

LANCOM™ Techpaper

Performance

Einleitung

Die 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 Messverfahren zur Ermittlung der Routing- und VPN-Performance von Central Site und VPN Gateways und die resultierenden Ergebnisse vor.

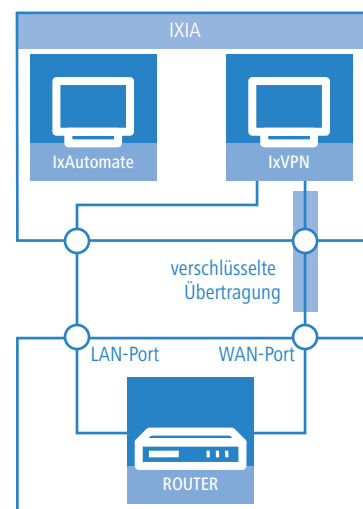
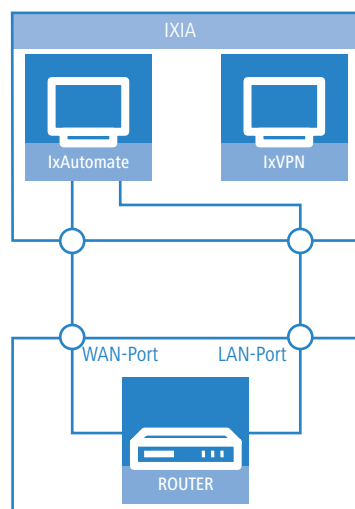
Untersucht werden dabei verschiedene Aspekte, die zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit eines Routers herangezogen werden. Dazu gehören die Übertragungsleistung bei Verbindungen zwischen dem LAN und dem Internet (WAN) sowie die internen Datenübertragungen im eigenen Netzwerk (LAN-LAN). Eine besondere Bedeutung kommt der Performance bei verschlüsselten Datenverbindungen über VPN zu, da viele Geschäftsprozesse auf gesicherten WAN-Verbindungen aufsetzen.

Testaufbau

Alle Performance-Werte wurden im LANCOM Testlabor gemessen. Für die Tests wurde ein IXIA-Testsystem eingesetzt. IXIA erlaubt durch den Einsatz so genann-

ter 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 Framegrößen verwendet oder Kombinationen verschiedener Framegrößen, 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 Paketgrößen die Performance einer Verbindung stark beeinflusst wird. Mit einer geeigneten Auswahl der Ports an dem getesteten Router können sowohl Verbindungen zwischen LAN und WAN wie auch reine LAN-LAN-Verbindungen getestet werden.

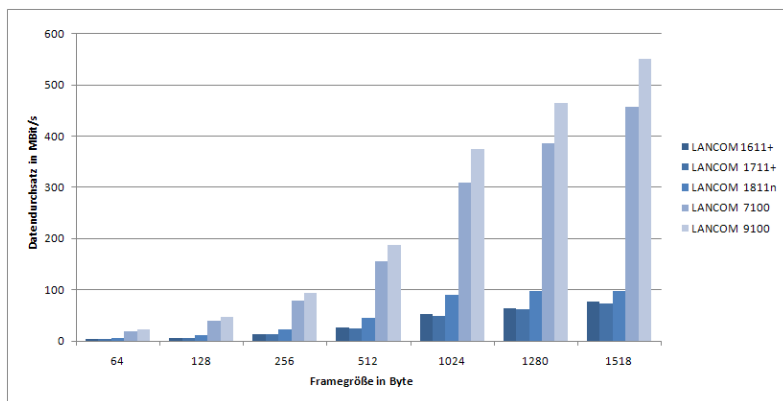
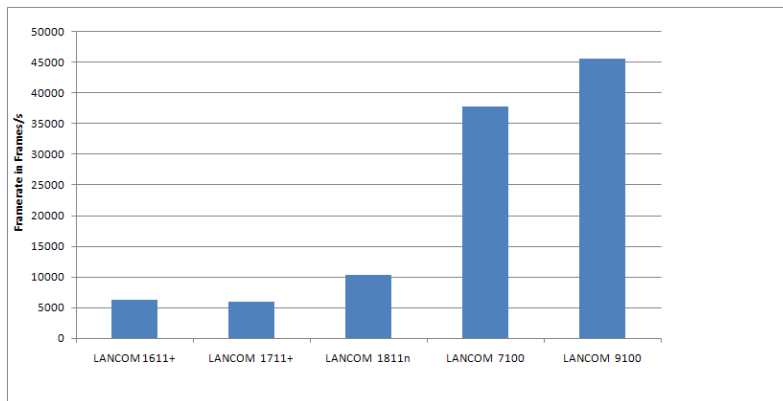
IXIA Testsystem für Routing-Verbindungen und verschlüsselte VPN-Verbindungen zwischen LAN und WAN



