMA

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

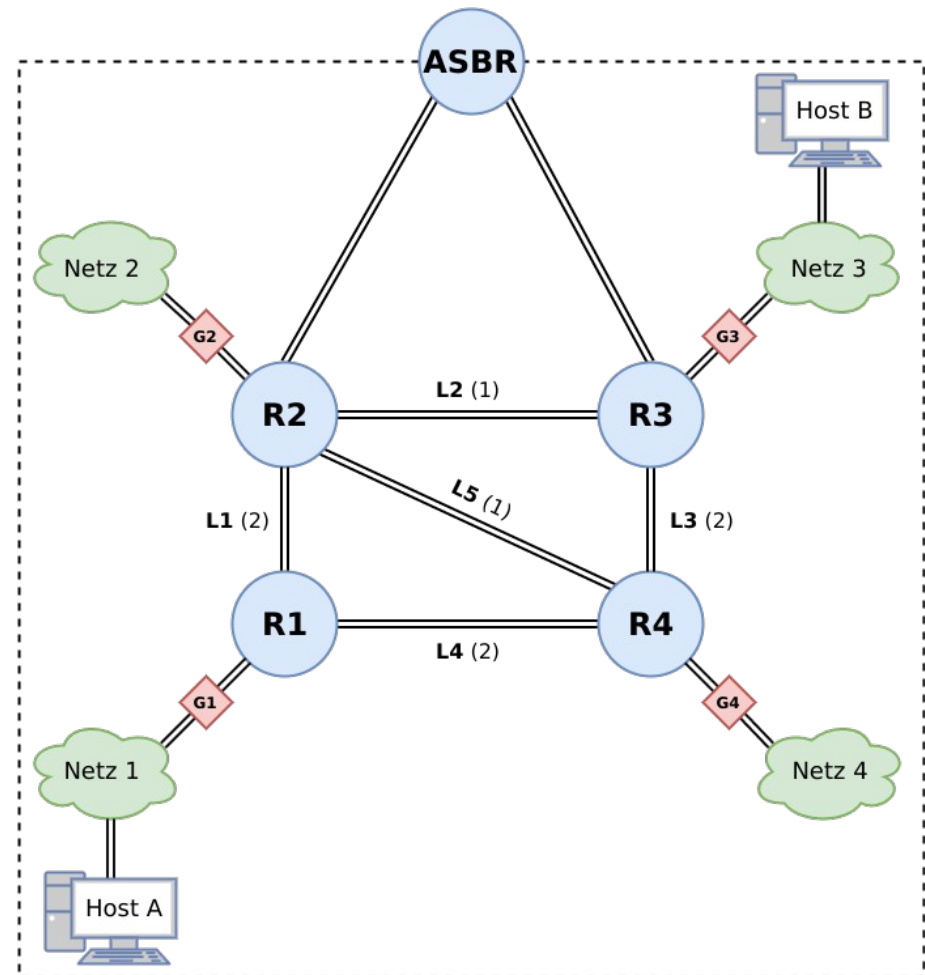
Interior-Gateway-Routing

- *Autonomous System (AS)*
- *Host A aus Netz 1 möchte ein Paket an Host B in Netz 3 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 $g: E \rightarrow \mathbb{R}$



