

Routing-Performance LCOS 10.50 / 10.60

Anwendungen in der Kommunikation und Unterhaltung basieren zunehmend auf IP-Netzwerken. Um die erforderlichen Bandbreiten zuverlässig bereitstellen zu können, müssen die in der Struktur verwendeten Netzwerkkomponenten ausführlich und intensiv getestet werden. LANCOM Systems stellt in diesem Techpaper die genutzten Messverfahren zur Ermittlung der Routing- und VPN-Performance von Central Site- und VPN-Gateways sowie die entsprechenden Ergebnisse vor. Untersucht werden dabei verschiedene Aspekte, die zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit eines Routers herangezogen werden. Dazu gehören die Übertragungsleistung bei Verbindungen zwischen dem LAN und dem Internet (WAN) sowie die internen Datenübertragungen im eigenen Netzwerk (LAN-LAN). Eine besondere Bedeutung kommt der Performance bei verschlüsselten Datenverbindungen über VPN zu, da viele Geschäftsprozesse auf gesicherten WAN-Verbindungen aufsetzen.

Testaufbau

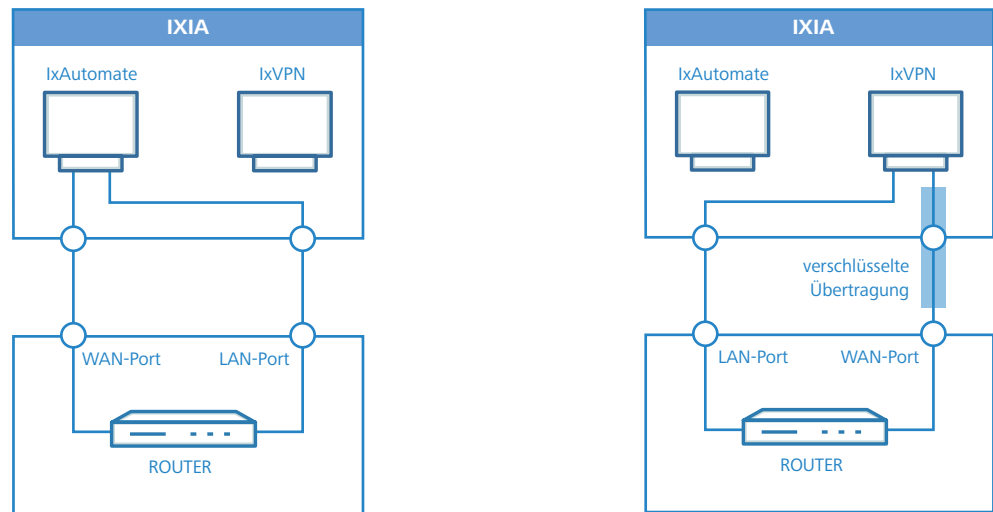


Abbildung 1:
IXIA-Testsystem für
Routing-Verbindungen
und verschlüsselte VPN-
Verbindungen zwischen
LAN und WAN

Alle UDP-Performance-Werte wurden im LANCOM Testlabor gemessen. Für die Tests werden IXIA-Testsysteme eingesetzt. IXIA erlaubt durch den Einsatz so genannter Test-Suiten die Simulation verschiedener Anwendungen. Dabei kann z. B. der Datendurchsatz in automatisch aufgebauten VPN-Tunneln ermittelt werden oder die reine Routing-Performance zwischen LAN und WAN bei uni- oder bi-direktionaler Datenübertragung. IXIA ist ein führender Anbieter von Testsystemen für IP-basierte Infrastrukturen und Dienste.

Die Testsysteme von IXIA werden weltweit von Netzwerkgeräteherstellern und anderen Unternehmen zur Sicherstellung der Funktionalität und Verlässlichkeit von komplexen IP-Netzwerken, -Geräten und -Anwendungen verwendet.

