

---

# **Vergleich des 10MBit LAN mit dem neuen 11MBit Wireless-LAN**

---

Projektarbeit für die Vorlesung 37-235:  
**Computer Systems Performance Analysis & Benchmarking**

Diana Senn  
&  
Andreas Wetzel

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einleitung .....</b>	<b>3</b>
1.1. Ausgangslage .....	3
1.2. Motivation .....	3
<b>2. Verwendete Software .....</b>	<b>3</b>
2.1. netperf .....	3
<b>3. Hardware Konfiguration .....</b>	<b>4</b>
3.1. Netzwerk .....	4
3.2. Server .....	4
3.3. Clients .....	4
3.4. Technische Daten .....	4
<b>4. Testablauf .....</b>	<b>5</b>
4.1. Die Tests .....	5
4.2. Die Faktoren .....	5
<b>5. Auswertung .....</b>	<b>6</b>
5.1. LAN vs. WLAN .....	6
5.2. Das WLAN unter der Lupe .....	7
<b>6. Anhang .....</b>	<b>8</b>
6.1. Messresultate .....	8
6.2. Berechnungen .....	10

# 1. Einleitung

## 1.1. Ausgangslage

Ziel unseres Projektes ist es, das 11MBit Wireless LAN ein mal genauer unter die Lupe zu nehmen. Wir wollen versuchen, sowohl die Schwächen, als auch die Stärken dieser neuen Technik zu finden. Vergleichen wollen wir die Wireless Technik mit einem herkömmlichen 10MBit LAN.

Sämtliche Messungen haben wir mit dem Programm netperf durchgeführt.

## 1.2. Motivation

An der ETH ist die Wireless Technologie stark im Kommen. Seit etwa einem halben Jahr hat man via Wireless von jedem Winkel der ETH Zugang zum Internet und somit zum Rest der Welt. Da interessiert es natürlich um so mehr, was diese Möglichkeit der Datenübertragung alles kann. Wie schnell ist das Netz überlastet? Halten die 11MBit was sie versprechen? Wie sieht es mit der zeitlichen Verzögerung aus? All das sind Fragen, die uns beschäftigt haben, und die wir mit dieser Arbeit zu klären versuchen.

# 2. Verwendete Software

Wie bereits erwähnt, führten wir sämtliche Netzwerkmessungen mit dem Programm netperf durch. In diesem Kapitel wird kurz erklärt, wie netperf funktioniert, und welche Tests wir damit durchgeführt haben.

## 2.1. netperf

netperf funktioniert nach dem Client-Server Prinzip. Es wird irgendwo im Netzwerk der sogenannte netperf-Server gestartet. Er ist in der Lage, Testdaten für die jeweiligen Anfragen der Clients zu generieren. Danach können von beliebigen Clients Verbindungen zu diesem Server hergestellt und beliebige Messungen durchgeführt werden.

# 3. Hardware Konfiguration

## 3.1. Netzwerk

Damit unsere Messungen nicht durch äussere Einflüsse (arbeitende Studenten, etc.) verfälscht wurden, durften wir ein separates Wireless-Netzwerk benutzen. Dieses Netzwerk stand nur wenigen Personen zur Verfügung, und sollte deshalb sehr genaue Messungen erlauben.

## 3.2. Server

Um überhaupt anständige Messungen auf einem Netzwerk durchzuführen, braucht es mindestens eine konstante und leistungsfähige Seite, die fix installiert ist. Das heisst, sämtliche Parameter (Faktoren) die die Netzwerk-Performance beeinflussen könnten, sollten möglichst konstant sein, damit man auf der Gegenseite überhaupt in der Lage ist, anhand der gemessenen Daten vertretbare Schlüsse zu ziehen. Deshalb verwendeten wir für die Server-Seite den uns zur Verfügung gestellten Server 'holmes'. Dank dessen Leistungsfähigkeit und der Tatsache, das kaum andere Zugriffe auf diesen Server vorkommen ist er für unsere Messungen sehr geeignet und sollte zuverlässige Resultate liefern.

