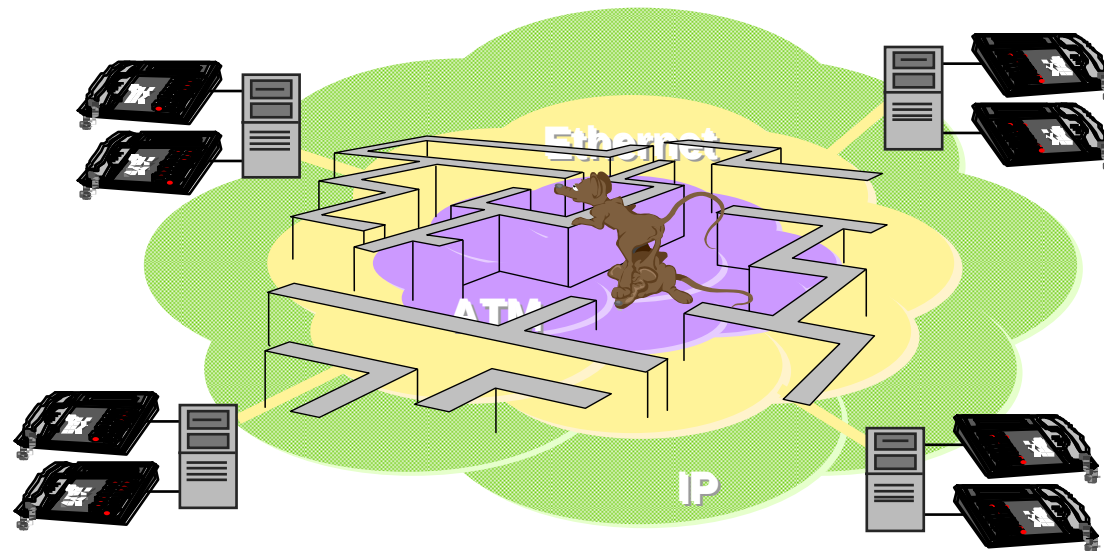

„VoIP im Forschungszentrum Karlsruhe“

Ein kurzer technischer Abriß und
Erfahrungsbericht aus dem Test- und Laborbetrieb

von Dipl.-Inform. Torsten E. Neck



VOICE over IP:
27. Juni 2001

Planung und Implementierung von IP-Telefonie —
VoIP am Forschungszentrum Karlsruhe. Fallstudie
Dia-Nr: 0
(im Stand: 22.02.2008)

Forschungszentrum Karlsruhe
Technik und Umwelt

Fortbildungszentrum Technik u. Umwelt
Dipl.-Inform. Torsten Neck

Torsten E. Neck



Forschungszentrum Karlsruhe GmbH
Technik und Umwelt

Fortbildungszentrum für Technik und Umwelt

Postfach 3640 ♦ D-76021 KARLSRUHE
Hermann-von-Helmholtz-Platz 1 ♦ D-76344 Leopoldshafen

Fon: +49 (0)7247 82- 4421
Fax: +49 (0)7247 82- 7421

eMail: Torsten.Neck@ftu.fzk.de
W³: <http://www.iai.fzk.de/~neck>

Studium der Mathematik und Informatik an der Universität Karlsruhe;
Schwerpunkte: Telematics (Prof. Krüger) and
Informationssysteme (Prof. Lockemann)

bis 1998 am “Institut für Angewandte Informatik”:
Projekte: TESUS, ARTEMIS, KISMET

High Performance Networks für Multimedia Applications in der Medizin

seit 1998 am “Fortbildungszentrum für Technik und Umwelt”:
Fachleiter “Informations- und Kommunikations-Technologien”

seit 1999 Professur für Telematik an der “Fachhochschule Karlsruhe”

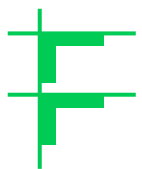
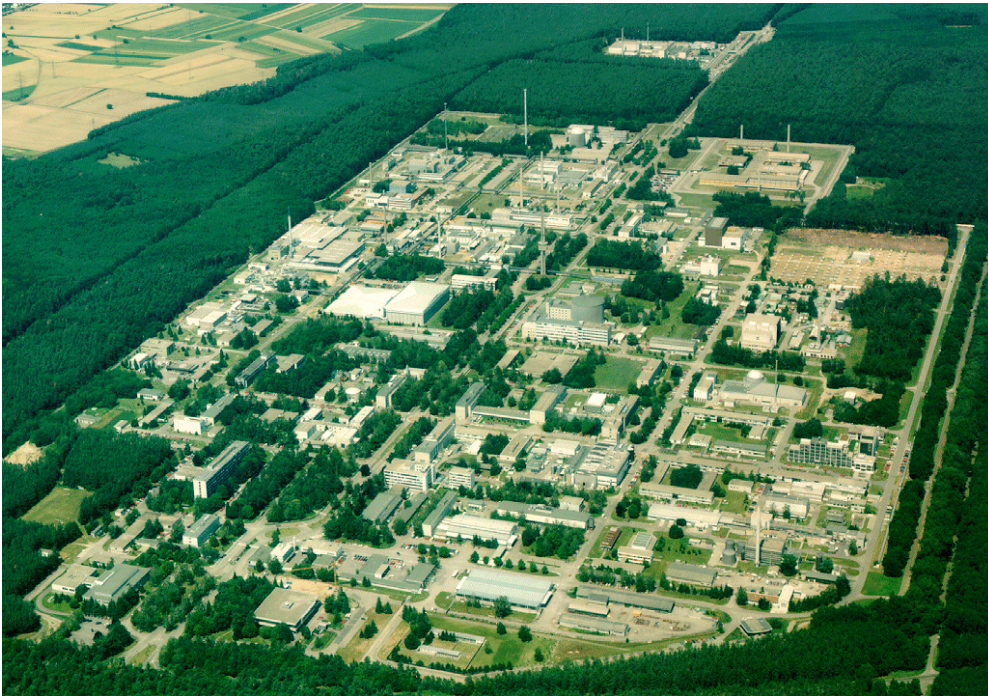


VOICE over IP: Planung und Implementierung von IP-Telefonie —
27. Juni 2001 VoIP am Forschungszentrum Karlsruhe. Fallstudie
Dia-Nr: 1 (im Stand: 22.02.2008)

Forschungszentrum Karlsruhe
Technik und Umwelt

Fortbildungszentrum Technik u. Umwelt
Dipl.-Inform. Torsten Neck

Forschungszentrum Karlsruhe GmbH (FZK)



Forschungszentrum Karlsruhe
Technik und Umwelt

Mitglied in der Hermann-von-Helmholtz-Gemeinschaft
Deutscher Forschungszentren (HGF)

- , **Gesellschafter:**
 - 90% Bundesrepublik Deutschland
 - 10% Land Baden-Württemberg
- , **Jahresbudget Forschung:**
 - 520 MDM, davon 80 MDM eigene Erträge
- , **Personal:**
 - 3800 Beschäftigte, davon
 - 1200 Wissenschaftler/Ingenieure,
 - 60 Professoren, ≥ 100 Gastwissenschaftler,
 - ≥ 200 Doktoranden, 380 Azubis
- , **Geschäftsbereich Forschung:**
 - , 16 wissenschaftliche Institute
 - , 4 Projekte
 - , 5 wissenschaftlich-technische Hauptabteilungen
 - , 3 Projektträgerschaften des Bundes
 - 1 Projektträgerschaft d. Landes BW

VOICE over IP:
27. Juni 2001

Planung und Implementierung von IP-Telefonie —
VoIP am Forschungszentrum Karlsruhe. Fallstudie
Dia-Nr: **2** (im Stand: 22.02.2008)

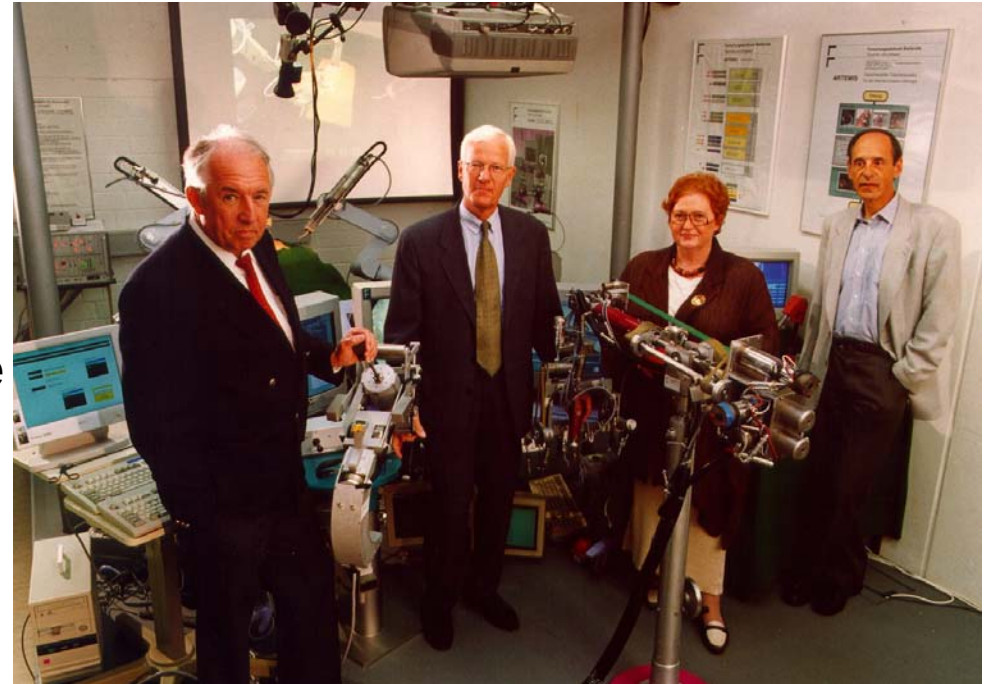


Forschungszentrum Karlsruhe
Technik und Umwelt

Fortbildungszentrum Technik u. Umwelt
Dipl.-Inform. Torsten Neck

Forschungsschwerpunkte am FZK

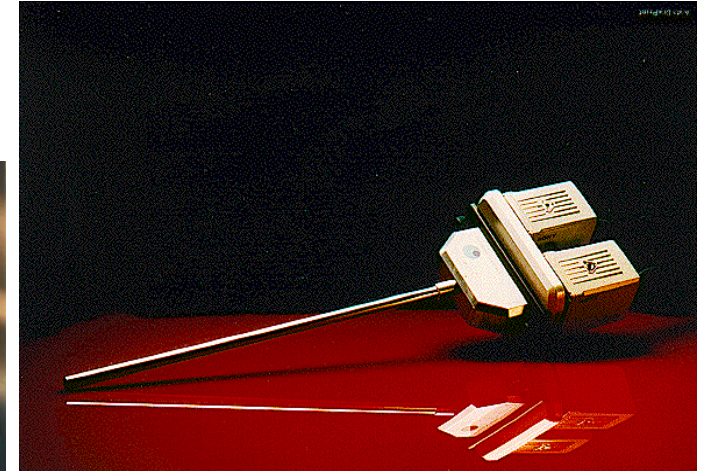
- / **Environmental Research:**
 - / Environmental Technology and
 - / Atmosphere Research
- / **Energy Research:**
 - / Safety of (Nuclear) Power Plants
 - / Final Deponies for Nuclear Waste
 - / Nuclear Fusion Technology
- / **Key Technologies:**
 - / **Microsystem Technology**
 - / **Medical Technology**
 - / Nano Technology
 - / Supra Conductor Technology
- / **Basic Research:**
 - / Nuclear Physics and Physics of Elementary Particles
 - / Toxicology and Genetics





Motivation

Medizinische Informationstechnik



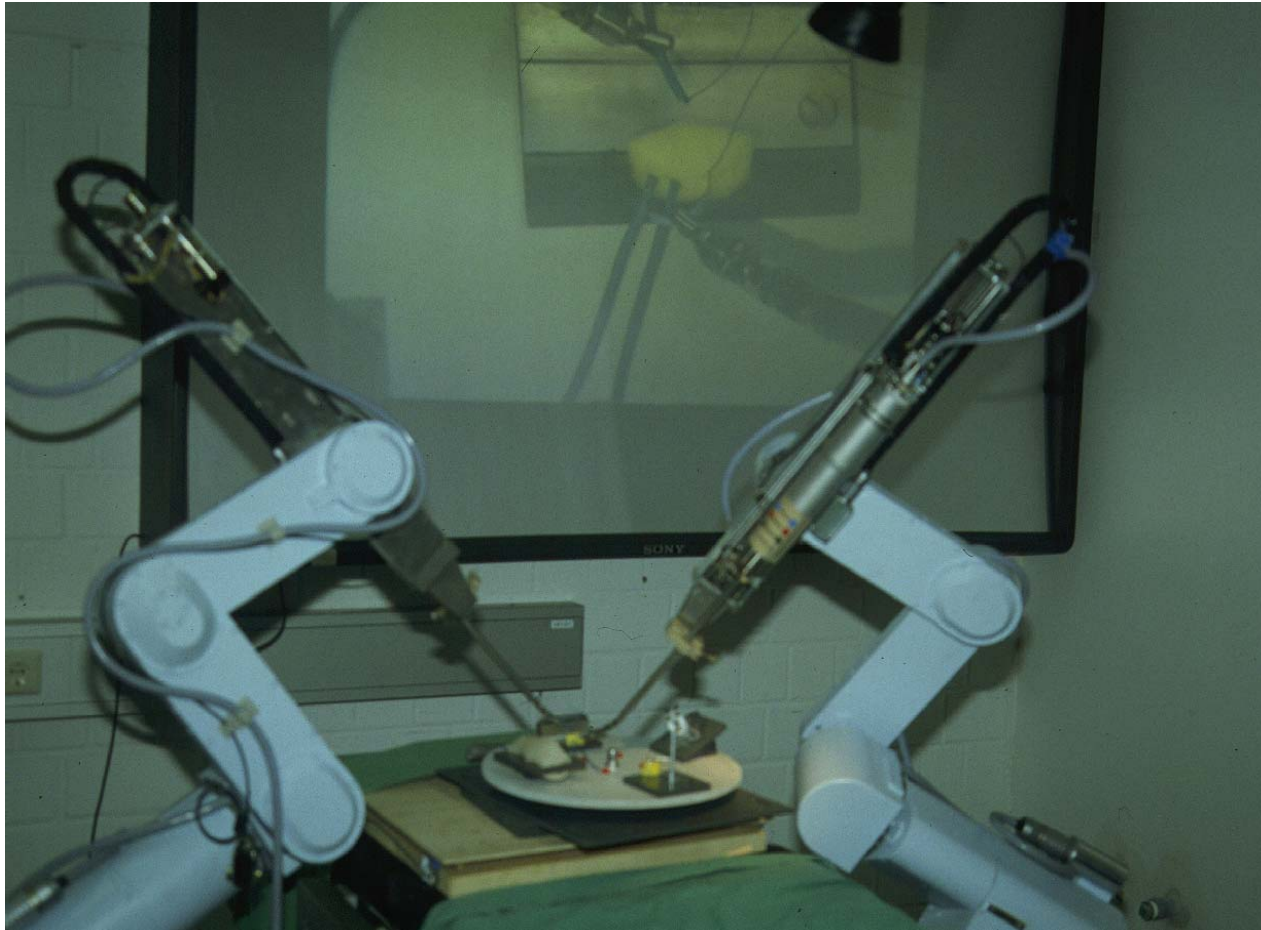
VOICE over IP:
27. Juni 2001

Planung und Implementierung von IP-Telefonie —
VoIP am Forschungszentrum Karlsruhe. Fallstudie
Dia-Nr: 5
(im Stand: 22.02.2008)

Forschungszentrum Karlsruhe
Technik und Umwelt

Fortbildungszentrum Technik u. Umwelt
Dipl.-Inform. Torsten Neck

Motivation Die Arbeitseinheiten (AEH): TISKA bzw. TISMIKA



VOICE over IP:
27. Juni 2001

Planung und Implementierung von IP-Telefonie —
VoIP am Forschungszentrum Karlsruhe. Fallstudie
Dia-Nr: 6 (im Stand: 22.02.2008)

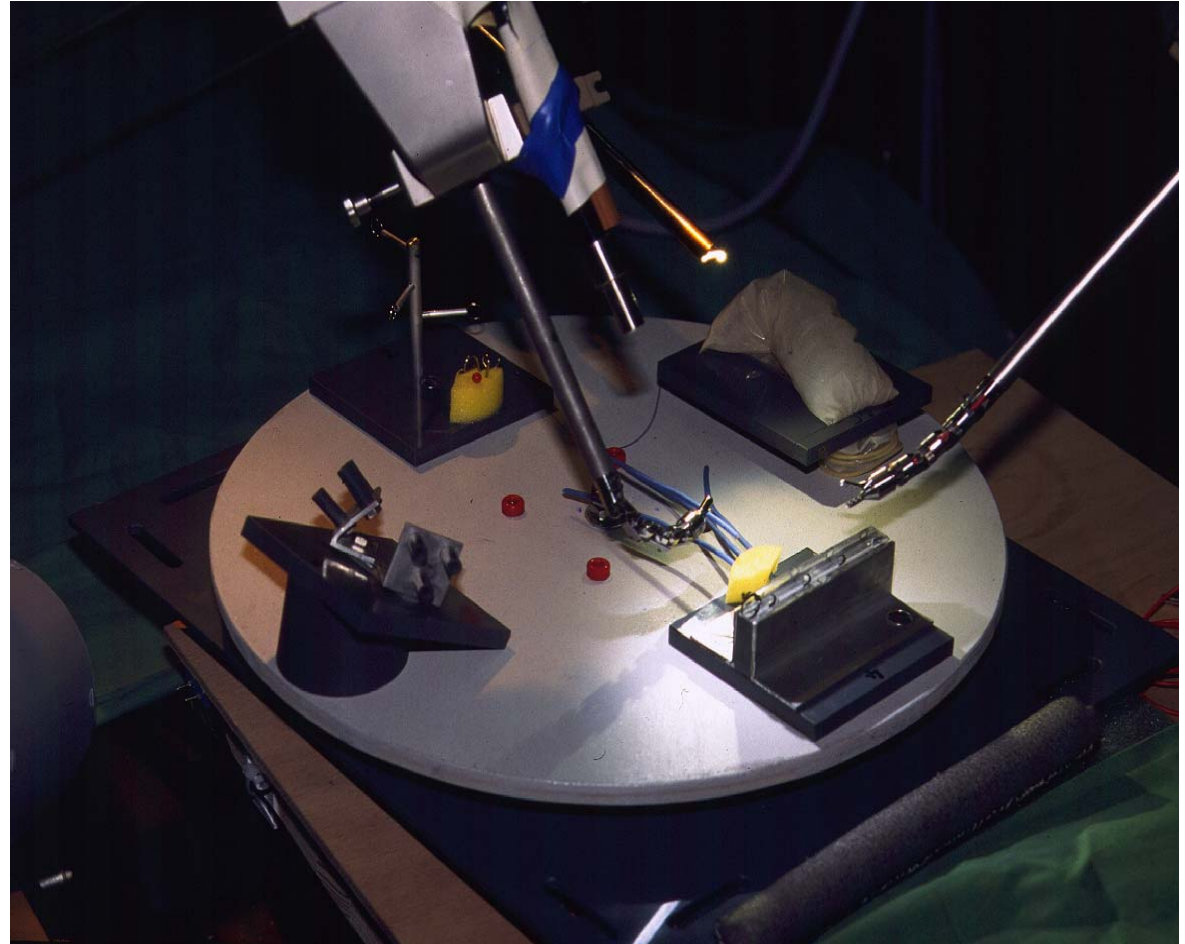
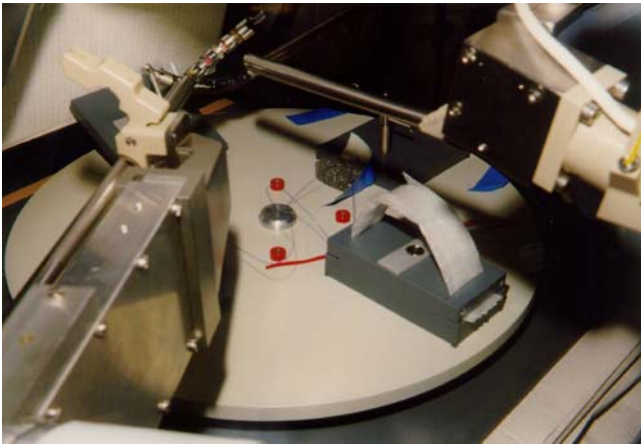
Forschungszentrum Karlsruhe
Technik und Umwelt

Fortbildungszentrum Technik u. Umwelt
Dipl.-Inform. Torsten Neck



Motivation

Testparcours zur medizinischen Evaluation



**VOICE over IP:
27. Juni 2001**

**Planung und Implementierung von IP-Telefonie —
VoIP am Forschungszentrum Karlsruhe. Fallstudie
Dia-Nr: 8**
(im Stand: 22.02.2008)

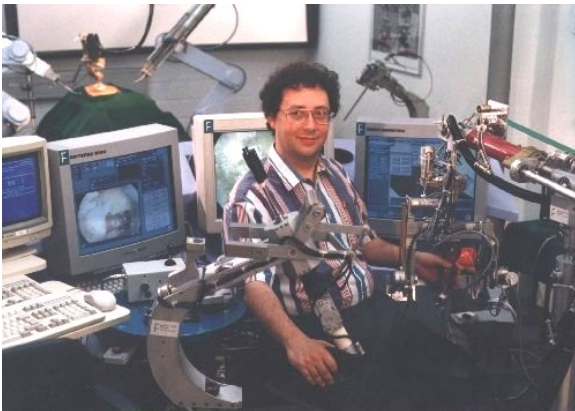
Forschungszentrum Karlsruhe
Technik und Umwelt

Fortbildungszentrum Technik u. Umwelt
Dipl.-Inform. Torsten Neck

Motivation

Die MIC-Crew: IAI im August 1998

von links:
Heinz Becker, Prof. Georg Bretthauer,
Dr. Udo Voges, Dr. Elmar Holler,
Torsten Neck, Reinhold Oberle

