

# Routing-Performance LCOS 10.90

## Inhaltsübersicht

- 02 **Routing-Performance LCOS 10.90**
- 03 **Definition von Performance und zugehörige Messaufbauten**
- 03 Performance UDP
- 04 Messaufbau UDP
- 04 Definition Messwerte UDP
- 06 Performance TCP
- 06 Messaufbau TCP
- 07 Definition Messwerte TCP
- 07 Allgemeine Hinweise vRouter
- 08 **Kategorie-Zuordnung der im Test verwendeten Geräte (DUT) zur besseren Übersicht der Messergebnisse**
- 09 **UDP-Messwerte für alle Geräte**
- 09 Tabelle 01 - WAN-LAN-Routing
- 09 Tabelle 02 - LAN-WAN-Routing
- 10 Tabelle 03 - LAN-LAN-Routing
- 11 Tabelle 04 - IPSec 1 Tunnel AES-GCM über WAN - Decryption
- 11 Tabelle 05 - IPSec 1 Tunnel AES-GCM über WAN - Encryption
- 11 Tabelle 06 - IPSec 1 Tunnel AES-GCM über WAN - Decryption / Encryption IMIX
- 12 **UDP-Messwerte für Geräte mit 10G-Interfaces**
- 12 Tabelle 07 - IPSec 10 Tunnel AES-GCM über LAN - Decryption
- 12 Tabelle 08 - IPSec 10 Tunnel AES-GCM über LAN - Encryption
- 12 Tabelle 09 - IPSec 10 Tunnel AES-GCM über LAN - Decryption / Encryption IMIX
- 13 Tabelle 10 - IPSec 10 Tunnel AES-GCM über WAN - Decryption
- 13 Tabelle 11 - IPSec 10 Tunnel AES-GCM über WAN - Encryption
- 13 Tabelle 12 - IPSec 10 Tunnel AES-GCM über WAN - Decryption / Encryption IMIX
- 14 **TCP-Messwerte für alle Geräte**
- 14 Tabelle 13 - iPerf single DUT Routing
- 14 Tabelle 14 - HTTP single DUT Routing
- 15 Tabelle 15 - iPerf DUT2DUT WAN-Routing
- 15 Tabelle 16 - HTTP DUT2DUT WAN-Routing

# Routing-Performance LCOS 10.90

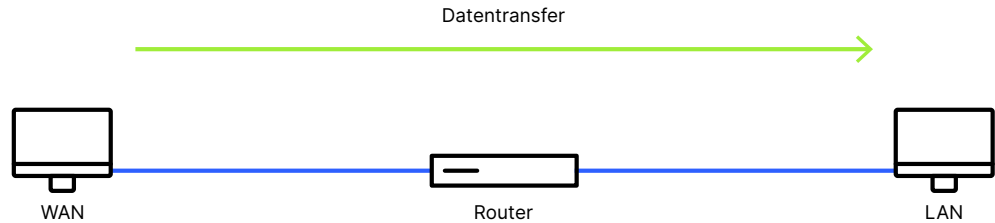
Dieses Techpaper ermöglicht einen Überblick über die Leistungsfähigkeit der LANCOM Router. Dafür werden die Router, die typischerweise als CPE- bzw. Filial-Geräte eingesetzt werden sowie die VPN-Gateways der ISG-Serien, die typischerweise als Zentral-Geräte eingesetzt werden, bezüglich Routing- und VPN/IPSec-Performance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

## 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

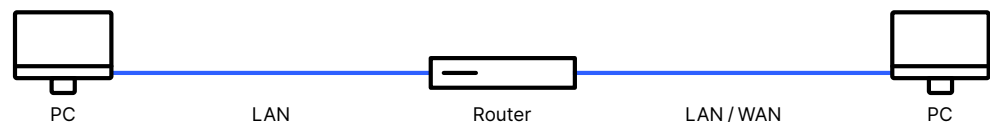
unterschiedlich sein. Bei TCP-Messungen spielt dies oft eine geringere Rolle, da dort üblicherweise eine ausgehandelte MSS (Maximum Segment Size) durch Mechanismen wie MSS Clamping am Router reduziert wird.

