

Messmethoden zur Eignung von Gigabit-Ethernet für Echtzeit-Anwendungen

Eingebettete Systeme

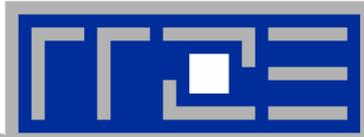
25. / 26. November 2004

Boppard am Rhein

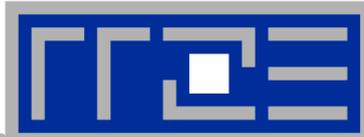


Jochen Reinwand

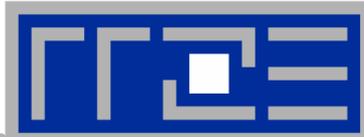




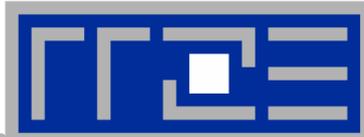
- **Motivation**
- **Messmethodik**
- **Paketgrößenverteilung**
- **Auslastung**
- **Delaymessungen**
- **Ergebnisse**



- **Echtzeitanwendungen über IP-Netze**
 - Hohe Netzlast ? unvorhersehbare Latenz
 - Entscheidend: IP-Delays (hier: One-Way-Delay OWD)
- **Delay erzeugt durch**
 - Netzintrinsische Paketlaufzeit
 - Routingdelay
- **Routingdelay erzeugt durch**
 - Bandbreite Verkehrseingänge > Verkehrsausgänge
 - Interne Organisation des Routers (Hard- und Software)



- **Passive vs. aktive Messungen**
 - **Aktiv:**
 - + Anpassung der Messparameter
 - Nur Testpakete erfasst
 - Messung durch Testpakete verfälscht
 - **Passiv:**
 - + Alle Pakete betrachtet
 - Große Datenmenge
 - Teure Messkarten und ggf. zusätzliche Hardware