Für die Datenübertragung selbst werden entweder feste Frame-Größen verwendet oder Kombinationen verschiedener Frame-Größen, die einem natürlichen Datenfluss entsprechen. Diese Kombinationen werden auch als „Internet Mix“ oder kurz IMIX bezeichnet. Die Auswahl der IMIX-Muster hat eine große Bedeutung für die Testergebnisse, da von den verwendeten Frame-Größen die Performance einer Verbindung stark beeinflusst wird. Mit einer geeigneten Auswahl der Ports an dem getesteten Router können sowohl WAN-LAN- als auch reine LAN-LAN-Verbindungen getestet werden.

Der Aufbau zur Messung von Übertragungsraten $> 1 \text{ GBit/s}$ stellt ein großes Central-Site-Szenario dar. In diesem können auch mehrere Central-Sites als Verbund arbeiten, deshalb wird über einen zwischengeschalteten Router mit BGP dafür gesorgt, daß die Pakete für jeden Tunnel über die jeweils zuständige Central-Site laufen (Messwerte ab [Tabelle 11](#)).

Bei den vRouter-Messungen kommen zwei Szenarien zum Einsatz. Zum einen die Übertragung von einem PC im LAN über den vRouter ins LAN bzw. WAN. Zum anderen werden zwei vRouter in das Szenario aufgenommen, die über WAN verbunden sind und zwischen sich einen VPN-Tunnel aufbauen, über den die Daten verschlüsselt übertragen werden.

Die genutzte Geräte-Firmware ist LCOS 10.50 (sofern nicht anders angegeben).

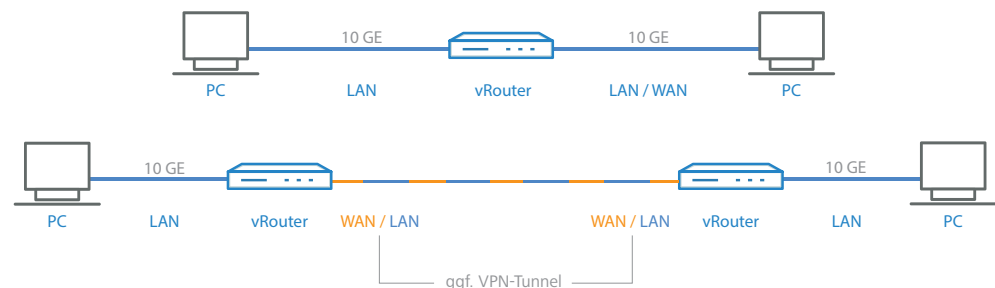


Abbildung 2:
Schematische Darstellung
der Szenarien des
vRouter-Testaufbaus

Routing-Performance (UDP)

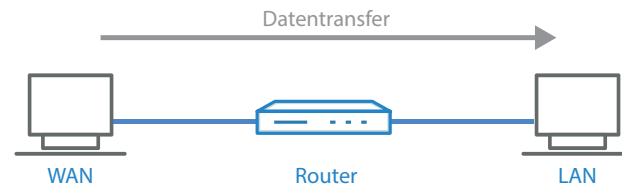


Abbildung 3:
Schematische Darstellung
des Testaufbaus

Bei der Routing-Performance wird untersucht, welcher maximale Datendurchsatz erzielt werden kann, bei dem der Router gerade noch keine Pakete verwerfen muss. Für die Messung werden UDP-Pakete in verschiedenen Größen verwendet, damit das Verhalten bei unterschiedlichen Anwendungen dargestellt wird. Die Grenzwerte sind 64 Byte als kleinster und 1518 Byte als größter Frame auf dem Ethernet. Der Test von verschiedenen Router-Modellen zeigt den Einfluss der jeweiligen Hardware-Plattform (Prozessor bzw. Interfaces).