- Keine Fragmentierung: Es sollten ausschließlich unfragmentierte Pakete bzw. Frames erzeugt werden. Fragmente können – je nach Routereinstellung – eine aufwendige Reassemblierung auslösen.

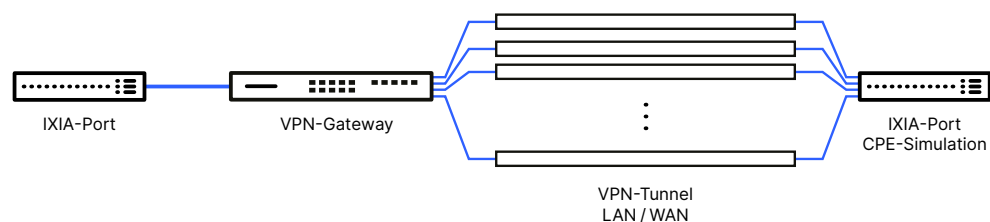
### Messaufbau UDP

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 LANCOM-Gerät übernommen wird. Damit lassen sich auch Tests mit einer größeren Anzahl von VPN-Tunneln durchführen, die gemeinsam auf einem 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 0) zwei weitere gängige Muster zum Einsatz: IMIX 1 und IMIX 2.

→ IMIX 0:

- 64 Byte (45 %)
- 128 Byte (20 %)
- 256 Byte (5 %)
- 512 Byte (3 %)
- 1024 Byte (2 %)
- 1280 Byte (1 %)
- 1418 Byte (24 %) bei IPSec bzw.
- 1518 Byte (24 %) bei Routing

→ IMIX 1:

- 64 Byte (58,4 %)
- 570 Byte (33,3 %),
- 1418 Byte (8,3 %) bei IPSec bzw.
- 1518 Byte ( 8,3 %) bei Routing

→ IMIX 2:

- 90 Byte (58 %)
- 92 Byte (2 %)
- 594 Byte (24 %)
- 1418 Byte (16 %) bei IPSec bzw.
- 1518 Byte (16 %) bei Routing

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

### **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**

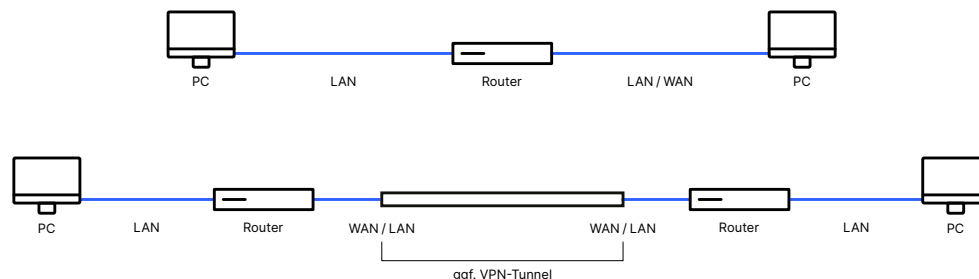
Die dargestellten Messungen sollen eine Orientierung hinsichtlich der Performance bei unterschiedlichen Routing- und Tunnel-Varianten bieten.

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.