## 3.3. Clients

### 3.3.1. Der 'Chef'

Für unsere Leistungsmessungen hat der VIS uns den Linux-Laptop 'bespin' zur Verfügung gestellt. Dieser Laptop kann zwar mit den neuesten Modellen nicht mehr ganz mithalten, da aber die Leistung des Netzwerkes nicht wirklich von der Hardware (ausgeschlossen der Netzwerkkarte natürlich) abhängig ist, spielt das keine Rolle.

### 3.3.2. mit 'Assistent'

Ein Teil der Messungen führten wir unter totaler Belastung des Netzwerkes durch. Dazu wurde uns noch einen Windows-Laptop zur Verfügung gestellt. Da er in unseren Messungen nur eine Nebenrolle spielt, wird nicht weiter auf ihn eingegangen

## 3.4. Technische Daten

	<b>Server (holmes)</b>	<b>Client (bespin)</b>
<b>CPU</b>	Intel Pentium III	Intel PI MMX
<b>Taktrate</b>	500 MHz	166 MHz
<b>RAM</b>	256 MB	64 MB
<b>Netzwerk Karte</b>	DEC-Chip 21140	Cisco Aironet 340
<b>OS</b>	Suse Linux 6.2	Red Hat Linux 6.2
<b>Kernel</b>	2.2.7	2.2.14

Tabelle 1: Systemkonfiguration

## 4. Testablauf

Wir beschlossen, drei verschiedene Tests – jeweils unter verschiedenen Umständen – durchzuführen. Jeden dieser Tests führten wir dreimal je 200 Sekunden lang durch. Am Anfang haben wir die Tests auch noch 400 bzw. 600 Sekunden lang laufen lassen. Da die jeweils gemessenen Resultate aber nur sehr geringe Abweichungen von den 200-Sekunden-Tests hatten, haben wir diese Tests später weggelassen.

### 4.1. Die Tests

#### 4.1.1. TCP Stream Test

Der TCP Stream Test misst ganz einfach den absoluten Datendurchsatz, den das Netzwerk verkraftet. Es wird eine Verbindung zwischen den beiden Parteien aufgebaut, dann werden eine bestimmte Zeit lang Testdaten übermittelt.

#### 4.1.2. TCP Request/Response Test

Beim TCP Request/Response Test werden die Antwortzeiten gemessen. Zuerst wird eine Verbindung zwischen Client und Server hergestellt, danach senden die beiden Parteien ein Signal hin und her. Gemessen wird die Zeit, die ein Paket vom Client zum Server und wieder zurück braucht (Round-Trip Zeit).

#### 4.1.3. TCP Connect/Request/Response Test

Der TCP Connect/Request/Response Test funktioniert grundsätzlich sehr ähnlich wie der oben beschriebene Request/Response Test. Nur wird dieses mal vor jeder Anfrage eine Verbindung aufgebaut, und nach der Antwort wieder abgebrochen. Man kann damit gut messen, wie schnell eine Verbindung auf- bzw. abgebaut werden kann.

## 4.2. Die Faktoren

### 4.2.1. Zeit

Die ersten Tests haben wir jeweils 200, 400 und 600 Sekunden laufen lassen. Es zeigte sich allerdings schnell, dass sich die jeweiligen Resultate nur ganz gering unterschieden. Deshalb haben wir diesen Faktor schlussendlich nicht mehr beachtet, und die anderen Tests jeweils nur 200 Sekunden lang laufen gelassen. Für die Berechnungen haben wir von allen Tests nur die Werte der 200-Sekunden-Messungen verwendet.

### 4.2.2. Auslastung

Einen grossen Einfluss auf die Leistung des Netzwerkes hat sicher dessen Auslastung. Da wir unsere Messungen auf einem nicht n.ethz.ch-WLAN durchführten, konnten wir diesen Faktor absolut frei beeinflussen. Eine Messung wurde ohne jegliche sonstige Belastung des Netzwerkes durchgeführt. Für die zweite Messung versuchten wir die Bandbreite des Netzwerkes möglichst stark zu belegen, indem wir während der ganzen Dauer des Experiments eine grosse Datei per FTP übermittelten.

