

# LANCOM™ Techpaper

## Performance-Analyse der LANCOM Router

Steigende Bandbreiten durch DSL-Technologien der zweiten Generation wie ADSL2+ oder VDSL2 sowie neue Dienste wie zum Beispiel Voice over IP (VoIP) stellen immer höhere Anforderungen an die Durchsatz- und Verschlüsselungsleistung von modernen Netzwerkkomponenten.

IPSec hat sich als der Verschlüsselungsstandard für VPN-Standortkopplungen (Site-to-Site VPN) und zur Anbindung von mobilen Anwendern (VPN Remote Access) über kostengünstige Standard-Internetverbindungen etabliert und Technologien basierend auf privaten oder gemieteten Standleitungen weitestgehend abgelöst.

Dieses Techpaper beschreibt die Durchsatzleistungen der LANCOM Router im VPN-Gateway-Betrieb sowie im reinen Routing-Betrieb mit dem Schwerpunkt auf anspruchsvollen Echtzeit-Anwendungen. Zum Einsatz kam jeweils die LCOS-Version 6.10.

### Ergebnisse der UDP-Messungen

Diese Messungen sind insbesondere relevant für Echtzeitanwendungen wie Voice over IP auf Basis des Real-Time-Protocols (RTP), welches UDP als Transportprotokoll verwendet. Anders als bei Standard-Datenverbindungen zeichnen sich diese Verbindungen durch kleine Datenpakete aus, welche "verbindungslos" von der Quelle zum Empfänger gesendet werden. Hier werden - im Gegensatz zu Datenverbindungen die TCP als Transportprotokoll verwenden - auf der Übertragungsstrecke verlorene Pakete nicht wiederholt (kein Re-Transmit).

Die UDP-Messungen wurden mit Paketgrößen zwischen 64 Byte und 1364 (VPN) bzw. 1470 Byte (Routing) durchgeführt. Dabei wird die Datenrate der UDP-Datenquelle solange erhöht, bis erste Übertragungsfehler auftreten. Als Performance-Wert wird der Maximalwert bei einer "Zero Loss"-Datenübertragung angegeben, also bei 0% Bitfehlerrate (BER, Bit Error Rate).

Bei den UDP-Messungen mit iPerf konnten kleine Datenpakete exakt entsprechend der eingestellten Größe auf der Übertragungsstrecke beobachtet werden.

In Abbildung 1 zu erkennen ist eine deutliche Abhängigkeit von der verwendeten Hardware und der betrachteten Paketgröße. LANCOM 7111 VPN und LANCOM 8011 VPN erreichen bei großen Paketen die gleichen Endwerte des integrierten Hardware-Beschleunigers, unterscheiden sich jedoch bei kleinen und mittleren Paketgrößen. Nicht wiedergegeben sind hier die Unterschiede in der CPU-Last, die zum Beispiel bei einer Paketgröße von 1364 Byte

Paketen circa 85% auf einem LANCOM 8011 VPN beträgt.

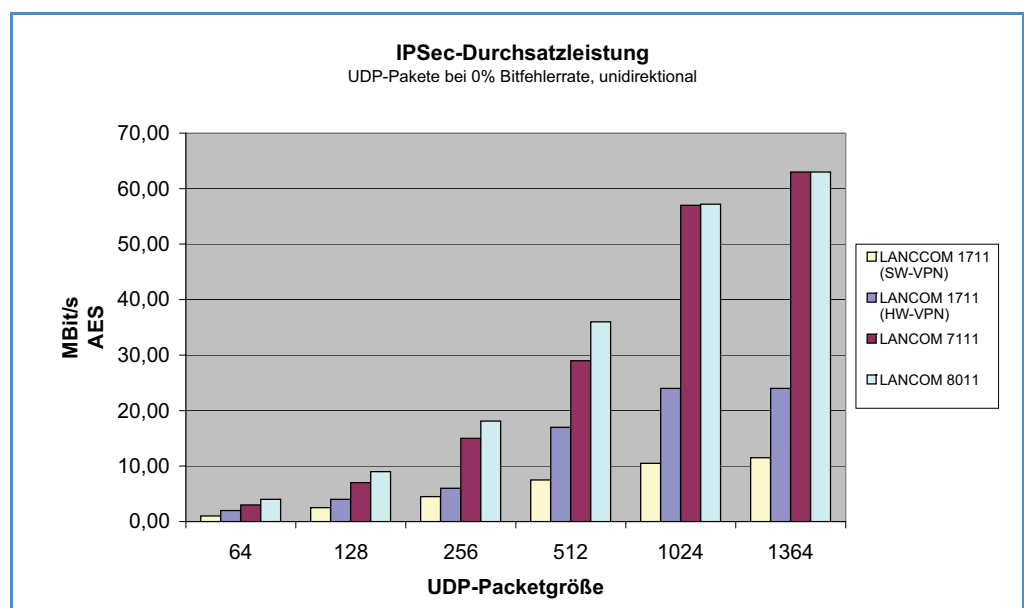
Die Aktivierung des VPN-Hardware-Beschleunigers auf der 1700er Serie bewirkt eine Verbesserung der VPN-Durchsatzrate, die bereits bei kleinen Paketgrößen zutage tritt und ab 512 Byte Paketgröße mehr als eine Verdoppelung der Durchsatzrate erzielt.