### 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.

## 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 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.

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



## 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**

Geräte-Kategorie	Referenzgerät	LCOS	Durchsatz [MBit/s] @ Framgröße [Byte] und Framerate [Frames/s]						
			64	128	256	512	1.024	1.280	1.518
B	1800EF	10.90	<b>99</b> 193.000	<b>190</b> 186.000	<b>360</b> 176.000	<b>701</b> 171.000	<b>972</b> 118.000	<b>972</b> 95.000	<b>986 MBit/s</b> 81.200 Frames/s
C	1800VAW-4G	10.90	<b>75</b> 146.000	<b>150</b> 146.000	<b>299</b> 146.000	<b>598</b> 146.000	<b>960</b> 117.000	<b>976</b> 95.300	<b>977 MBit/s</b> 80.400 Frames/s
D	1800VA-5G	10.90	<b>94</b> 184.000	<b>188</b> 184.000	<b>377</b> 184.000	<b>755</b> 184.000	<b>972</b> 118.000	<b>976</b> 95.300	<b>977 MBit/s</b> 80.400 Frames/s
E	1926VAG	10.90	<b>80</b> 157.000	<b>160</b> 157.000	<b>321</b> 157.000	<b>643</b> 157.000	<b>972</b> 118.000	<b>976</b> 95.300	<b>977 MBit/s</b> 80.400 Frames/s
G	ISG-5000	10.90	<b>313</b> 613.000	<b>599</b> 584.000	<b>1.240</b> 607.000	<b>2.470</b> 604.000	<b>4.900</b> 599.000	<b>6.070</b> 593.000	<b>7.170 MBit/s</b> 590.000 Frames/s
H	ISG-8000	10.90	<b>745</b> 1.450.000	<b>1.480</b> 1.450.000	<b>2.960</b> 1.450.000	<b>5.880</b> 1.430.000	<b>9.720</b> 1.180.000	<b>9.790</b> 956.000	<b>9.860 MBit/s</b> 812.000 Frames/s
I	vRouter	10.90	<b>505</b> 987.000	<b>1.020</b> 1.000.000	<b>2.080</b> 1.010.000	<b>3.960</b> 968.000	<b>7.780</b> 950.000	<b>9.340</b> 912.000	<b>9.860 MBit/s</b> 812.000 Frames/s

**Tabelle 02 - LAN-WAN-Routing**

Geräte-Kategorie	Referenzgerät	LCOS	Durchsatz [MBit/s] @ Framgröße [Byte] und Framerate [Frames/s]						
			64	128	256	512	1.024	1.280	1.518
B	1800EF	10.90	<b>81</b> 160.000	<b>158</b> 155.000	<b>302</b> 147.000	<b>583</b> 142.000	<b>972</b> 118.000	<b>972</b> 95.000	<b>986 MBit/s</b> 81.200 Frames/s
C	1800VAW-4G	10.90	<b>57</b> 112.000	<b>115</b> 112.000	<b>230</b> 112.000	<b>457</b> 111.000	<b>972</b> 118.000	<b>976</b> 95.300	<b>977 MBit/s</b> 80.400 Frames/s
D	1800VA-5G	10.90	<b>70</b> 138.000	<b>141</b> 138.000	<b>283</b> 138.000	<b>566</b> 138.000	<b>972</b> 118.000	<b>976</b> 95.300	<b>977 MBit/s</b> 80.400 Frames/s
E	1926VAG	10.90	<b>61</b> 119.000	<b>122</b> 119.000	<b>244</b> 119.000	<b>486</b> 118.000	<b>972</b> 118.000	<b>976</b> 95.300	<b>977 MBit/s</b> 80.400 Frames/s
G	ISG-5000	10.90	<b>172</b> 337.000	<b>345</b> 337.000	<b>691</b> 337.000	<b>1.430</b> 351.000	<b>2.940</b> 360.000	<b>3.590</b> 351.000	<b>4.030 MBit/s</b> 331.000 Frames/s
H	ISG-8000	10.90	<b>604</b> 1.180.000	<b>1.190</b> 1.160.000	<b>2.480</b> 1.210.000	<b>4.810</b> 1.170.000	<b>9.720</b> 1.180.000	<b>9.790</b> 956.000	<b>9.860 MBit/s</b> 812.000 Frames/s
I	vRouter	10.90	<b>448</b> 875.000	<b>896</b> 875.000	<b>1.790</b> 875.000	<b>3.430</b> 837.000	<b>7.370</b> 900.000	<b>8.570</b> 837.000	<b>9.560 MBit/s</b> 787.000 Frames/s

