

ROUTING PERFORMANCE LCOS 10.94

Dieses Techpaper ermöglicht einen Überblick über die Leistungsfähigkeit der R&S®LANCOM Router. Dafür werden die Router, die typischerweise als CPE- bzw. Filial-Geräte eingesetzt werden sowie die VPN-Gateways der ISG-Serien, die typischerweise als Zentral-Geräte eingesetzt werden, bezüglich Routing- und VPN/IPSec-Performance dargestellt.

Zur übersichtlichen Darstellung der Testergebnisse und damit besserer Vergleichbarkeit der Performance sind Geräte in [Kategorien mit ähnlicher Hardware-Ausstattung](#) zusammengefasst.

Die dargestellten Performancewerte sind insbesondere geeignet, die unterschiedlichen Gerätekategorien miteinander vergleichen zu können. Sie erlauben auch einen Rückschluss darauf, welche Performance in einem realen Einsatz zu erwarten ist. Diese kann jedoch vom Techpaper abweichen, z.B. weil Gerätekonfiguration, Netzwerk-Umgebung oder die Messung selbst anders sind.

ROUTING PERFORMANCE LCOS 10.94

INHALTSÜBERSICHT

03 Definition von Performance und zugehörige Messaufbauten

- 03 Performance UDP
- 04 Messaufbau UDP
- 04 Definition Messwerte UDP
- 05 Performance TCP
- 05 Messaufbau TCP
- 06 Definition Messwerte TCP
- 06 Allgemeine Hinweise vRouter

07 Kategorie-Zuordnung der im Test verwendeten Geräte (DUT) zur besseren Übersicht der Messergebnisse

08 UDP-Messwerte für alle Geräte

- 08 Tabelle 01 - WAN-LAN-Routing / IMIX
- 08 Tabelle 02 - LAN-WAN-Routing / IMIX
- 09 Tabelle 03 - LAN-LAN-Routing / IMIX
- 10 Tabelle 04 - IPsec 1 Tunnel AES-GCM über WAN - Decryption
- 10 Tabelle 05 - IPsec 1 Tunnel AES-GCM über WAN - Encryption
- 10 Tabelle 06 - IPsec 1 Tunnel AES-GCM über WAN - Decryption / Encryption IMIX

11 UDP-Messwerte für Geräte mit 10G-Interfaces

- 11 Tabelle 07 - IPsec 10 Tunnel AES-GCM über LAN - Decryption
- 11 Tabelle 08 - IPsec 10 Tunnel AES-GCM über LAN - Encryption
- 11 Tabelle 09 - IPsec 10 Tunnel AES-GCM über LAN - Decryption / Encryption IMIX
- 12 Tabelle 10 - IPsec 10 Tunnel AES-GCM über WAN - Decryption
- 12 Tabelle 11 - IPsec 10 Tunnel AES-GCM über WAN - Decryption
- 12 Tabelle 12 - IPsec 10 Tunnel AES-GCM über WAN - Decryption / Encryption IMIX

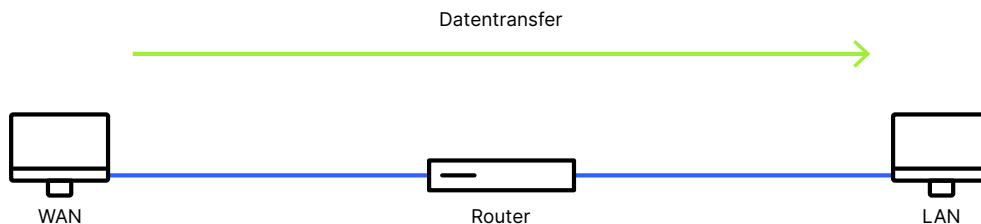
13 TCP-Messwerte für alle Geräte

- 13 Tabelle 13 - iPerf single DUT Routing
- 13 Tabelle 14 - HTTP single DUT Routing
- 13 Tabelle 15 - iPerf DUT2DUT WAN-Routing
- 14 Tabelle 16 - iPerf DUT2DUT WAN-Routing über VPN
- 14 Tabelle 17 - HTTP DUT2DUT WAN-Routing
- 14 Tabelle 18 - HTTP DUT2DUT WAN-Routing über VPN

ROUTING PERFORMANCE LCOS 10.94

Definition von Performance und zugehörige Messaufbauten

Performance UDP



Bei UDP erfolgt der Versand von IP-Datagrammen verbindungslos – unter Umständen auch als fortlaufender Datenstrom. Im Gegensatz zu TCP existieren dabei keine protokollinternen Mechanismen, die die erfolgreiche Übertragung einzelner Datagramme garantieren oder bestätigen. Ebenso fehlt eine Anpassung der Senderate an die Eigenschaften des Übertragungswegs (z. B. Leitungen oder Geräte).