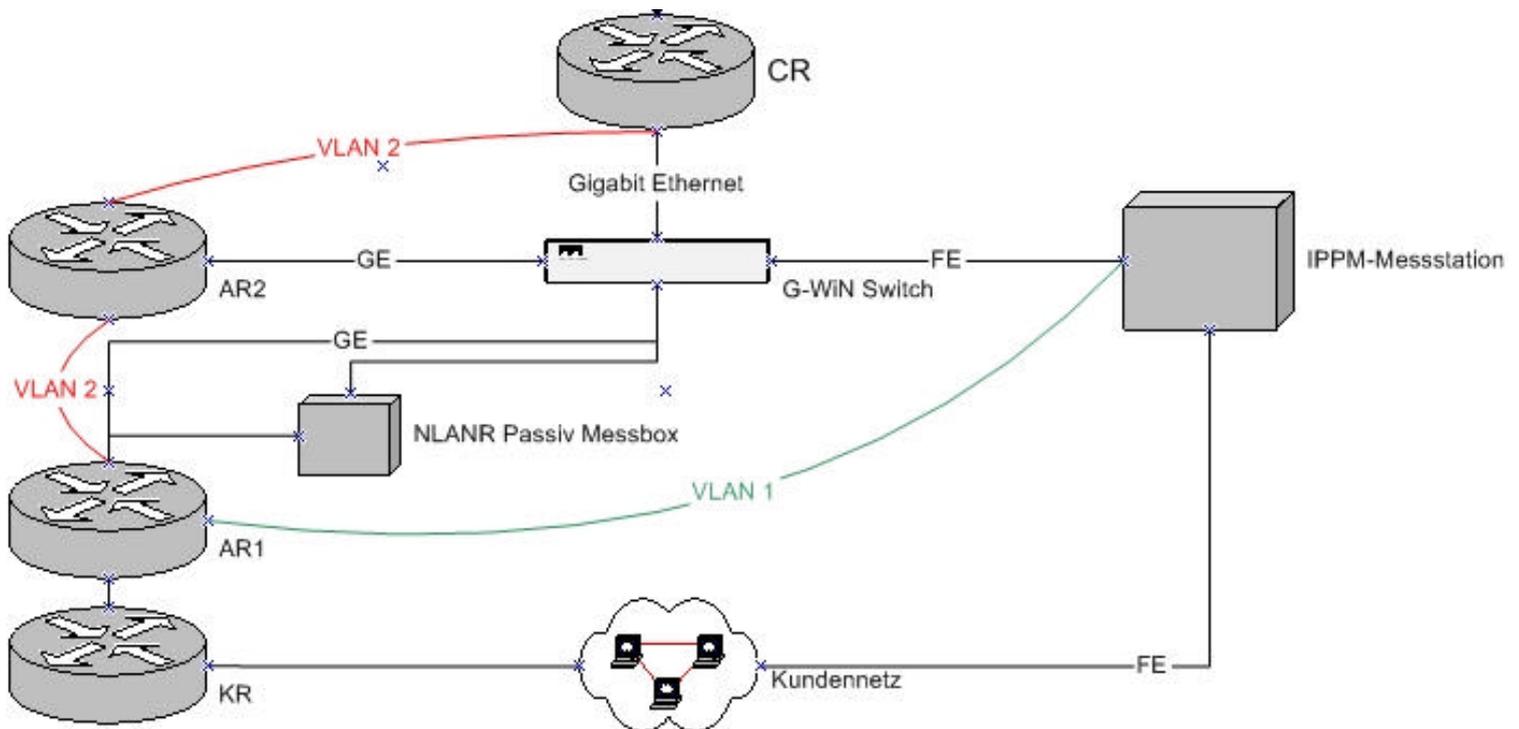


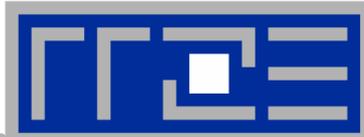
- **Netzauslastung**
 - Typischerweise über Portcounter gemessen und mit Tools wie MRTG (SNMP) ausgewertet
 - Problem: zu geringe Zeitauflösung
 - Überlastungen auch in sehr geringen Zeitintervallen (unter 1 Sekunde) interessant
- **Kernpunkt der Untersuchungen des G-WiN-Labors**

Messmethodik (3)



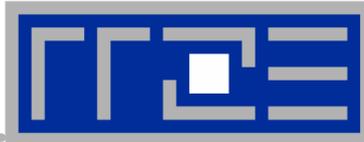
- **Messaufbau (passiv und aktiv)**





- **Messung zwischen Kernnetzrouter und Accessrouter am Knoten Erlangen (Gigabit-Ethernet, Glasfaser)**
 - **Optischer Splitter**
 - **Messkarte von Endace (DAG)**
 - **Mithören der Header aller Pakete möglich**
? Netzwerk-Monitoring-System
 - **Sogar Betrachtung einzelner Ethernetframes möglich**
aber: nicht sinnvoll für Auslastungsmessung
- **Zweiter Aufpunkt an Zugangsrouten der Universität Leipzig**
 - **GPS-Uhr von Meinberg (PPS–Zeitsignal direkt von Messkarte verarbeitet)**
 - **Durch Zeitsynchronisation Zwei-Punkt-Messung möglich**

Paketgrößenverteilung (1)