**Tabelle 03** - LAN-LAN-Routing

		Durchsatz [MBit/s] @ Framgröße [Byte] und Framerate [Frames/s]							
Geräte-Kategorie	Referenzgerät	LCOS	64	128	256	512	1.024	1.280	1.518
B	1800EF	10.90	<b>115</b> 225.000	<b>215</b> 210.000	<b>399</b> 195.000	<b>757</b> 185.000	<b>972</b> 118.000	<b>972</b> 95.000	<b>986 MBit/s</b> 81.200 Frames/s
C	1800VAW-4G	10.90	<b>82</b> 160.000	<b>163</b> 159.000	<b>328</b> 160.000	<b>656</b> 160.000	<b>972</b> 118.000	<b>976</b> 95.300	<b>977 MBit/s</b> 80.400 Frames/s
D	1800VA-5G	10.90	<b>107</b> 209.000	<b>214</b> 209.000	<b>427</b> 208.000	<b>851</b> 207.000	<b>972</b> 118.000	<b>976</b> 95.300	<b>977 MBit/s</b> 80.400 Frames/s
E	1926VAG	10.90	<b>88</b> 171.000	<b>176</b> 171.000	<b>352</b> 171.000	<b>697</b> 170.000	<b>972</b> 118.000	<b>976</b> 95.300	<b>977 MBit/s</b> 80.400 Frames/s
G	ISG-5000	10.90	<b>341</b> 666.000	<b>676</b> 660.000	<b>1.350</b> 660.000	<b>2.710</b> 663.000	<b>5.320</b> 649.000	<b>6.560</b> 641.000	<b>7.750 MBit/s</b> 638.000 Frames/s
H	ISG-8000	10.90	<b>860</b> 1.680.000	<b>1.720</b> 1.680.000	<b>3.440</b> 1.680.000	<b>6.930</b> 1.690.000	<b>9.720</b> 1.180.000	<b>9.790</b> 956.000	<b>9.860 MBit/s</b> 812.000 Frames/s
I	vRouter	10.90	<b>492</b> 962.000	<b>966</b> 943.000	<b>2.000</b> 981.000	<b>3.730</b> 912.000	<b>7.420</b> 906.000	<b>9.080</b> 887.000	<b>9.860 MBit/s</b> 812.000 Frames/s

**Tabelle 04** - IPSec 1 Tunnel AES-GCM über WAN - Decryption

Durchsatz [MBit/s] @ Framgröße [Byte] und Framerate [Frames/s]

Geräte-Kategorie	Referenzgerät	LCOS	64	128	256	512	1.024	1.280	1.418
B	1800EF	10.90	<b>83</b>	<b>171</b>	<b>329</b>	<b>616</b>	<b>924</b>	<b>942</b>	<b>947 MBit/s</b>
			162.000	167.000	160.000	150.000	112.000	92.000	83.400 Frames/s
C	1800VAW-4G	10.90	<b>46</b>	<b>95.3</b>	<b>191</b>	<b>384</b>	<b>751</b>	<b>917</b>	<b>941 MBit/s</b>
			90.200	93.000	93.400	93.700	91.600	89.500	82.900 Frames/s
D	1800VA-5G	10.90	<b>72</b>	<b>147</b>	<b>291</b>	<b>574</b>	<b>926</b>	<b>940</b>	<b>944 MBit/s</b>
			139.000	143.000	141.000	140.000	113.000	91.700	83.200 Frames/s
E	1926VAG	10.90	<b>47</b>	<b>93</b>	<b>183</b>	<b>372</b>	<b>733</b>	<b>914</b>	<b>939 MBit/s</b>
			91.600	90.700	89.500	90.700	89.400	89.200	82.700 Frames/s
G	ISG-5000	10.90	<b>237</b>	<b>475</b>	<b>923</b>	<b>1.810</b>	<b>3.430</b>	<b>4.060</b>	<b>4.280 MBit/s</b>
			463.000	464.000	450.000	444.000	419.000	396.000	377.000 Frames/s
H	ISG-8000	10.90	<b>485</b>	<b>924</b>	<b>1.720</b>	<b>3.000</b>	<b>5.020</b>	<b>5.180</b>	<b>5.160 MBit/s</b>
			947.000	902.000	839.000	733.000	613.000	506.000	455.000 Frames/s
I	vRouter	10.90	<b>395</b>	<b>776</b>	<b>1.530</b>	<b>2.830</b>	<b>5.100</b>	<b>5.180</b>	<b>5.160 MBit/s</b>
			771.000	757.000	750.000	692.000	623.000	506.000	455.000 Frames/s