### VoIP über IPSec

Die UDP-Messungen reflektieren die bei Echtzeitübertragungen wie Voice over IP zur Verfügung stehende effektive Übertragungsleistung. Je nach Sprach-Codec entstehen UDP-Payloads zwischen 252 und 42 Byte (siehe Tabelle 1: IP und IPSec Payloads nach Sprachcodex). Im Zusammenspiel von Voice over IP und IPSec ist jedoch auch mit Hilfe der detaillierten UDP-Messungen noch keine direkte Ableitung der maximalen Verbindungen über eine IPSec-Strecke möglich. Ausschlaggebend dafür sind zusätzliche Header- und Füllbytes. So wird zum Beispiel aus einer G.729-Verbindung mit nominal 8 kBit/s eine IPSec-Payload von 36 kBit/s, also die 4.5-fache Bitrate.

Abbildung 1: IPSec Durchsatzleistung bei UDP. Angegeben sind die Messwerte bei unidirektionaler Übertragung und 0% Bitfehlerrate für eine AES-128-Verschlüsselung.

Bei VPN-Hardware-Beschleunigung sind die gemessenen Durchsatzwerte übertragbar auf eine 3-DES- und AES-256-Verschlüsselung. Die Art des verwendeten Hash-Verfahrens (MD-5 oder SHA-1) hat einen in der Praxis zu vernachlässigenden Einfluss auf die Ergebnisse, ebenso ob die Messung beim Ver- oder Entschlüsseln stattfindet. Angegeben sind die Mittelwerte aus SHA-1 und MD-5 jeweils vom Ver- und Entschlüsselungsgerät.



# LANCOM™ Techpaper

## Performance-Analyse der LANCOM Router

Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht der resultierenden Bitraten für einige VoIP-Codecs an:

Tabelle 1: IP und IPSec Payloads nach Sprachcodecs

IP-Payload: Voice Payload + 40 Byte Header (12 Byte RTP; 8 Byte UDP; 20 Byte IP-Header)

IPSec-Payload: IP-Paket + Padding + 2 Byte (Padding Length u. Next Header) = Vielfaches vom IPSec-Initialisierungsvektor

VoIP-Codec	Packets/s	Voice-Payload		IP-Payload		IPSec Payload	
		kBit/s	Byte	kBit/s	Byte	kBit/s	Byte
G.729 30ms	33,3	8	30	18,7	70	36	136
G.726 30ms	33,3	32	120	42,7	160	62	232
G.711 30ms	33,3	64	240	74,7	280	92	344
G.711 20ms	50	64	160	80,0	200	106	264

Tabelle 2: Anzahl möglicher Full-Duplex VoIP-Verbindungen über IPSec

(durchgehende VoIP-Calls, d.h. ohne Sprachverarbeitung im VoIP-Modul des LANCOM)