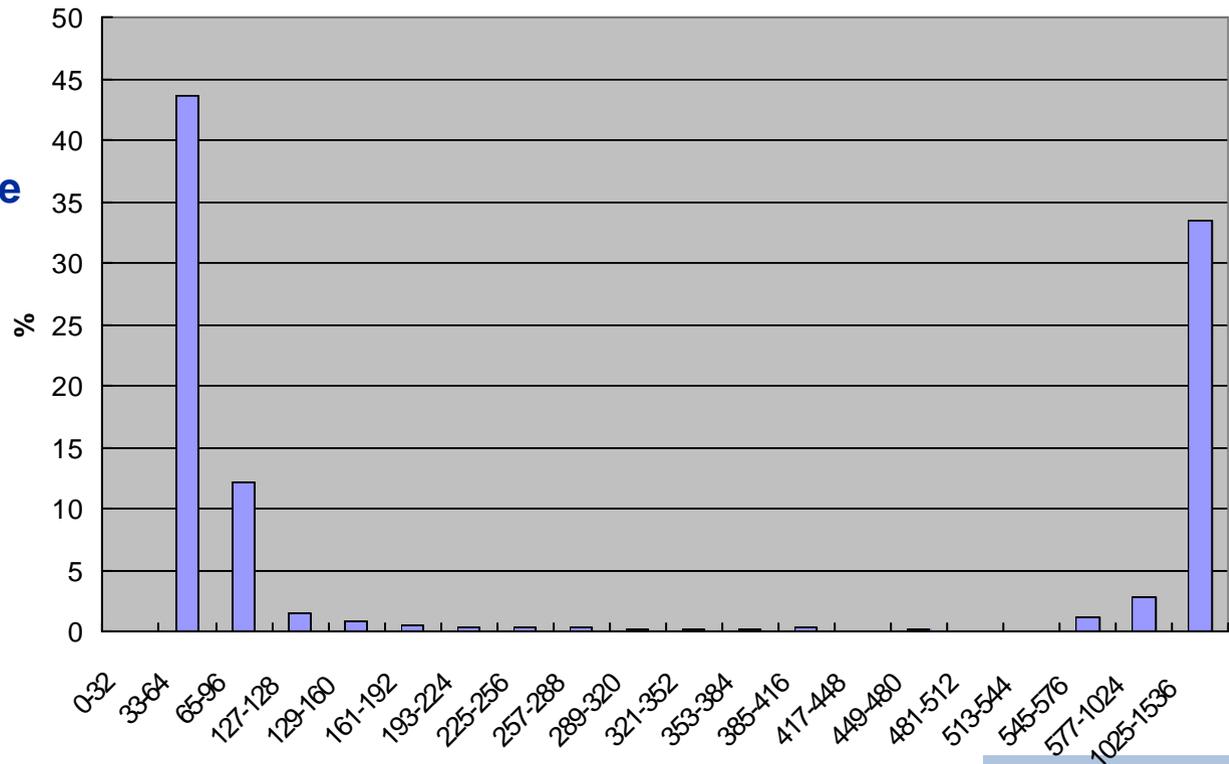


- **Paketgrößenverteilung im G-WiN**
 - Routerinterne Statistikinformationen
 - Passive Messsysteme

- **Routerintern**

Beispiele für typische Paketgrößen:

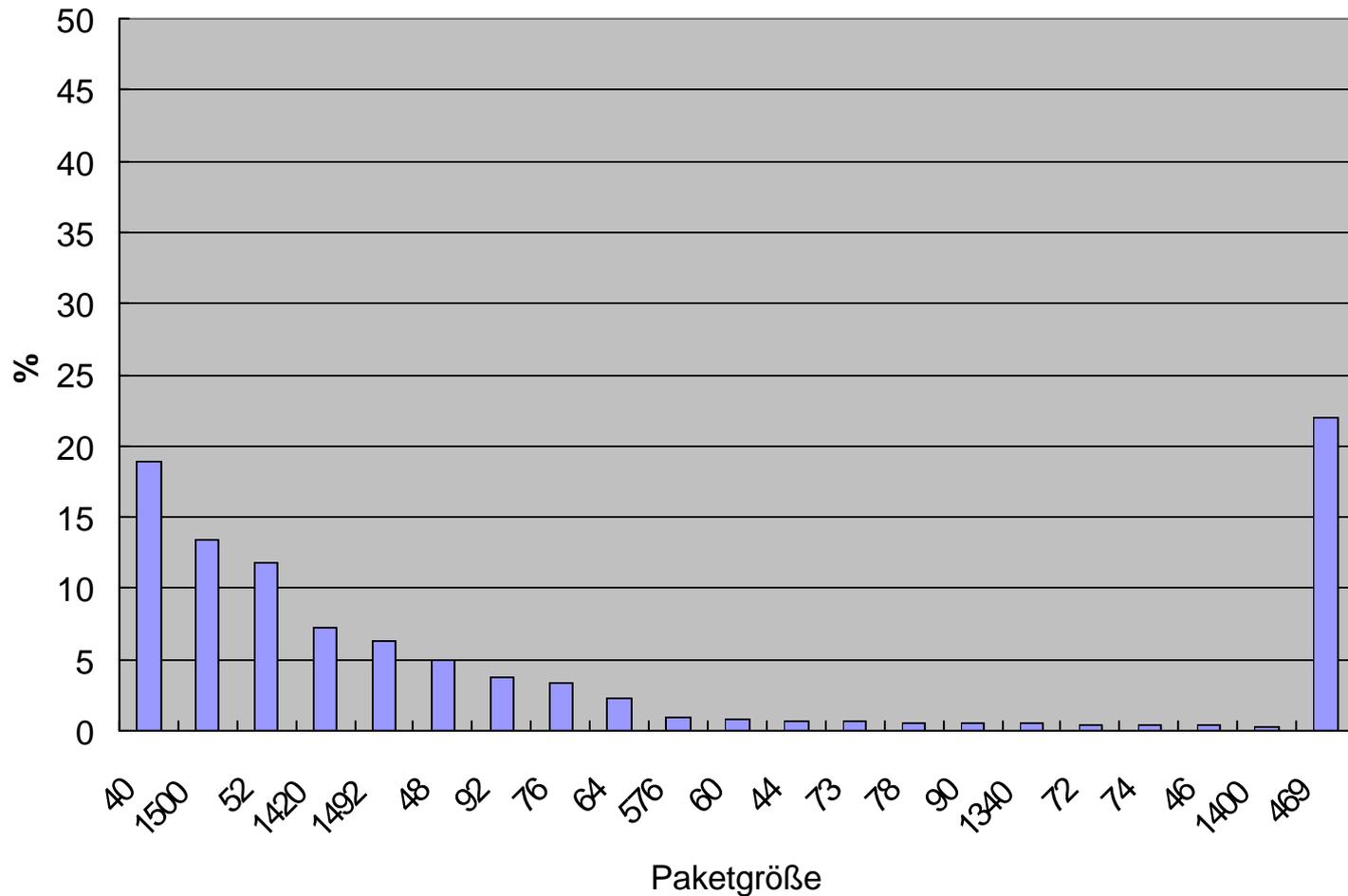
- **1500 Bytes:**
MTU in LANs
- **40 Bytes:**
ACK-SYN Pakete