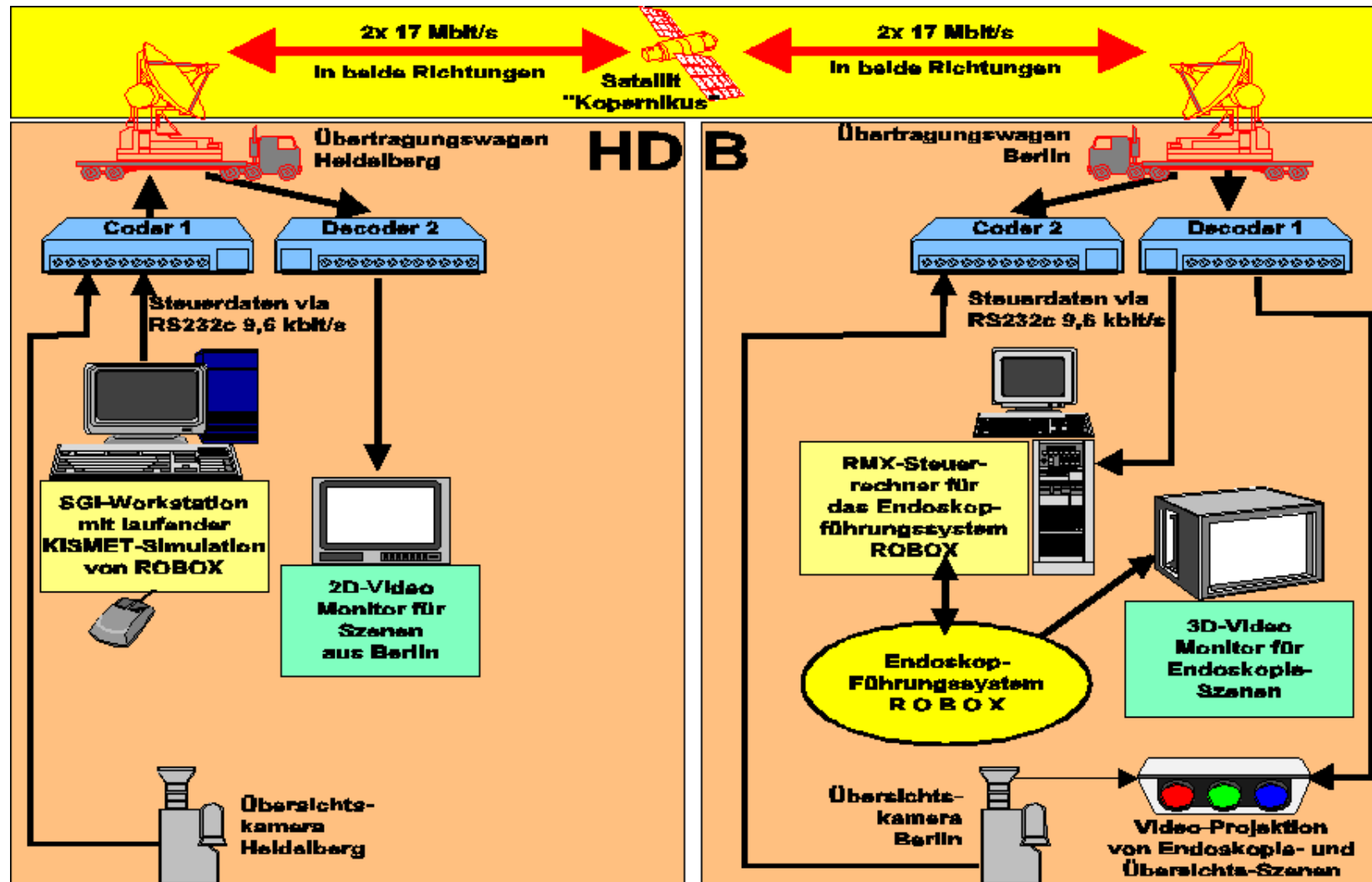


**VOICE over IP:
27. Juni 2001**

**Planung und Implementierung von IP-Telefonie —
VoIP am Forschungszentrum Karlsruhe. Fallstudie**
Dia-Nr: **9**
(im Stand: 22.02.2008)

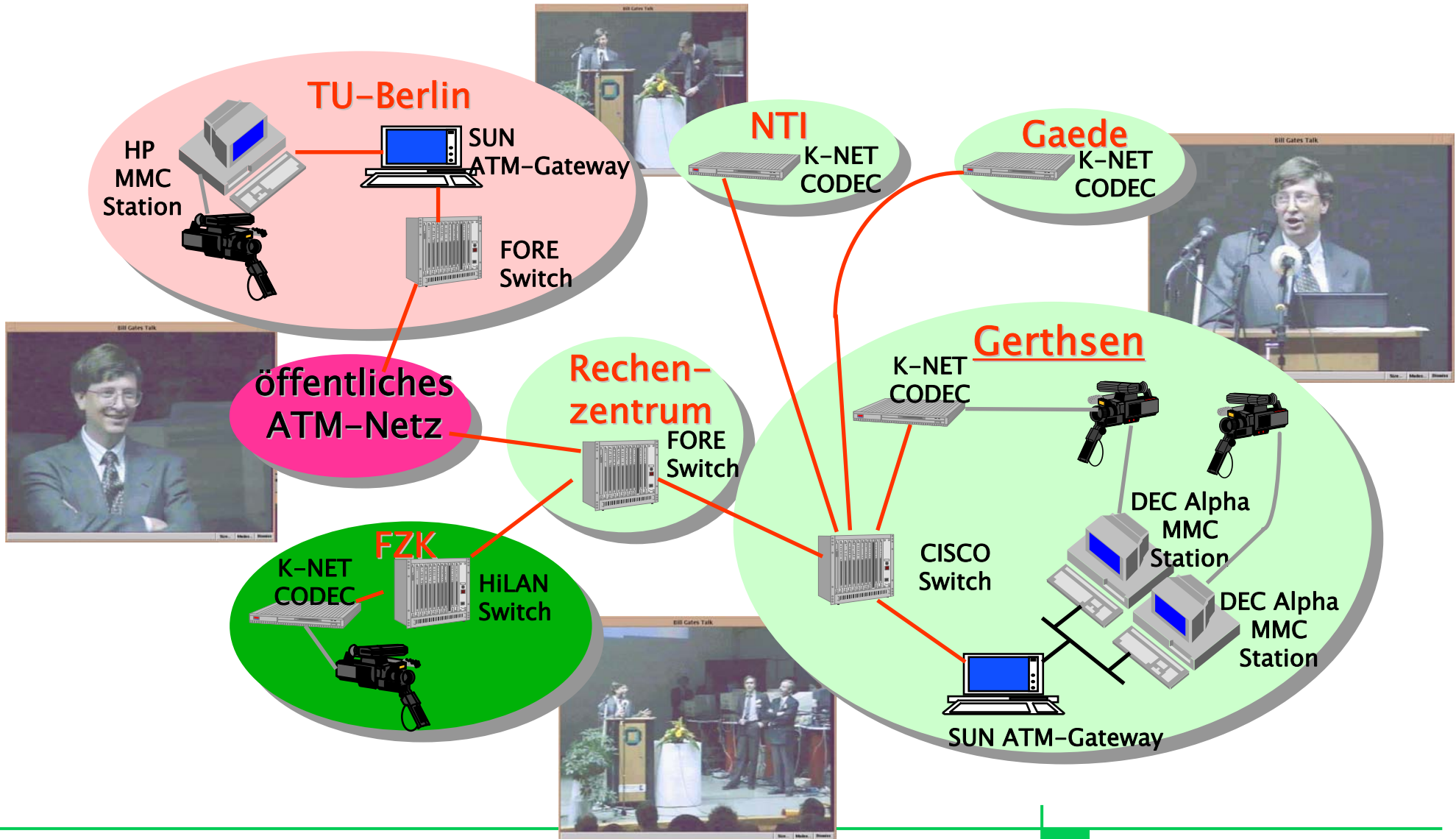
Forschungszentrum Karlsruhe
Technik und Umwelt

Fortbildungszentrum Technik u. Umwelt
Dipl.-Inform. Torsten Neck



Motivation

Telekolloquium mit Bill Gates 02/1996



VOICE over IP:
27. Juni 2001

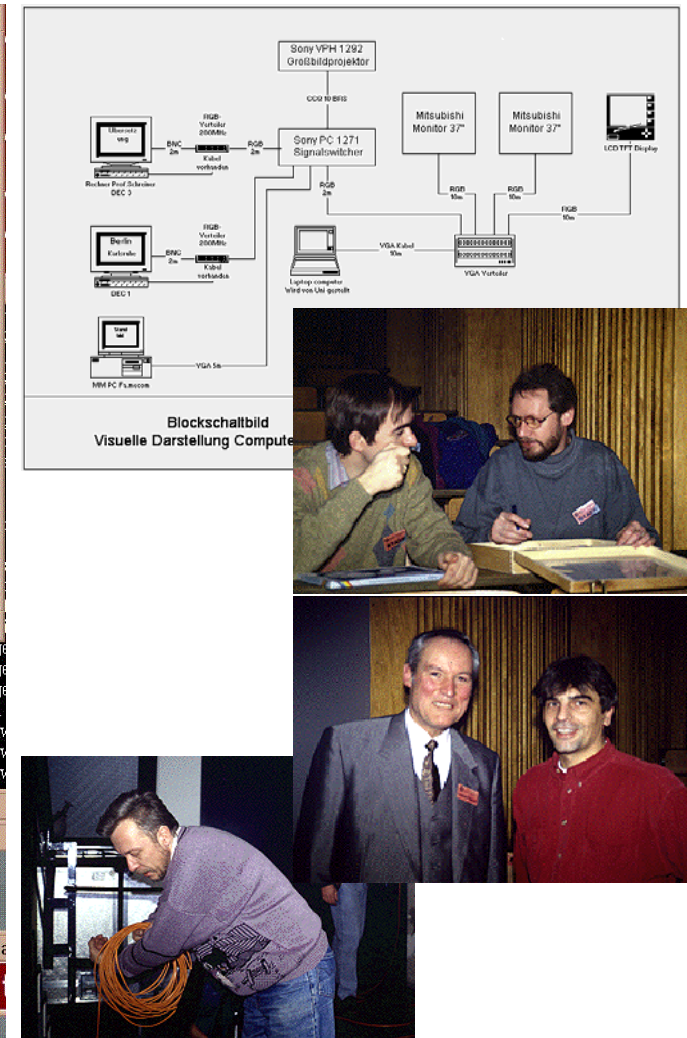
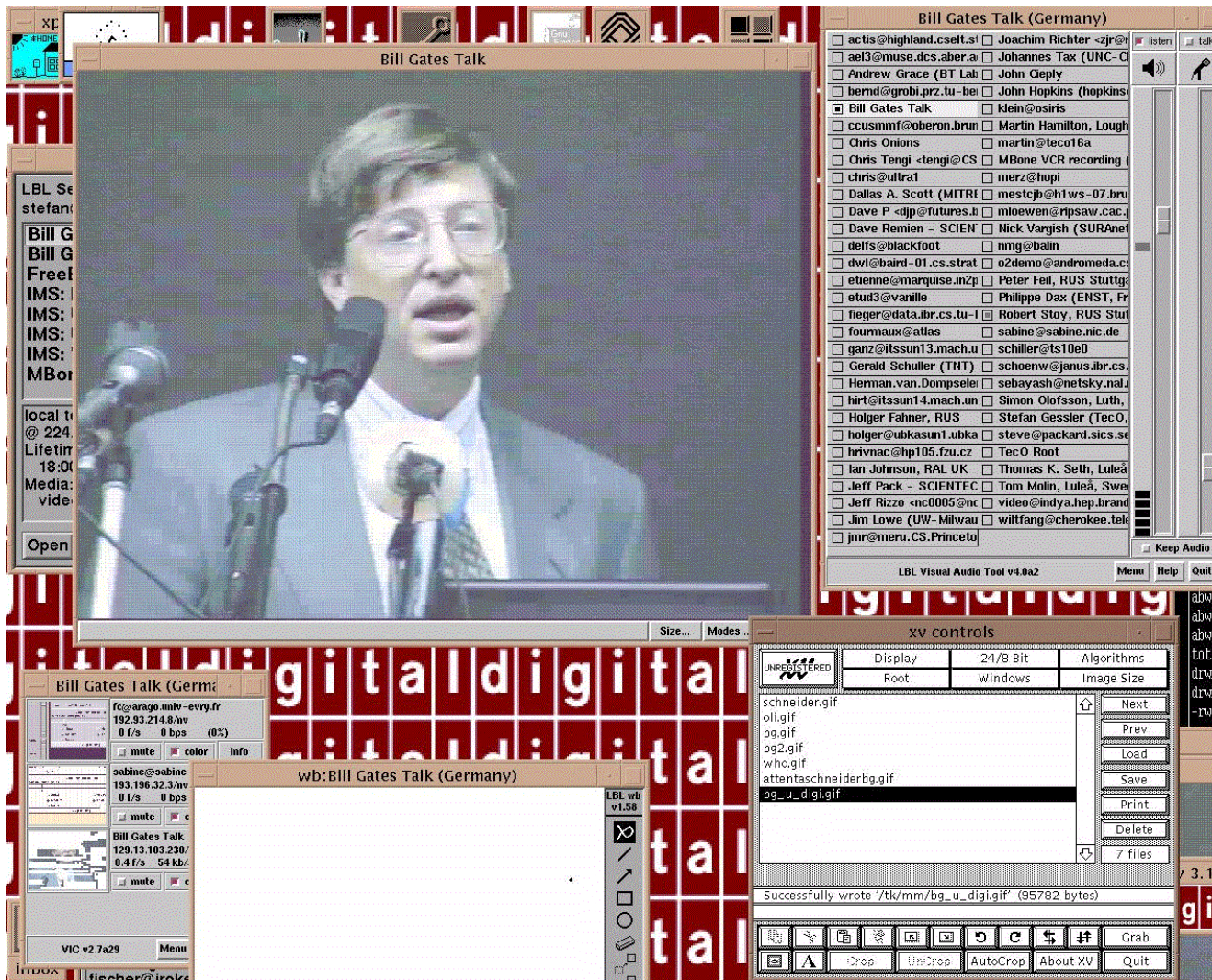
Planung und Implementierung von IP-Telefonie —
VoIP am Forschungszentrum Karlsruhe. Fallstudie
Dia-Nr: **11**
(im Stand: 22.02.2008)

Forschungszentrum Karlsruhe
Technik und Umwelt

Fortbildungszentrum Technik u. Umwelt
Dipl.-Inform. Torsten Neck

Motivation

Telekolloquium mit Bill Gates 02/1996

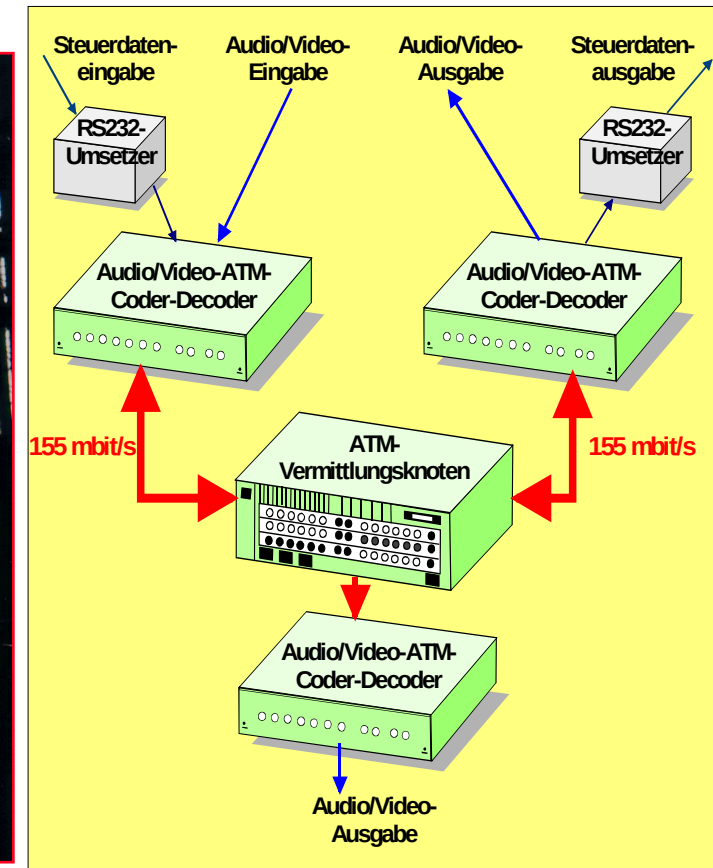


VOICE over IP:
27. Juni 2001

Planung und Implementierung von IP-Telefonie —
VoIP am Forschungszentrum Karlsruhe. Fallstudie
Dia-Nr: 12
(im Stand: 22.02.2008)

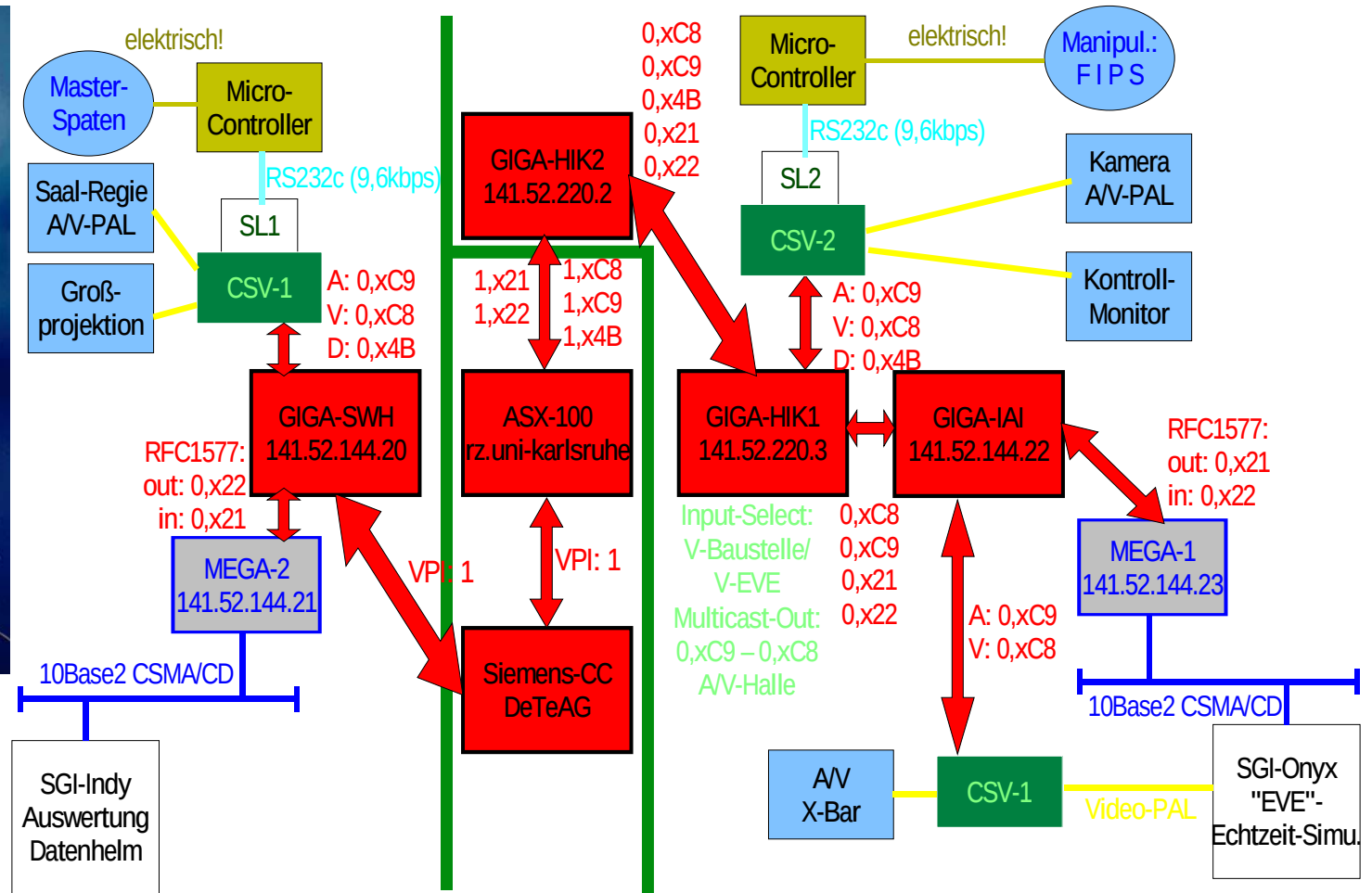
Forschungszentrum Karlsruhe
Technik und Umwelt