Bei der Messung wird zunächst die Framerate ermittelt, die als Performance-Indikator der getesteten Hardware angesehen werden kann. Beim normalen Routing ist die Framerate für unterschiedliche Frame-Größen fast konstant, da beim Routing der Frames nur die Header untersucht werden – dieser Vorgang ist nahezu unabhängig von der Größe der gerouteten Frames. Aus diesem Grund wird in den Tabellen nur die typische Framerate angegeben.

Der Durchsatz bei einer bestimmten Framegröße (oder sogar einem Größenmix, siehe IMIX auf Seite 06) kann deshalb bereits näherungsweise durch Multiplikation mit der Framerate errechnet werden. Bei konstanter Framerate ist der Datendurchsatz dann direkt abhängig von der Framegröße. Je größer die Frames, desto größere Datenvolumen können übertragen werden. Die Anzahl der maximal übertragenen Frames pro Sekunde wird durch die Leistungsfähigkeit des Interfaces bzw. des Übertragungsmediums begrenzt.

Die Messung der Routing-Performance bezieht sich auf die Größe der Ethernet-Frames, also die „Size-on-Wire“. Zum Vergleich von Paketgrößen für bestimmte Anwendungen müssen daher die entsprechenden Header abgezogen werden. Bei einem Frame von 512 Byte ergibt sich z. B. eine UDP-Datagrammgröße von 474 Byte (512 Byte - 14 Byte Ethernet-Header - 20 Byte IP-Header - 4 Byte FCS Trailer) bzw. nach Abzug des UDP-Headers (8 Byte) eine UDP-Nutzlast von 466 Byte.

Beim Routing werden zwei Anwendungen untersucht:

- Beim WAN-LAN Routing werden Daten aus dem WAN empfangen und an eine Gegenstelle im LAN weitergegeben.
- Beim LAN-LAN Routing werden die Daten nur innerhalb des lokalen Netzwerks von einem LAN-Port zum anderen LAN-Port weitergegeben.

Bei den Ergebnissen ist zu erkennen, dass der Durchsatz mit der Framegröße fast linear ansteigt bis das Limit der Gigabit-Schnittstelle erreicht ist.

Routing-Performance (TCP)

UDP-Messungen zeigen sehr gut, welche Performance maximal erzielt werden kann. Da ein großer Teil des Datentransfers allerdings über TCP abgewickelt wird, ist es auch wichtig, ein entsprechendes Szenario zu untersuchen.

Die TCP-Messung erfolgt mit iperf, welches den TCP-Datendurchsatz zwischen zwei Computern misst. Diese werden über einen LANCOM Router verbunden. Wobei der Computer auf der WAN-Seite als Server agiert, von dem die Datenpakete über den Router an den Computer im LAN übertragen werden, was der Download-Richtung entspricht.

Die TCP-Messungen mit iperf wurden ohne NAT ausgeführt, da iperf keine direkte Messung mit NAT erlaubt. Die dabei ermittelten Messwerte korrelieren bei LCOS sehr gut mit den Werten, die an einem echten WAN-Anschluss mit NAT in der Praxis nachvollzogen werden können. Dies hat einerseits mit der Traffic-Struktur von iperf im Vergleich zu einem HTTP-Download zu tun, und andererseits mit der LCOS Firewall, die im NAT-Betrieb nur eine etwas geringere Performance als im Betrieb ohne NAT erzielt.

Die beiden für die Messung genutzten Computer haben eine identische Hardware- und Software-Ausstattung:

- Intel Core i7 CPU
- Intel PRO/1000 NIC
- Ubuntu 12.04 / Kernel 3.8.0

Zur Messung wurde die Software iperf 2.05 eingesetzt.

Der Parameter TCP-Window-Size wurde auf 256 kB festgelegt und die Messung wurde mit fünf simultanen Sessions durchgeführt.