LANCOM™ Techpaper

Performance

Gerät (LCOS 7.70)	WAN-LAN-Übertragung							Framerate [Frames/s]
	Datendurchsatz in MBit/s bei Framegröße [Byte]							
	64	128	256	512	1024	1280	1518	
LANCOM 1611+	3,20	6,42	12,86	25,75	51,73	64,14	76,43	6280
LANCOM 1711+ VPN	3,05	6,08	12,23	24,72	49,53	62,50	73,54	6015
LANCOM 1811n Wireless	5,66	10,73	22,83	45,78	90,74	98,08	98,40	10371
LANCOM 7100 VPN	19,38	38,88	77,90	155,15	309,55	385,78	456,95	37826
LANCOM 9100 VPN	23,09	47,34	94,26	188,1	374,54	464,44	550,4	45666



Routing-Performance

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).

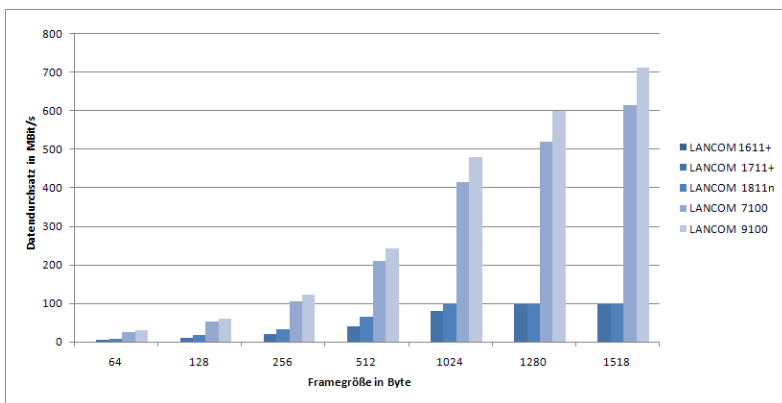
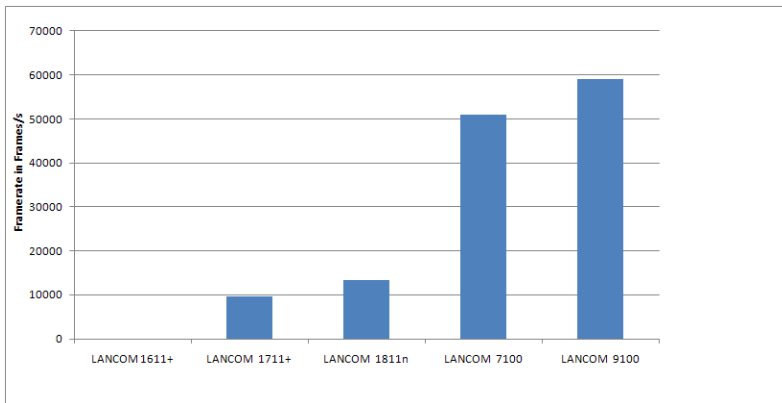
Bei der Messung wird zunächst die Framerate ermittelt, die als Performance-Indikator der getesteten Hardware angesehen werden kann. Beim normalen Routing ist die Framerate für unterschiedliche Framegrößen fast konstant, da beim Routing der Frames nur die Header untersucht werden – dieser Vorgang ist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

Der Durchsatz bei einer bestimmten Framegröße (oder sogar einem Größenmix, siehe IMIX auf Seite 6) 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 (z. B. Fast Ethernet mit 100 MBit/s).