Fortbildungszentrum Technik u. Umwelt
Dipl.-Inform. Torsten Neck



Motivation

„Virtueller Spatenstich“ ANKA 07/1996



VOICE over IP:
27. Juni 2001

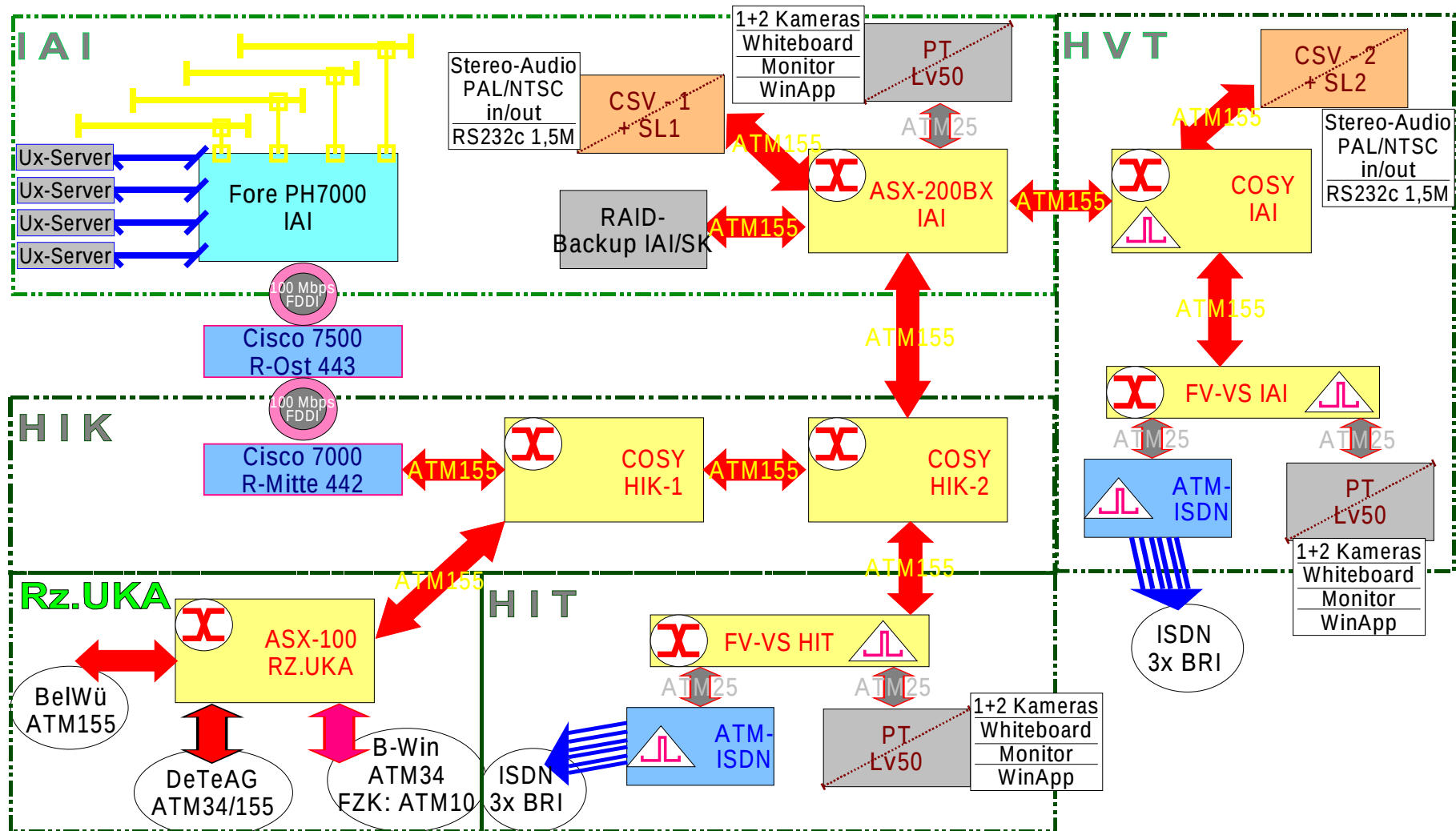
Planung und Implementierung von IP-Telefonie —
VoIP am Forschungszentrum Karlsruhe. Fallstudie
Dia-Nr: 14
(im Stand: 22.02.2008)

Forschungszentrum Karlsruhe
Technik und Umwelt

Fortbildungszentrum Technik u. Umwelt
Dipl.-Inform. Torsten Neck

Motivation

Videokollaborationsnetz IAI 02/1997



VOICE over IP:
27. Juni 2001

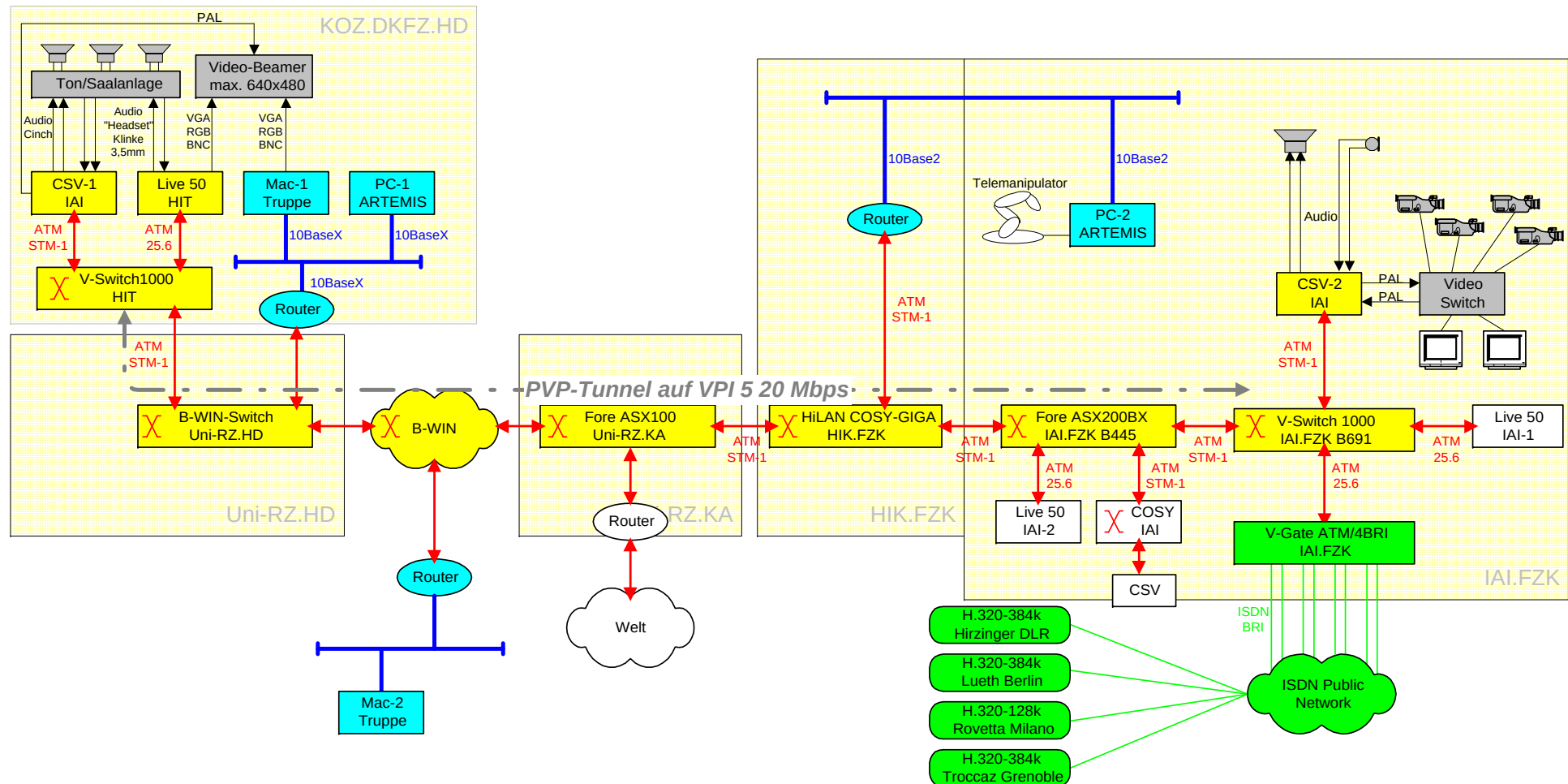
Planung und Implementierung von IP-Telefonie —
VoIP am Forschungszentrum Karlsruhe. Fallstudie
Dia-Nr: 15
(im Stand: 22.02.2008)

Forschungszentrum Karlsruhe
Technik und Umwelt

Fortbildungszentrum Technik u. Umwelt
Dipl.-Inform. Torsten Neck

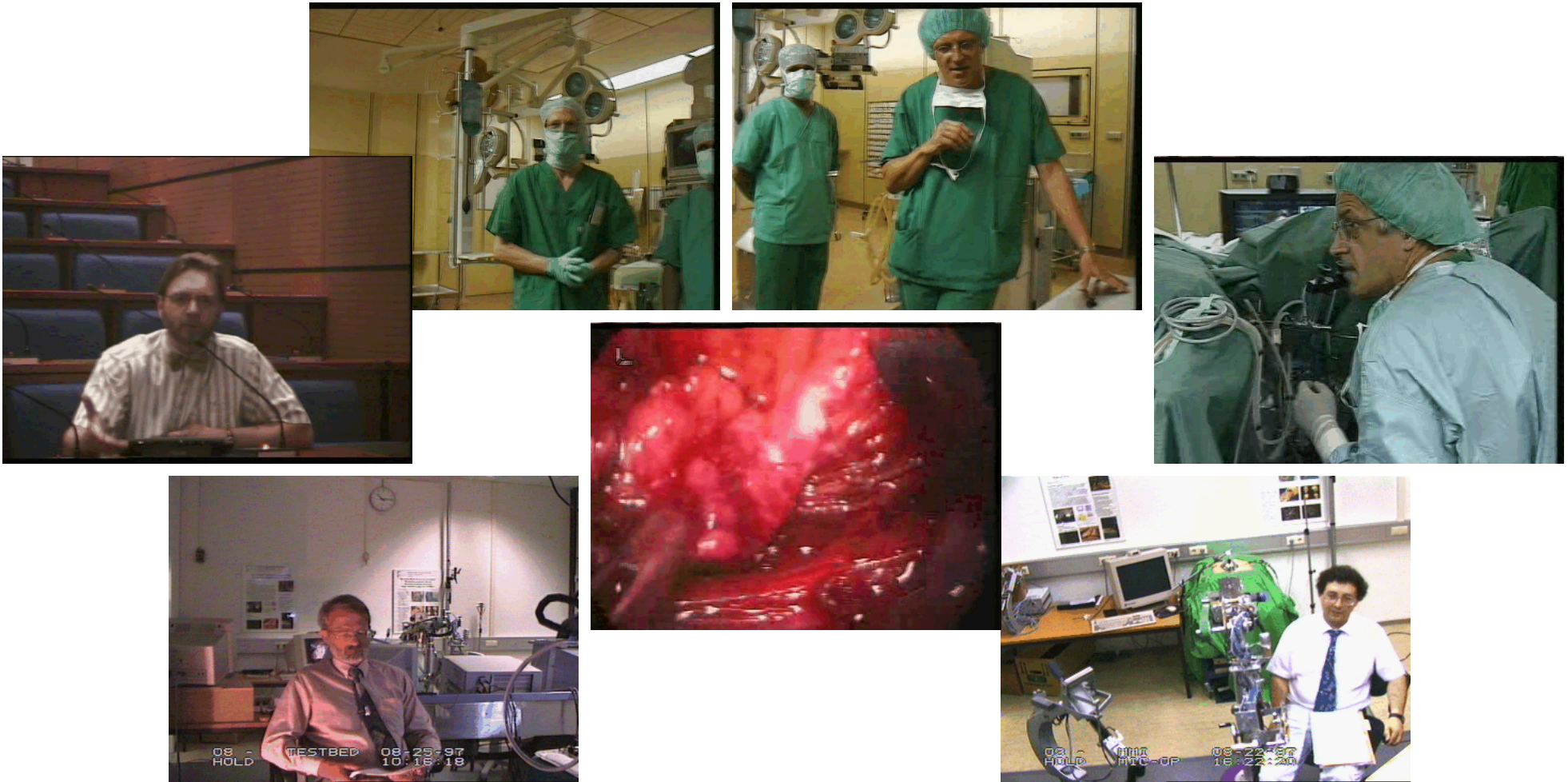
Motivation

Virtuelles Symposium „IARP“ 11/1997



Motivation

interaktives Teleconsulting Endoskopie



VOICE over IP:
27. Juni 2001

Planung und Implementierung von IP-Telefonie —
VoIP am Forschungszentrum Karlsruhe. Fallstudie
Dia-Nr: 17
(im Stand: 22.02.2008)

Forschungszentrum Karlsruhe
Technik und Umwelt

Fortbildungszentrum Technik u. Umwelt
Dipl.-Inform. Torsten Neck

① Eine Technik zur Übertragung von Sprache über Datennetze unter Verwendung des „Internet Protokolls“ (IP)

Akronym: „**V**oice **O**ver **I**nternet **P**rotocol“

Abbildung der ISDN-Telefonie-Dienste auf IP („ISDN-Emulation“):

Volle Unterstützung der Merkmale des ISDN ist möglich

Keine vollständige Emulation aller Übertragungseigenschaften von Telefonleitungen

Faxdienst wird nicht notwendig unterstützt (Fax over IP Standard)

Modemdienst wird nicht unterstützt

VOIP bedient sich des IP Protokolls

VOIP ist damit jedoch nicht notwendigerweise „Telefonieren im Internet“

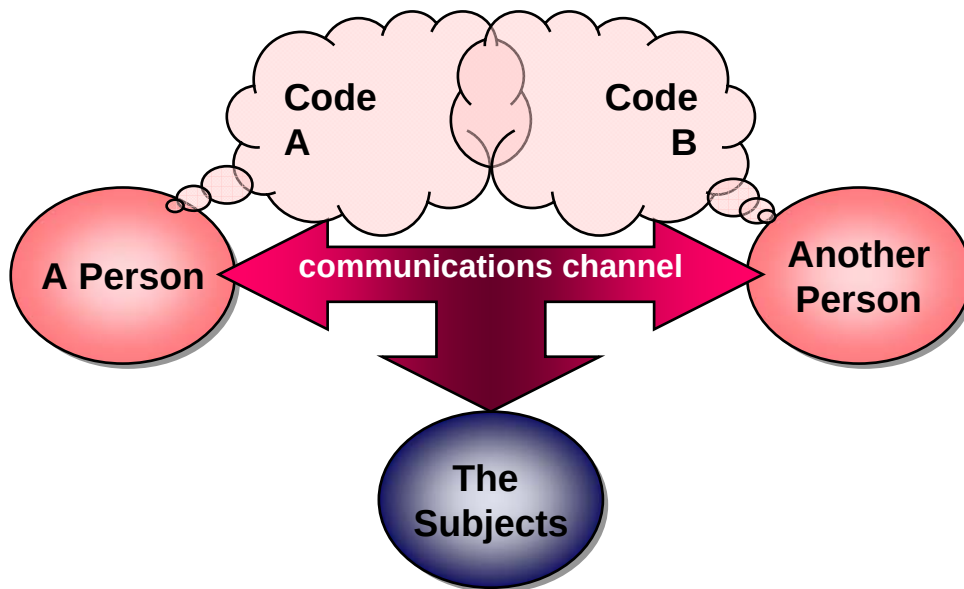
Wichtigste Einsatzfelder: Intranet, VPN

Andere Protokolle haben keine Bedeutung (Ausnahmen: „VTOA“, „VoDSL“)

Standardisierung im Rahmen der ITU-TS Empfehlung H.323

VOIP integriert die IT- und Telekommunikationswelten

Datenkommunikation läuft auf IP direkt, Datendienste über VOIP macht keinen Sinn!



Charakteristisch:

- Überbrückung einer gewissen Distanz
- Einrichtung eines (virtuellen) Kanals
- Verwendung eines abstrahierenden Codes
- Einigung auf einen gemeinsamen Code

Opyavov–Modell der Kommunikation

„Roots“:

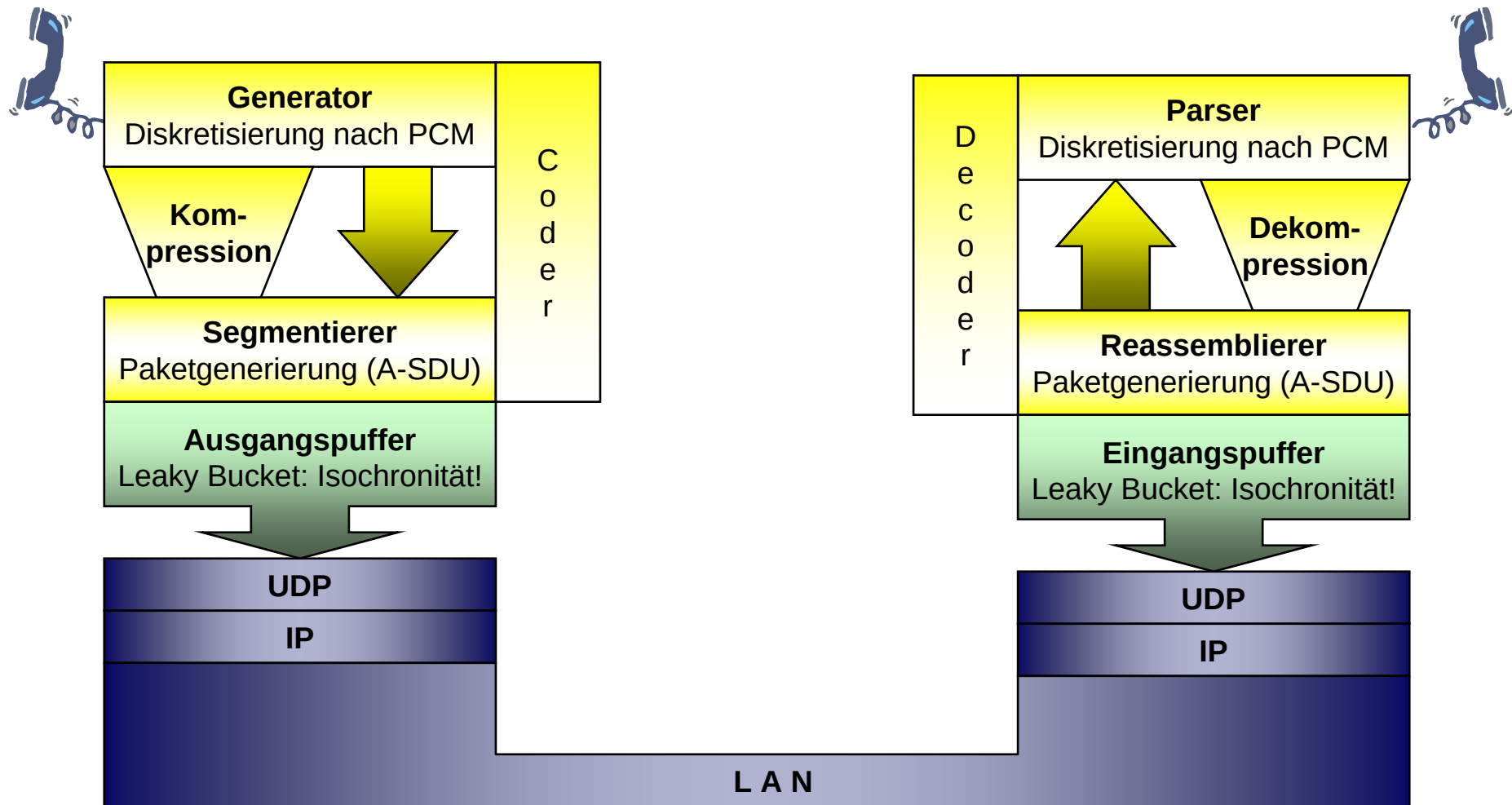
Platon — Athen, 427–347 v. Chr.

Verfeinerung:

Karl Bühler — Deutschland, 1879–1963,
1934: „Sprachtheorie“

Sprache — ist ein **Werkzeug**,
damit **Einer**
einem **Anderen**
etwas mitteilen kann
über die **Dinge**

VOIP Grundlagen Prinzip der digitalen Sprachkommunikation



- PC-Arbeitsplatz mit

- Voice-Devices

- Soundkarte

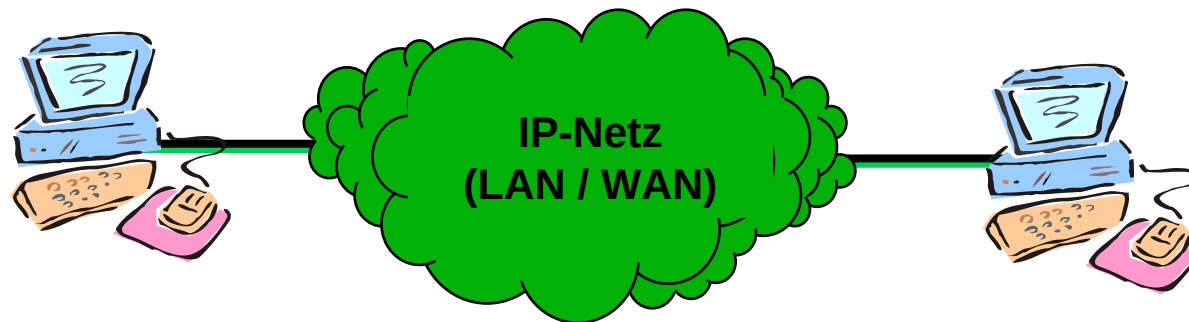
- Mikrofon, Lautsprecher oder Headset

- IP-Netzzugang

- VOIP-CoDec

- Signalisierungsdienst

(denn: Telefonie ist „CO“, IP hingegen „CL“)



- / Dedizierter VOIP-PC-Arbeitsplatz mit

- / Voice-Devices

- / Sprechgarnitur mit seriellem Anschluß (115 kbps)

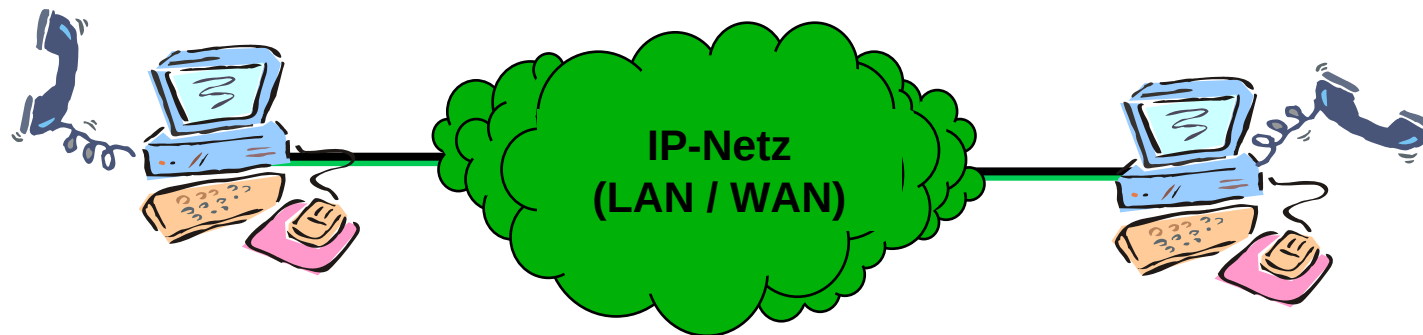
- / Soundkarte, Mikrofon, Lautsprecher oder Headset alternativ

- / IP-Netzzugang

- / VOIP-CoDec

- / Signalisierungsdienst

(denn: Telefonie ist „CO“, IP hingegen „CL“)



Dedizierte VOIP-Telefone mit

- Voice-Device: Sprechgarnitur mit seriellem Anschluß (115 kbps)