Für die vRouter-Messungen wurde folgende Hardware verwendet:

- PCs mit Core i7-6700, Intel X540 10GE-Interfaces
- ESXi-Server Dell PowerEdge R330 mit Xeon E3-1230v5, 3,4 GHz, Intel X710 10GE-Interfaces als Uplink an den ESXi-vSwitches
- vRouter: VMXNET3 mit virtuellen Interfaces

Bei den vRouter-Tests wird IPerf ohne Window-Parameter verwendet.

IPSec-Routing-Performance

Anders als bei der reinen Routing-Performance werden die Frames beim VPN- bzw. IPSec-Routing nicht unverändert von einem Interface zum anderen weitergegeben. Bei der Verschlüsselung der Daten für den VPN-Tunnel wird der ursprüngliche Frame gekapselt und mit zusätzlichen Informationen versehen.

Für die Betrachtung der IPSec-Routing Performance hat das zwei wichtige Auswirkungen:

- Die verschlüsselten Frames sind größer als die nicht verschlüsselten Frames. Bei den Messergebnissen muss daher angegeben werden, auf welchem Interface eine bestimmte Framengröße betrachtet wird bzw. ob es sich um verschlüsselte oder unverschlüsselte Frames handelt. Die hier vorgestellten Werte beziehen sich immer auf die unverschlüsselte Größe der Frames. Ein IP-Paket von 46 Byte wird unverschlüsselt z. B. in einem Frame von 64 Byte transportiert. Bei einer AES-Verschlüsselung wächst der Frame z. B. auf 122 Byte an (46 Byte IP-Paket + 14 Byte Ethernet + 4 Byte FCS + 20 Byte IP + 8 Byte ESP + 16 Byte Initialisierungs-Vektor (IV) + 0 Byte Padding (0-15 Byte) + 1 Byte Padding-Länge + 1 Byte Next Header + 12 Byte Authentication).
- Der Vorgang der Verschlüsselung (Encryption) bzw. Entschlüsselung (Decryption) benötigt Rechenzeit im Router. Dieser Vorgang verläuft in zwei Stufen, die bei der Verschlüsselung sequentiell ablaufen müssen. Bei der Entschlüsselung hingegen können diese Stufen parallel durchgeführt werden, was bei Modellen mit VPN-Hardware-Beschleuniger zu einem deutlichen Performance-Vorsprung im Vergleich zur Verschlüsselung führt. Die Messergebnisse zeigen daher einen signifikanten Unterschied zwischen Decryption- und Encryption-Richtung. Alle Werte für das IPSec-Routing sind hier für jeweils einen VPN-Tunnel angegeben. Beim Aufbau von bis zu 1.000 Tunneln zeigt sich im Laborbetrieb eine nahezu konstante Framerate über die Anzahl der aktiven Tunnel. Im realen Einsatz wird jedoch die Framerate mit der Anzahl der Tunnel abnehmen auf Grund der Vorgänge, die für jeden Tunnel separat ausgeführt werden müssen (z. B. durch das Erneuern der verwendeten Schlüssel).

IPSec-Routing mit verschiedenen IMIX (Decryption und Encryption)

Als Alternative zu den Messungen mit festen Frame-Größen wurden Messreihen mit verschiedenen IMIX-Mustern durchgeführt. Die IMIX-Muster simulieren einen „realen“ Datenverkehr, der sich aus unterschiedlichen Frame-Größen zusammensetzt. Für die Zusammenstellung der genutzten Frame-Größen gibt es keine verbindliche Richtlinie, daher wurden für die Messung neben der Voreinstellung des IXIA-Testsystems (IMIX 0) zwei weitere gängige Muster verwendet (IMIX 1 und IMIX 2).

Die einzelnen Muster verwenden die folgenden Frame-Zusammenstellungen:

- IMIX 0: 45% 64 Byte, 20% 128 Byte, 5% 256 Byte, 3% 512 Byte, 2% 1024 Byte, 1% 1280 Byte, 24% 1364 Byte.
- IMIX 1: 7× 64 Byte, 4× 570 Byte, 1× 1418 Byte.
- IMIX 2: 58% 90 Byte, 2% 92 Byte, 24% 594 Byte, 16% 1418 Byte.