**Tabelle 05** - IPSec 1 Tunnel AES-GCM über WAN - Encryption

Durchsatz [MBit/s] @ Framgröße [Byte] und Framerate [Frames/s]

Geräte-Kategorie	Referenzgerät	LCOS	64	128	256	512	1.024	1.280	1.418
B	1800EF	10.90	<b>112</b>	<b>216</b>	<b>420</b>	<b>835</b>	<b>928</b>	<b>948</b>	<b>944 MBit/s</b>
			204.000	204.000	201.000	201.000	112.000	92.000	83.000 Frames/s
C	1800VAW-4G	10.90	<b>55</b>	<b>107</b>	<b>210</b>	<b>390</b>	<b>819</b>	<b>944</b>	<b>952 MBit/s</b>
			100.000	101.000	100.000	94.500	98.800	90.900	82.800 Frames/s
D	1800VA-5G	10.90	<b>91</b>	<b>176</b>	<b>340</b>	<b>674</b>	<b>935</b>	<b>948</b>	<b>952 MBit/s</b>
			166.000	165.000	163.000	163.000	112.000	91.700	83.100 Frames/s
E	1926VAG	10.90	<b>53</b>	<b>101</b>	<b>201</b>	<b>414</b>	<b>828</b>	<b>850</b>	<b>952 MBit/s</b>
			97.300	96.000	96.400	100.000	100.000	82.500	82.900 Frames/s
G	ISG-5000	10.90	<b>284</b>	<b>534</b>	<b>1.040</b>	<b>1.920</b>	<b>3.030</b>	<b>3.740</b>	<b>3.950 MBit/s</b>
			519.000	504.000	500.000	466.000	368.000	364.000	347.000 Frames/s
H	ISG-8000	10.90	<b>626</b>	<b>1.140</b>	<b>2.240</b>	<b>3.310</b>	<b>4.840</b>	<b>5.200</b>	<b>5.180 MBit/s</b>
			1.140.000	1.070.000	1.060.000	799.000	583.000	506.000	455.000 Frames/s
I	vRouter	10.90	<b>424</b>	<b>802</b>	<b>1.520</b>	<b>2.580</b>	<b>4.300</b>	<b>5.110</b>	<b>5.180 MBit/s</b>
			777.000	758.000	732.000	626.000	523.000	497.000	455.000 Frames/s

**Tabelle 06** - IPSec 1 Tunnel AES-GCM über WAN - Decryption / Encryption IMIX

Durchsatz [MBit/s] und Framerate [Frames/s]