Für die Messung der UDP-Performance bedeutet dies, dass nicht die zuverlässige Übertragung selbst, sondern das Messverfahren deren Verhalten abbilden muss. Üblicherweise erfolgt dies mittels eines Suchverfahrens, das die höchstmögliche Senderate (in konstanten Paketen pro Sekunde) ermittelt, bei der die Paketverluste auf der Empfangsseite unterhalb einer definierten Schwelle bleiben. In den im Techpaper dargestellten Messungen liegt diese Zielschwelle generell bei 1 %.

Bei der manuellen Nachbildung beginnt man mit einer niedrigen Senderate und erhöht sie schrittweise, bis die auf der Empfangsseite beobachteten Verluste die definierte Schwelle überschreiten.

Wichtig: Es ist nicht zulässig, einfach eine deutlich zu hohe Senderate zu wählen und anschließend lediglich auszuwerten, was auf der Empfangsseite noch ankommt.

Zu beachten ist, dass nicht nur das Gerät selbst, sondern auch die verwendeten Interfaces und Leitungen die messbare Performance begrenzen können. Dies zeigt sich insbesondere bei den UDP-Messungen: Während sich die Messergebnisse bei kleineren Frames bzw. Paketen noch deutlich zwischen den verschiedenen Gerätekategorien unterscheiden, gleichen sie sich bei größeren weitgehend an.

Bei der Nutzung von UDP-Paketgeneratoren sind folgende Vorgaben zu beachten:

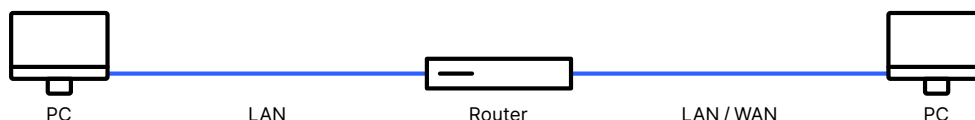
- ▶ Gleichmäßige Sendeweise: Alle Pakete müssen mit der zu untersuchenden Paket- bzw. Frame-Rate gleichmäßig gesendet werden – nicht in Bursts.
- ▶ Angepasste Paketgröße: Die Paketgröße sollte zur MTU (Maximum Transfer Unit) der Strecke passen, sodass das zu untersuchende Gerät keine zusätzliche Fragmentierung vornehmen muss. Wichtig: Die MTU kann je nach Tunneltyp unterschiedlich sein. Bei TCP-Messungen spielt dies oft eine geringere Rolle, da dort üblicherweise eine ausgehandelte MSS (Maximum Segment Size) durch Mechanismen wie MSS Clamping am Router reduziert wird.
- ▶ Keine Fragmentierung: Es sollten ausschließlich unfragmentierte Pakete bzw. Frames erzeugt werden. Fragmente können – je nach Routereinstellung – eine aufwendige Reassemblierung auslösen.

ROUTING PERFORMANCE LCOS 10.94

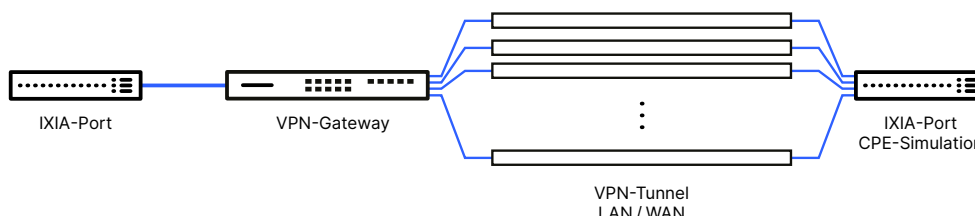
Messaufbau UDP

Zur Messung der UDP-Performance kommen verschiedene Paketgeneratoren und Suchalgorithmen zum Einsatz:

- **Routing-Performance:** Für die reine Routing-Performance wird TRex als Paketgenerator verwendet. Dieser läuft unter Linux auf einem handelsüblichen PC.



- **IPSec-Performance:** Für IPSec-Messungen wird IxLoad von Keysight/IXIA auf einer PerfectStorm One Appliance eingesetzt. Diese simuliert jeweils eine Seite des VPN-Tunnels, während die Gegenseite vom getesteten R&S®LANCOM Gerät übernommen wird. Damit lassen sich auch Tests mit einer größeren Anzahl von VPN-Tunneln durchführen, die gemeinsam auf einem R&S®LANCOM VPN-Gateway terminiert werden.



Definition Messwerte UDP

Bei UDP-Messungen wird typischerweise ermittelt, wie viele Pakete bzw. Ethernet-Frames pro Sekunde erfolgreich übertragen werden. Ein Durchsatzwert in MBit/s ergibt sich dabei durch Multiplikation mit der Gesamtgröße des jeweiligen IP-Pakets oder Ethernet-Frames.

In den Tabellen der UDP-Messungen sind diese Werte für eine Reihe unterschiedlicher Paketgrößen angegeben. Die maximal mögliche Paketgröße hängt davon ab, ob es sich um eine IPSec- oder eine reine Routing-Messung handelt, da die MTU in einem IPSec-Tunnel aufgrund des zusätzlichen Overheads geringer ausfällt als auf einer unverschlüsselten Strecke.