Bei einem angenommenen Overhead von 100 Byte ist 1418 Byte die maximale Framegröße, die verschlüsselt auf dem Ethernet übertragen werden kann (bei einer maximalen Framegröße für IEEE 802.3 von 1518 Byte).

Auch bei diesen Messungen ist wieder zu erkennen, dass die Entschlüsselung der Daten (Decryption) meist schneller erfolgt als die Verschlüsselung (Encryption).

Bridging-Performance (L2TPv3 Ethernet-Tunnel)

Bei der Bridging-Performance (Tabelle 10) wird untersucht, welcher maximale Datendurchsatz über einen transparenten Ethernet-Tunnel, der über ein L2TPv3-Pseudowire aufgebaut wird, erreicht werden kann. Hierbei wird mittels IPerf durch den Ethernet-Tunnel eine Messung mit fünf parallelen TCP-Strömen durchgeführt. Für die vRouter-Messungen wurde die unter „Routing-Performance (TCP)“ beschriebene Hardware verwendet. Es kommt bei den vRouter-Messungen eine WAN-WAN-Verbindung zum Einsatz. Bei den restlichen Messungen kommt eine LAN-LAN-Verbindung zum Einsatz.

Messwerte für Geräte mit 1 GBit/s-Interfaces

Hinweis: Bei großen Frames bzw. TCP wird die ermittelte Performance u.U. nicht von der Leistungsfähigkeit des Gerätes bestimmt, sondern durch die Ethernet-Schnittstellen (1G bzw. 10G) begrenzt.

Tabelle 1

WAN-LAN-Routing – Datendurchsatz [MBit/s] bei Framegröße [Byte] und Framerate [Frames/s]

LANCOM	LCOS	64	128	256	512	1024	1280	1418	
730VA, 883 VoIP, 884 VoIP 1640E 1780EW-4G+ 1781EW+, 1781VA, 1781VAW 1783VA, 1783VAW, 1784VA 1790-4G, 1790EF, 1790VA, 1790VA-4G, 1790VAW 1793VA, 1793VA-4G, 1793VAW IAP-1781VAW+ IAP-4G+	10.50	61,0 119.000	122 119.000	238 116.000	473 115.000	933 113.000	982 95.800	984 81.000	MBit/s Frames/s
1800EF, 1800EF-5G, 1800EFW	10.60	124 242.000	238 232.000	444 217.000	831 202.000	977 119.000	982 95.800	984 81.000	MBit/s Frames/s
1900EF, 1900EF-5G 1906VA, 1906VA-4G 1926VAG, 1926VAG-4G, 1926VAG-5G	10.50	84,7 165.000	169 165.000	339 165.000	674 164.000	977 119.000	982 95.800	984 81.000	MBit/s Frames/s
ISG-1000 WLC-1000	10.50	92,2 180.000	184 180.000	368 179.000	736 179.000	981 119.000	985 96.100	987 81.200	MBit/s Frames/s

Tabelle 2

LAN-LAN-Routing – Datendurchsatz [MBit/s] bei Framegröße [Byte] und Framerate [Frames/s]

LANCOM	LCOS	64	128	256	512	1024	1280	1418	
730VA, 883 VoIP, 884 VoIP 1640E 1780EW-4G+ 1781EW+, 1781VA, 1781VAW 1783VA, 1783VAW, 1784VA 1790-4G, 1790EF, 1790VA, 1790VA-4G, 1790VAW 1793VA, 1793VA-4G, 1793VAW IAP-1781VAW+ IAP-4G+	10.50	73,7 144.000	145 141.000	290 141.000	580 141.000	977 119.000	982 95.800	984 81.000	MBit/s Frames/s
1800EF, 1800EF-5G, 1800EFW	10.60	157 306.000	298 290.000	540 263.000	955 233.000	977 119.000	982 95.800	984 81.000	MBit/s Frames/s
1900EF, 1900EF-5G 1906VA, 1906VA-4G 1926VAG, 1926VAG-4G, 1926VAG-5G	10.50	99,1 193.000	198 193.000	398 194.000	793 193.000	977 119.000	982 95.800	984 81.000	MBit/s Frames/s
ISG-1000 WLC-1000	10.50	125 245.000	249 243.000	504 246.000	962 234.000	981 119.000	985 96.100	987 81.200	MBit/s Frames/s