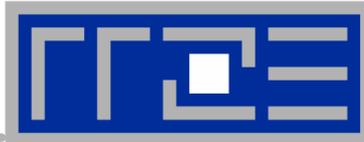
Paketgrößenverteilung (2)

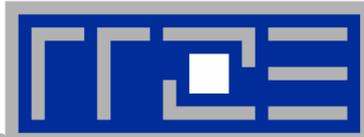


Passive Messsysteme



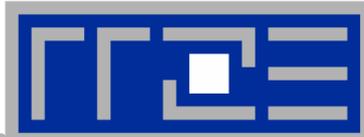
Paketgrößenverteilung (3)



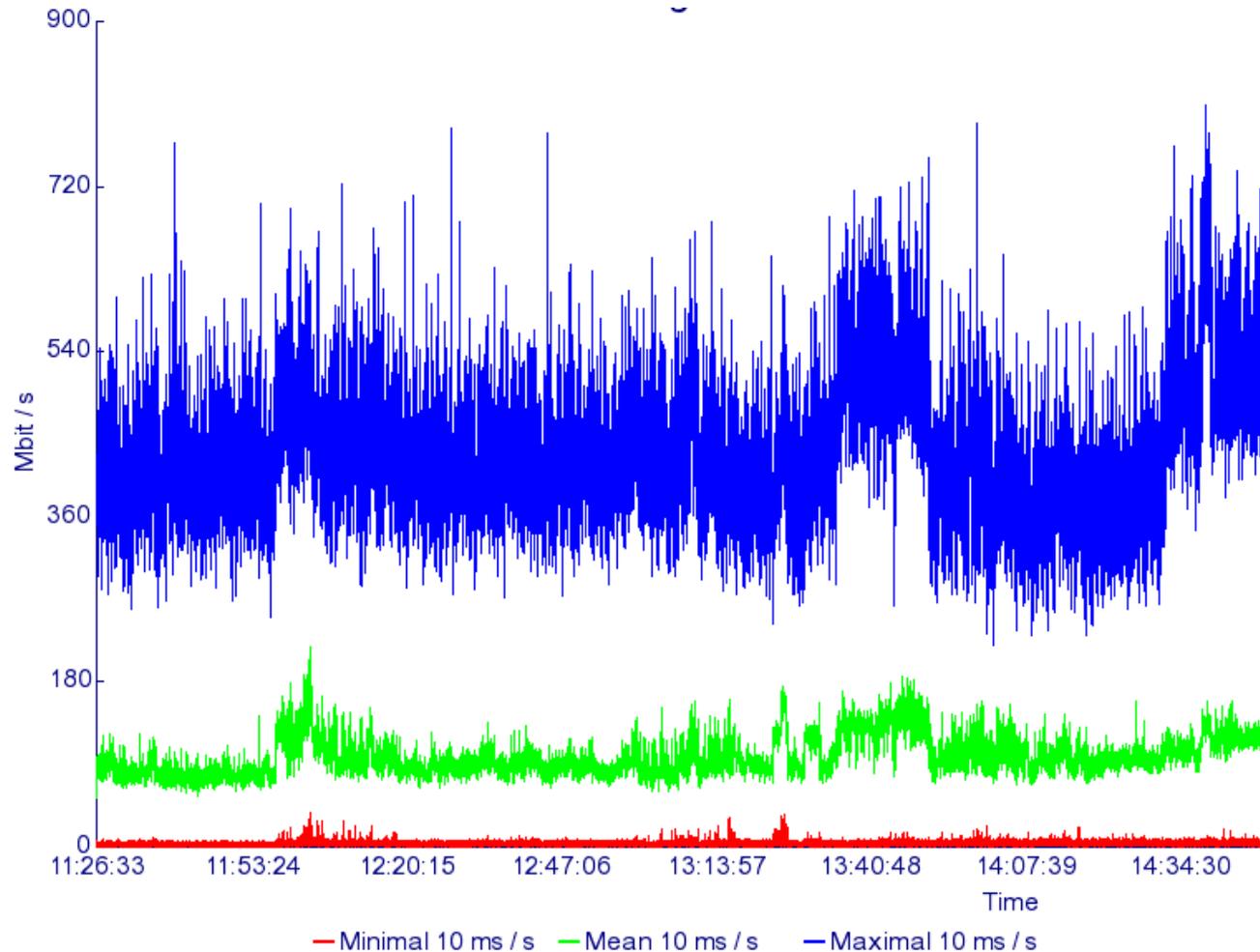


- **Auslastung gemessen für 10 ms Intervall**
- **Für jede Sekunde werden drei Intervalle bestimmt:**
 - **Minimum**