LANCOM™ Techpaper

Performance

LAN-LAN-Übertragung								
Gerät (LCOS 7.70)	Datendurchsatz in MBit/s bei Framegröße [Byte]							Framerate [Frames/s]
	64	128	256	512	1024	1280	1518	
LANCOM 1611+	nicht gemessen							
LANCOM 1711+ VPN	5,06	10,05	20,29	40,14	80,28	98,20	98,40	9557
LANCOM 1811n Wireless	8,19	16,56	33,16	65,14	97,71	98,08	98,40	13409
LANCOM 7100 VPN	26,06	52,37	105,09	209,66	415,92	519,48	614,08	50944
LANCOM 9100 VPN	30,53	60,84	122,37	242,65	481,20	600,38	711,34	59141



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 – 18 Byte Ethernet-Header – 20 Byte IP-Header) bzw. nach Abzug des UDP-Headers (8 Byte) eine UDP-Nutzlast von 466 Byte.

Beim Routing werden zwei verschiedene 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 Messergebnissen ist zu erkennen, dass die Geräte mit 100 MBit-Interface in dieser Messung durch ihr Interface in der Geschwindigkeit begrenzt werden und sie so bei einer Frame-Größe von ca. 1024 Byte den maximal möglichen Durchsatz erreichen. Der Durchsatz der Gigabit-Modelle steigt mit der Frame-Größe fast linear an und erreicht in der Spitze beim LANCOM 9100 VPN mehr als 700 MBit/s.

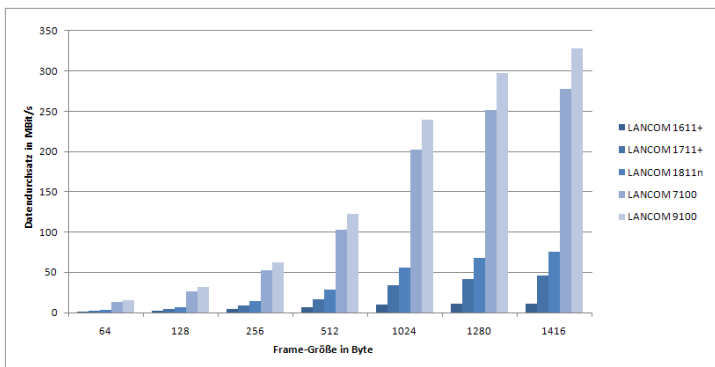
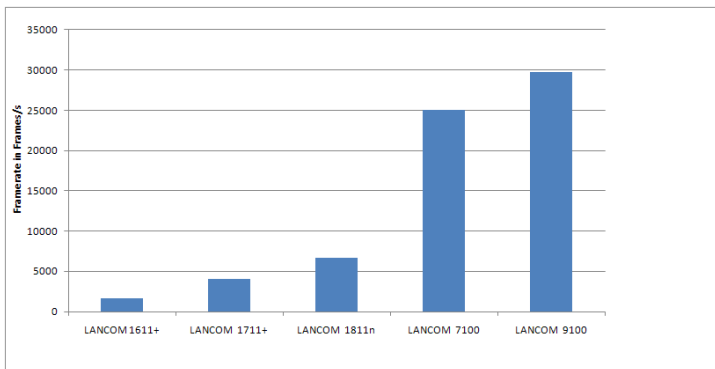
LANCOM™ Techpaper Performance

Gerät (LCOS 7.70)	IPSec-Routing (Decryption)							Framerate [Frames/s]
	Datendurchsatz in MBit/s bei Framegröße [Byte]							
	64	128	256	512	1024	1280	1416	
LANCOM 1611+	1,31	2,13	4,32	6,78	9,93	10,54	11,17	1661
LANCOM 1711+ VPN	2	4,22	8,25	16,83	33,39	42,03	45,67	4053
LANCOM 1811n Wireless	3,18	6,46	14,22	28,87	55,99	68,23	74,94	6659
LANCOM 7100 VPN	12,76	26,66	52,6	102,98	202,35	251,17	278,14	25073
LANCOM 9100 VPN	15,48	31,26	62,32	122,67	239,21	297,32	328,22	29759

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:

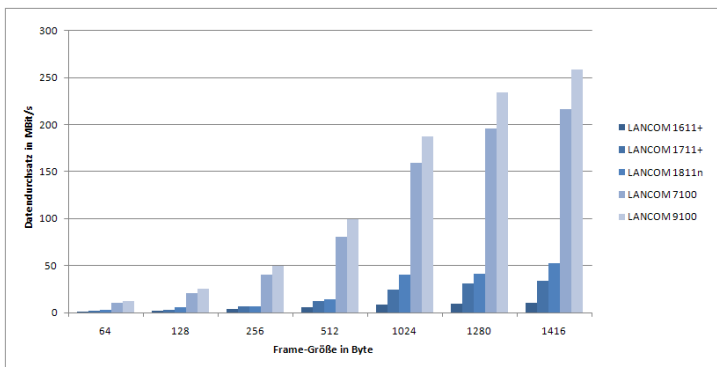
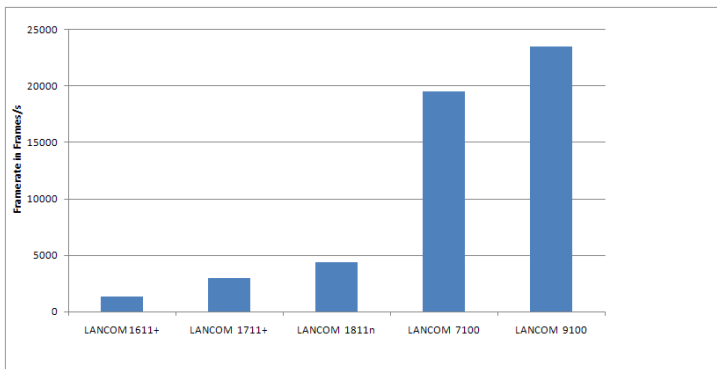
- Die verschlüsselten Frames sind größer als die nicht verschlüsselten Frames. Bei den Messergebnissen muss daher angegeben werden, auf welchem Interface eine bestimmte Frame-Größe betrachtet wird bzw. ob es sich um verschlüsselte oder unverschlüsselte Frames handelt. Die hier vorgestellten Werte beziehen 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 + 18 Byte Ethernet + 20 Byte IP + 8 Byte ESP + 16 Byte Initialisierungs-Vektor (IV) + 1 Byte Padding + 1 Byte Padding-Länge + 12 Byte Authentication).



LANCOM™ Techpaper

Performance

Gerät (LCOS 7.70)	IPSec-Routing (Encryption)							Framerate [Frames/s]
	Datendurchsatz in MBit/s bei Framegröße [Byte]							
	64	128	256	512	1024	1280	1416	
LANCOM 1611+	0,79	2,03	3,59	5,67	8,07	9,54	9,78	1348
LANCOM 1711+ VPN	1,55	3,03	6,27	12,28	24,53	30,75	33,31	2998
LANCOM 1811n Wireless	2,4	5,36	6,88	14,46	40,52	41,5	52,76	4349
LANCOM 7100 VPN	9,97	20,51	40,66	80,97	159,48	195,91	216,94	19550
LANCOM 9100 VPN	11,84	25,24	49,22	99,05	187,06	234,47	258,48	23501



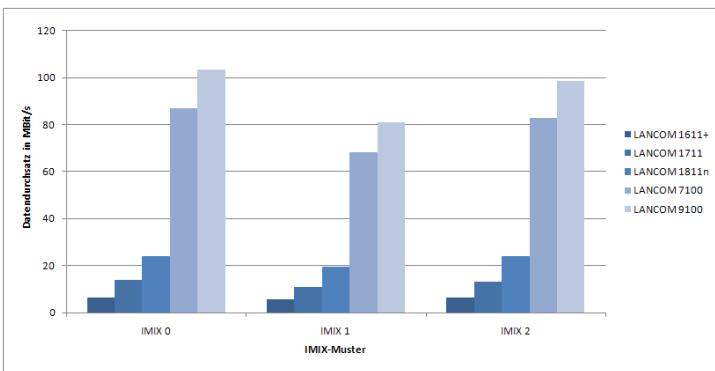
- Der Vorgang der Verschlüsselung (Encryption) bzw. Entschlüsselung (Decryption) benötigten Rechenzeit im Router. Dieser Vorgang verläuft in zwei Stufen, die bei der Verschlüsselung sequentiell ablaufen müssen. Bei der Entschlüsselung hingegen können diese Stufen parallel durchgeführt werden, was bei Modellen mit VPN- Hardware-Beschleuniger zu einem deutlichen Performance-Vorsprung gegenüber der Verschlüsselung führt. Die Messergebnisse zeigen daher einen signifikanten Unterschied zwischen Decryption- und Encryption-Richtung. Bei Modellen ohne VPN- Hardware-Beschleuniger (z. B. LANCOM 1611+) muss hingegen der gesamte Paketinhalt bearbeitet werden. Dadurch sinkt die Framerate mit steigender Framegröße bei der Entschlüsselung ohne Hardware-Beschleuniger. Der in der Tabelle angegebene Wert für die durchschnittliche Framerate steht in diesem speziellen Fall nicht für eine von der Framegröße unabhängige, nahezu konstante Framerate, sondern gibt den wirklichen Mittelwert aus den Messergebnissen wieder.