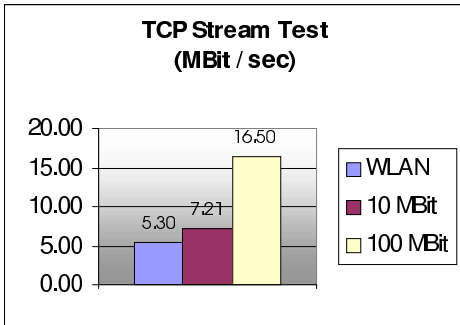
### 4.2.3. Signalstärke

Die Signalstärke ist ein neuer Faktor in der Netzwerk-Technik. Bisher musste ein beliebiger Computer einfach per Kabel mit dem Netzwerk verbunden sein, und jetzt soll es darauf ankommen, ob man den Laptop am Fenster oder an der gegenüberliegenden Wand plazierte? Um das herauszufinden, führten wir eine Messung mit gutem, und eine mit schlechtem Signal durch.

# 5. Auswertung

## 5.1. LAN vs. WLAN

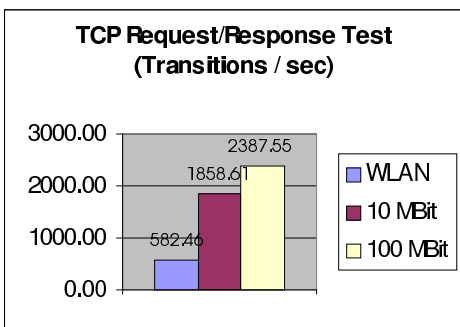
### 5.1.1. TCP Stream Test



Wenn man sich die Spezifikationen der einzelnen Techniken ansieht, ist eigentlich ganz klar was man erwartet: Fast Ethernet (100 MBit) mit abstand an der Spitze. Und dann das Wireless (11 MBit) knapp vor dem Ethernet (10 MBit).

In Wirklichkeit sieht es ein bisschen anders aus. das Fast Ethernet liegt weit vor den beiden anderen, ist aber nie und nimmer zehn mal schneller. Interessant ist, dass wir – gegen unsere Erwartung – beim Ethernet mit 7.21MBit/s eine um 36% höhere effektive Leistung als beim Wireless gemessen haben.

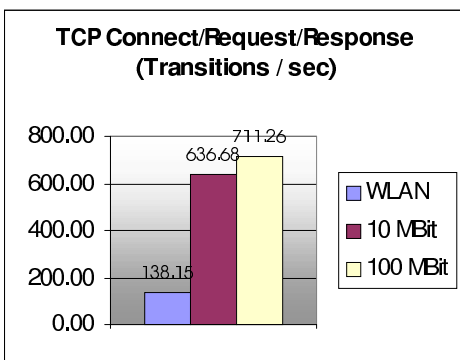
### 5.1.2. TCP Response/Request Test



Dieser Test scheint eine Schwäche der Wireless-Technik zu zeigen. Die 'herkömmliche' Kabel-Variante ist um den Faktor drei bis vier mal schneller. Das heisst, die Wireless-Technik hat eine drei bis vier mal höhere Latenzzeit.

$$Latency = \left( \frac{1}{(Transitions / s)} \right) / 2$$

### 5.1.3. TCP Connect/Request/Response Test



Die gerade zuvor entdeckte Schwäche von Wireless Verbindungen zeigt sich hier noch deutlicher. Die Ethernet-Variante ist hier sogar um den Faktor vier bis fünf mal schneller.

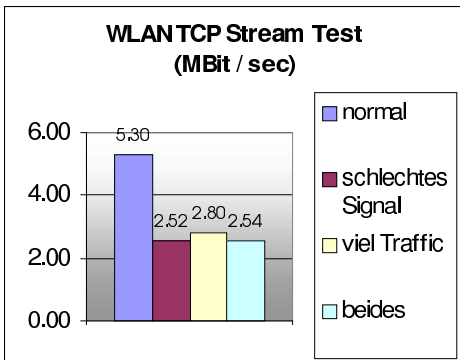
Man sollte allerdings die Dimensionen betrachten. Wireless hat zwar ca. vier mal grössere Wartezeiten, die liegen aber immer noch Unterhalb von 10ms, was für den durchschnittlichen Netzwerk-Benutzer allemal noch reichen sollte.