Zusätzlich werden in den Messungen auch einige IMIX-Profile berücksichtigt – also Mischungen unterschiedlicher Paketgrößen. Solche „Internet Mixes“ bilden typische Größenverteilungen im realen Datenverkehr nach.

Für die Auswahl der verwendeten Framegrößen existiert keine verbindliche Norm. Daher kommen neben der Voreinstellung des IXIA-Testsystems (IMIX 1) zwei weitere gängige Muster zum Einsatz: IMIX 2 und IMIX 3.

IMIX 1	IMIX 2	IMIX 3
64 Byte (45 %)	64 Byte (58,4 %)	90 Byte (58 %)
128 Byte (20 %)	570 Byte (33,3 %)	92 Byte (2 %)
256 Byte (5 %)	1418 Byte (8,3 %) bei IPSec bzw.	594 Byte (24 %)
512 Byte (3 %)	1518 Byte (8,3 %) bei Routing	1418 Byte (16 %) bei IPSec bzw.
1024 Byte (2 %)		1518 Byte (16 %) bei Routing
1280 Byte (1 %)		
1418 Byte (24 %) bei IPSec bzw.		
1518 Byte (24 %) bei Routing		

Für die Messung wird lediglich ein einzelner Tunnel über die WAN-Strecke aufgebaut. Die R&S®LANCOM Geräte ISG-5000 und ISG-8000 erreichen jedoch höhere Gesamtdurchsätze, wenn mehrere Tunnel gleichzeitig genutzt werden.

ROUTING PERFORMANCE LCOS 10.94

Performance TCP

Bei TCP wird die Übertragung jedes Datensegments bereits vom Protokoll selbst überwacht. Unter anderem auf dieser Basis passt TCP die Senderate dynamisch an. Dadurch stellt sich automatisch die maximal mögliche Performance ein, die über die beteiligten Geräte und Leitungen erreichbar ist.

TCP-Messungen hängen jedoch stark von den konkret eingesetzten Endpunkten ab – also beispielsweise vom PC oder Mobilgerät, vom Netzwerkadapter (NIC) und dessen TCP-Offloading-Fähigkeiten, vom TCP-Stack des jeweiligen Betriebssystems, vom verwendeten Browser usw.

Diese Komponenten beeinflussen sowohl die interne Steuerung des TCP-Verhaltens als auch den Overhead, der durch TCP entsteht.

Auch die Eigenschaften der zugrunde liegenden WAN-Strecke wirken sich auf die TCP-Performance aus. Wichtige Faktoren sind hier insbesondere Delay/Latenz, Jitter und Paketverluste.

Eine zentrale Rolle spielt dabei die Beziehung zwischen der Latenzzeit (RTT, Round-Trip Time) und den TCP-Window-Parametern. Diese Puffergrößen müssen ausreichend dimensioniert sein, um die Verzögerung auf der Verbindung zu kompensieren. Die erforderliche Größe ergibt sich aus dem sogenannten BDP (Bandwidth-Delay Product) der Strecke.

Damit die gemessene Performance nicht künstlich begrenzt wird, muss die verwendete TCP-Implementierung bzw. der Generator in der Lage sein, dieses BDP auch tatsächlich auszunutzen.

Messaufbau TCP

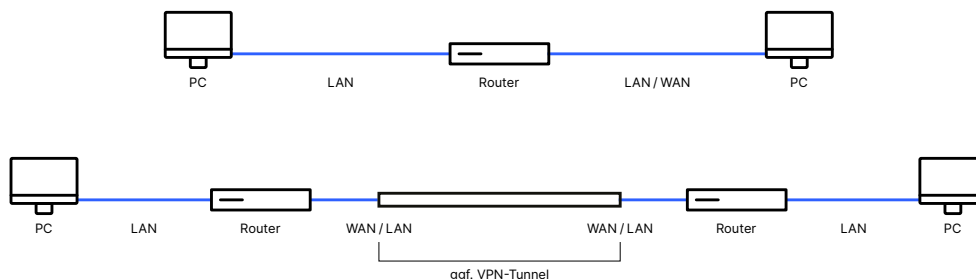
Die dargestellten Messungen sollen eine Orientierung hinsichtlich der Performance bei unterschiedlichen Routing- und Tunnel-Varianten bieten.

Dabei werden jeweils zwei Szenarien betrachtet:

- Einzelsystem: Ein einzelnes Gerät im Test.
- Zweipunkt-Szenario: Zwei Geräte desselben Typs, die über eine WAN-Strecke miteinander verbunden sind. Auf dieser Strecke werden verschiedene Tunneltypen konfiguriert und verglichen.

Für die Messung der TCP-Performance kommen Linux-basierte PCs zum Einsatz. Dabei werden zwei Messtypen unterschieden:

- TCP-Messung mit iperf3: Hierbei wird das Tool iperf3 verwendet, um gezielte TCP-Durchsatzmessungen durchzuführen.
- HTTP-Messung mit nginx und siege: In diesem Szenario erfolgt der Datentransfer zwischen einem nginx-Webserver und dem Tool siege, das als HTTP-Lastgenerator dient.