Tabelle 3

WAN-LAN Routing – Datendurchsatz [MBit/s]

LANCOM	LCOS	Durchsatz bei 5 TCP-Sessions
730VA, 883 VoIP, 884 VoIP 1640E 1780EW-4G+ 1781EW+, 1781VA, 1781VAW 1783VA, 1783VAW, 1784VA 1790-4G, 1790EF, 1790VA, 1790VA-4G, 1790VAW 1793VA, 1793VA-4G, 1793VAW IAP-1781VAW+ IAP-4G+	10.50	833
1800EF, 1800EF-5G, 1800EFW	10.60	938
1900EF, 1900EF-5G 1906VA, 1906VA-4G 1926VAG, 1926VAG-4G, 1926VAG-5G	10.50	909

Tabelle 4

TCP-Datendurchsatz [MBit/s], gleichzeitige Messung in beide Richtungen

LANCOM	LCOS	Methode	Durchsatz bei 1 TCP-Session
1800EF, 1800EF-5G, 1800EFW	10.60	WAN-LAN-Routing	1.370
1800EF, 1800EF-5G, 1800EFW	10.60	LAN-LAN-Routing	1.570

Tabelle 5

IPSec-Routing AES-CBC UDP - Decryption –

Datendurchsatz [MBit/s] bei Framegröße [Byte] und Framerate [Frames/s]

LANCOM	LCOS	64	128	256	512	1024	1280	1418	
730VA, 883 VoIP, 884 VoIP 1640E 1780EW-4G+ 1781EW+, 1781VA, 1781VAW 1783VA, 1783VAW, 1784VA 1790-4G, 1790EF, 1790VA, 1790VA-4G, 1790VAW 1793VA, 1793VA-4G, 1793VAW IAP-1781VAW+ IAP-4G+	10.50	25,5 49.700	52,1 50.800	102 50.000	203 49.600	400 48.800	494 48.200	535 47.200	MBit/s Frames/s
1800EF, 1800EF-5G, 1800EFW	10.60	50,4 98.300	99,5 97.100	192 93.900	387 94.500	758 92.500	914 89.200	921 81.100	MBit/s Frames/s
1900EF, 1900EF-5G 1906VA, 1906VA-4G 1926VAG, 1926VAG-4G, 1926VAG-5G	10.50	40,3 78.600	80,5 78.500	161 78.600	316 77.100	638 77.800	794 77.500	875 77.100	MBit/s Frames/s
ISG-1000 WLC-1000	10.50	37,2 72.600	74,8 73.000	149 72.700	299 73.000	595 72.600	743 72.500	821 72.300	MBit/s Frames/s

Tabelle 6

IPSec-Routing AES-CBC UDP - Encryption –

Datendurchsatz [MBit/s] bei Framegröße [Byte] und Framerate [Frames/s]