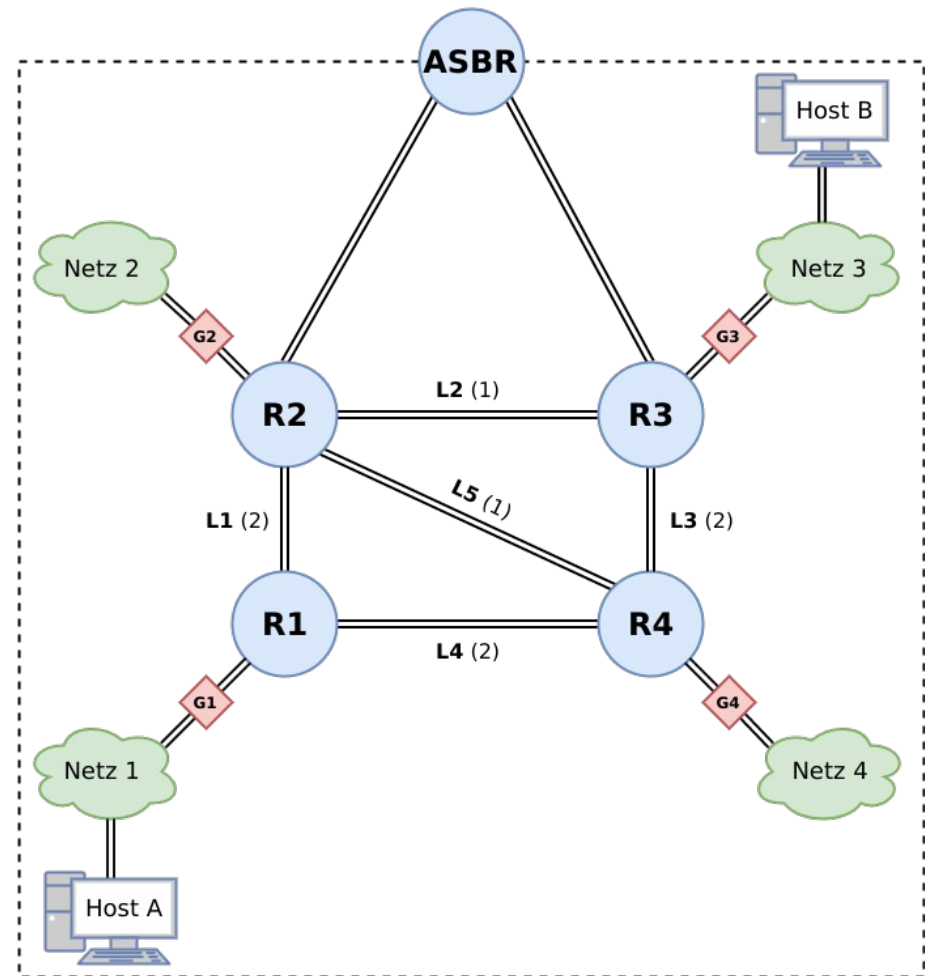
Interior-Gateway-Routing

- *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

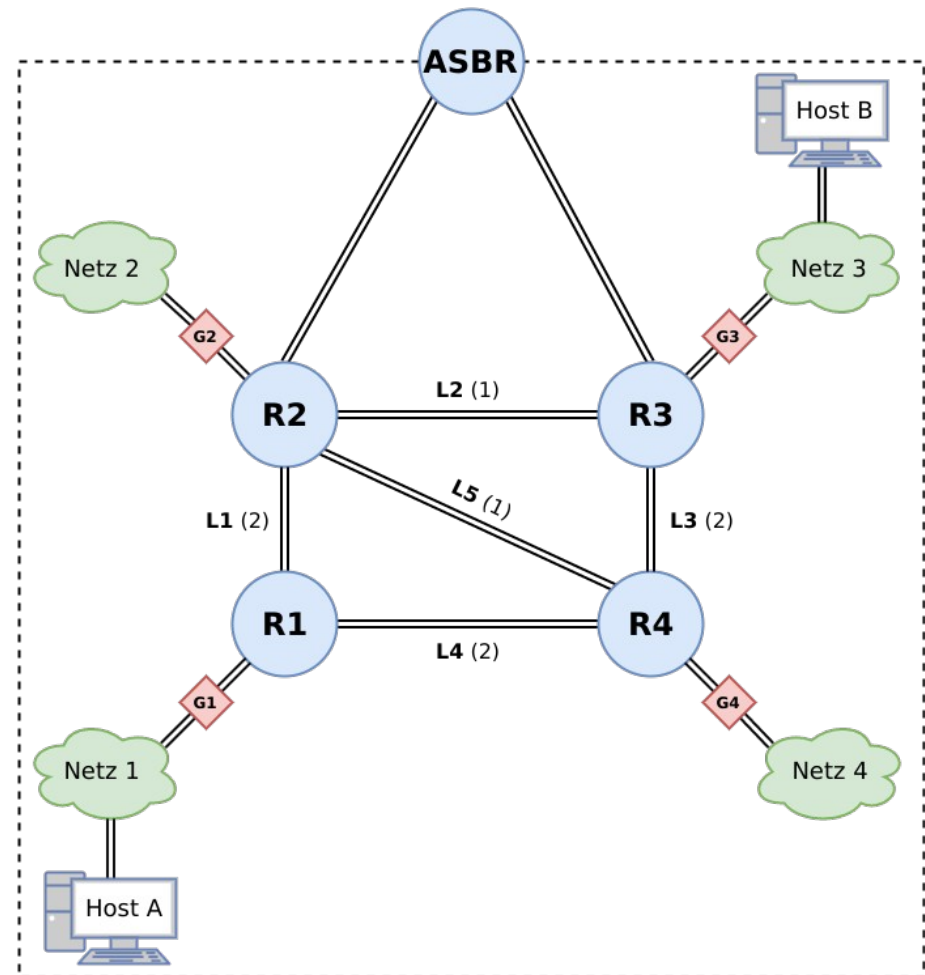


Interior-Gateway-Routing

- 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