ROUTING PERFORMANCE LCOS 10.94

Definition Messwerte TCP

Die Angaben beziehen sich ausschließlich auf die transportierten Nutzdaten – also beispielsweise auf die Übertragung größerer Dateien oder vollständiger HTTP-Seiten.

Allgemeine Hinweise vRouter

Für die UDP-IPSec-Messungen wurde ein vRouter auf einem Xeon E-2176G @ 3,7 GHz unter einem ESXi-Hypervisor betrieben. Als Netzwerk-Interfaces kamen Intel X710-Adapter über VMXNET3 zum Einsatz.

Für die TCP-/HTTP-Messungen wurde ein vRouter auf einem Xeon E3-1230v5 @ 3,4 GHz, ebenfalls unter ESXi, verwendet. Auch hier wurden Intel X710-Interfaces mit VMXNET3 genutzt.

Die Performance eines vRouters hängt stark vom verwendeten Hostsystem ab – insbesondere von dessen Hardware, Konfiguration und paralleler Nutzung durch andere virtuelle Maschinen.

Die im Techpaper dargestellten Messwerte liefern daher bei vRoutern lediglich eine grobe Orientierung. Im Gegensatz dazu bieten Hardware-basierte Geräte durch ihre fest definierte Systemumgebung eine deutlich höhere Praxisnähe.

ROUTING PERFORMANCE LCOS 10.94

Kategorie-Zuordnung der im Test verwendeten Geräte (DUT) zur besseren Übersicht der Messergebnisse

In der linken Spalte der folgenden Tabelle finden Sie die Bezeichnung Ihres R&S®LANCOM Geräts. In der rechten Spalte ist die zugehörige Gerätekategorie angegeben.

Anhand dieser Kategorie können Sie in den Tabellen auf den folgenden Seiten die entsprechenden Performance-Werte für Ihr Gerät eindeutig zuordnen.

Geräte-Bezeichnung	Kategorie
1650E	A
1800EF, 1800EF-4G, 1800EF-5G, 1800EFW IGR-750EF-5G	B
1800VA 1800VA-4G 1800VAW 1800VAW-4G 1803VA 1803VA-4G 1803VAW 750-5G IAP-5G OAP-5G	C
1800EFW-5G 1800VA-5G 1803VA-5G 1803VAW-5G 1930EF 1930EF-5G 1936VAG 1936VAG-5G	D
1926VAG-4G	E
2100EF ISG-5000	G
ISG-8000	H
vRouter	I

ROUTING PERFORMANCE LCOS 10.94

UDP-Messwerte für alle Geräte

Hinweis: Bei der Verwendung großer Frames kann die gemessene Performance unter Umständen nicht durch die Geräteleistung selbst, sondern durch die Bandbreite der verwendeten Ethernet-Schnittstellen (1G bzw. 10G) begrenzt sein.

Tabelle 01 - WAN-LAN-Routing / IMIX												
Durchsatz [MBit/s] @ Framegröße [Byte] und Framerate [Frames/s]												
Kategorie	Referenz	64	128	256	512	1.024	1.280	1.518	IMIX 1	IMIX 2	IMIX 3	
A	1650E	83	166	332	665	972	972	986	624	449	551	MBit/s
		162.000	162.000	162.000	162.000	118.000	95.000	81.200	162.000	162.000	162.000	Frames/s
B	1800EF	94	183	345	670	972	972	986	638	477	576	MBit/s
		185.000	178.000	168.000	163.000	118.000	95.000	81.200	166.000	172.000	170.000	Frames/s
C	1800VAW-4G	78	157	313	630	972	976	977	588	426	519	MBit/s
		153.000	153.000	153.000	153.000	118.000	95.300	80.400	153.000	153.000	153.000	Frames/s
D	1800VA-5G	98	197	395	787	972	976	977	738	534	654	MBit/s
		192.000	192.000	192.000	192.000	118.000	95.300	80.400	192.000	192.000	192.000	Frames/s
E	1926VAG	79	157	315	630	972	976	977	588	423	519	MBit/s
		154.000	153.000	153.000	153.000	118.000	95.300	80.400	153.000	153.000	153.000	Frames/s
G	ISG-5000	371	740	1.470	2.810	5.800	7.200	8.470	2.650	1.990	2.430	MBit/s
		725.000	722.000	720.000	686.000	708.000	703.000	697.000	691.000	720.000	717.000	Frames/s
H	ISG-8000	758	1.510	3.020	6.060	9.720	9.790	9.860	5.660	4.080	5.000	MBit/s
		1.480.000	1.470.000	1.470.000	1.480.000	1.180.000	956.000	812.000	1.470.000	1.470.000	1.470.000	Frames/s
I	vRouter	572	1.100	2.160	4.350	7.880	9.720	9.860	3.960	2.990	3.470	MBit/s
		1.110.000	1.070.000	1.050.000	1.060.000	962.000	950.000	812.000	1.030.000	1.080.000	1.020.000	Frames/s