LANCOM	LCOS	64	128	256	512	1024	1280	1418	
730VA, 883 VoIP, 884 VoIP 1640E 1780EW-4G+ 1781EW+, 1781VA, 1781VAW 1783VA, 1783VAW, 1784VA 1790-4G, 1790EF, 1790VA, 1790VA-4G, 1790VAW 1793VA, 1793VA-4G, 1793VAW IAP-1781VAW+ IAP-4G+	10.50	29,4 57.500	58,6 57.100	116 56.800	230 56.100	449 54.700	550 53.700	606 53.400	MBit/s Frames/s
1800EF, 1800EF-5G, 1800EFW	10.60	59,0 115.000	117 114.000	229 111.000	458 111.000	858 104.000	942 92.000	948 83.500	MBit/s Frames/s
1900EF, 1900EF-5G 1906VA, 1906VA-4G 1926VAG, 1926VAG-4G, 1926VAG-5G	10.50	43,9 85.500	89,2 87.100	178 86.900	353 86.200	700 85.400	873 85.200	945 83.300	MBit/s Frames/s
ISG-1000 WLC-1000	10.50	42,0 82.000	85,7 83.700	171 83.700	343 83.800	684 83.500	853 83.200	944 83.200	MBit/s Frames/s

Tabelle 7 / 8

IPSec-Routing Decryption / Encryption – Datendurchsatz MBit/s]

LANCOM	LCOS	Decryption			Encryption		
		IMIX 0	IMIX 1	IMIX 2	IMIX 0	IMIX 1	IMIX 2
730VA, 883 VoIP, 884 VoIP 1640E 1780EW-4G+ 1781EW+, 1781VA, 1781VAW 1783VA, 1783VAW, 1784VA 1790-4G, 1790EF, 1790VA, 1790VA-4G, 1790VAW 1793VA, 1793VA-4G, 1793VAW IAP-1781VAW+ IAP-4G+	10.50	174	135	165	202	158	194
1800EF, 1800EF-5G, 1800EFW	10.60	343	275	323	413	326	389
1900EF, 1900EF-5G 1906VA, 1906VA-4G 1926VAG, 1926VAG-4G, 1926VAG-5G	10.50	261	204	249	306	237	292
ISG-1000 WLC-1000	10.50	252	197	241	296	230	282

Tabelle 9

TCP-Datendurchsatz [MBit/s]

LANCOM	LCOS	Methode	Durchsatz bei 5 TCP-Sessions
ISG-1000	10.50	LAN - WAN (IPoE) Routing	940
ISG-1000	10.50	LAN - LAN Routing	940

Tabelle 10

L2TPv3-Bridging – Datendurchsatz [MBit/s]

LANCOM	LCOS	Durchsatz bei 5 TCP-Sessions
ISG-1000 WLC-1000	10.50	991

Messwerte für Geräte mit 10 GBit/s-Interfaces

Hinweis: Bei großen Frames bzw. TCP wird die ermittelte Performance u.U. nicht von der Leistungsfähigkeit des Gerätes bestimmt, sondern durch die Ethernet-Schnittstellen (1G bzw. 10G) begrenzt.

Tabelle 11

IPSec AES256-GCM - UDP - Decryption -

Datendurchsatz [MBit/s] bei Framgröße [Byte] und Framerate [Frames/s]

LANCOM	LCOS	64	128	256	512	1024	1280	1418	
ISG-4000	10.50	44,9	93,8	189	380	754	940	1.040	MBit/s
		87.600	91.600	92.300	92.700	92.000	91.700	92.000	Frames/s
ISG-8000 Multicore	10.50	551	1.100	2.170	4.210	8.120	9.450	9.470	MBit/s
		1.070.000	1.070.000	1.060.000	1.020.000	992.000	923.000	835.000	Frames/s
vRouter	10.50	399	817	1.520	2.860	4.990	5.870	6.250	MBit/s
		778.000	797.000	745.000	698.000	610.000	573.000	551.000	Frames/s

Tabelle 12

IPSec AES256-GCM - UDP - Encryption -

Datendurchsatz [MBit/s] bei Framegröße [Byte] und Framerate [Frames/s]