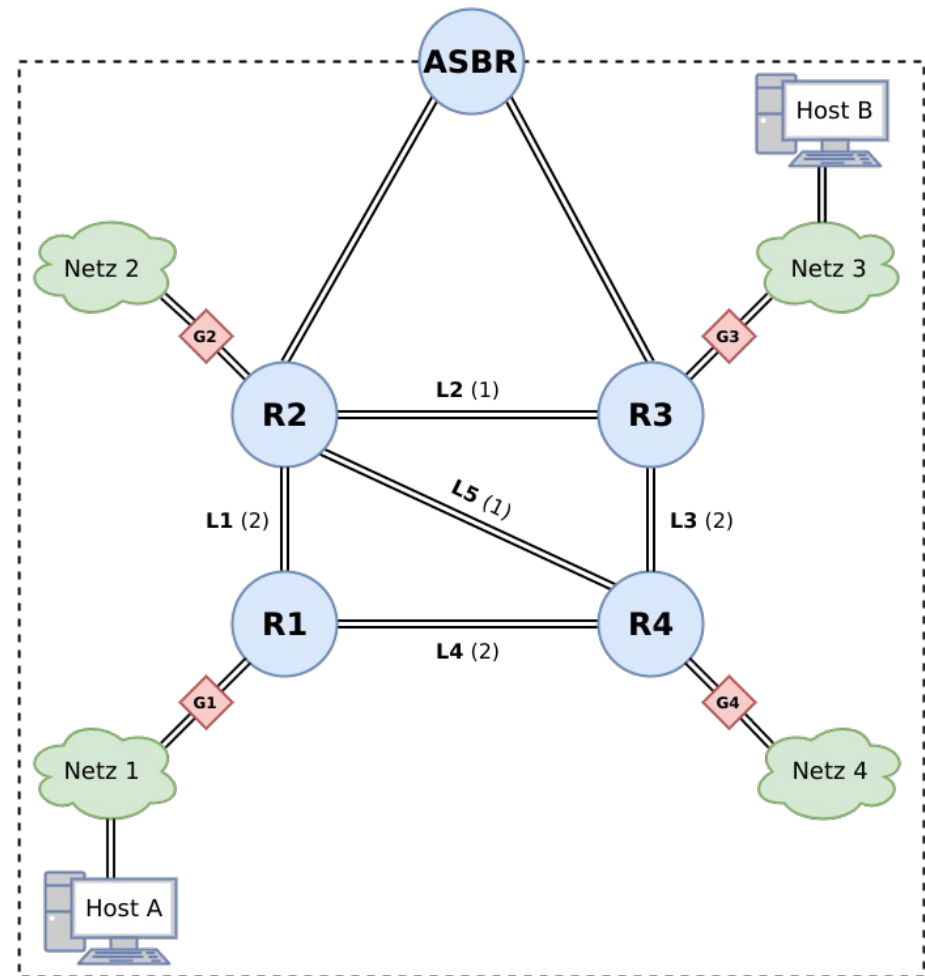


Interior-Gateway-Routing

- 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

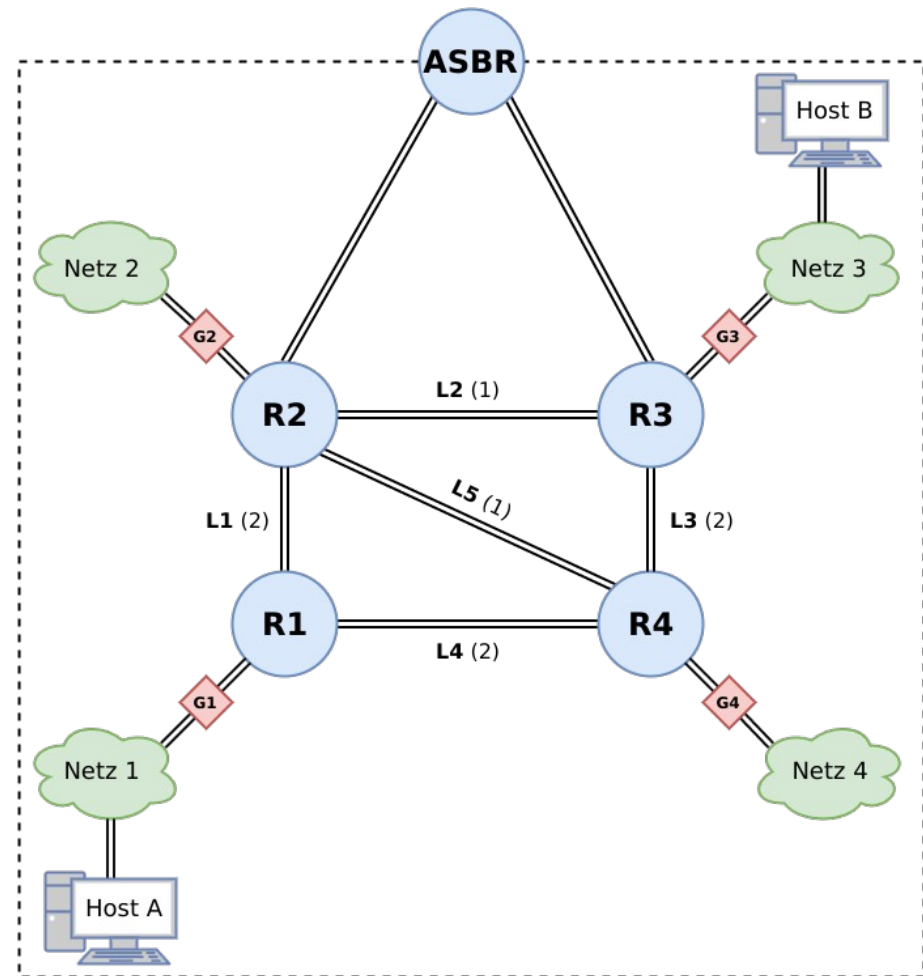
R4		
N1	L4	2
N2	L5	1
N3	L3 L5	2
N4	G4	0



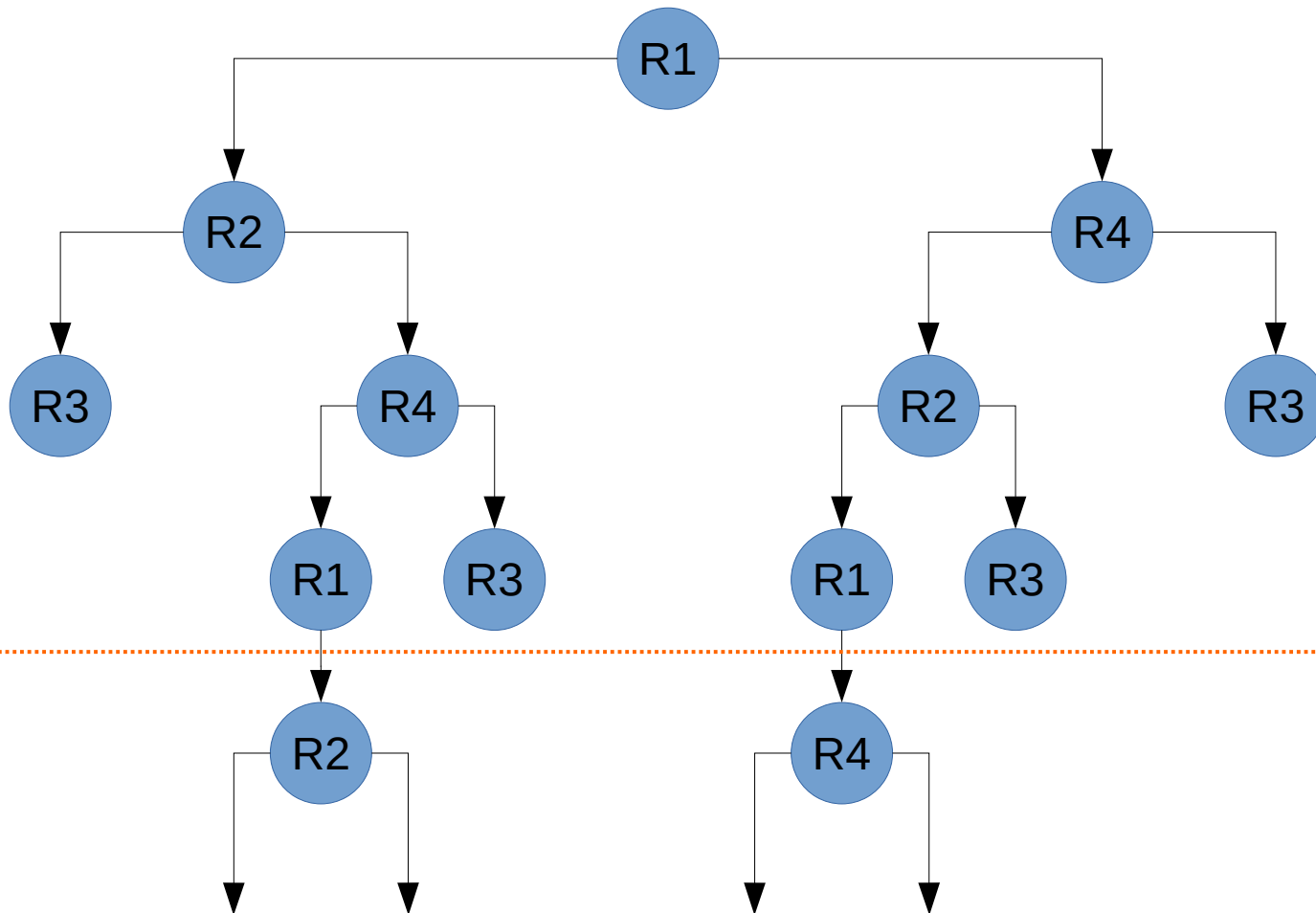