 - **Maximum**
 - **Median**
- **Beobachtungen:**
 - **Praktisch in jeder Sekunde Zeiten mit Auslastung 0**
 - **Ebenso immer Maxima der Auslastung**
 - **Verkleinerung des Zeitintervalls ? höhere Maxima**
 - **Grund für 10 ms: Mittlere Delays im G-WiN**

Auslastung (2)



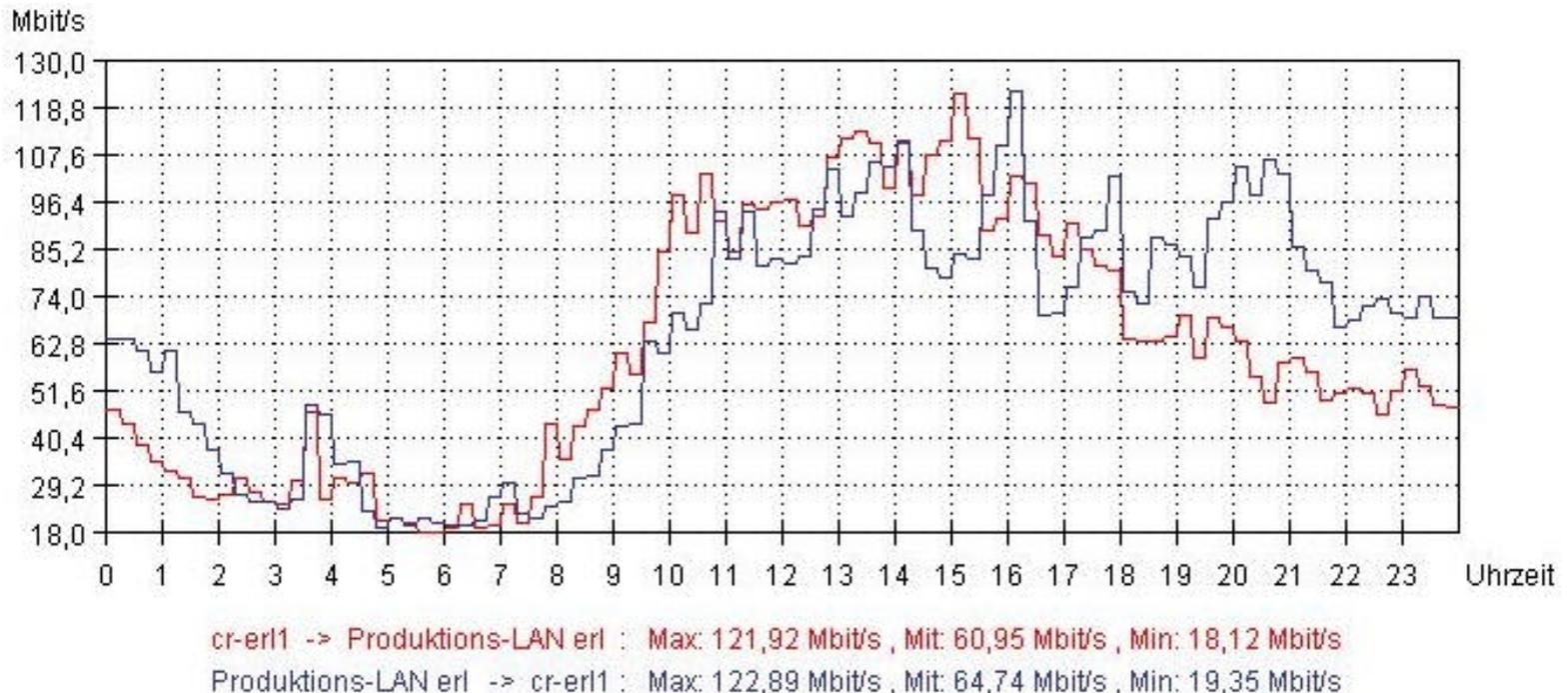
- **Auslastungsmessung am Standort Erlangen (passiv)**