- IP-Netzzugang

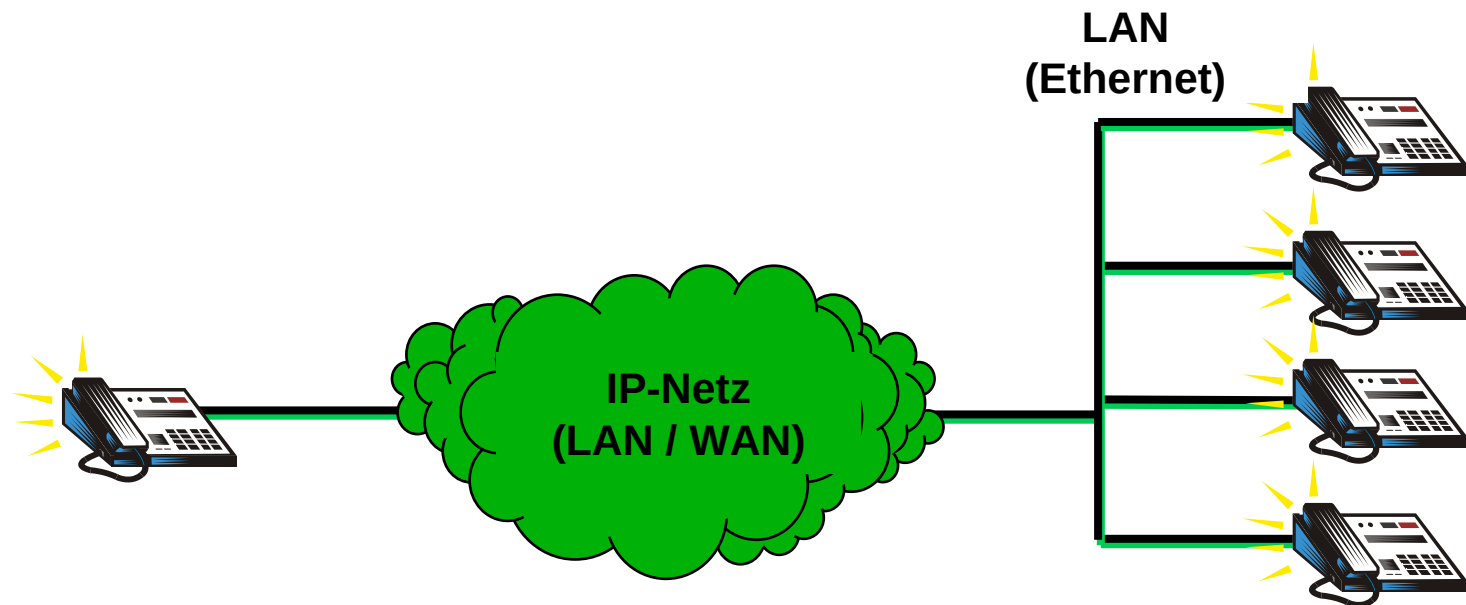
 - Integrierter Netzzugang

 - BOOTP, DHCP-Client als Boot-ROM

- integrierter VOIP-CoDec

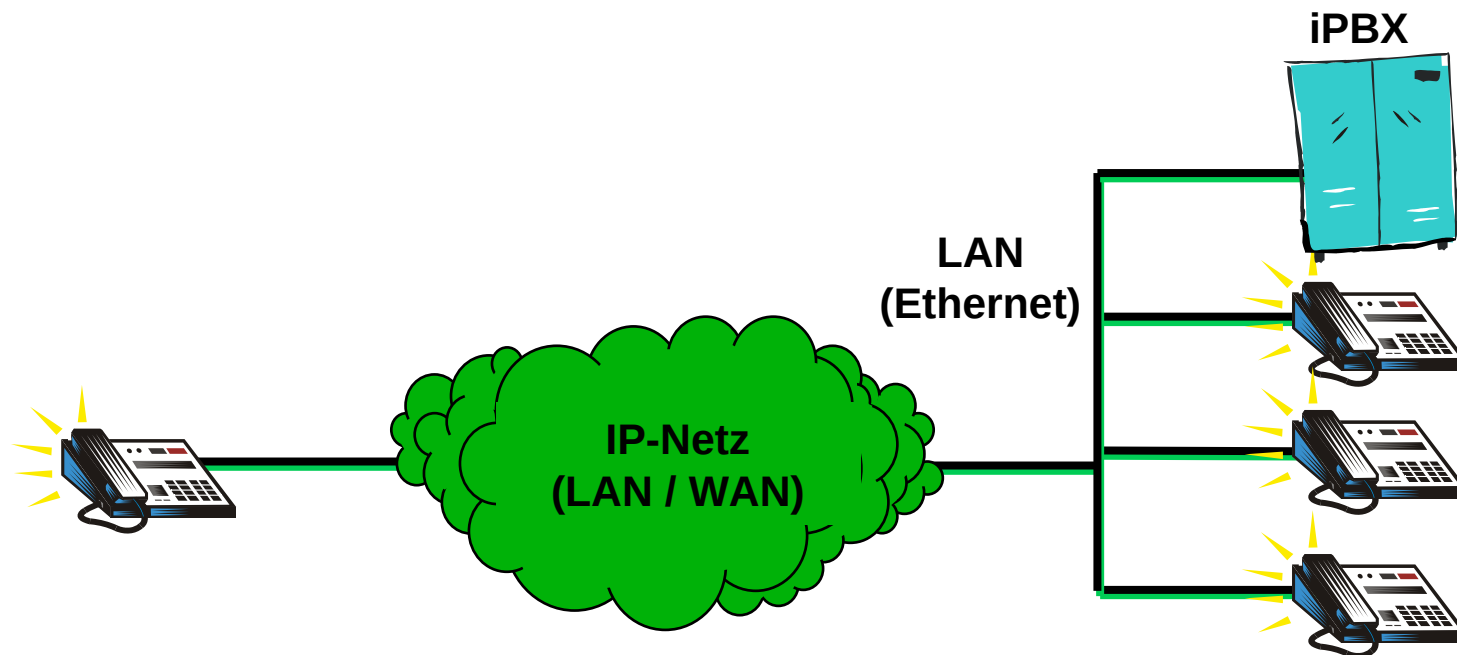
- Signalisierungsdienst

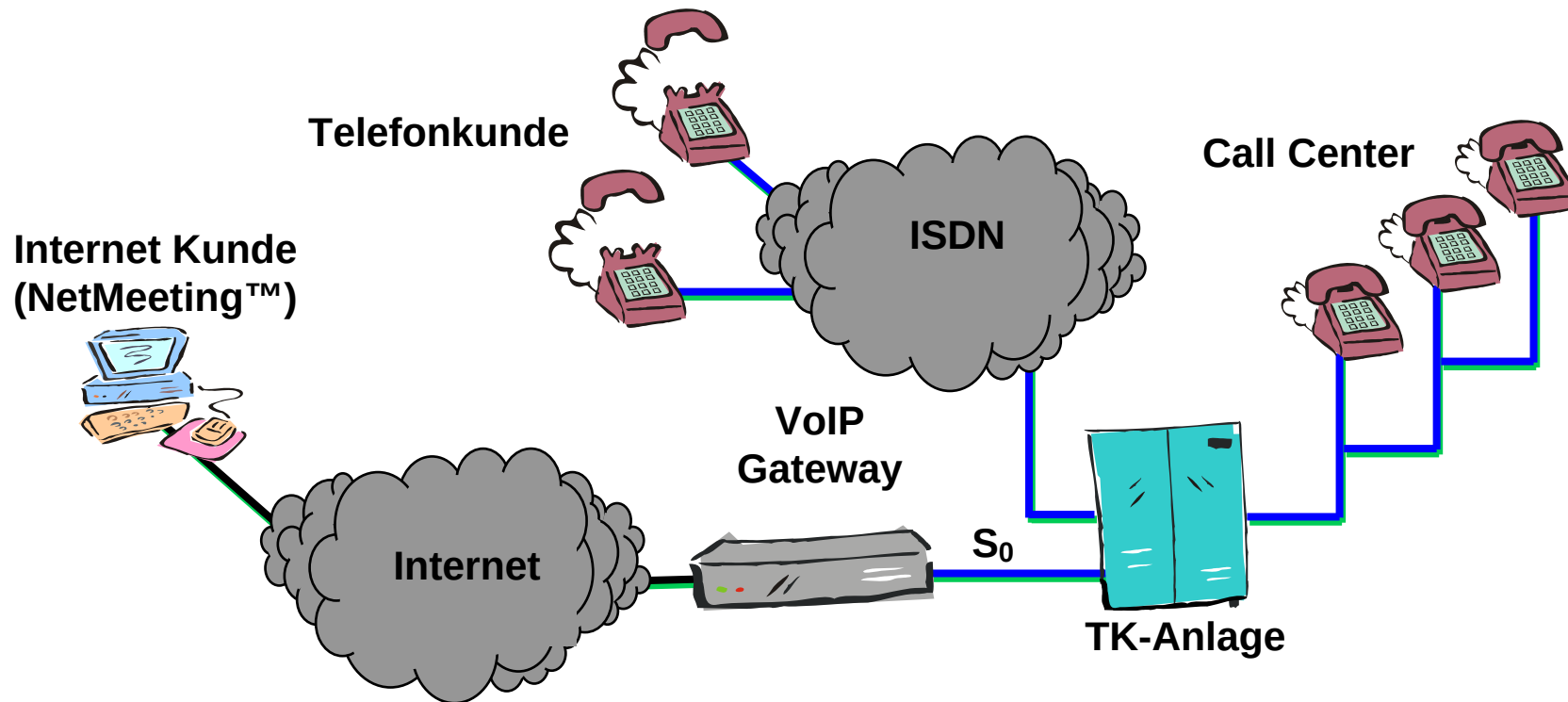
(denn: Telefonie ist „CO“, IP hingegen „CL“)

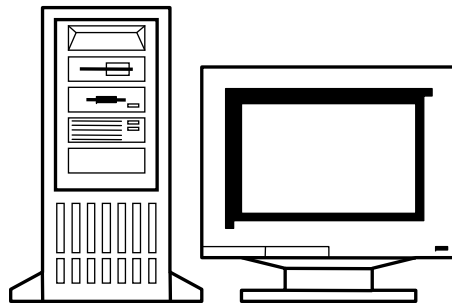


iPBX (oder IP TK-Anlage)

- Erbringen des Verbindungsaufbaus durch dedizierten Server
(damit weiterhin gewohnte Telefonnummern verwendet werden können)
- Call-Processing-Server (CPS) / Gatekeeper / IPBX
- Erbringung der Mehrwertdienste aus ISDN
- Ablösung der konventionellen TK-Anlage



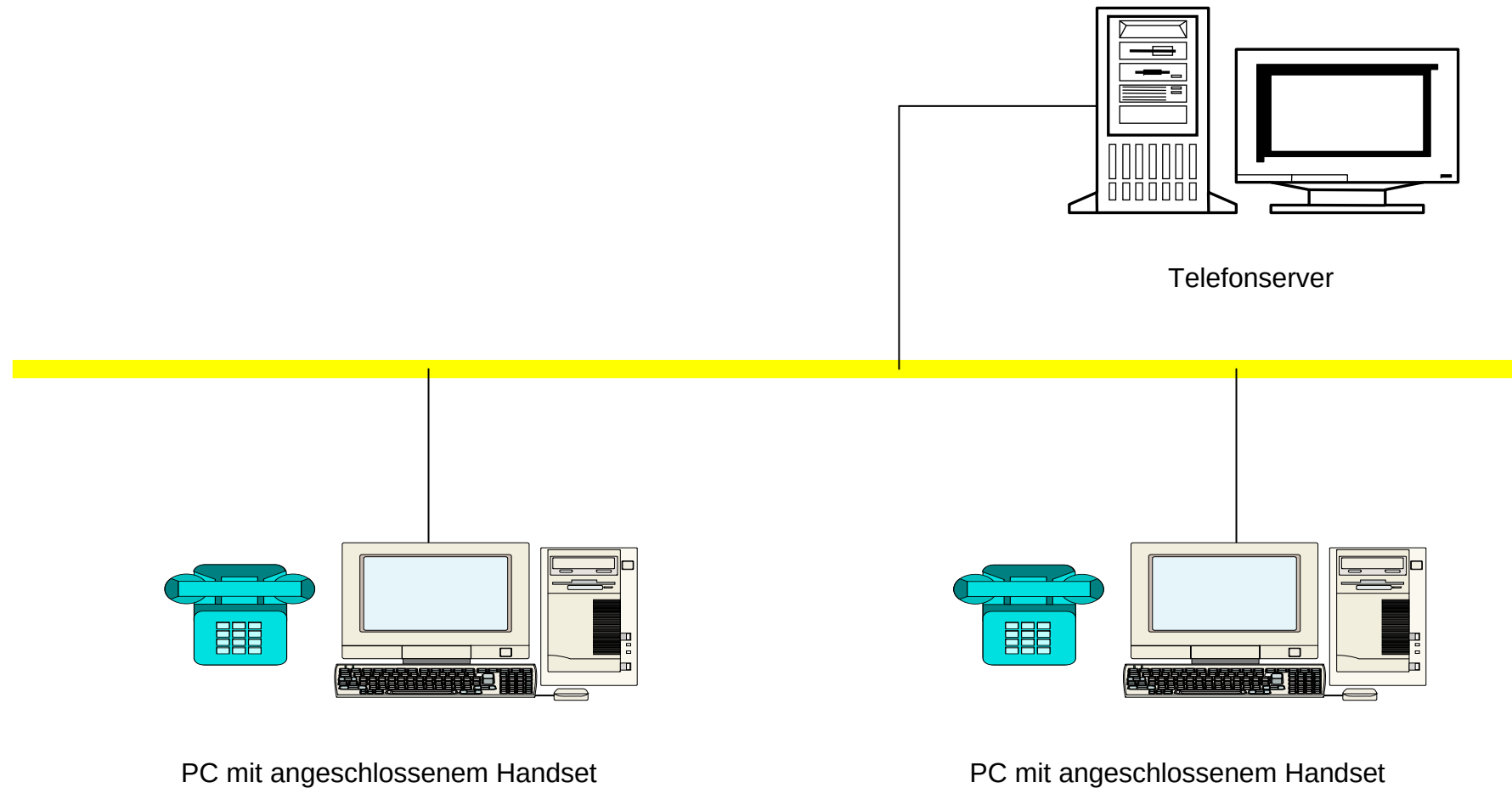


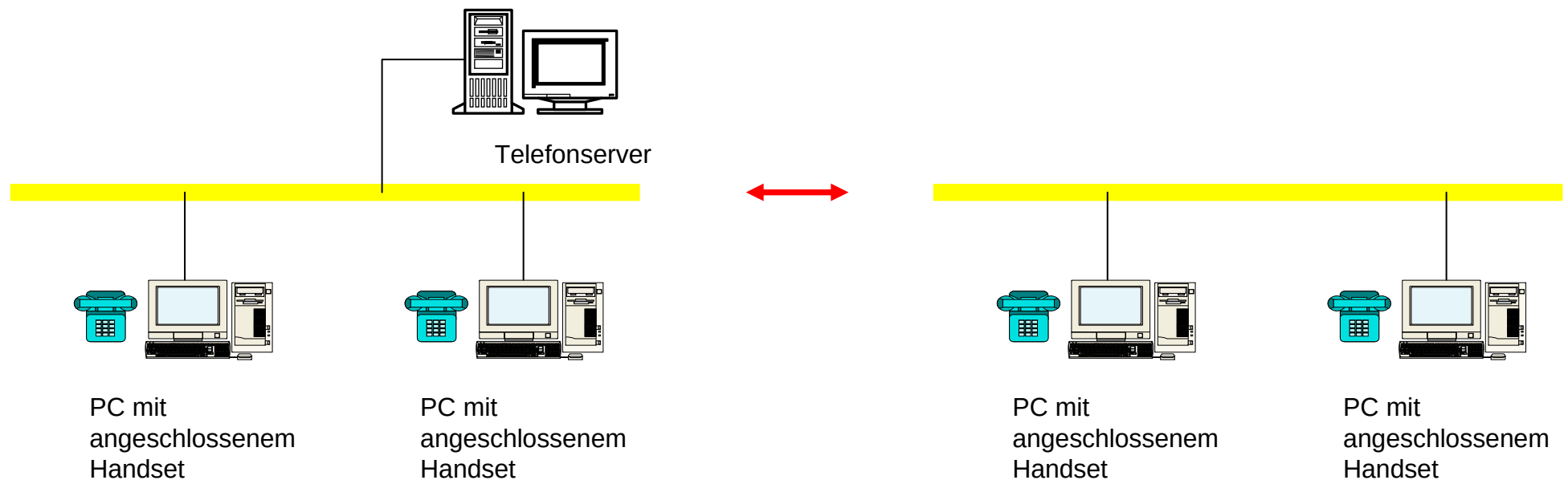


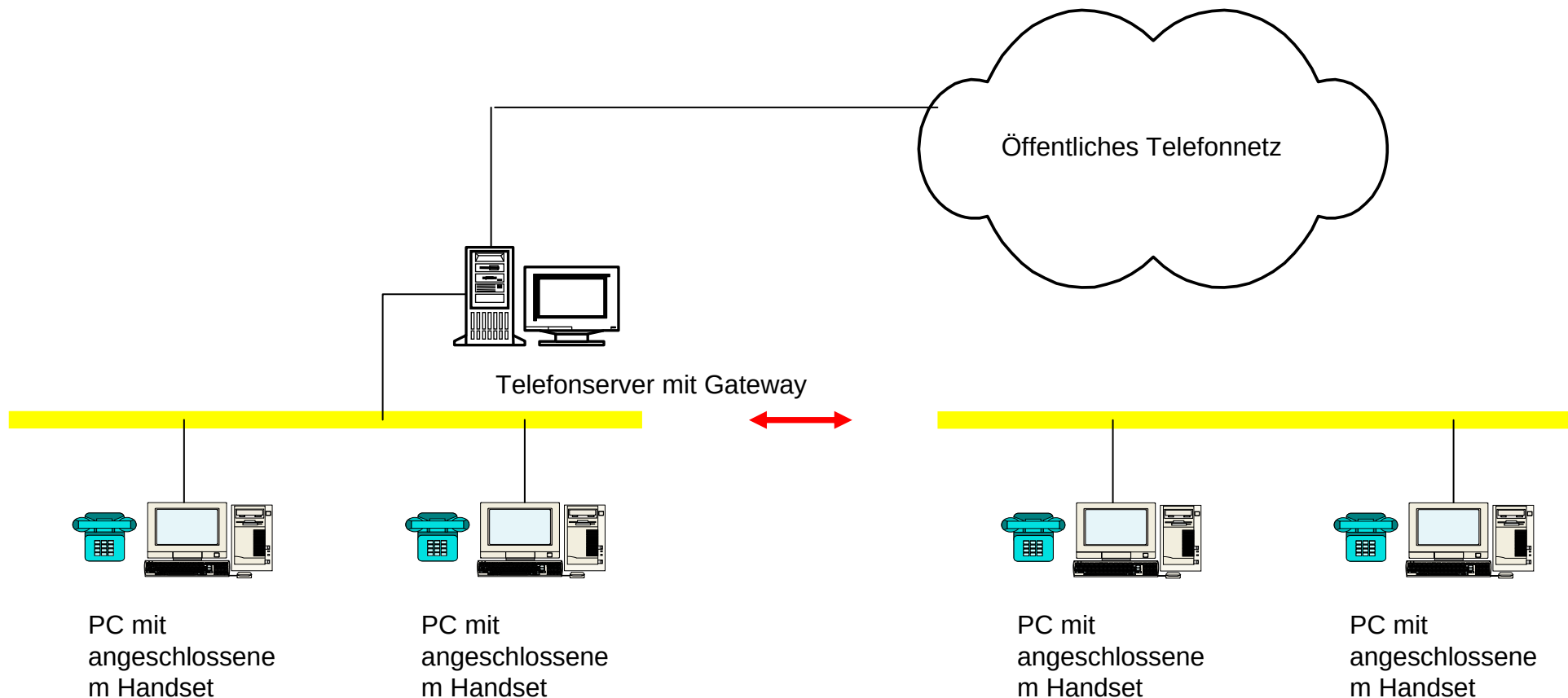
Telefonserver

Serverdatenbank :

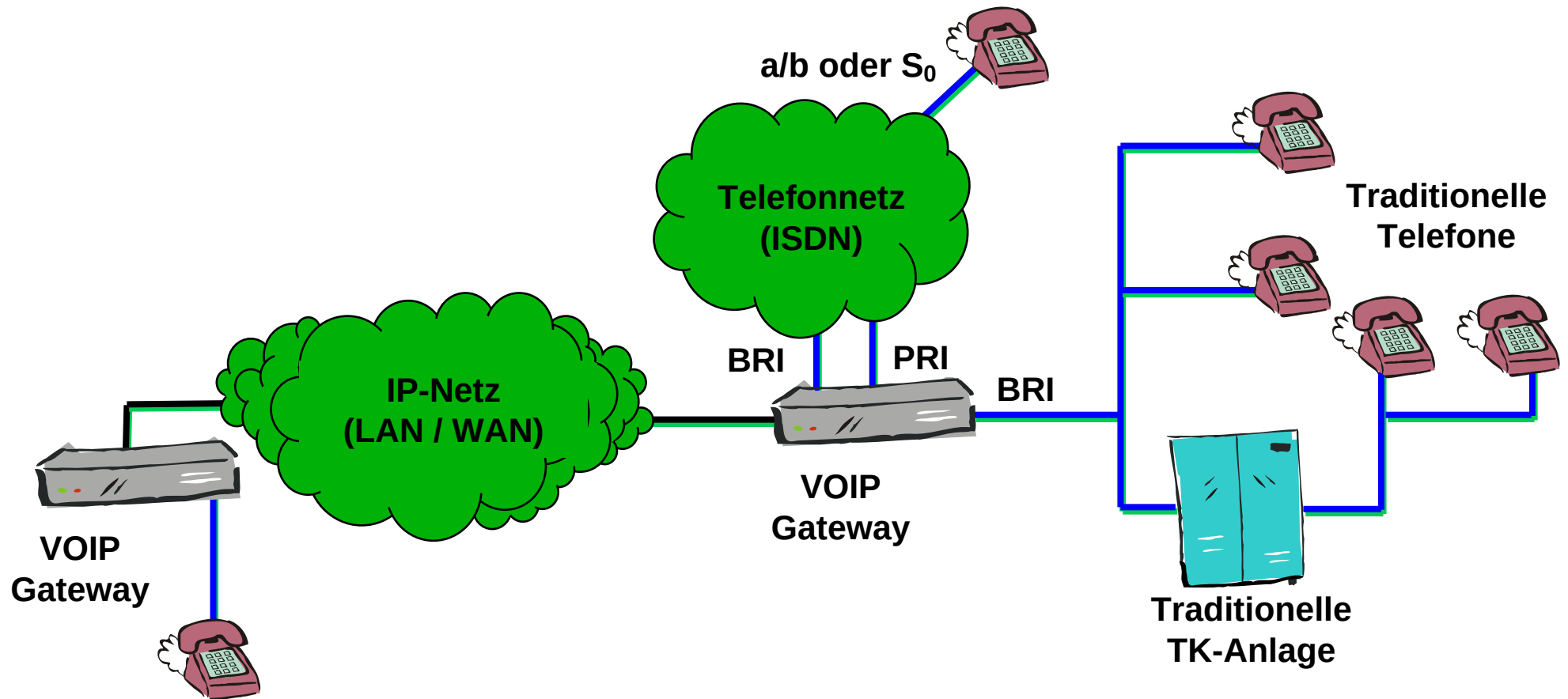
zugewiesene Nebenstelle	IP-Adresse	Benutzername	weitere Felder
1000	141.52.80.1	Neck	
1001		Sperber	
1002	141.52.80.77	Maihack	
1003	141.52.80.80	Holler	
7500	141.52.80.110	Notruf	
9999	141.52.80.3	Zentrale	