Tabelle 02 - LAN-WAN-Routing / IMIX												
Durchsatz [MBit/s] @ Framegröße [Byte] und Framerate [Frames/s]												
Kategorie	Referenz	64	128	256	512	1.024	1.280	1.518	IMIX 1	IMIX 2	IMIX 3	
A	1650E	76	154	309	624	972	972	986	580	415	513	MBit/s
		150.000	151.000	151.000	152.000	118.000	95.000	81.200	151.000	150.000	151.000	Frames/s
B	1800EF	90	174	327	645	972	972	986	600	449	542	MBit/s
		176.000	170.000	160.000	157.000	118.000	95.000	81.200	156.000	162.000	160.000	Frames/s
C	1800VAW-4G	62	123	249	499	972	976	977	468	337	416	MBit/s
		122.000	120.000	121.000	121.000	118.000	95.300	80.400	121.000	121.000	122.000	Frames/s
D	1800VA-5G	70	141	281	563	972	976	977	528	380	466	MBit/s
		137.000	138.000	137.000	137.000	118.000	95.300	80.400	137.000	137.000	137.000	Frames/s
E	1926VAG	64	128	257	515	972	976	977	483	348	426	MBit/s
		125.000	125.000	125.000	125.000	118.000	95.300	80.400	125.000	125.000	125.000	Frames/s
G	ISG-5000	264	538	1.080	2.160	4.760	5.320	6.550	2.050	1.490	1.810	MBit/s
		517.000	525.000	531.000	528.000	582.000	520.000	539.000	534.000	540.000	534.000	Frames/s
H	ISG-8000	745	1.500	2.890	5.880	9.720	9.790	9.860	5.590	4.110	5.040	MBit/s
		1.450.000	1.460.000	1.410.000	1.430.000	1.180.000	956.000	812.000	1.450.000	1.480.000	1.480.000	Frames/s
I	vRouter	473	979	1.880	3.680	7.520	8.890	9.630	3.550	2.570	2.920	MBit/s
		925.000	956.000	918.000	900.000	918.000	868.000	793.000	925.000	931.000	862.000	Frames/s

ROUTING PERFORMANCE LCOS 10.94

Tabelle 03 - LAN-LAN-Routing / IMIX											
Durchsatz [MBit/s] @ Framegröße [Byte] und Framerate [Frames/s]											
Kategorie	Referenz	64	128	256	512	1.024	1.280	1.518	IMIX 1	IMIX 2	IMIX 3
A	1650E	98	197	394	788	972	972	986	739	529	648
		192.000	192.000	192.000	192.000	118.000	95.000	81.200	192.000	192.000	192.000
B	1800EF	115	222	409	798	972	972	986	744	560	669
		225.000	217.000	200.000	195.000	118.000	95.000	81.200	193.000	202.000	197.000
C	1800VAW-4G	112	224	449	896	972	976	977	663	480	585
		219.000	219.000	219.000	218.000	118.000	95.300	80.400	172.000	173.000	172.000
D	1800VA-5G	90	179	358	713	972	976	977	822	592	728
		175.000	175.000	175.000	174.000	118.000	95.300	80.400	214.000	214.000	214.000
E	1926VAG	92	184	368	732	972	976	977	669	482	590
		179.000	179.000	179.000	178.000	118.000	95.300	80.400	174.000	174.000	174.000
G	ISG-5000	388	771	1.540	3.040	6.080	7.600	8.980	2.870	2.060	2.500
		759.000	753.000	753.000	742.000	742.000	742.000	739.000	748.000	745.000	739.000
H	ISG-8000	809	1.600	3.210	6.420	9.720	9.790	9.860	6.020	4.300	5.300
		1.580.000	1.560.000	1.560.000	1.560.000	1.180.000	956.000	812.000	1.560.000	1.550.000	1.560.000
I	vRouter	521	1.010	2.030	3.940	7.680	9.340	9.860	3.860	2.780	3.300
		1.010.000	993.000	993.000	962.000	937.000	912.000	812.000	1.000.000	1.00.000	975.000

ROUTING PERFORMANCE LCOS 10.94

Tabelle 04 - IPSec 1 Tunnel AES-GCM über WAN - Decryption									
Durchsatz [MBit/s] @ Framegröße [Byte] und Framerate [Frames/s]									
Kategorie	Referenz	64	128	256	512	1.024	1.280	1.418	
A	1650E	48,8	99,8	192	378	728	906	941	MBit/s
		95.400	97.400	93.700	92.200	88.800	88.400	82.900	Frames/s
B	1800EF	77,7	153	292	549	931	943	948	MBit/s
		151.000	149.000	142.000	134.000	113.000	92.000	83.600	Frames/s
C	1800VAW-4G	46,2	92,5	185	375	747	911	947	MBit/s
		90.200	90.300	90.500	91.500	91.200	88.900	83.400	Frames/s
D	1800VA-5G	68,9	141	291	583	930	943	948	MBit/s
		134.000	137.000	141.000	142.000	113.000	92.100	83.600	Frames/s
E	1926VAG	44,4	91,5	183	369	727	904	941	MBit/s
		86.600	89.300	89.100	90.000	88.700	88.300	82.900	Frames/s
G	ISG-5000	237	467	900	1.750	3.330	4.120	4.570	MBit/s
		463.000	456.000	439.000	429.000	406.000	403.000	403.000	Frames/s
H	ISG-8000	447	790	1.450	2.880	4.440	5.140	5.160	MBit/s
		873.000	771.000	711.000	703.000	543.000	502.000	455.000	Frames/s
I	vRouter	389	759	1.440	2.710	4.600	5.180	5.160	MBit/s
		760.000	741.000	704.000	662.000	561.000	506.000	455.000	Frames/s