### 5.1.4. Fazit

Eine Wireless-Variante lohnt sich wirklich nur dann, wenn man deren Flexibilität auch wirklich braucht. Fest installierte Computer vernetzt man viel besser per Kabel.

## 5.2. Das WLAN unter der Lupe

### 5.2.1. TCP Stream Test



Bei diesem Test konnten wir ziemlich genau diese Zahlen messen, die wir erwartet haben.

Bei viel Datenverkehr haben wir einfach von einem Client aus zusätzlich Traffic simuliert, in dem wir per FTP eine grosse Datei heruntergeladen haben. Wir konnten wie erwartet messen, dass sich dementsprechend die Bandbreite für eine Verbindung einfach halbiert hat.

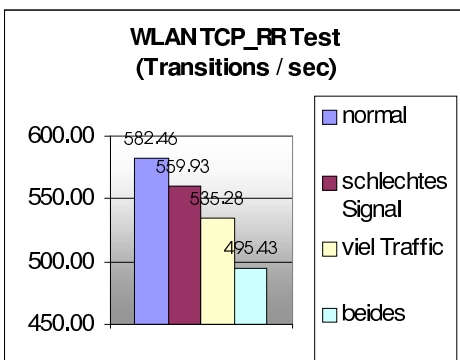
Auch ein schlechtes Signal wirkt sich sehr stark auf die maximal mögliche Transferrate aus.

Variation abhängig von der Signalstärke: 42.41%

Variation abhängig vom Traffic: 28.33%

gemischte Variation: 29.26%

### 5.2.2. TCP Response/Request Test



So wie die äusseren Umstände den Stream-Test stark beeinflussen, hätten wir es auch hier erwartet. Doch erstaunlicherweise hält sich die Wireless Technologie hier sehr gut.

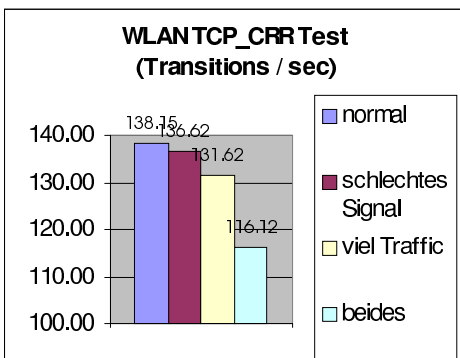
Sowohl bei schlechtem Signal als auch bei viel Traffic werden die Antwortzeiten nur geringfügig beeinflusst.

Variation abhängig von der Signalstärke: 23.35%

Variation abhängig vom Traffic: 74.85%

gemischte Variation: 1.80%

### 5.2.3. TCP Connect/Request/Response Test



Dieser Test lieferte sehr ähnliche Ergebnisse wie der Vorherige. Die Latenz-Zeit scheint nicht sehr Empfindlich zu sein auf Änderungen der Signalstärke oder der Belastung des Wireless-Netzwerks.

Variation abhängig von der Signalstärke: 23.86%

Variation abhängig vom Traffic: 60.09%

gemischte Variation: 16.05%

Die genauen Berechnungen der Variationen finden Sie im Anhang

### 5.2.4. Fazit

Gegenüber den vorherigen Vergleichstest mit herkömmlichen Kabel-Varianten, steht das Wireless jetzt nicht mehr so schlecht da. Schon die vorherigen Tests haben gezeigt, dass sich mit herkömmlichen Techniken viel besser grosse Datenmengen transportieren lassen. Die Vorteile des Wireless liegen klar in der Flexibilität des Benutzers. Muss man nicht ständig grosse Datenvolumen übermitteln, und kann man die etwas grösseren Wartezeiten (immer noch Bruchteile von Sekunden) in Kauf nehmen, möchte dafür von überall aufs Netzwerk zugreifen können, dann bietet sich die Wireless-Technik geradezu an.