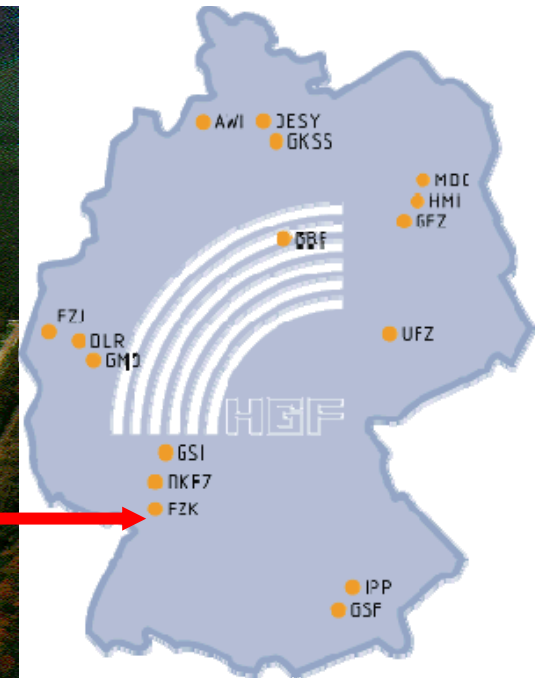
VoIP Gateways



VOIP Einsatz: Forschungszentrum Karlsruhe GmbH (FZK)



Forschungszentrum Karlsruhe
Technik und Umwelt

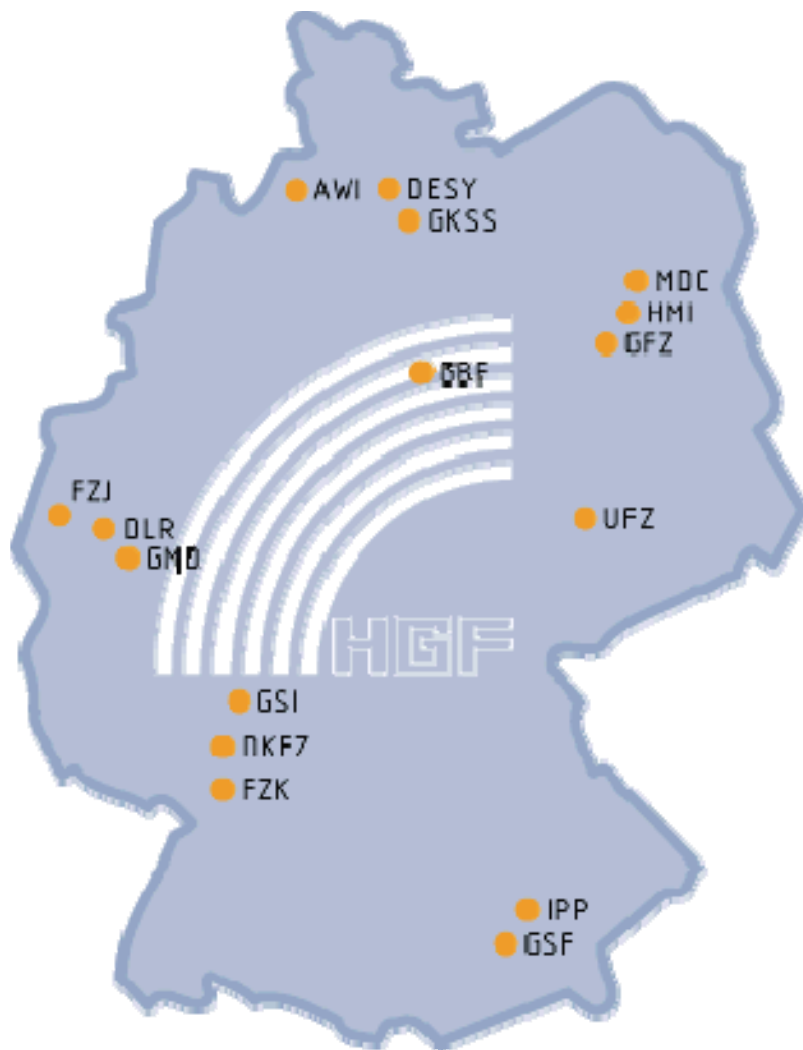


Mitglied in der
Hermann-von-Helmholtz-
Gemeinschaft
Deutscher
Forschungszentren

Ein paar IT-Daten:

- Klassische TK: 4500 Teilnehmer, 240 „Amtsleitungen“
- IP-Netzwerk: 5000 PCs, 4000 Workstations, 1000 Switches und Router
- Internetanbindung: 2,5 Gbit/s (oc48) am G-WIN (Deutsches Forschungsnetz)

Hermann-von-Helmholtz Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren



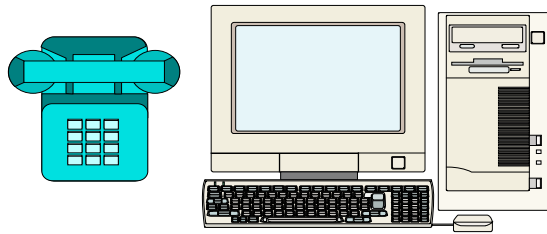
- AWI — Alfred-Wegener-Institut für Polar und Meeresforschung
- DESY — Deutsches Elektronen-Synchrotron
- DKFZ — Deutsches Krebsforschungszentrum
- DLR — Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
- FZJ — Forschungszentrum Jülich
- FZK — Forschungszentrum Karlsruhe für Technik und Umwelt
- GBF — Gesellschaft für Biotechnologische Forschung
- GFZ — Geo-Forschungszentrum Potsdam
- GKSS — Forschungszentrum Geesthacht
- GMD — Forschungszentrum Informationstechnik
- GSF — Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit
- GSI — Gesellschaft für Schwerionenforschung
- HMI — Hahn-Meitner-Institut Berlin
- IPP — Max-Planck-Institut für Plasmaphysik
- MDC — Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin Berlin-Buch
- UFZ — Umwelt-Forschungszentrum Leipzig-Halle

VOICE over IP:
27. Juni 2001

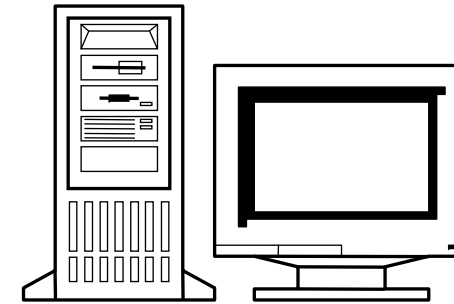
Planung und Implementierung von IP-Telefonie —
VoIP am Forschungszentrum Karlsruhe. Fallstudie
Dia-Nr: 32
(im Stand: 22.02.2008)

Forschungszentrum Karlsruhe
Technik und Umwelt

Fortbildungszentrum Technik u. Umwelt
Dipl.-Inform. Torsten Neck



PC mit angeschlossenem Handset

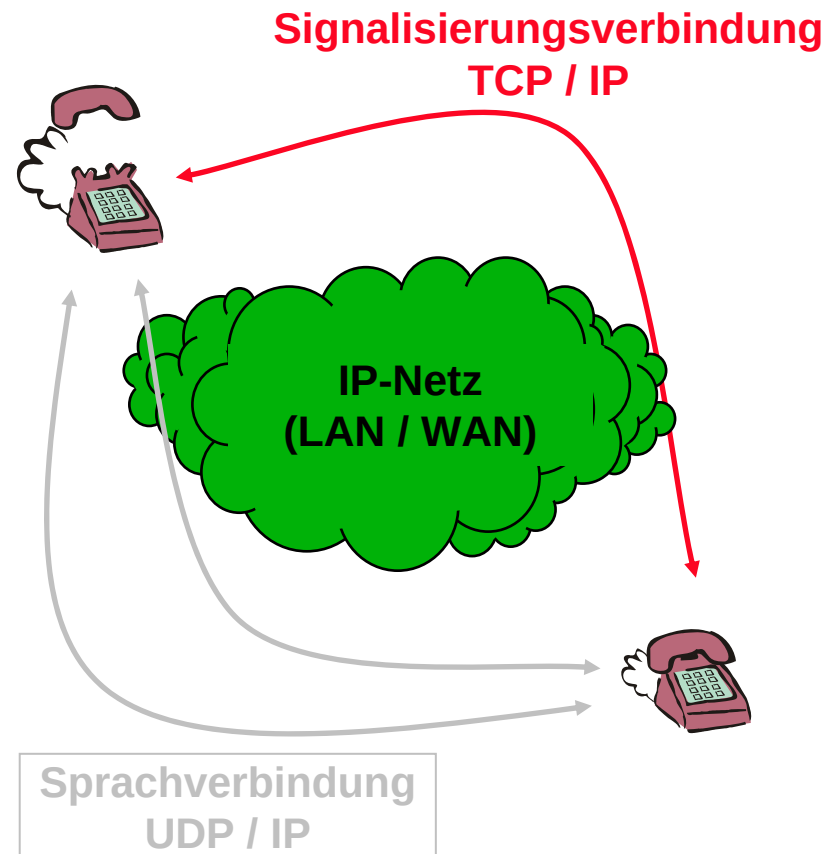


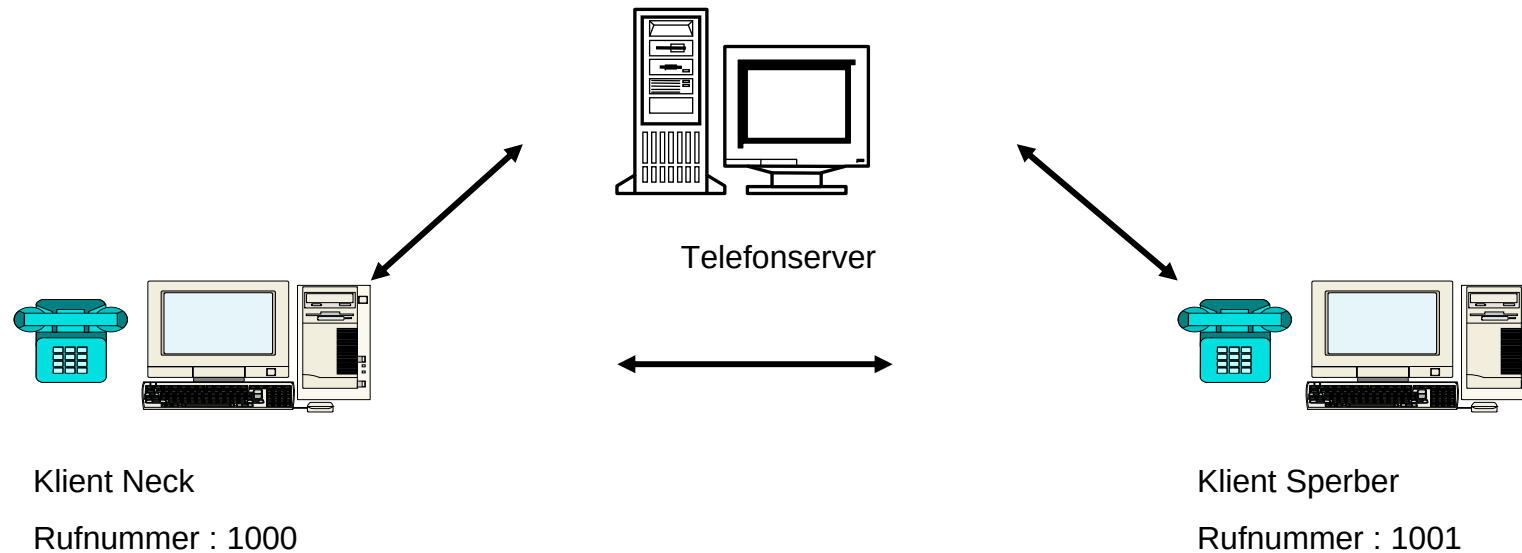
Telefonserver
Erfassung von Messwerten

Anmelden eines Klienten

- > Klient nimmt Kontakt mit Server auf
- > Server registriert IP-Adresse des Klienten in seiner Datenbank
- > Server bestätigt dem Klienten die Anmeldung
- > Klient kann jetzt im Netz telefonieren

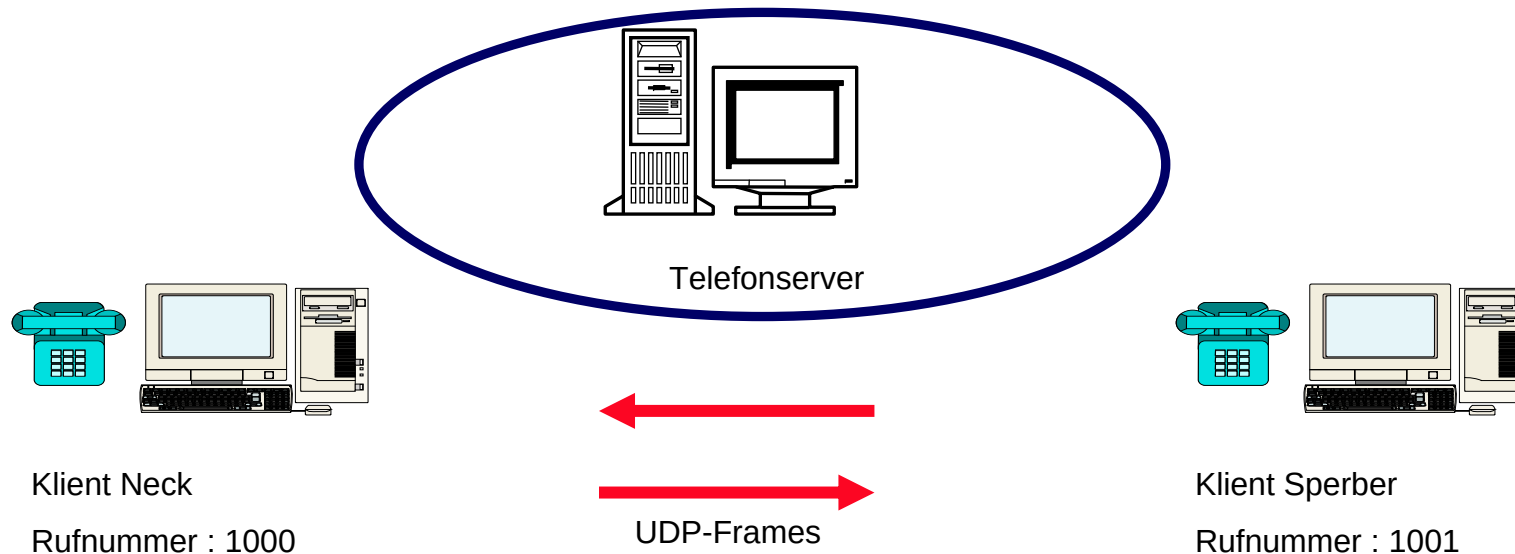
Signalisierungs-Verbindung





Gesprächsanforderung Klient “Neck” an Klient “Sperber”

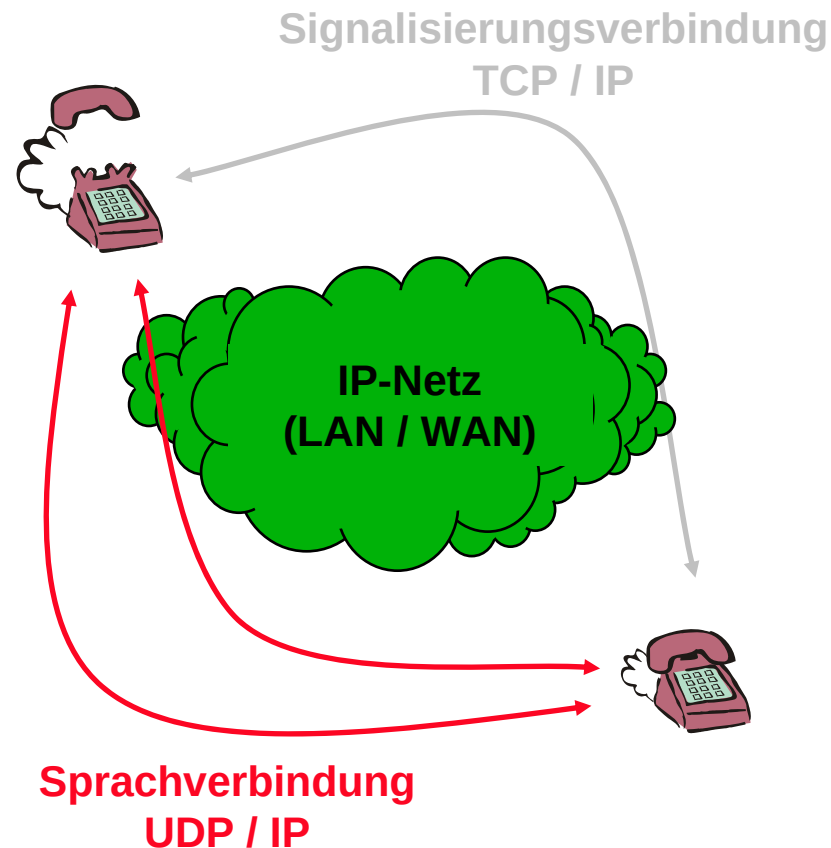
- > Klient “Neck” schickt Wahlaufforderung für Nummer 1001 an Server
- > Server baut Verbindung zu Klient Sperber auf und lässt klingeln
- > Klient “Sperber” hebt ab
- > Server meldet an Klient “Neck” die IP-Adresse von Klient “Sperber”
- > Klient “Neck” löst die IP-Adresse von “Sperber” auf (ARP)
- > die Telefonverbindung ist geschaltet

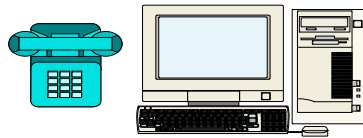


Gespräch Klient Neck mit Klient Sperber

- > Der Telefonserver dient nur zum Liefern der Parameter für den Verbindungsaufbau zwischen den beiden Klienten
- > Das Gespräch spielt sich in Form von zwei unicast UDP-Datenströmen zwischen den beiden Klienten ab