Tabelle 05 - IPSec 1 Tunnel AES-GCM über WAN - Encryption									
Durchsatz [MBit/s] @ Framegröße [Byte] und Framerate [Frames/s]									
Kategorie	Referenz	64	128	256	512	1.024	1.280	1.418	
A	1650E	40,6	107	232	454	881	944	940	MBit/s
		74.600	101.000	111.000	109.000	106.000	91.700	82.600	Frames/s
B	1800EF	112	219	429	858	928	948	944	MBit/s
		205.000	207.000	206.000	206.000	112.000	92.000	83.000	Frames/s
C	1800VAW-4G	54,8	105	214	422	831	948	952	MBit/s
		100.000	99.700	102.000	101.000	100.000	91.300	82.900	Frames/s
D	1800VA-5G	90,5	178	350	698	935	948	952	MBit/s
		166.000	168.000	167.000	167.000	112.000	91.700	83.100	Frames/s
E	1926VAG	52,9	107	210	408	797	940	952	MBit/s
		97.300	100.000	100.000	98.000	96.500	91.100	82.900	Frames/s
G	ISG-5000	291	560	1.050	1.920	3.250	3.890	4.290	MBit/s
		533.000	525.000	507.000	463.000	396.000	379.000	376.000	Frames/s
H	ISG-8000	578	1.070	2.530	4.130	5.250	5.200	5.180	MBit/s
		1.050.000	1.000.000	1.210.000	1.000.000	639.000	506.000	455.000	Frames/s
I	vRouter	427	824	1.550	2.770	4.590	5.200	5.180	MBit/s
		783.000	774.000	748.000	668.000	557.000	506.000	455.000	Frames/s

Tabelle 06 - IPSec 1 Tunnel AES-GCM über WAN - Decryption / Encryption IMIX									
Durchsatz [MBit/s] und Framerate [Frames/s]									
Kategorie	Referenz	Decryption			Encryption				
		IMIX 1	IMIX 2	IMIX 3	IMIX 1	IMIX 2	IMIX 3		
A	1650E	310	213	221	270	218	249	MBit/s	
		84.100	77.200	65.100	72.000	78.000	72.800	Frames/s	
B	1800EF	446	308	300	334	259	243	MBit/s	
		120.000	111.000	87.800	88.800	92.000	71.100	Frames/s	
C	1800VAW-4G	333	252	306	379	293	349	MBit/s	
		90.200	91.100	90.200	101.000	104.000	101.000	Frames/s	
D	1800VA-5G	513	380	472	607	455	550	MBit/s	
		139.000	137.000	139.000	162.000	161.000	160.000	Frames/s	
E	1926VAG	321	247	293	364	277	334	MBit/s	
		87.200	89.500	86.900	97.300	98.400	97.600	Frames/s	
G	ISG-5000	1.550	1.170	1.360	1.660	1.260	1.520	MBit/s	
		421.000	427.000	402.000	446.000	452.000	444.000	Frames/s	
H	ISG-8000	2.390	1.860	2.310	4.010	3.110	3.670	MBit/s	
		649.000	674.000	684.000	1.070.000	1.110.000	1.070.000	Frames/s	
I	vRouter	2.500	1.910	2.290	2.490	2.020	2.300	MBit/s	
		680.000	692.000	676.000	669.000	722.000	672.000	Frames/s	

ROUTING PERFORMANCE LCOS 10.94

UDP-Messwerte für Geräte mit 10G-Interfaces

Hinweis: Bei der Verwendung großer Frames kann die gemessene Performance unter Umständen nicht durch die Geräteleistung selbst, sondern durch die Bandbreite der verwendeten Ethernet-Schnittstellen (1G bzw. 10G) begrenzt sein.