# 6. Anhang

## 6.1. Messresultate

### 6.1.1. Wireless LAN

#### TCP Stream Test

Dauer	Throughput (10 <sup>6</sup> bits/s)			
	1. Messung	2. Messung	3. Messung	Durchschnitt
200	5.29	5.33	5.27	5.30
400	5.33	5.27	5.21	5.27
600	5.23	5.29	5.27	5.26

Art (alle 200 s)	Throughput (10 <sup>6</sup> bits / s)			
	1	2	3	Durchschnitt
normal	5.29	5.33	5.27	5.30
schlechtes Signal	2.53	2.68	2.36	2.52
viel Traffic	2.83	2.78	2.79	2.80
beides	2.55	2.38	2.7	2.54

#### TCP Request/Response Test

Dauer	Trans. Rate per sec			
	1. Messung	2. Messung	3. Messung	Durchschnitt
200	580.02	583.13	584.22	582.46
400	576.94	582.73	584.48	581.38
600	581.45	585.51	584.45	583.80

Art (alle 200 s)	Trans. Rate per sec			
	1	2	3	Durchschnitt
normal	580.02	583.13	584.22	582.46
schlechtes Signal	557.93	561.51	560.35	559.93
viel Traffic	532.98	537.06	535.81	535.28
beides	478.61	511.86	495.83	495.43

#### TCP Connect/Request/Response Test

Dauer	Trans. Rate per sec			
	1. Messung	2. Messung	3. Messung	Durchschnitt
200	134.98	137.71	141.76	138.15
400	143.93	142.86	145.34	144.04
600	143.9	143.94	143.5	143.78

Art (alle 200 s)	Trans. Rate per sec			
	1	2	3	Durchschnitt
normal	134.98	137.71	141.76	138.15
schlechtes Signal	130.83	136.09	142.94	136.62
viel Traffic	131.35	131.86	131.65	131.62
beides	114.63	116.48	117.24	116.12



## 6.1.2. 10MBit Ethernet

### TCP Stream Test

Dauer	Throughput (10 <sup>6</sup> bits/s)			
	1. Messung	2. Messung	3. Messung	Durchschnitt
200	7.22	7.21	7.21	7.21
400	7.22	7.2	7.2	7.21
600	7.21	7.22	7.22	7.22

### TCP Request/Response Test

Dauer	Trans. Rate per sec			
	1. Messung	2. Messung	3. Messung	Durchschnitt
200	1816.66	1871.95	1887.21	1858.61
400	1758.16	1724.87	1818.19	1767.07
600	1733.98	1770.02	1816.28	1773.43

### TCP Connect/Request/Response Test

Dauer	Trans. Rate per sec			
	1. Messung	2. Messung	3. Messung	Durchschnitt
200	620.49	659.12	630.43	636.68
400	604.05	596.88	618.79	606.57
600	594.78	597.43	593.86	595.36

## 6.1.3. 100MBit Fast Ethernet

### TCP Stream Test

Dauer	Throughput (10 <sup>6</sup> bits/s)			
	1. Messung	2. Messung	3. Messung	Durchschnitt
200	16.34	16.73	16.43	16.50

### TCP Request/Response Test

Dauer	Trans. Rate per sec			
	1. Messung	2. Messung	3. Messung	Durchschnitt
200	2336.42	2462.68	2363.54	2387.55

### TCP Connect/Request/Response Test

Dauer	Trans. Rate per sec			
	1. Messung	2. Messung	3. Messung	Durchschnitt
200	683.16	759.79	690.82	711.26

## 6.2. Berechnungen

### 6.2.1. TCP Stream Test

Factor A: schwaches Signal (-1), starkes Signal (1)  
Factor B: wenig Traffic (-1), viel Traffic (1)