- / Signalisierungsverbindung
- / **Sprachverbindung**



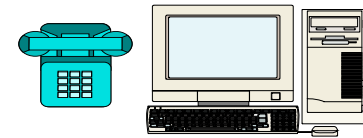


Klient Neck

Rufnummer : 1000



UDP-Frames

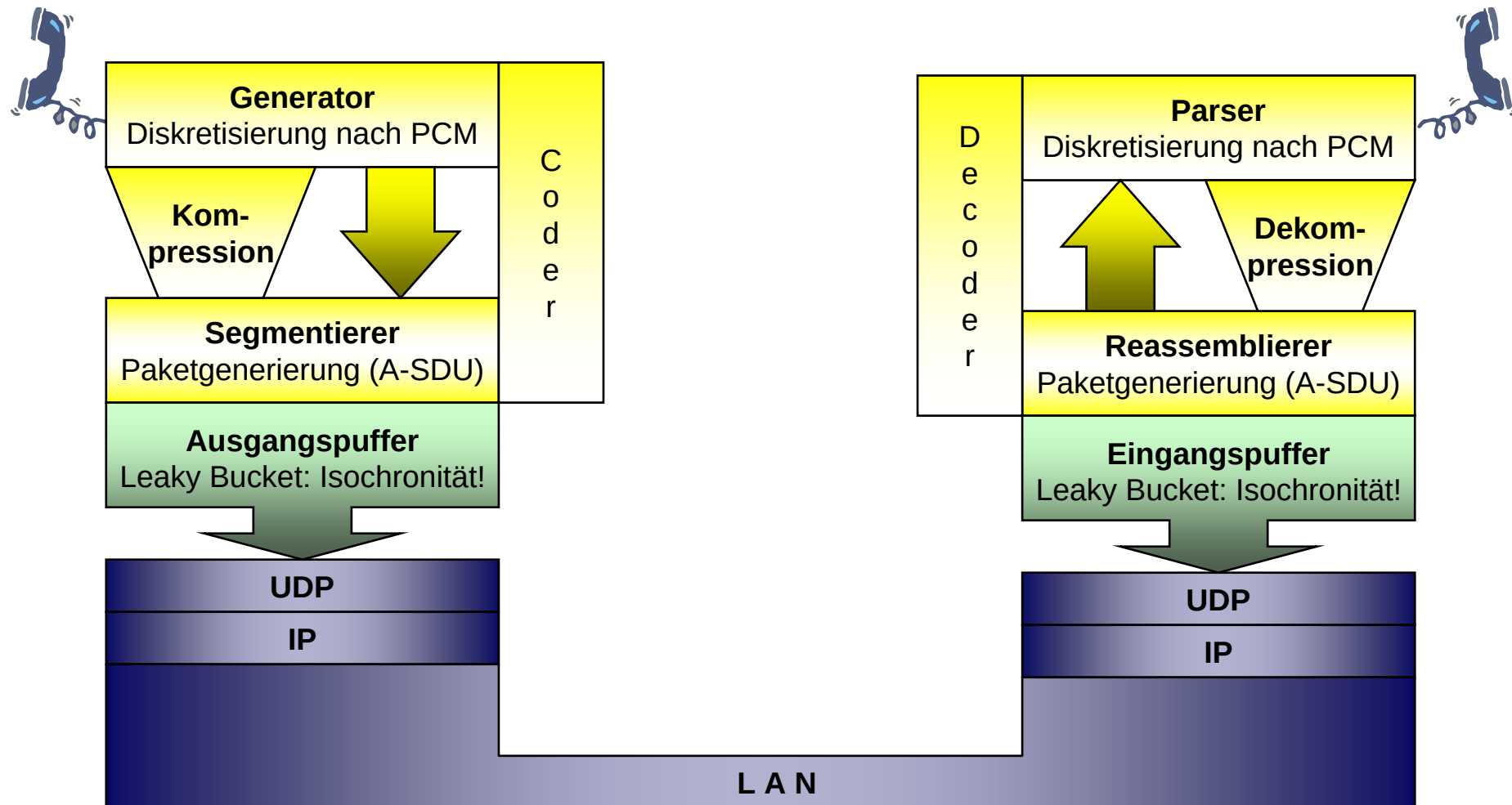


Klient Sperber

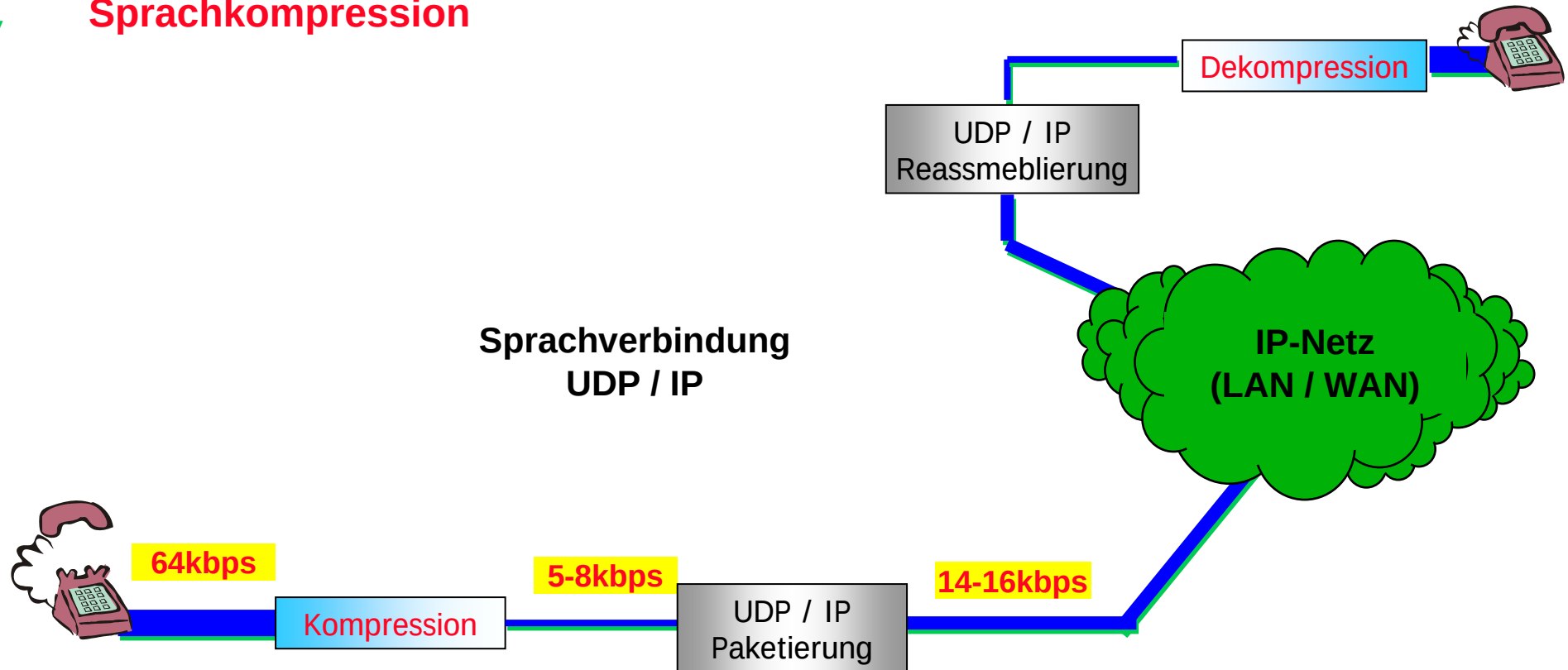
Rufnummer : 1001

Ablauf eines Gespräches in Frames

- > Die Gesprächsdaten werden digitalisiert
- > die digitalisierten Daten werden komprimiert
 - > Entfernung redundanter Informationen
 - > Wiederholungsfaktoren nach Bitmusterentsprechung
- > Die digitalisierten und komprimierten Daten werden in UDP-Frames verpackt
- > Nach dem Ethernet "space available" Prinzip werden die Daten auf die Leitung geschickt
- > Auf der Gegenseite werden die Daten
 - > entpackt
 - > dekomprimiert
 - > analogisiert



- / Signalisierungsverbindung
- / Sprachverbindung
- / **Sprachkompression**



Digitaler Fernsprechkanal:

300 Hz — 3400 Hz

Sprachqualität

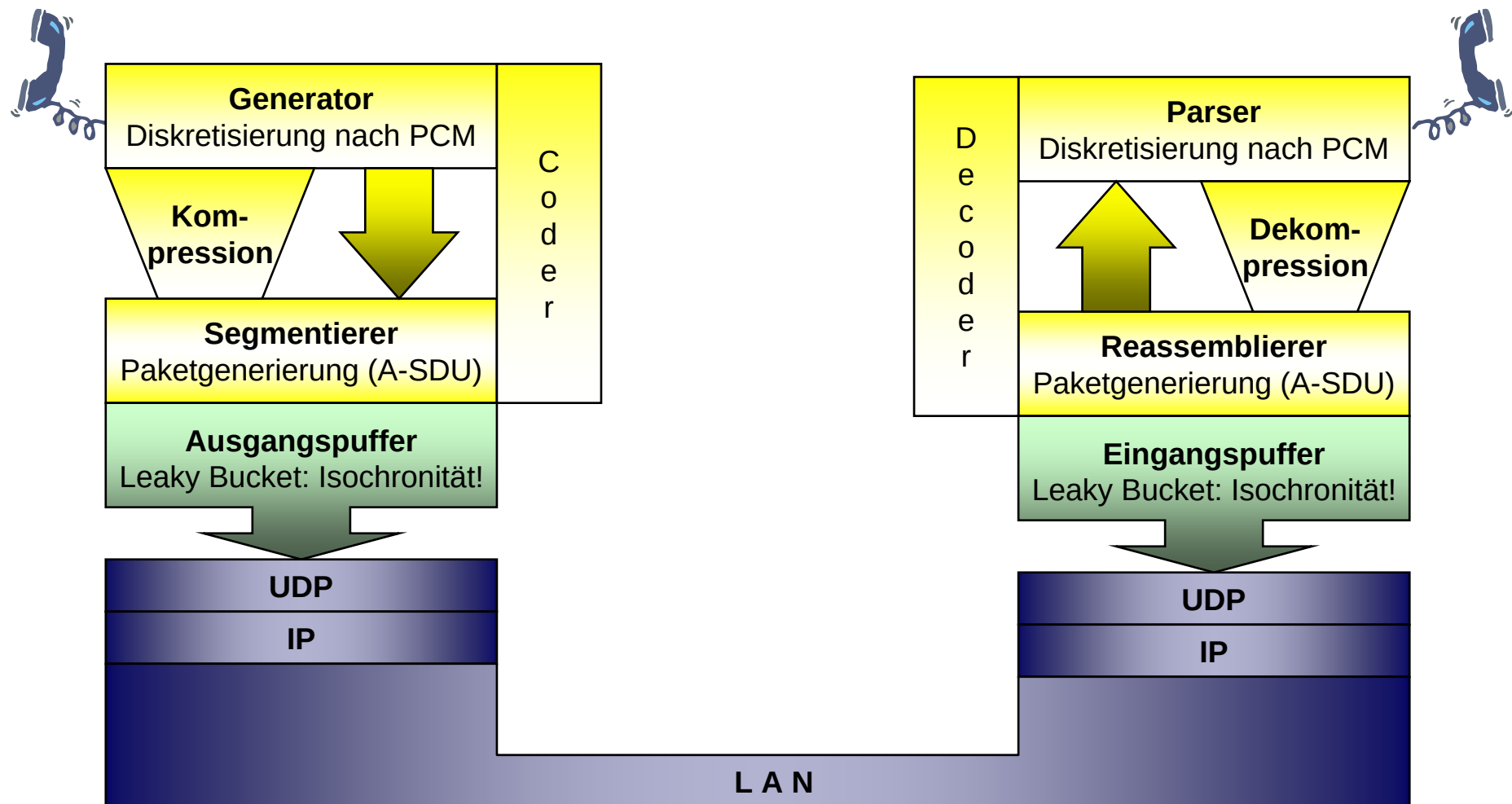
„Mean Opinion Score (MOS)“ Zahlen geben Auskunft

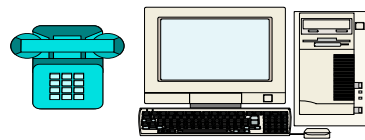
5:	ISDN	64 kbps		
4.7:	VoIP G.711	64 kbps	0,25 ms	< 1 MIPS
4,5:	VoIP G.728	16 kbps	1,25 ms	30 MIPS
4.3:	VoIP G.729 / G.729a	8 kbps	25 ms	20/11 MIPS
3.8:	VoIP G.723	5 kbps	67,5 ms	18 MIPS
3.5 - 4 ist „Telefonqualität analog“				

Sprachqualität ist kein Thema

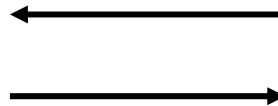
bei geeigneter Hardware

bei geeigneter Netzstruktur

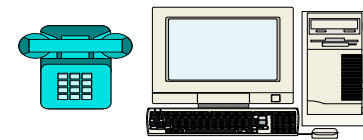




Klient Neck
Rufnummer : 1000



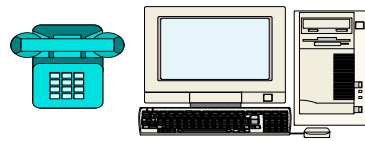
UDP-Frames



Klient Sperber
Rufnummer : 1001

Aufbau eines UDP-Frames

>	Gesamtlänge:			74 Bytes	100 %				
>	>	Ethernet Header			14 Bytes	19 %			
>	>	>	IP-Header			20 Bytes	27 %		
>	>	>	>	UDP-Header			8 Bytes	11 %	
>	>	>	>	>	Daten			32 Bytes	43 %

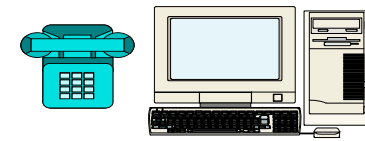


Klient Neck

Rufnummer : 1000



UDP-Frames



Klient Sperber

Rufnummer : 1001

Einhaltung der Gesprächsqualität

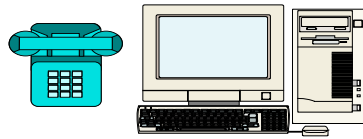
- > Das menschliche Gehör ist sehr empfindlich (deutlich empfindlicher als der Gesichtssinn!)
Daraus ergeben sich folgende Anforderungen an die Übertragung
- > > gleichbleibende Abstände zwischen Sprachframes
- > > Zuverlässigkeit der Übertragung
- > > hinreichend schneller Transport
- > Im Ethernet wird bestenfalls die letzte Bedingung erfüllt, sonst gibt es
- > > keine Servicequalität
- > Durch Verwendung sehr kleiner UDP-Frames können die QoS-Anforderungen trotzdem erfüllt werden
- > > Die Frames werden in 30 Millisec-Abständen verschickt,
die Chance, daß ein sehr kleiner Frame sein Ziel kollisionsfrei erreicht ist groß
- > > Fehlen eines Frames kann interpoliert werden

- / **H.323** Multimedia über IP Standardfamilie Standardfamilie
- / **H.225.0** Call Signalling
- / **H.245** Media Stream Control Protocol
- / **G.711, G.723.1, G.729A Voice Coder**
 - + Voice Activity Detection, Comfort Noise Generation
- / **G.165** Echo Kompensation
- / **RTP** Realtime Media Stream Transport
- / **T.37** Store and Forward Fax
- / **T.38** Realtime Fax

- , **DTMF funktioniert nicht ohne weiteres**
(muß im H.245 kodiert werden)
- , **Fax-Dienst funktioniert nicht ohne weiteres**
- , **Modem-Dienst funktioniert gar nicht**
- , **X.75, PPP etc. funktioniert nicht**

- / Verzögerung
 - / Kodierung
 - / Ausgangspuffer
 - / Übertragung
 - / Dekodierung
 - / Eingangspuffer
- / Adäquate, DSP-basierte Hardware erforderlich
 - / softwarebasierte PC Lösungen im Nachteil
 - / Internetanwendungen im Nachteil

- / **Transparenz**
 - / Erfolgreicher Einsatz bedingt gute Akzeptanz
 - / Gute Akzeptanz bedingt Einsatz ohne Umgewöhnung
 - / Alle **Telefoniemerkmale** gefordert
 - / CLI
 - / Makeln, Weiterleiten
 - / Einzelzifferwahl
 - / „Any-to-any Dialing“
- / **Zuverlässigkeit** PC-basierter Systeme
- / **Kosteneffizienz** durch Sprachkompression
 - / Bis zu **6 Gespräche auf einer einzelnen 64kbps Leitung** verglichen mit einem herkömmlichen Gespräch
 - / Deutliche Kostenreduktion bei Stand- und Wählleitungen
 - / Je nach Aufkommen Reduktion um 50% - 80%
- / **Mehrwertdienste (CTI-Dienste)!**

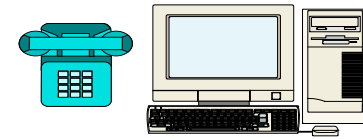


Klient Neck

Rufnummer : 1000



UDP-Frames



Klient Sperber

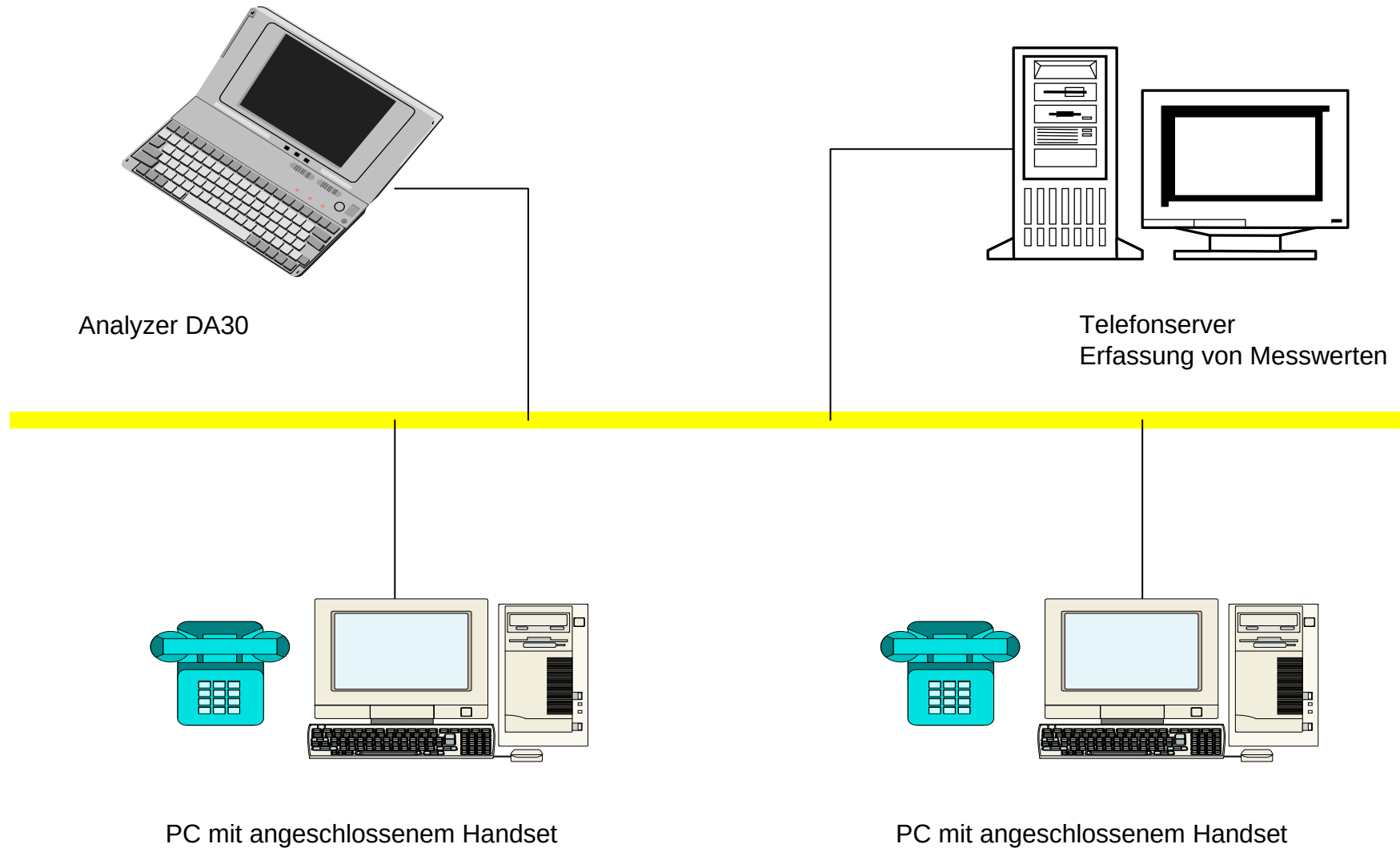
Rufnummer : 1001

Mit dem Versuchsaufbau auf der nächsten Seite versuchen wir die Qualität

- > subjektiv zu messen
- > nachvollziehbar zu erklären

Folgende Messungen wurden durchgeführt:

- > Netzlast nur durch Telefonie
- > Zusätzliche Netzlast durch DA30 10%
- > Zusätzliche Netzlast durch DA30 20%
- > ...
- > ...
- > Zusätzliche Netzlast durch DA30 90%
- > geflutetes Netzwerk



Legende:

rote Linie:

Zeitabstand zwischen zwei aufeinanderfolgenden UDP Frames einer Kommunikationsrichtung in ms;
aufgetragen an rechter Skala [Einheit: x·10 ms]

grüne Linie:

Zeitstempel des ausgewerteten UDP Frames;
aufgetragen an linker Skala [Einheit: ms]

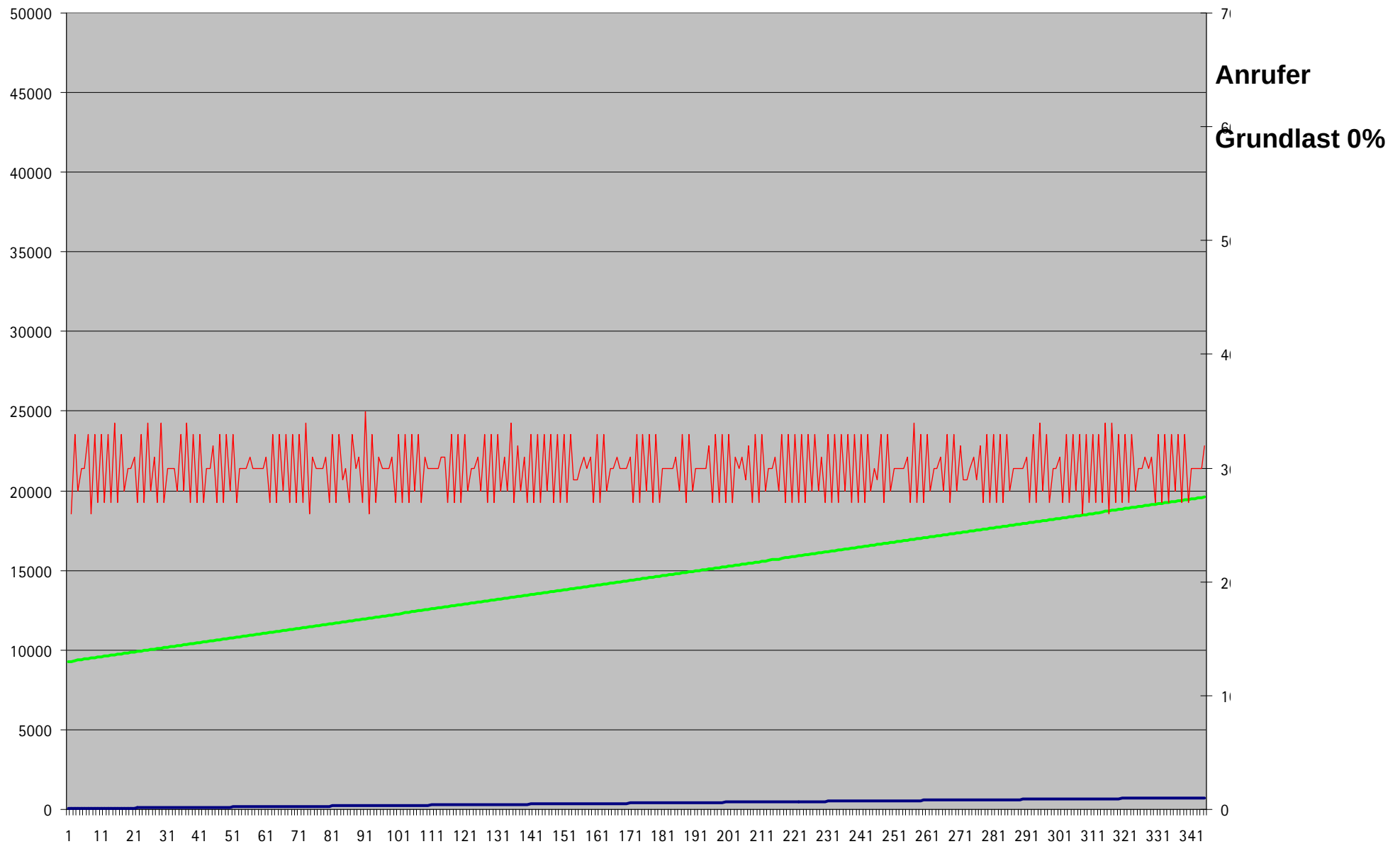
blaue Linie:

laufende Nummer des gecaptureten UDP Frames;
aufgetragen an linker Skala [Einheit: lfd. Nummer]

Die Grafen berücksichtigen (über Filter) jeweils nur die UDP Frames des Telefongesprächs in einer Richtung.