Interior-Gateway-Routing

- 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

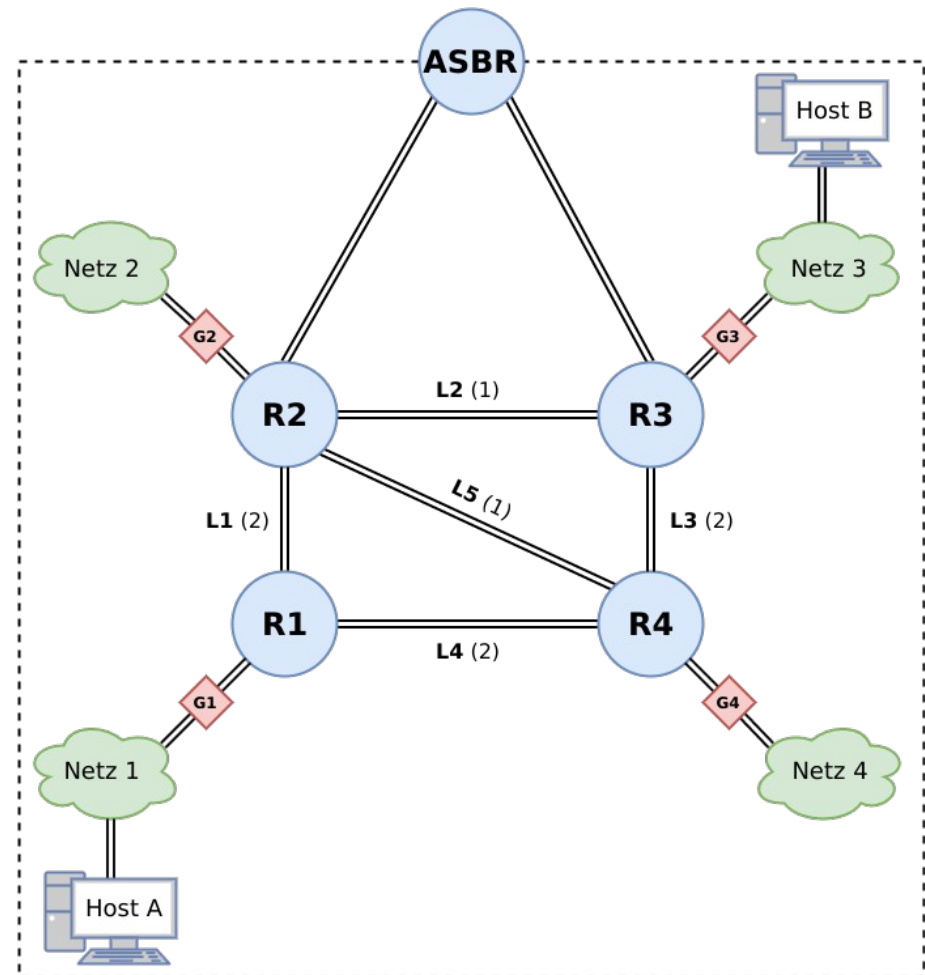
- *Wie funktionieren Distanzvektorverfahren im Allgemeinen? Auf welchem graphentheoretischen Algorithmus basieren sie?*
- Jeder Knoten verfügt nur über eine lokale Sicht auf die Topologie.
- *Bellman-Ford-Algorithmus:*
 - Startknoten S
 - Zu Beginn: Alle Distanzen auf ∞ , alle Vorgänger auf null, Distanz 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.