Geräte-Kategorie	Referenzgerät	LCOS	Decryption			Encryption		
			IMIX 0	IMIX 1	IMIX 2	IMIX 0	IMIX 1	IMIX 2
B	1800EF	10.90	<b>521</b>	<b>422</b>	<b>418</b>	<b>741</b>	<b>560</b>	<b>527 MBit/s</b>
			141.000	152.000	122.000	197.000	198.000	152.000 Frames/s
C	1800VAW-4G	10.90	<b>345</b>	<b>258</b>	<b>315</b>	<b>375</b>	<b>282</b>	<b>340 MBit/s</b>
			93.700	93.400	93.200	100.000	100.000	99.100 Frames/s
D	1800VA-5G	10.90	<b>517</b>	<b>390</b>	<b>476</b>	<b>611</b>	<b>460</b>	<b>558 MBit/s</b>
			140.000	141.000	140.000	164.000	164.000	163.000 Frames/s
E	1926VAG	10.90	<b>339</b>	<b>253</b>	<b>310</b>	<b>368</b>	<b>268</b>	<b>278 MBit/s</b>
			92.000	92.100	91.800	99.000	96.000	81.200 Frames/s
G	ISG-5000	10.90	<b>1.640</b>	<b>1.230</b>	<b>1.510</b>	<b>1.730</b>	<b>1.370</b>	<b>1.630 MBit/s</b>
			446.000	451.000	448.000	463.000	490.000	473.000 Frames/s
H	ISG-8000	10.90	<b>2.840</b>	<b>2.180</b>	<b>2.670</b>	<b>3.280</b>	<b>2.220</b>	<b>3.200 MBit/s</b>
			770.000	792.000	790.000	876.000	794.000	929.000 Frames/s
I	vRouter	10.90	<b>2.580</b>	<b>1.950</b>	<b>2.410</b>	<b>2.420</b>	<b>1.870</b>	<b>2.190 MBit/s</b>
			700.000	707.000	712.000	653.000	670.000	642.000 Frames/s

## 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] @ Framgröße [Byte] und Framerate [Frames/s]									
Geräte-Kategorie	Referenzgerät	LCOS	64	128	256	512	1.024	1.280	1.418
G	ISG-5000	10.90	<b>283</b> 552.000	<b>560</b> 546.000	<b>1.040</b> 510.000	<b>2.120</b> 518.000	<b>3.990</b> 487.000	<b>4.560</b> 445.000	<b>4.730</b> 417.000 MBit/s Frames/s
H	ISG-8000	10.90	<b>604</b> 1.180.000	<b>1.200</b> 1.180.000	<b>2.420</b> 1.180.000	<b>4.820</b> 1.170.000	<b>9.320</b> 1.130.000	<b>9.450</b> 923.000	<b>9.480</b> 835.000 MBit/s Frames/s
I	vRouter	10.90	<b>397</b> 774.000	<b>750</b> 732.000	<b>1.450</b> 708.000	<b>2.880</b> 704.000	<b>4.560</b> 556.000	<b>5.330</b> 521.000	<b>5.860</b> 516.000 MBit/s Frames/s

**Tabelle 08 - IPSec 10 Tunnel AES-GCM über LAN - Encryption**

Durchsatz [MBit/s] @ Framgröße [Byte] und Framerate [Frames/s]									
Geräte-Kategorie	Referenzgerät	LCOS	64	128	256	512	1.024	1.280	1.418
G	ISG-5000	10.90	<b>309</b> 568.000	<b>628</b> 594.000	<b>1.160</b> 557.000	<b>2.120</b> 514.000	<b>3.450</b> 420.000	<b>4.330</b> 420.000	<b>4.570</b> 398.000 MBit/s Frames/s
H	ISG-8000	10.90	<b>788</b> 1.440.000	<b>1.520</b> 1.440.000	<b>2.990</b> 1.430.000	<b>5.740</b> 1.370.000	<b>9.450</b> 1.130.000	<b>9.540</b> 923.000	<b>9.500</b> 835.000 MBit/s Frames/s
I	vRouter	10.90	<b>390</b> 717.000	<b>855</b> 809.000	<b>1.520</b> 732.000	<b>2.850</b> 692.000	<b>4.730</b> 575.000	<b>5.050</b> 492.000	<b>6.270</b> 551.000 MBit/s Frames/s