Die zunehmende Netzlast neben dem Telefongespräch kann an der zunehmenden Steigung der blauen und grünen Linien abgelesen werden.

Aus allen Messungen wurde ein Ausschnitt von jeweils 345 Messpunkten normierend gewählt

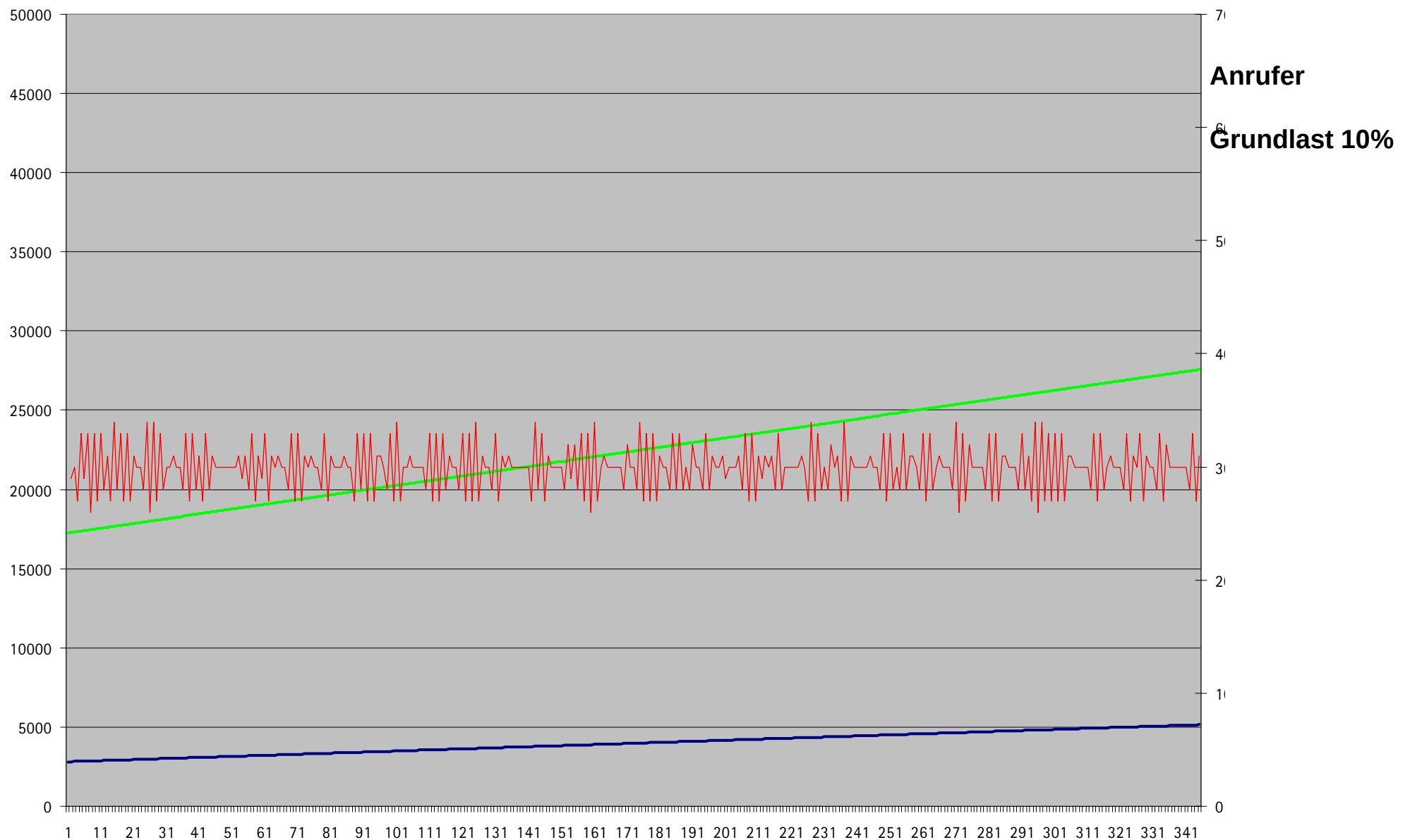


VOICE over IP:
27. Juni 2001

Planung und Implementierung von IP-Telefonie —
VoIP am Forschungszentrum Karlsruhe. Fallstudie
Dia-Nr: **52**
(im Stand: 22.02.2008)

Forschungszentrum Karlsruhe
Technik und Umwelt

Fortbildungszentrum Technik u. Umwelt
Dipl.-Inform. Torsten Neck

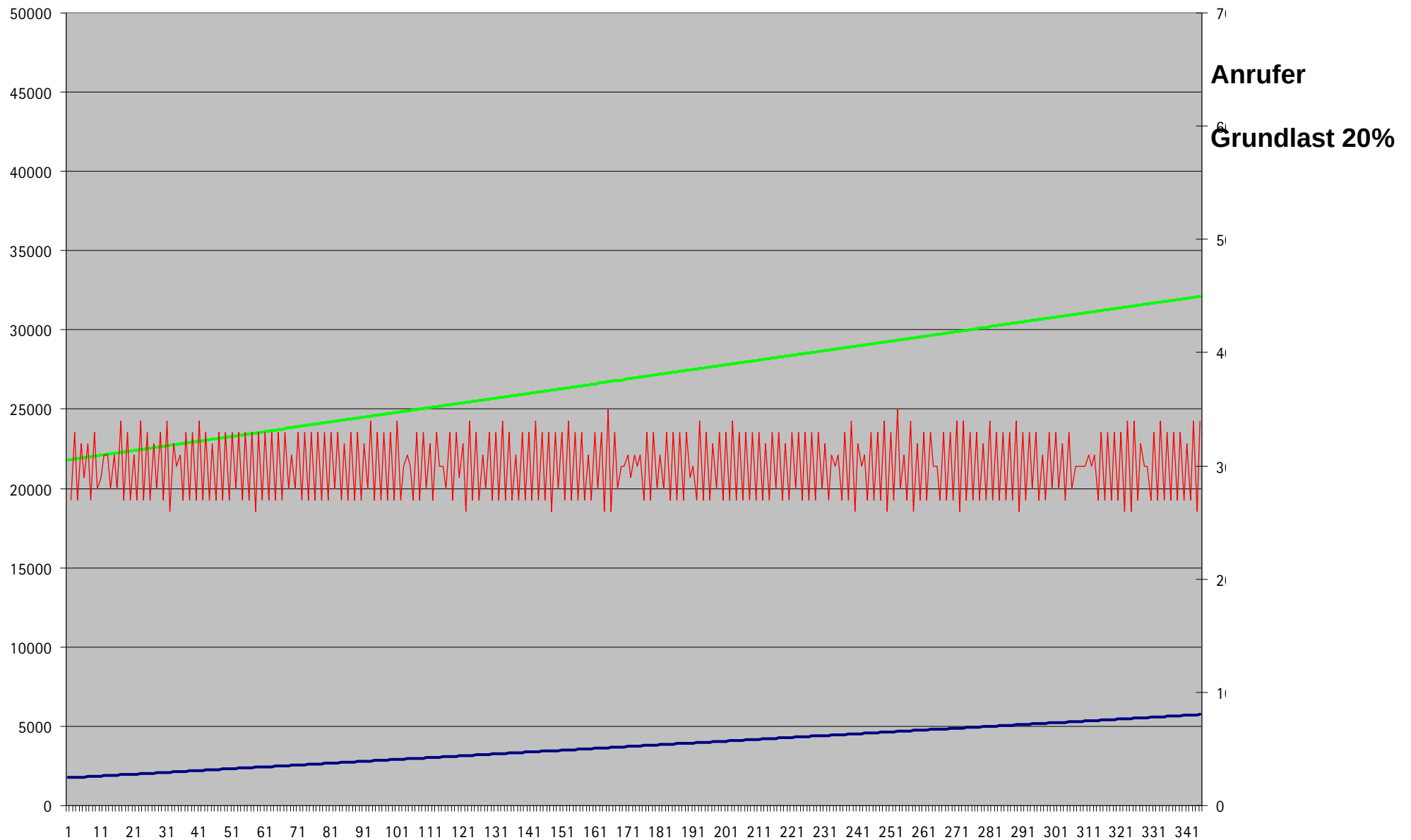


VOICE over IP:
27. Juni 2001

Planung und Implementierung von IP-Telefonie —
VoIP am Forschungszentrum Karlsruhe. Fallstudie
Dia-Nr: **53**
(im Stand: 22.02.2008)

Forschungszentrum Karlsruhe
Technik und Umwelt

Fortbildungszentrum Technik u. Umwelt
Dipl.-Inform. Torsten Neck

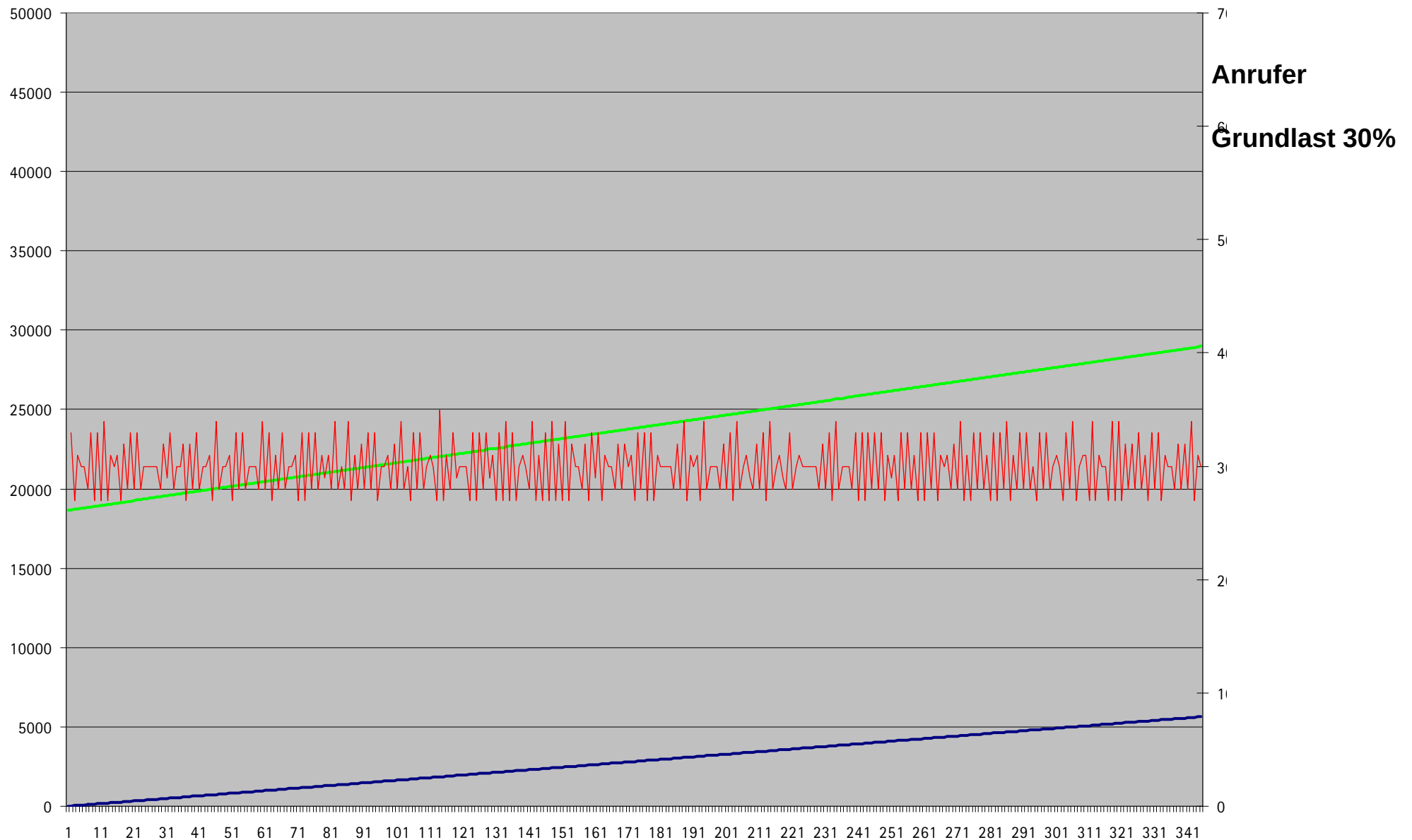


VOICE over IP:
27. Juni 2001

Planung und Implementierung von IP-Telefonie —
VoIP am Forschungszentrum Karlsruhe. Fallstudie
Dia-Nr: **54**
(im Stand: 22.02.2008)

Forschungszentrum Karlsruhe
Technik und Umwelt

Fortbildungszentrum Technik u. Umwelt
Dipl.-Inform. Torsten Neck

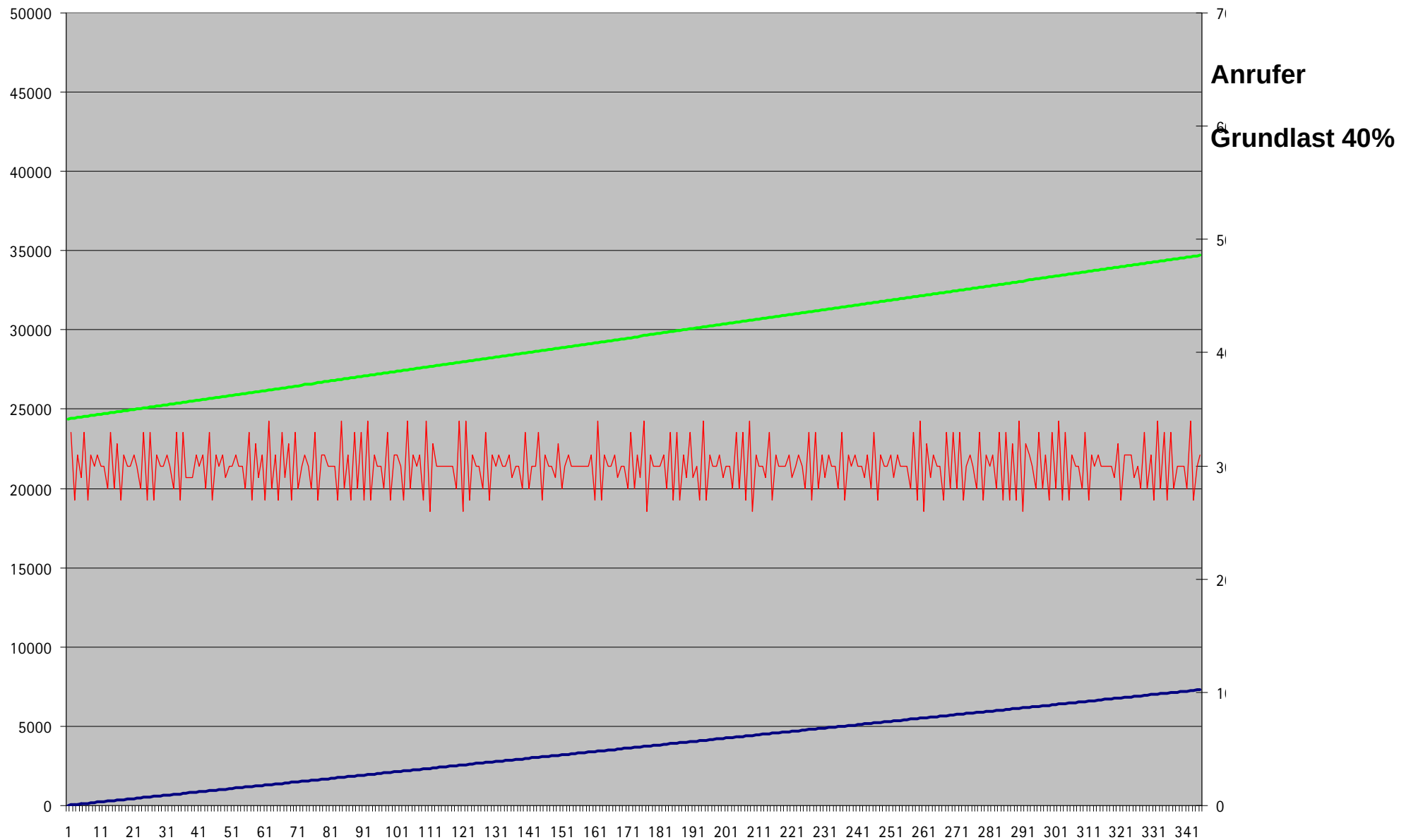


VOICE over IP:
27. Juni 2001

Planung und Implementierung von IP-Telefonie —
VoIP am Forschungszentrum Karlsruhe. Fallstudie
Dia-Nr: **55**
(im Stand: 22.02.2008)

Forschungszentrum Karlsruhe
Technik und Umwelt

Fortbildungszentrum Technik u. Umwelt
Dipl.-Inform. Torsten Neck

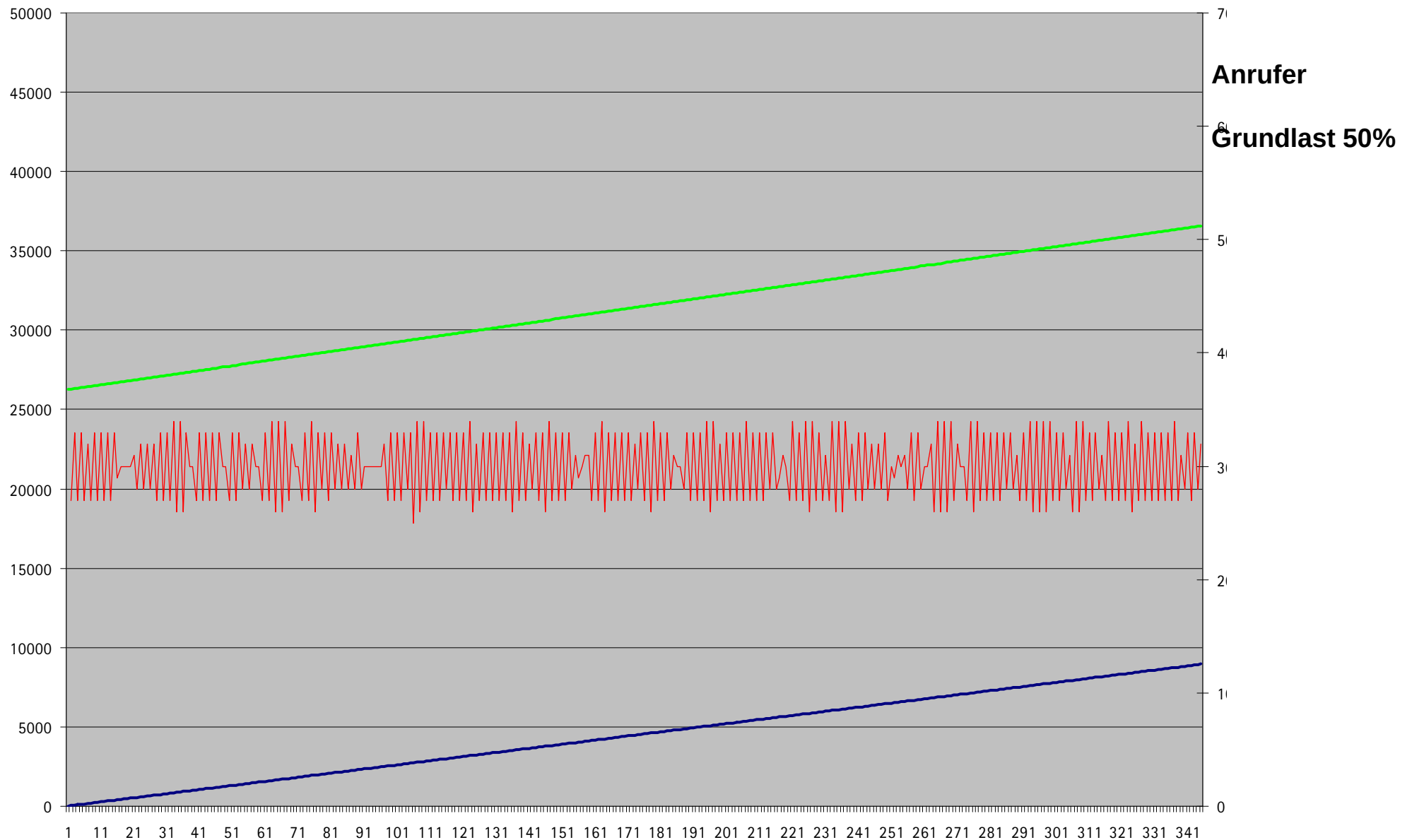


VOICE over IP:
27. Juni 2001

Planung und Implementierung von IP-Telefonie —
VoIP am Forschungszentrum Karlsruhe. Fallstudie
Dia-Nr: **56**
(im Stand: 22.02.2008)