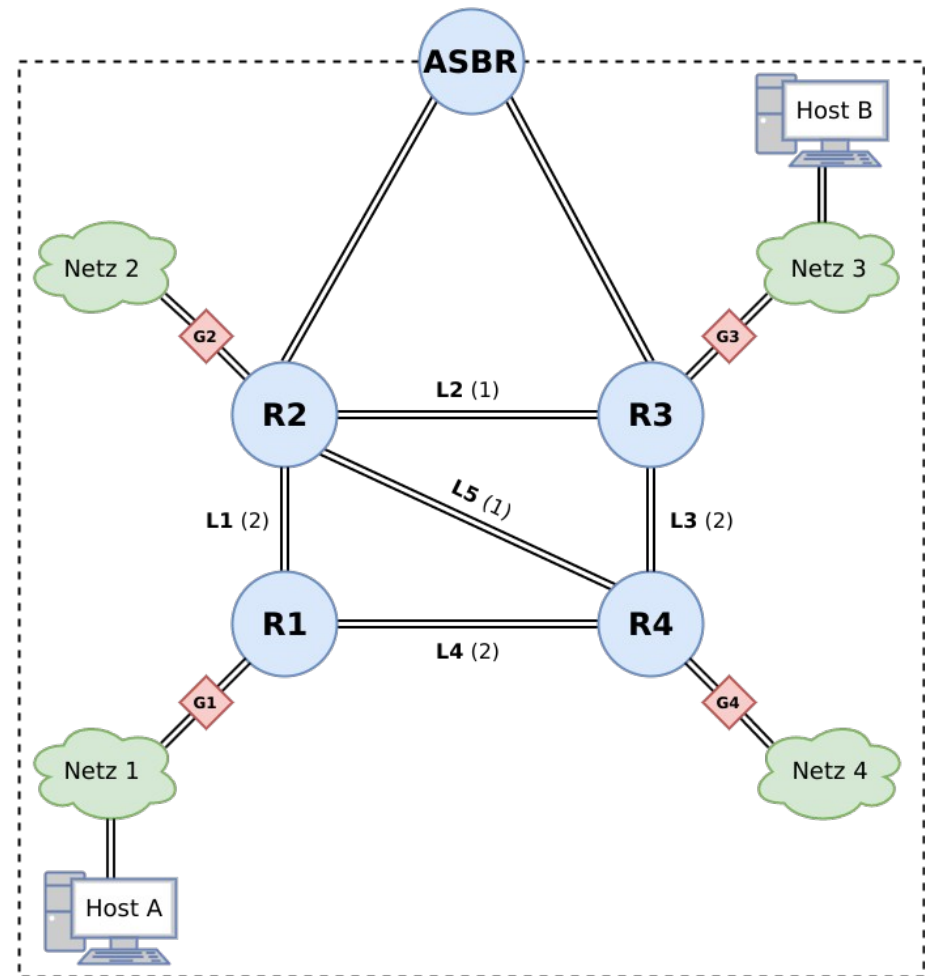
Interior-Gateway-Routing

R1 (t = 0)		
N1	G1	0

R2 (t = 0)		
N2	G2	0

R3 (t = 0)		
N3	G3	0

R4 (t = 0)		
N4	G4	0