Exp. No.	Effect				Measured Throughput			Est. Th.	Errors		
	I	A	B	AB	yi1	yi2	yi3	Mean y	ei1	ei2	ei3
1	1	-1	-1	1	2.53	2.68	2.36	2.52	0.01	0.16	-0.16
2	1	-1	1	-1	2.55	2.38	2.7	2.54	0.01	-0.16	0.16
3	1	1	-1	-1	5.29	5.33	5.27	5.30	-0.01	0.03	-0.03
4	1	1	1	1	2.83	2.78	2.79	2.80	0.03	-0.02	-0.01
		13.16	3.03	-2.48	-2.52			Total	<b>SSE =</b>	<b>0.11</b>	
<b>Main Effects</b>		<b>3.29</b>	<b>0.76</b>	<b>-0.62</b>	<b>-0.63</b>			<b>Total/4</b>			
Main $\wedge^2 =$ SST			0.57	0.38	0.40			=	1.35		
<b>% Main effects without error</b>		<b>42.41</b>	<b>28.33</b>	<b>29.26</b>							
Main $\wedge^2 * 2^2 * 3 =$ SST			6.89	4.60	4.75	0.11		=	16.34		
<b>% Main effects with error</b>		<b>42.13</b>	<b>28.15</b>	<b>29.07</b>	<b>0.65</b>						

### 6.2.2. TCP Request/Response Test

Factor A: schwaches Signal (-1), starkes Signal (1)  
Factor B: wenig Traffic (-1), viel Traffic (1)

Exp. No.	Effect				Measured Throughput			Est. Th.	Errors		
	I	A	B	AB	yi1	yi2	yi3	Mean y	ei1	ei2	ei3
1	1	-1	-1	1	557.93	561.51	560.35	559.93	-2.00	1.58	0.42
3	1	-1	1	-1	478.61	511.86	495.83	495.43	-16.82	16.43	0.40
5	1	1	-1	-1	580.02	583.13	584.22	582.46	-2.44	0.67	1.76
7	1	1	1	1	532.98	537.06	535.81	535.28	-2.30	1.78	0.53
		2173.10	62.38	-111.67	17.32			Total	<b>SSE =</b>	<b>577.93</b>	
<b>Main Effects</b>		<b>543.28</b>	<b>15.59</b>	<b>-27.92</b>	<b>4.33</b>			<b>Total/4</b>			
Main $\wedge^2 =$ SST			243.18	779.39	18.76			=	1041.32		
<b>% Main effects without error</b>		<b>23.35</b>	<b>74.85</b>	<b>1.80</b>							
Main $\wedge^2 * 2^2 * 3 =$ SST			2918.14	9352.64	225.07	577.93		=	13073.78		
<b>% Main effects with error</b>		<b>22.32</b>	<b>71.54</b>	<b>1.72</b>	<b>4.42</b>						

### 6.2.3. TCP Connect/Request/Response Test

Factor A: schwaches Signal (-1), starkes Signal (1)

Factor B: wenig Traffic (-1), viel Traffic (1)

Exp. No.	Effect				Measured Throughput			Est. Th.	Errors		
	I	A	B	AB	yi1	yi2	yi3	Mean y	ei1	ei2	ei3
2	1	-1	-1	1	130.83	136.09	142.94	136.62	-5.79	-0.53	6.32
4	1	-1	1	-1	114.63	116.48	117.24	116.12	-1.49	0.36	1.12
6	1	1	-1	-1	134.98	137.71	141.76	138.15	-3.17	-0.44	3.61
8	1	1	1	1	131.35	131.86	131.65	131.62	-0.27	0.24	0.03
								Total	<b>SSE = 100.76</b>		
<b>Main Effects</b>	<b>132.26</b>	<b>4.26</b>	<b>-6.76</b>	<b>3.49</b>				<b>Total/4</b>			
Main $\wedge^2 = SST$		18.13	45.68	12.20				=	76.01		
<b>% Main effects without error</b>		<b>23.86</b>	<b>60.09</b>	<b>16.05</b>							
Main $\wedge^2 * 2^2 * 3 = SST$		217.60	548.10	146.44	100.76				= 1012.90		
<b>% Main effects with error</b>		<b>21.48</b>	<b>54.11</b>	<b>14.46</b>	<b>9.95</b>						