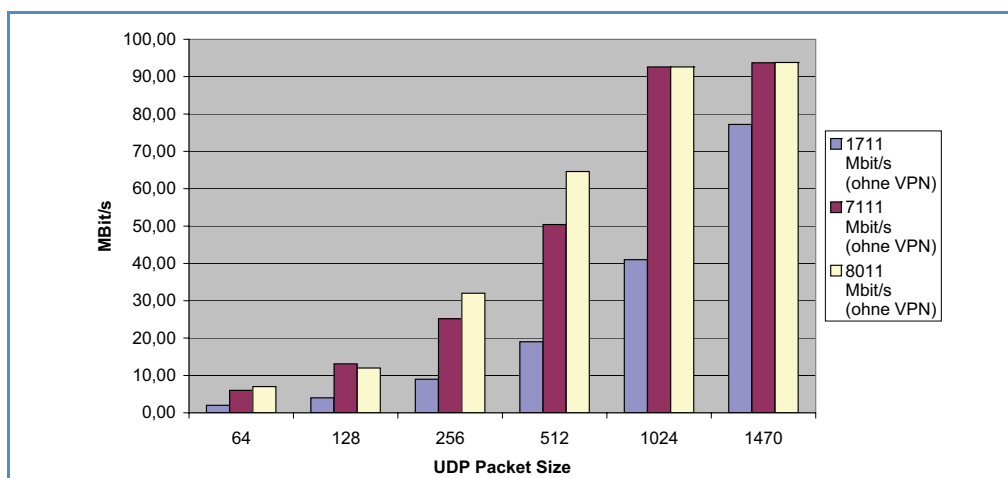
Codec	17xx SW VPN	17xx HW VPN	7111	8011
	# Gespräche			
G.729 30ms	31	62	92	123
G.726 30ms	38	62	108	138
G.711 30ms	35	46	115	139
G.711 20ms	26	41	72	92

Bei Voice over IP wird die Anzahl der möglichen Verbindungen über IPSec also durch die effektive Paketgröße und die verfügbare Verschlüsselungsleistung bei dieser Paketgröße bestimmt. Sofern ein LANCOM Router nicht nur als VPN-Gateway sondern auch gleichzeitig als VoIP-Gateway eingesetzt wird, reduziert sich die verfügbare Anzahl paralleler VoIP-Calls, insbesondere wenn VoIP-Verbindungen auf ISDN oder analog umgesetzt werden<sup>1</sup>. Tabelle 2 zeigt die Anzahl der maximal möglichen VoIP-Verbindungen über IPSec für einige LANCOM VPN-Gateways auf.

### UDP-Routing-Performance

Neben dem reinen IPSec-Durchsatz wurden im Folgenden auch die unverschlüsselten Durchsatzraten ermittelt. Ab Paketgrößen von 1024 Byte stoßen der LANCOM 7111 VPN und der LANCOM 8011 VPN im reinen Firewall-Betrieb an die Grenzen ihrer Fast-Ethernet-Schnittstellen.

Abbildung 2: UDP-Routing-Performance bei 0% Bitfehlerrate



<sup>1</sup>Allerdings ist normalerweise die rechenintensive VoIP-Sprachverarbeitung im VoIP-Gateway nur beim Übergang von ISDN zu SIP notwendig, so dass in diesem Falle die Anzahl der Verbindungen durch die Anzahl der ISDN B-Kanäle (derzeit 2 - 8) limitiert ist.