LANCOM	LCOS	64	128	256	512	1024	1280	1418	
ISG-4000	10.50	58,7	114	224	443	882	1.090	1.210	MBit/s
		107.000	107.000	107.000	107.000	107.000	106.000	106.000	Frames/s
ISG-8000 Multicore	10.50	560	1.100	2.140	4.170	7.680	9.540	9.500	MBit/s
		1.020.000	1.040.000	1.020.000	1.000.000	928.000	923.000	835.000	Frames/s
vRouter	10.50	357	602	1.280	2.490	4.170	4.670	4.660	MBit/s
		656.000	570.000	618.000	603.000	508.000	455.000	409.000	Frames/s

Tabelle 13

IPSec AES256-CBC SHA256 - UDP - Decryption -

Datendurchsatz [MBit/s] bei Framegröße [Byte] und Framerate [Frames/s]

LANCOM	LCOS	64	128	256	512	1024	1280	1418	
ISG-4000	10.50	44,9	90,8	185	369	736	911	1.010	MBit/s
		87.600	88.600	90.100	90.000	89.800	88.900	89.300	Frames/s
ISG-8000 Multicore	10.50	186	353	632	1.060	1.570	1.740	1.830	MBit/s
		362.000	334.000	308.000	259.000	192.000	170.000	161.000	Frames/s
vRouter	10.50	220	415	723	1.000	1.760	1.840	2.040	MBit/s
		429.000	405.000	353.000	244.000	215.000	179.000	180.000	Frames/s

Tabelle 14

IPSec AES256-CBC SHA256 - UDP - Encryption -

Datendurchsatz [MBit/s] bei Framegröße [Byte] und Framerate [Frames/s]

LANCOM	LCOS	64	128	256	512	1024	1280	1418	
ISG-4000	10.50	58,7	114	225	446	886	1.100	1.220	MBit/s
		107.000	107.000	107.000	108.000	107.000	107.000	107.000	Frames/s
ISG-8000 Multicore	10.50	170	314	547	891	1.280	1.410	1.480	MBit/s
		311.000	294.000	263.000	215.000	155.000	137.000	130.000	Frames/s
vRouter	10.50	188	301	617	927	1.440	1.580	1.640	MBit/s
		345.000	285.000	296.000	224.000	173.000	153.000	144.000	Frames/s

Tabelle 15 / 16

IPSec IMIX AES256-GCM - UDP - Decryption / Encryption - Datendurchsatz [MBit/s]

LANCOM	LCOS	Decryption			Encryption		
		IMIX 0	IMIX 1	IMIX 2	IMIX 0	IMIX 1	IMIX 2
ISG-4000	10.50	335	252	303	397	295	356
ISG-8000 Multicore	10.50	3.820	2.890	3.210	3.790	2.840	2.730
vRouter	10.50	2.600	2.050	2.520	1.680	1.440	1.840

Tabelle 17 / 18

IPSec IMIX AES256-CBC SHA256 - UDP - Decryption / Encryption - Datendurchsatz [MBit/s]

LANCOM	LCOS	Decryption			Encryption		
		IMIX 0	IMIX 1	IMIX 2	IMIX 0	IMIX 1	IMIX 2
ISG-4000	10.50	333	252	300	396	294	358
ISG-8000 Multicore	10.50	985	795	931	830	681	787
vRouter	10.50	1.140	924	1.060	926	771	732

Tabelle 19

TCP-Datendurchsatz [MBit/s]

LANCOM	LCOS	Methode	Durchsatz bei 5 TCP-Sessions
ISG-4000	10.50	LAN - LAN	3.542
ISG-4000	10.50	LAN - WAN (IPoE)	2.069
ISG-4000	10.50	WAN - LAN (IPoE)	2.201
ISG-8000 Multicore	10.50	LAN - LAN	9.400
ISG-8000 Multicore	10.50	LAN - WAN (IPoE)	9.400
ISG-8000 Multicore	10.50	WAN - LAN (IPoE)	9.400
vRouter	10.50	LAN - LAN	9.400
vRouter	10.50	LAN - WAN (IPoE)	9.400
vRouter	10.50	WAN - LAN (IPoE)	9.400