Tabelle 07 - IPSec 10 Tunnel AES-GCM über LAN - Decryption									
		Durchsatz [MBit/s] @ Framegröße [Byte] und Framerate [Frames/s]							
Kategorie	Referenz	64	128	256	512	1.024	1.280	1.418	
G	ISG-5000	221	449	1.020	1.760	3.480	4.080	4.400	MBit/s
		431.000	438.000	500.000	430.000	425.000	398.000	388.000	Frames/s
H	ISG-8000	406	1.210	2.470	4.830	9.320	9.450	9.480	MBit/s
		1.180.000	1.180.000	1.200.000	1.180.000	1.130.000	923.000	835.000	Frames/s
I	vRouter	342	674	1.310	2.430	4.120	5.100	5.530	MBit/s
		667.000	658.000	640.000	594.000	503.000	498.000	488.000	Frames/s

Tabelle 08 - IPSec 10 Tunnel AES-GCM über LAN - Encryption									
		Durchsatz [MBit/s] @ Framegröße [Byte] und Framerate [Frames/s]							
Kategorie	Referenz	64	128	256	512	1.024	1.280	1.418	
G	ISG-5000	255	453	698	1.950	3.470	4.080	4.540	MBit/s
		466.000	428.000	335.000	468.000	419.000	397.000	396.000	Frames/s
H	ISG-8000	788	1.400	2.910	5.660	9.430	9.540	9.500	MBit/s
		1.430.000	1.330.000	1.390.000	1.350.000	1.130.000	923.000	835.000	Frames/s
I	vRouter	372	602	1.370	2.630	4.430	4.830	4.660	MBit/s
		683.000	570.000	659.000	635.000	539.000	466.000	409.000	Frames/s

Tabelle 09 - IPSec 10 Tunnel AES-GCM über LAN - Decryption / Encryption IMIX									
		Durchsatz [MBit/s] und Framerate [Frames/s]							
Kategorie	Referenz	Decryption			Encryption				
		IMIX 1	IMIX 2	IMIX 3	IMIX 1	IMIX 2	IMIX 3		
G	ISG-5000	1.630	1.290	1.050	1.210	992	1.110	MBit/s	
		444.000	468.000	309.000	324.000	354.000	325.000	Frames/s	
H	ISG-8000	4.380	3.230	3.970	5.120	3.810	4.680	MBit/s	
		1.190.000	1.170.000	1.170.000	1.360.000	1.360.000	1.350.000	Frames/s	
I	vRouter	2.130	1.750	1.670	1.970	1.290	2.140	MBit/s	
		578.000	632.000	495.000	528.000	457.000	622.000	Frames/s	

ROUTING PERFORMANCE LCOS 10.94

Tabelle 10 - IPSec 10 Tunnel AES-GCM über WAN - Decryption									
		Durchsatz [MBit/s] @ Framegröße [Byte] und Framerate [Frames/s]							
Kategorie	Referenz	64	128	256	512	1.024	1.280	1.418	
G	ISG-5000	213	460	942	1.690	3.210	4.010	4.420	MBit/s
		416.000	448.000	459.000	414.000	392.000	392.000	390.000	Frames/s
H	ISG-8000	552	1.060	2.170	4.280	8.590	9.450	9.470	MBit/s
		1.070.000	1.040.000	1.060.000	1.040.000	1.040.000	923.000	835.000	Frames/s
I	vRouter	390	755	1.410	2.620	4.590	5.390	5.850	MBit/s
		761.000	737.000	692.000	641.000	560.000	527.000	516.000	Frames/s

Tabelle 11 - IPSec 10 Tunnel AES-GCM über WAN - Decryption									
		Durchsatz [MBit/s] @ Framegröße [Byte] und Framerate [Frames/s]							
Kategorie	Referenz	64	128	256	512	1.024	1.280	1.418	
G	ISG-5000	272	524	1.050	2.030	3.320	4.120	4.220	MBit/s
		497.000	493.000	504.000	491.000	401.000	400.000	371.000	Frames/s
H	ISG-8000	751	1.430	2.860	5.390	9.390	9.540	9.500	MBit/s
		1.370.000	1.340.000	1.360.000	1.300.000	1.130.000	923.000	835.000	Frames/s
I	vRouter	412	802	1.510	2.590	4.590	5.460	5.720	MBit/s
		757.000	755.000	720.000	628.000	557.000	531.000	503.000	Frames/s

Tabelle 12 - IPSec 10 Tunnel AES-GCM über WAN - Decryption / Encryption IMIX									
		Durchsatz [MBit/s] und Framerate [Frames/s]							
Kategorie	Referenz	Decryption			Encryption				
		IMIX 1	IMIX 2	IMIX 3	IMIX 1	IMIX 2	IMIX 3		
G	ISG-5000	1.390	1.040	1.030	1.500	1.100	978	MBit/s	
		377.000	379.000	304.000	401.000	395.000	283.000	Frames/s	
H	ISG-8000	3.930	2.920	3.560	5.040	3.780	4.570	MBit/s	
		1.060.000	1.050.000	1.050.000	1.340.000	1.340.000	1.330.000	Frames/s	
I	vRouter	2.340	1.850	1.920	2.120	1.870	1.680	MBit/s	
		636.000	670.000	571.000	567.000	668.000	490.000	Frames/s	

ROUTING PERFORMANCE LCOS 10.94

TCP-Messwerte für alle Geräte

Hinweis: Bei der Verwendung großer Frames oder bei TCP-Transfers kann die gemessene Performance unter Umständen nicht durch die Geräteleistung selbst, sondern durch die Bandbreite der eingesetzten Ethernet-Schnittstellen (1G bzw. 10G) begrenzt sein.