# LANCOM™ Techpaper

## Performance-Analyse der LANCOM Router

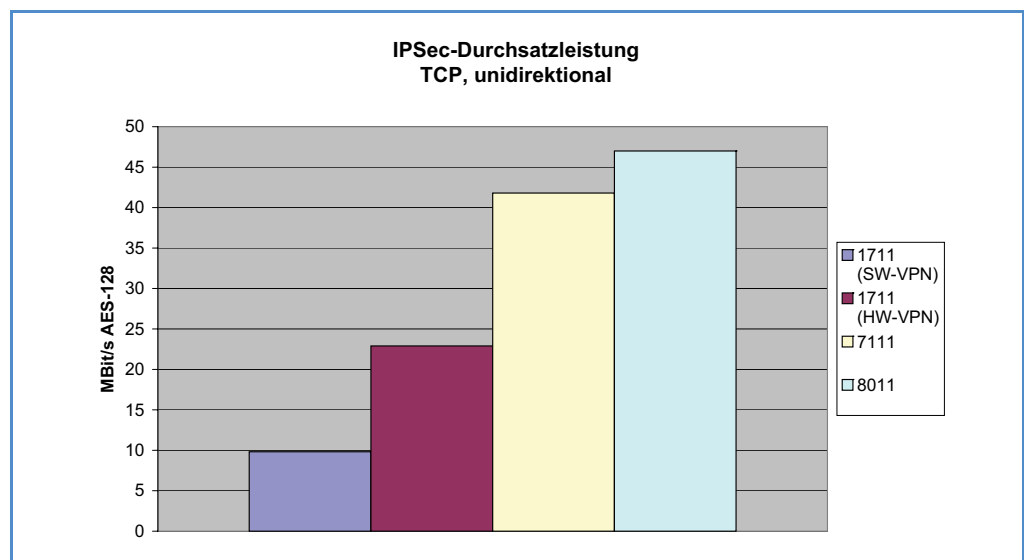
### TCP-VPN-Performance

Diese Messungen spiegeln den verfügbaren Datendurchsatz für TCP-basierte Datendienste wie FTP-Downloads wieder.

**i** Hintergrund zur Messungen unter TCP: Bei TCP-Messungen wird unter iPerf keine Messung für unterschiedliche Paketgrößen angeboten. Andere Performance-Tools wie z.B. netio bieten zwar unterschiedliche Paketgrößen für TCP an, aber bei einer Analyse der tatsächlich übertragenen Frames stellt man fest, dass jeweils mehrere davon zu größeren Frames zusammengefasst werden, so dass Assemblierungs- und Fragmentierungszeiten des Mess-Equipments mit eingehen. Daher wurde für TCP jeweils nur ein Datenwert angegeben.

Die TCP-Messwerte des LANCOM 1711 VPN stimmen recht genau mit den UDP-Messwerten bei großen Paketgrößen überein (10 zu 11.5 MBit/s bei SW-VPN bzw. 23 zu 24 Mbit/s bei HW-VPN). Die im Messaufbau beobachteten Unterschiede zu den UDP-Werten beim LANCOM 7111 VPN und beim LANCOM 8011 VPN dürften weitestgehend implementierungstechnische Gründe in den Netzwerk-Stacks der Betriebssysteme und in den verwendeten Treibern der Netzwerkkarten haben. Dazu gehören die eingangs erwähnten Assemblierungs- und Fragmentierungszeiten sowie Verluste durch TCP-Regelmechanismen wie Acknowledge-Pakete und Retransmits bei Bitfehlern.

Abbildung 3: IPSec-Durchsatzleistung für TCP



# LANCOM™ Techpaper

## Performance-Analyse der LANCOM Router

### Anhang I: Tabellarische Übersichten

Tabelle 3: UDP-Perfomancedaten der LANCOM 1700er Serie

LANCOM 1700 Serie						
UDP Packet Size	Mbit/s (SW-VPN)	Packets/s (SW-VPN)	Mbit/s (HW-VPN)	Packets/s (HW-VPN)	Mbit/s (Routing)	Packet/s (Routing)
64	1,00	2048	2,00	4096	2,00	4096
128	2,50	2560	4,00	4096	4,00	4096
256	4,50	2304	6,00	3072	9,00	4608
512	7,50	1920	17,00	4352	19,00	4864
1024	10,50	1344	24,00	3072	41,00	5248
1364	11,50	1105	24,00	2306	77,20*	6884*

Tabelle 4: UDP-Perfomancedaten LANCOM 7111 VPN

LANCOM 7111 VPN				
UDP Packet Size	Mbit/s (HW-VPN)	Packets/s (HW-VPN)	Mbit/s (Routing)	Packets/s (Routing)
64	3,00	6144	6,00	12288
128	7,00	7168	13,10	13414
256	15,00	7680	25,20	12902
512	29,00	7424	50,40	12902
1024	57,00	7296	92,60	11853
1364	63,00	6054	93,70*	8355*

Tabelle 5: UDP-Perfomancedaten LANCOM 8011 VPN

LANCOM 8011 VPN (533 MHz, HW-VPN)				
UDP Packet Size	Mbit/s (HW-VPN)	Packets/s (HW-VPN)	Mbit/s (Routing)	Packets/s (Routing)
64	4,00	8192	7,00	14336
128	9,00	9216	12,00	12288
256	18,10	9267	32,00	16384
512	36,00	9216	64,60	16538
1024	57,20	7322	92,60	11853
1364	63,00	6054	93,80*	9014*

\* Routing-Messungen bei 1470 Byte Paketgröße

# LANCOM™ Techpaper

## Performance-Analyse der LANCOM Router

### Anhang II: Testaufbau

Alle Performance-Werte wurden im LANCOM Testlabor mit den nachfolgenden Testaufbauten und dem Bench-

mark-Tool iPerf (Version 2.0.2) unter Microsoft Windows gemessen.