Alle Werte für das IPsec-Routing sind hier für jeweils einen VPN-Tunnel angegeben. Beim Aufbau von bis zu 1000 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).

LANCOM™ Techpaper Performance

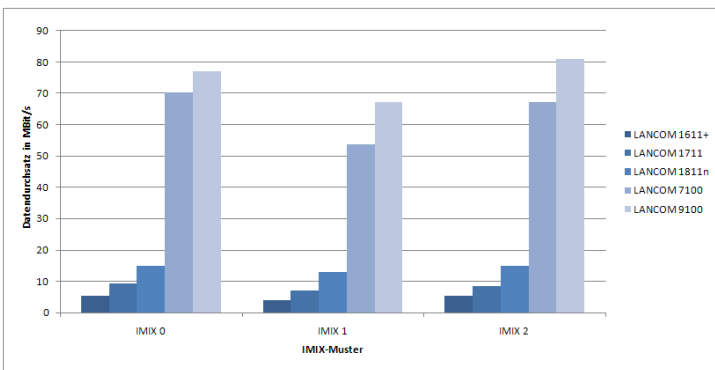
Datendurchsatz bei IPSec-Routing (Decryption) in MBit/s (LCOS 7.70)

Gerät/IMIX-Muster	IMIX 0	IMIX 1	IMIX 2
LANCOM 1611+	6,22	5,44	6,22
LANCOM 1711+ VPN	14,00	10,89	13,22
LANCOM 1811n Wireless	24,10	19,44	24,06
LANCOM 7100 VPN	86,88	68,32	82,98
LANCOM 9100 VPN	103,47	81,00	98,60



Datendurchsatz bei IPSec-Routing (Encryption) in MBit/s (LCOS 7.70)

Gerät/IMIX-Muster	IMIX 0	IMIX 1	IMIX 2
LANCOM 1611+	5,40	3,89	5,34
LANCOM 1711+ VPN	9,33	7,00	8,40
LANCOM 1811n Wireless	14,77	12,90	14,80
LANCOM 7100 VPN	70,28	53,68	67,36
LANCOM 9100 VPN	77,11	67,34	81,02



IPSec-Routing mit verschiedenen IMIXen (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:

- IMIX0: 45% 64 Byte, 20% 128 Byte, 5% 256 Byte, 3% 512 Byte, 2% 1024 Byte, 1% 1280 Byte, 24% 1364 Byte.
- IMIX1: 7x 64 Byte, 4x 570 Byte, 1x 1418 Byte.
- IMIX2: 58% 90 Byte, 2% 92 Byte, 24% 594 Byte, 16% 1418 Byte.

Für die Beurteilung der VPN-Durchsatzwerte sollte das IMIX-Muster die Frame-Größe 1418 Byte enthalten – bei einem angenommenen Overhead von 100 Byte ist das die maximale Frame-Größe, die verschlüsselt noch auf dem Ethernet übertragen werden kann (bei 1518 Byte als maximale Frame-Größe IEEE 802.3).

Für die Messungen wurde eine AES-SHA-Verschlüsselung verwendet, die Tunnel wurden in LAN-WAN-Richtung aufgebaut. Auch bei diesen Messungen ist wieder zu erkennen, dass die Entschlüsselung der Daten (Decryption) schneller erfolgt als die Verschlüsselung (Encryption).