Auslastung (3)

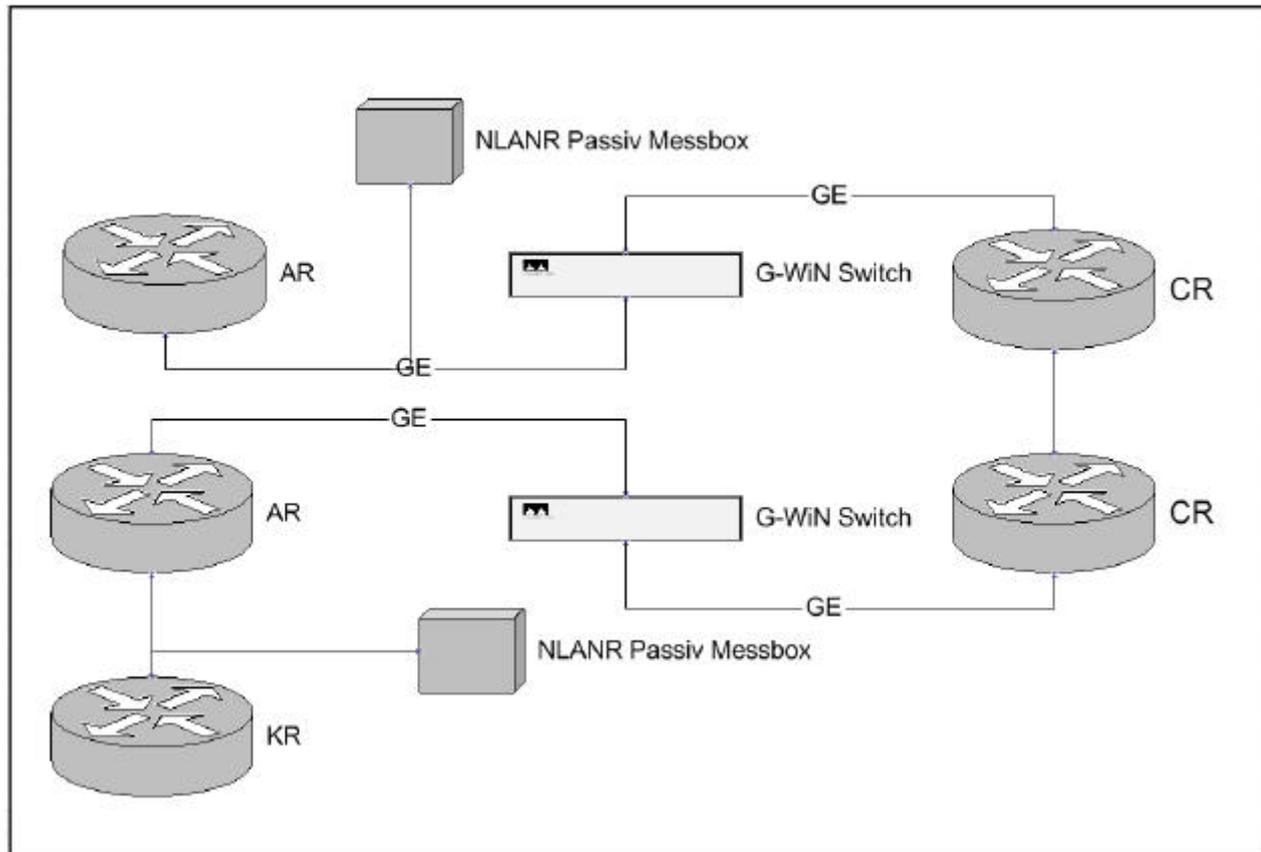


- **Auslastung ermittelt über Routerstatistik**

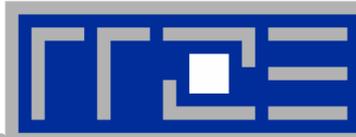


- **Mittelung über 5 min Intervall**
 - **Tatsächliche kurzzeitige Last nicht wiedergegeben**
 - **Maxima und Minima entfallen**

- **Delaymessungen Erlangen - Leipzig**