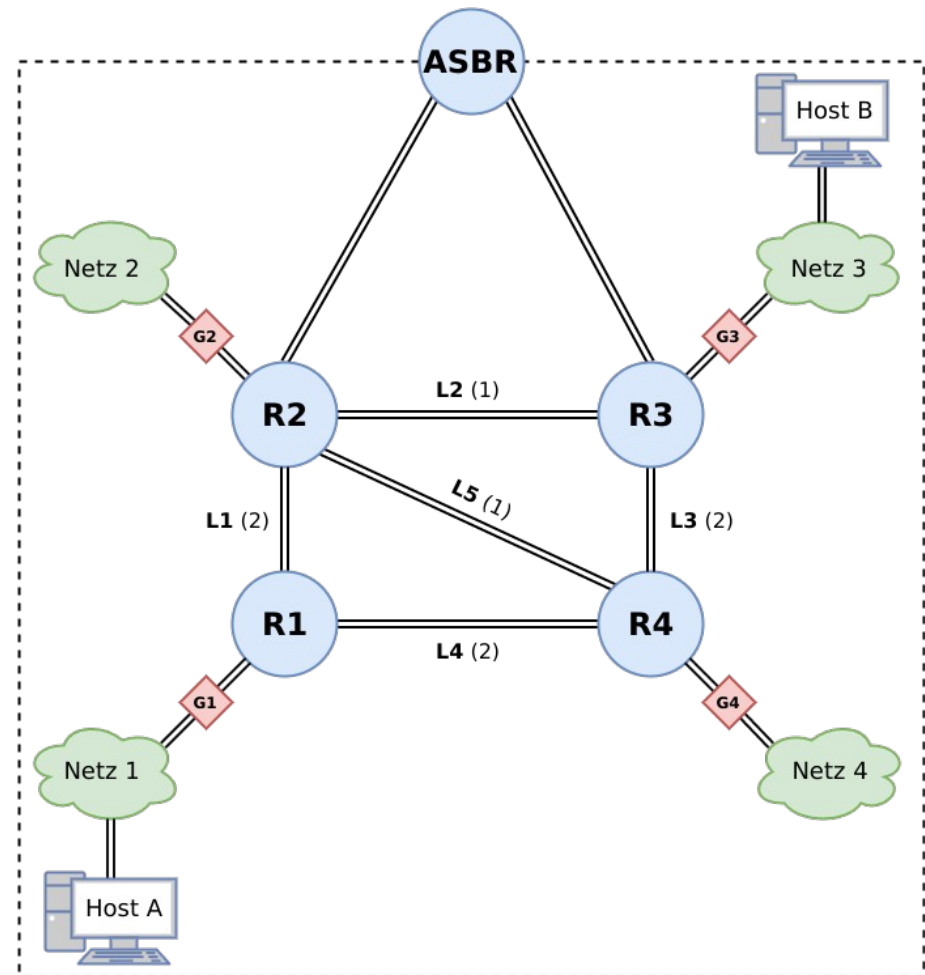
Interior-Gateway-Routing

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



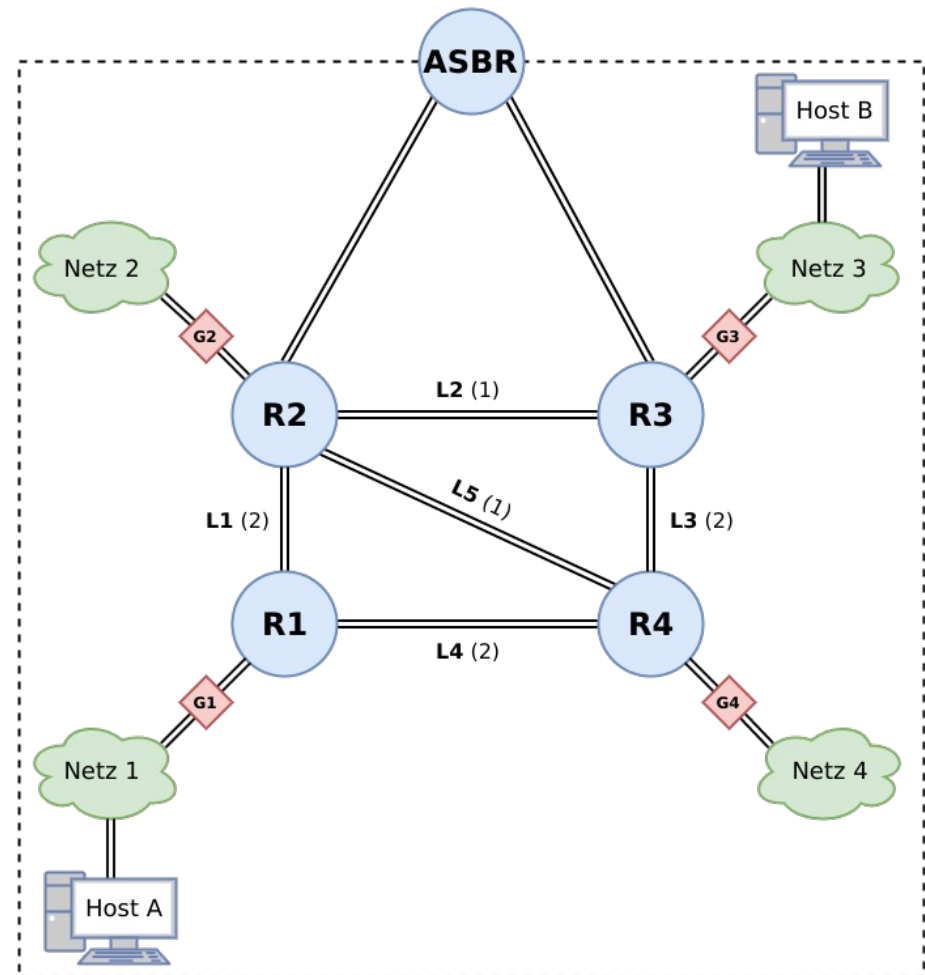
Interior-Gateway-Routing