**Tabelle 09 - IPSec 10 Tunnel AES-GCM über LAN - Decryption / Encryption IMIX**

Durchsatz [MBit/s] und Framerate [Frames/s]								
Geräte-Kategorie	Referenzgerät	LCOS	Decryption			Encryption		
			IMIX 0	IMIX 1	IMIX 2	IMIX 0	IMIX 1	IMIX 2
G	ISG-5000	10.90	<b>2.040</b> 554.000	<b>1.570</b> 567.000	<b>1.870</b> 550.000	<b>1.950</b> 519.000	<b>1.310</b> 471.000	<b>1.460</b> 424.000 MBit/s Frames/s
H	ISG-8000	10.90	<b>4.300</b> 1.160.000	<b>3.210</b> 1.160.000	<b>3.940</b> 1.160.000	<b>5.250</b> 1.400.000	<b>4.000</b> 1.420.000	<b>4.000</b> 1.160.000 MBit/s Frames/s
I	vRouter	10.90	<b>2.390</b> 649.000	<b>1.930</b> 699.000	<b>2.170</b> 642.000	<b>1.060</b> 284.000	<b>1.920</b> 688.000	<b>1.190</b> 345.000 MBit/s Frames/s

**Tabelle 10** - IPSec 10 Tunnel AES-GCM über WAN - Decryption

Durchsatz [MBit/s] @ Framgröße [Byte] und Framerate [Frames/s]

Geräte-Kategorie	Referenzgerät	LCOS	64	128	256	512	1.024	1.280	1.418
G	ISG-5000	10.90	<b>241</b> 471.000	<b>482</b> 471.000	<b>943</b> 460.000	<b>1.900</b> 466.000	<b>3.710</b> 453.000	<b>4.300</b> 420.000	<b>4.490 MBit/s</b> 395.000 Frames/s
H	ISG-8000	10.90	<b>582</b> 1.130.000	<b>1.160</b> 1.130.000	<b>2.330</b> 1.130.000	<b>4.630</b> 1.130.000	<b>9.050</b> 1.100.000	<b>9.450</b> 923.000	<b>9.470 MBit/s</b> 835.000 Frames/s
I	vRouter	10.90	<b>405</b> 790.000	<b>768</b> 750.000	<b>1.490</b> 731.000	<b>2.760</b> 673.000	<b>4.900</b> 598.000	<b>5.790</b> 566.000	<b>6.150 MBit/s</b> 542.000 Frames/s

**Tabelle 11** - IPSec 10 Tunnel AES-GCM über WAN - Encryption

Durchsatz [MBit/s] @ Framgröße [Byte] und Framerate [Frames/s]

Geräte-Kategorie	Referenzgerät	LCOS	64	128	256	512	1.024	1.280	1.418
G	ISG-5000	10.90	<b>273</b> 499.000	<b>565</b> 532.000	<b>1.040</b> 502.000	<b>2.040</b> 494.000	<b>3.210</b> 390.000	<b>3.960</b> 385.000	<b>4.180 MBit/s</b> 368.000 Frames/s
H	ISG-8000	10.90	<b>766</b> 1.390.000	<b>1.470</b> 1.380.000	<b>2.990</b> 1.420.000	<b>5.280</b> 1.280.000	<b>9.150</b> 1.100.000	<b>9.540</b> 922.000	<b>9.500 MBit/s</b> 835.000 Frames/s
I	vRouter	10.90	<b>398</b> 731.000	<b>750</b> 710.000	<b>1.430</b> 687.000	<b>2.590</b> 628.000	<b>4.350</b> 529.000	<b>5.060</b> 493.000	<b>5.180 MBit/s</b> 456.000 Frames/s

**Tabelle 12** - IPSec 10 Tunnel AES-GCM über WAN - Decryption / Encryption IMIX

Durchsatz [MBit/s] und Framerate [Frames/s]