 - **Zeitstempel und Headerinformationen für Zuordnung benutzt**



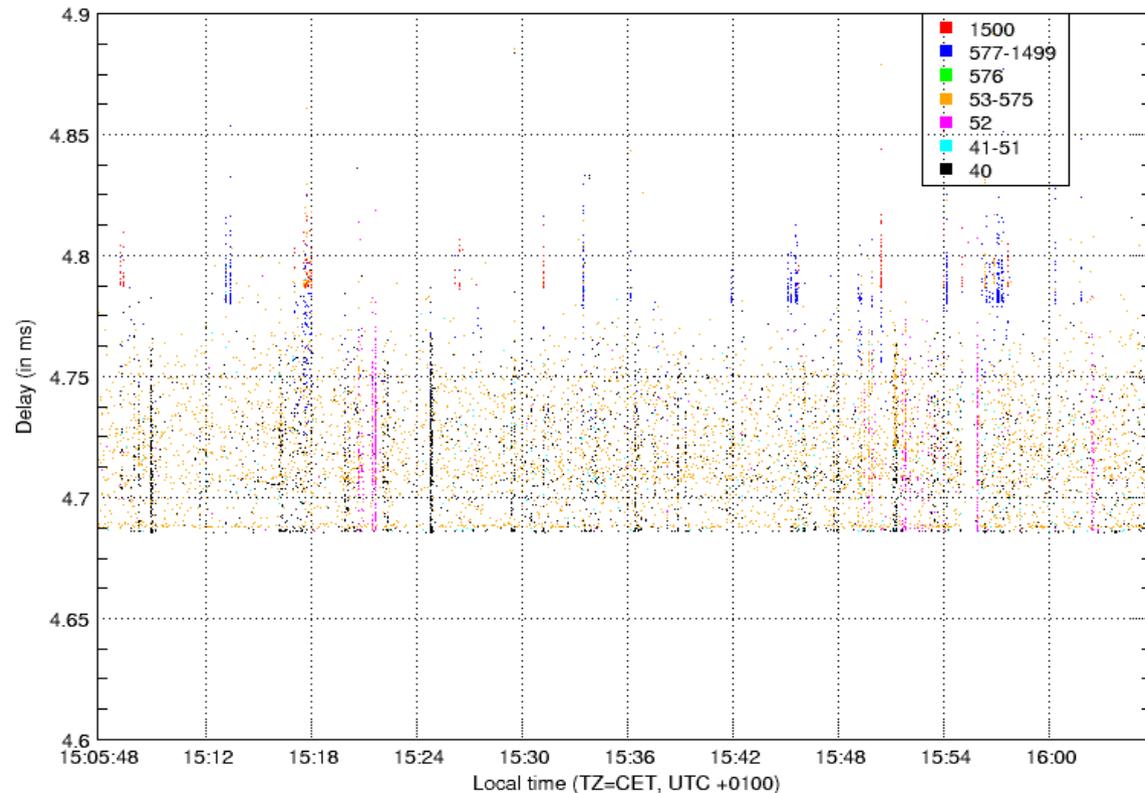
Delaymessung



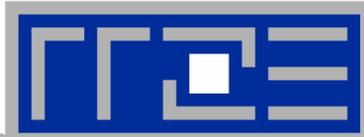
(Höhere Delays größerer Pakete
Verarbeitungszeit in Routern größenabhängig)

- Zeitlich nicht konstante Paketgrößenverteilung
 - Z.B. größere Downloads, Broadcasts etc.