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



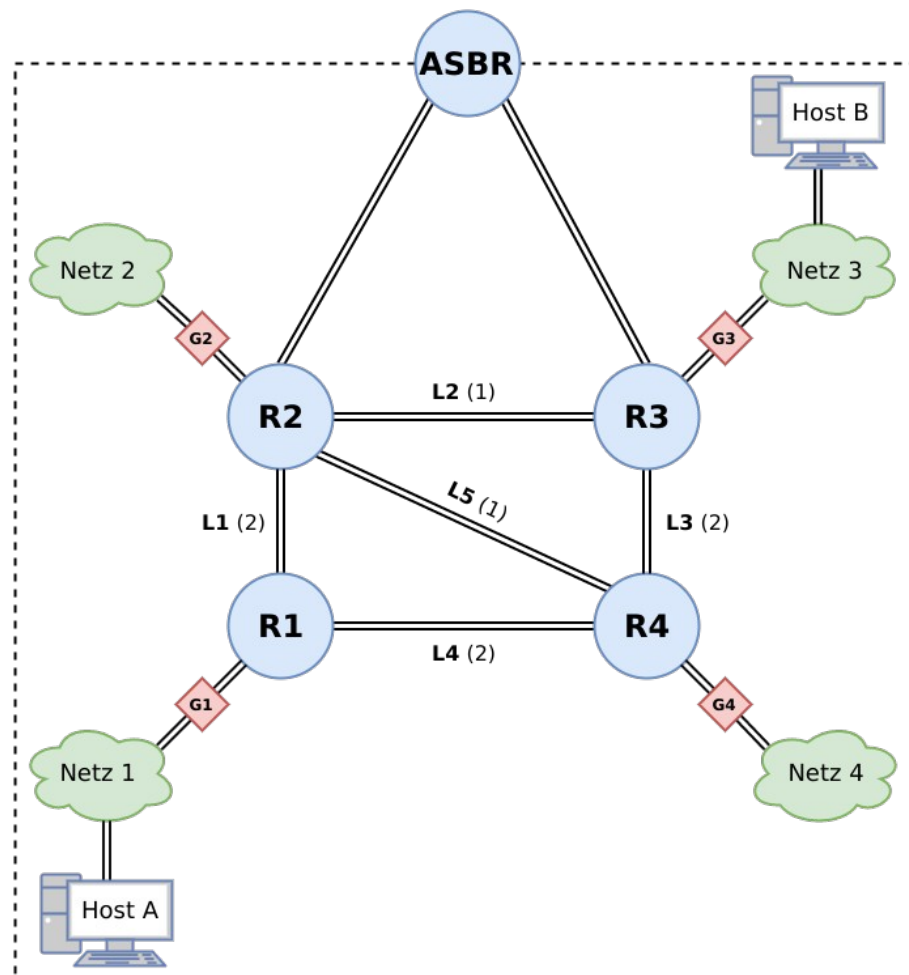
Interior-Gateway-Routing

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?*