Geräte-Kategorie	Referenzgerät	LCOS	Decryption			Encryption		
			IMIX 0	IMIX 1	IMIX 2	IMIX 0	IMIX 1	IMIX 2
G	ISG-5000	10.90	<b>1.660</b> 453.000	<b>1.210</b> 442.000	<b>1.150</b> 340.000	<b>1.900</b> 508.000	<b>1.350</b> 485.000	<b>1.760 MBit/s</b> 513.000 Frames/s
H	ISG-8000	10.90	<b>4.150</b> 1.120.000	<b>3.100</b> 1.130.000	<b>3.810</b> 1.120.000	<b>5.030</b> 1.340.000	<b>3.840</b> 1.370.000	<b>4.540 MBit/s</b> 1.310.000 Frames/s
I	vRouter	10.90	<b>2.420</b> 658.000	<b>1.830</b> 665.000	<b>2.090</b> 618.000	<b>2.490</b> 671.000	<b>1.970</b> 706.000	<b>2.150 MBit/s</b> 627.000 Frames/s

## 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

Geräte-Kategorie	Referenzgerät	LCOS	Durchsatz [MBit/s] für 5 parallele Übertragungen		
			LAN Download / Upload	WAN Download	WAN Upload
B	1800EF	10.90	938	938	938
C	1800VAW-4G	10.90	936	936	936
D	1800VA-5G	10.90	937	937	937
E	1926VAG	10.90	923	925	924
G	ISG-5000	10.90	7.060	6.330	5.790
H	ISG-8000	10.90	9.400	9.400	9.400
I	vRouter	10.90	9.400	9.400	9.400

**Tabelle 14** - HTTP single DUT Routing

Geräte-Kategorie	Referenzgerät	LCOS	Durchsatz [MBit/s] für 5 parallele Übertragungen		
			LAN Download / Upload	WAN Download	WAN Upload
B	1800EF	10.90	924	924	927
C	1800VAW-4G	10.90	923	924	928
D	1800VA-5G	10.90	927	927	922
E	1926VAG	10.90	905	913	910
G	ISG-5000	10.90	4.530	4.530	4.520
H	ISG-8000	10.90	9.400	9.400	9.400
I	vRouter	10.90	9.400	9.400	9.400

**Tabelle 15** - iPerf DUT2DUT WAN-Routing

Durchsatz [MBit/s] für 5 parallele Übertragungen

Geräte-Kategorie	Referenz-Gerät	LCOS	IPv4	PPP NAT	L2TP Tunnel	EOGRE-Tunnel	IPSec-Tunnel AES-CBC	IPSec-Tunnel AES-GCM	L2TPv3-Tunnel in IPSec-Tunnel AES-GCM
B	1800EF	10.90	940	935	607	916	890	903	840
C	1800VAW-4G	10.90	927	925	703	747	763	814	473
D	1800VA-5G	10.90	928	907	718	783	882	872	625
E	1926VAG	10.90	907	903	744	814	821	829	479
G	ISG-5000	10.90	5.290	3.860	2.180	2.930	428	3.760	2.020
H	ISG-8000	10.90	9.400	8.480	6.930	5.610	1.430	5.820	5.110
I	vRouter	10.90	8.980	8.960	5.820	5.380	1.110	4.270	2.790

**Tabelle 16** - HTTP DUT2DUT WAN-Routing

Durchsatz [MBit/s] für 5 parallele Übertragungen

Geräte-Kategorie	Referenz-Gerät	LCOS	IPv4	PPP NAT	L2TP Tunnel	EOGRE-Tunnel	IPSec-Tunnel AES-CBC	IPSec-Tunnel AES-GCM	L2TPv3-Tunnel in IPSec-Tunnel AES-GCM
B	1800EF	10.90	934	925	621	904	877	896	862
C	1800VAW-4G	10.90	922	918	806	822	863	875	504
D	1800VA-5G	10.90	919	914	805	898	869	883	670
E	1926VAG	10.90	899	895	854	846	858	867	517
G	ISG-5000	10.90	3.540	3.140	2.170	2.750	417	3.350	1.840
H	ISG-8000	10.90	9.320	7.650	6.740	6.320	1.440	5.660	5.110
I	vRouter	10.90	8.780	8.180	5.690	5.450	1.090	4.270	2.780