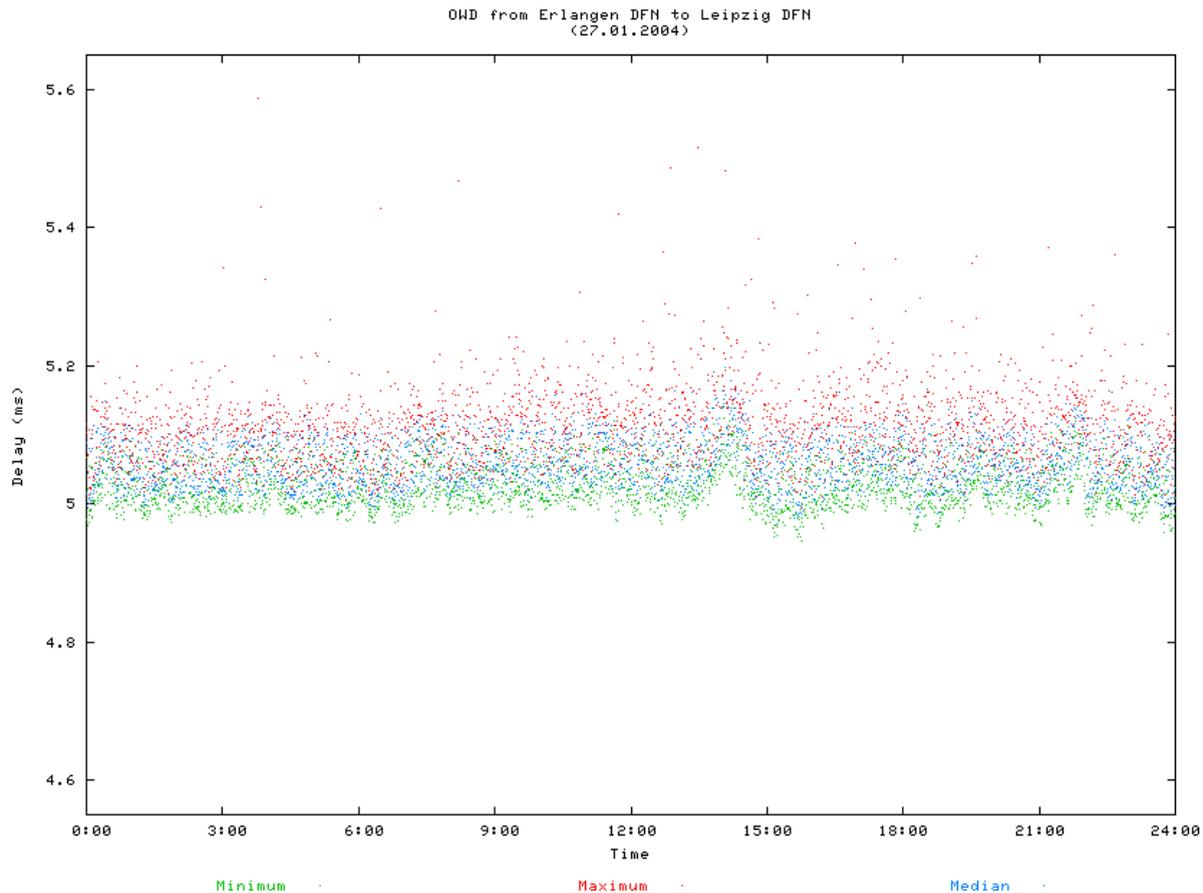
Delay Erlangen-Leipzig 20040127-150548

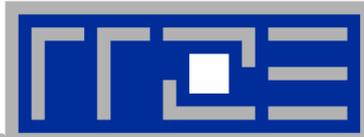


Delaymessung (aktiv)



- **Relativ gute Übereinstimmung mit passiver Messung**
 - **Andere Messstrecke**
 - **Analyse durch CPU, nicht NIC**





- **Passiv Messungen geeignet zur Bestimmung charakteristischer Kenngrößen, wie**
 - **One-Way-Delay**
 - **Paketgrößenverteilung**
 - **Auslastung**
- **Aussagen über Netzzustände in kleinem zeitlichen Maßstab möglich durch**
 - **Analyse des realen Verkehrs**
 - **Hohe zeitliche Auflösung**
 - **Analyse spezifischer Pakete**
 - **Analyse von Flows**
- **Passivmessung sinnvolle Ergänzung zu anderen Methoden, die längerfristigen Zeitrahmen betrachten (z.B. aktive Messungen)**