Tabelle 13 - iPerf single DUT Routing				
Durchsatz [MBit/s] für 5 parallele Übertragungen				
Kategorie	Referenz	LAN Download / Upload	WAN Download	WAN Upload
A	1650E	926	926	926
B	1800EF	938	938	938
C	1800VAW-4G	940	940	936
D	1800VA-5G	940	940	937
E	1926VAG	926	925	925
G	ISG-5000	8.030	6.240	5.740
H	ISG-8000	9.400	9.400	9.400
I	vRouter	9.400	9.400	9.400

Tabelle 14 - HTTP single DUT Routing				
Durchsatz [MBit/s] für 5 parallele Übertragungen				
Kategorie	Referenz	LAN Download / Upload	WAN Download	WAN Upload
A	1650E	909	907	907
B	1800EF	928	931	932
C	1800VAW-4G	931	921	931
D	1800VA-5G	933	929	928
E	1926VAG	912	909	911
G	ISG-5000	4.680	4.640	4.700
H	ISG-8000	9.400	9.400	9.400
I	vRouter	9.400	9.400	9.400

Tabelle 15 - iPerf DUT2DUT WAN-Routing						
Durchsatz [MBit/s] für 5 parallele Übertragungen						
Kategorie	Referenz	IPv4	PPP NAT	L2TP	EOGRE-Tunnel	L2TPv3-Tunnel über LAN Bridge
A	1650E	915	903	795	894	880
B	1800EF	940	935	747	916	908
C	1800VAW-4G	931	927	771	701	735
D	1800VA-5G	934	928	781	780	814
E	1926VAG	907	904	796	751	799
G	ISG-5000	5.330	5.040	2.580	2.960	3.120
H	ISG-8000	9.400	7.690	7.310	5.980	5.530
I	vRouter	9.120	8.970	6.080	5.760	4.860

ROUTING PERFORMANCE LCOS 10.94

Tabelle 16 - iPerf DUT2DUT WAN-Routing über VPN					
Durchsatz [MBit/s] für 5 parallele Übertragungen					
Kategorie	Referenz	IPSec-Tunnel AES-CBC	IPSec-Tunnel AES-GCM	L2TPv3-Tunnel in IPSec-Tunnel AES-GCM	WireGuard
A	1650E	756	806	530	496
B	1800EF	891	903	775	517
C	1800VAW-4G	777	820	473	310
D	1800VA-5G	883	896	600	314
E	1926VAG	812	811	469	304
G	ISG-5000	796	3.950	2.170	2.970
H	ISG-8000	1.620	4.930	5.010	7.420
I	vRouter	1.400	4.230	2.580	2.500

Tabelle 17 - HTTP DUT2DUT WAN-Routing						
Durchsatz [MBit/s] für 5 parallele Übertragungen						
Kategorie	Referenz	IPv4	PPP NAT	L2TP	EOGRE-Tunnel	L2TPv3-Tunnel über LAN Bridge
A	1650E	905	902	878	893	884
B	1800EF	930	926	905	903	895
C	1800VAW-4G	921	922	883	812	844
D	1800VA-5G	921	921	877	897	889
E	1926VAG	905	900	879	868	874
G	ISG-5000	3.660	3.640	2.520	2.850	2.890
H	ISG-8000	9.310	7.580	7.500	7.060	6.000
I	vRouter	8.920	8.790	5.920	5.730	4.920

Tabelle 18 - HTTP DUT2DUT WAN-Routing über VPN					
Durchsatz [MBit/s] für 5 parallele Übertragungen					
Kategorie	Referenz	IPSec-Tunnel AES-CBC	IPSec-Tunnel AES-GCM	L2TPv3-Tunnel in IPSec-Tunnel AES-GCM	WireGuard
A	1650E	855	860	598	496
B	1800EF	880	893	857	517
C	1800VAW-4G	864	883	527	310
D	1800VA-5G	870	886	713	314
E	1926VAG	860	876	514	304
G	ISG-5000	778	3.400	2.170	2.970
H	ISG-8000	1.620	5.080	4.760	7.420
I	vRouter	1.410	4.150	2.590	2.500

Rohde & Schwarz Networks and Cybersecurity GmbH
 Adenauerstr. 20/B2
 52146 Würselen | Deutschland
info.rs-nc@rohde-schwarz.com | www.rohde-schwarz.com/networks-and-cybersecurity

R&S und Rohde & Schwarz sind Marken der Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG, die u.a. in Deutschland, EU, USA, China und weiteren Ländern eingetragen oder benutzt werden. Andere verwendete Namen oder Bezeichnungen können (registrierte) Marken von unterschiedlichen Firmen oder Inhabern sein. Dieses Dokument enthält zukunftsbezogene Aussagen zu Produkten und Produkteigenschaft. Der Herausgeber behält sich vor, diese jederzeit ohne Angaben von Gründen zu ändern. Keine Gewähr für technische Ungenauigkeiten oder Auslassungen. 10/2026

ROHDE & SCHWARZ
 Make ideas real