Die LANCOM Router wurden dabei mit LCOS 6.10.0020 betrieben.

Abbildung 4: Testbau zur Messung der Routing-Performance

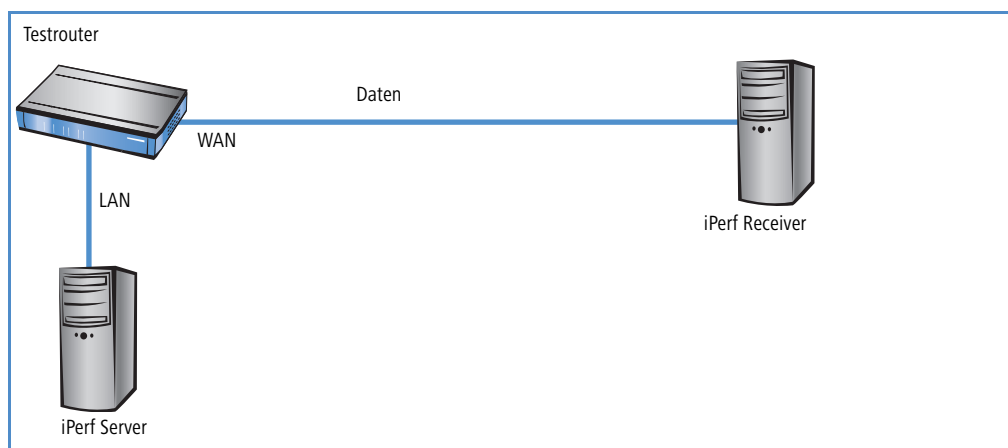
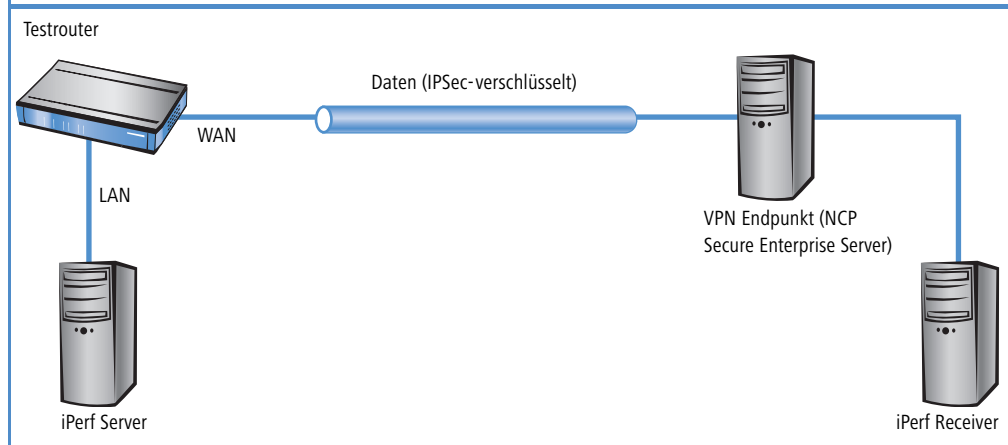


Abbildung 5: Testaufbau zur Messung der IPSec-Performance



### Verwendetes Equipment

- iPerf Server
  - INTEL Pro/1000 GT Netzwerkkarte
  - AMD Athlon XP 2000+ CPU
  - Microsoft Windows 2000 SP4
  - 512 MB RAM
- VPN Endpoint
  - VPN Gateway Software: NCP Secure Enterprise Server
  - INTEL Pro/1000 GT Netzwerkkarte
  - AMD Athlon XP 2800+ CPU
  - Microsoft Windows 2000 SP4
  - 512 MB RAM
- iPerf Receiver
  - INTEL Pro/1000 GT Netzwerkkarte
  - AMD Athlon XP 1500+ CPU
  - Microsoft Windows 2000 SP4
  - 512 MB RAM
- IPSec-Einstellungen der LANCOM Router
  - AES-128 Verschlüsselung
  - ESP
  - MD-5
  - IPCOMP aus