Forschungszentrum Karlsruhe
Technik und Umwelt

Fortbildungszentrum Technik u. Umwelt
Dipl.-Inform. Torsten Neck

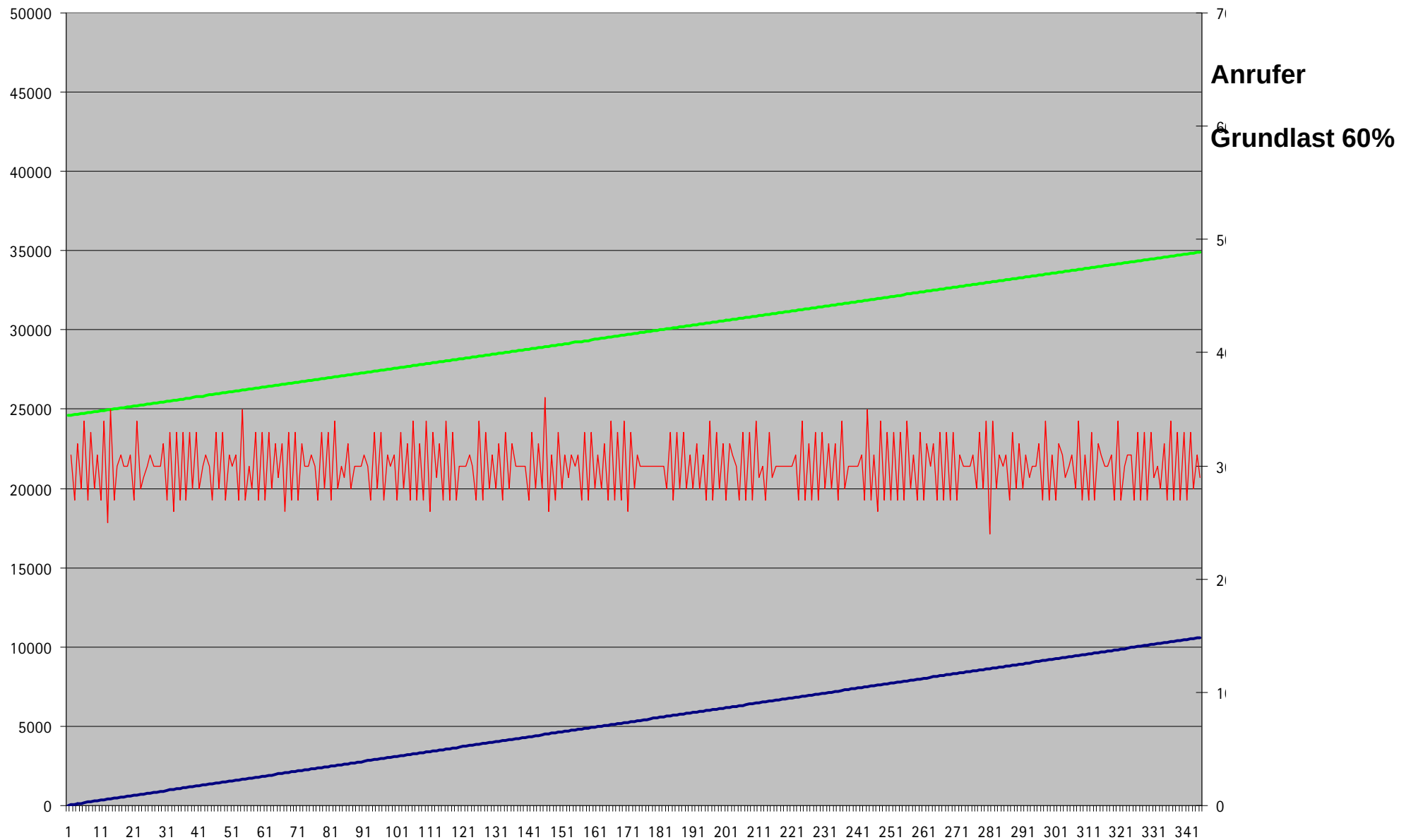


VOICE over IP:
27. Juni 2001

Planung und Implementierung von IP-Telefonie —
VoIP am Forschungszentrum Karlsruhe. Fallstudie
 Dia-Nr: **57**
 (im Stand: 22.02.2008)

Forschungszentrum Karlsruhe
 Technik und Umwelt

Fortbildungszentrum Technik u. Umwelt
 Dipl.-Inform. Torsten Neck

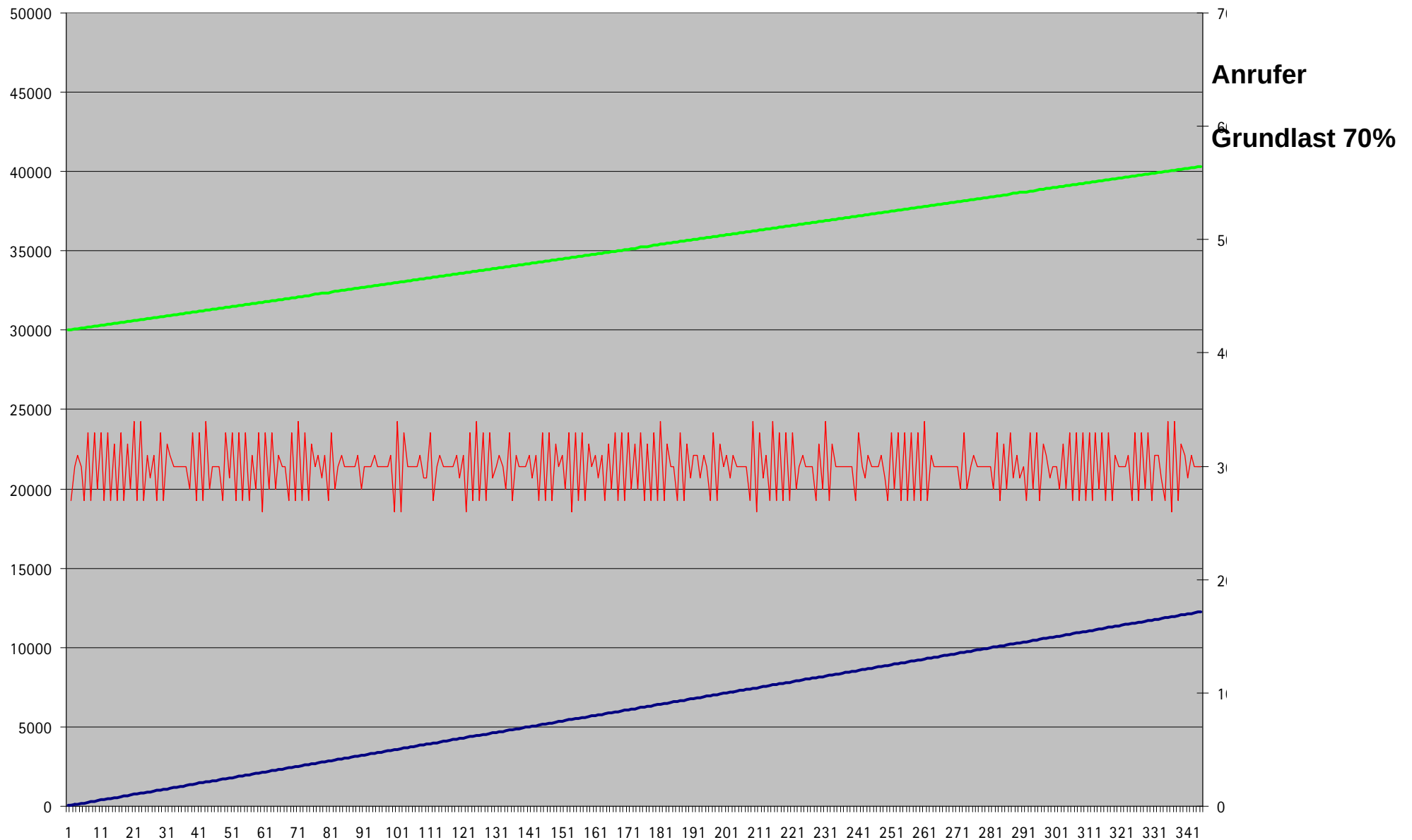


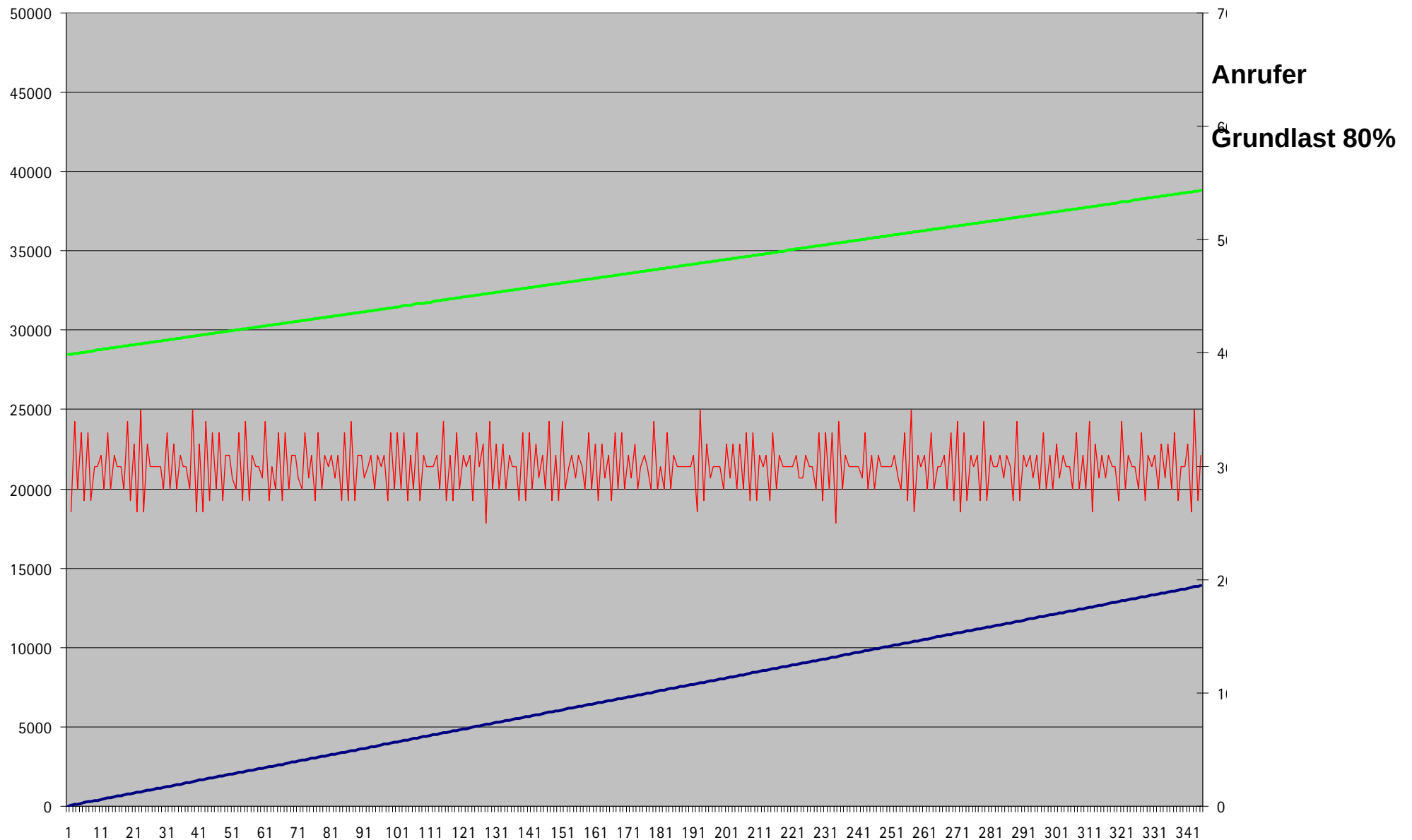
VOICE over IP:
27. Juni 2001

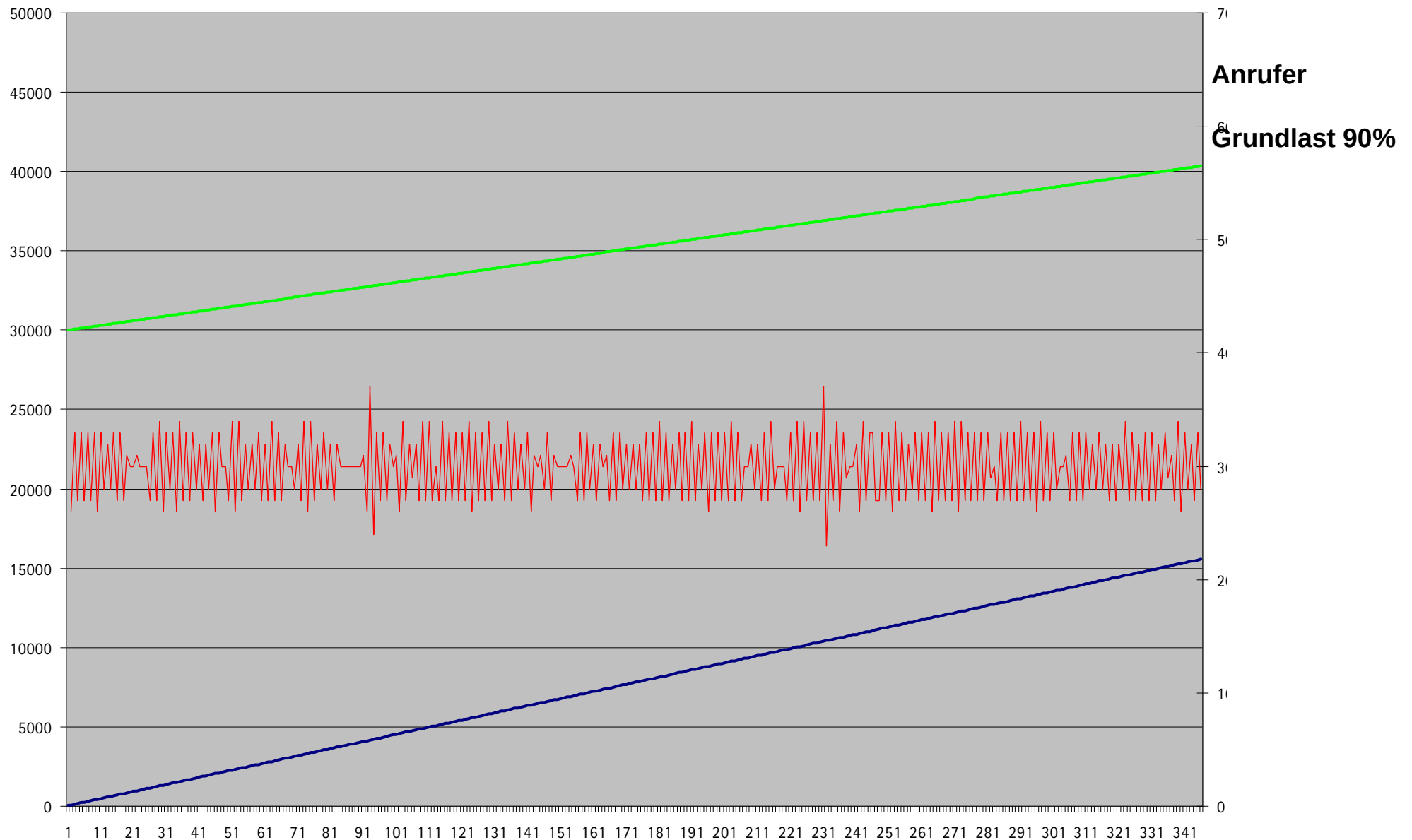
Planung und Implementierung von IP-Telefonie —
VoIP am Forschungszentrum Karlsruhe. Fallstudie
Dia-Nr: **58**
(im Stand: 22.02.2008)

Forschungszentrum Karlsruhe
Technik und Umwelt

Fortbildungszentrum Technik u. Umwelt
Dipl.-Inform. Torsten Neck





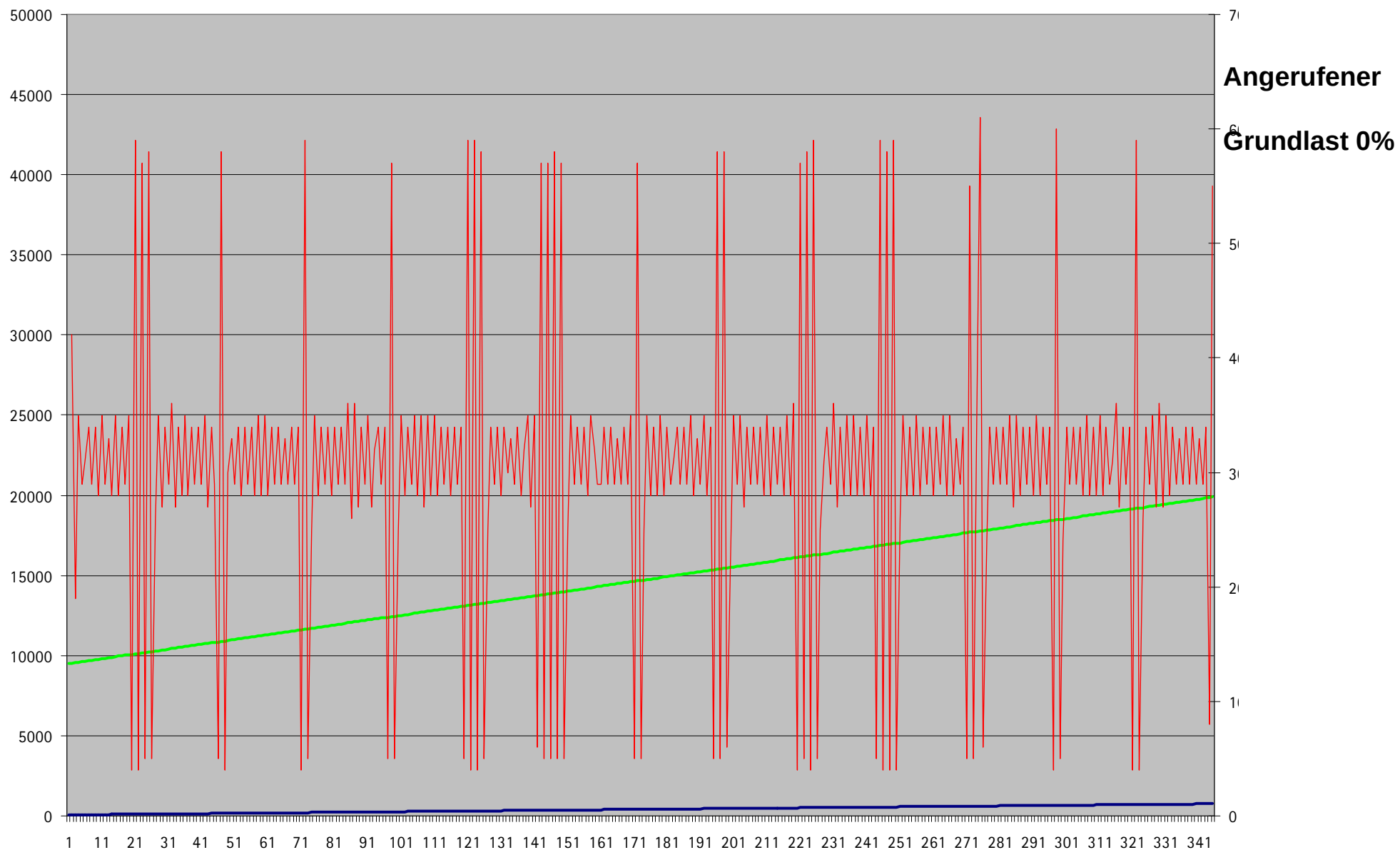


VOICE over IP:
27. Juni 2001

Planung und Implementierung von IP-Telefonie —
VoIP am Forschungszentrum Karlsruhe. Fallstudie
 Dia-Nr: **61** (im Stand: 22.02.2008)

Forschungszentrum Karlsruhe
 Technik und Umwelt

Fortbildungszentrum Technik u. Umwelt
 Dipl.-Inform. Torsten Neck

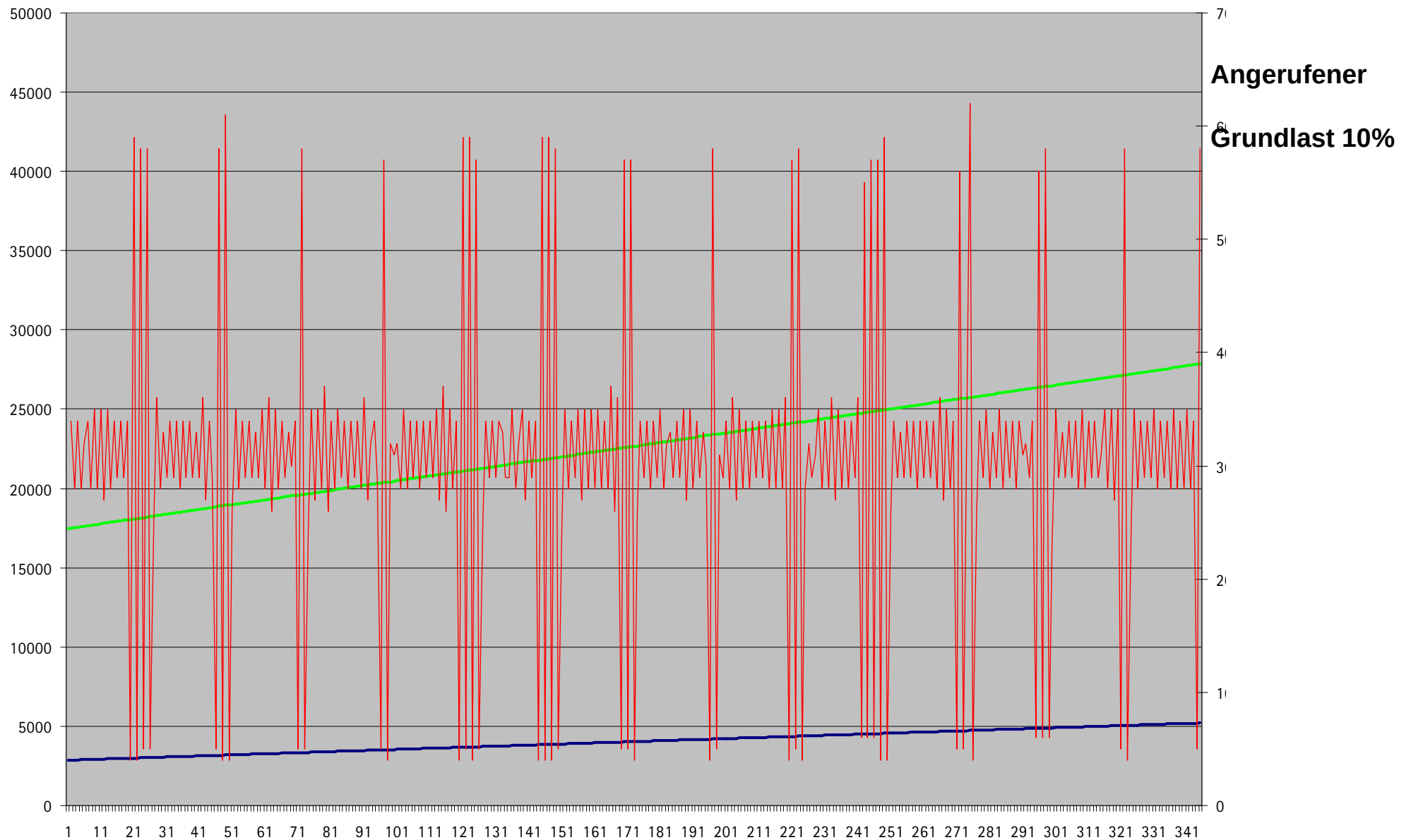


VOICE over IP:
27. Juni 2001

Planung und Implementierung von IP-Telefonie —
VoIP am Forschungszentrum Karlsruhe. Fallstudie
Dia-Nr: **62**
(im Stand: 22.02.2008)

Forschungszentrum Karlsruhe
Technik und Umwelt

Fortbildungszentrum Technik u. Umwelt
Dipl.-Inform. Torsten Neck

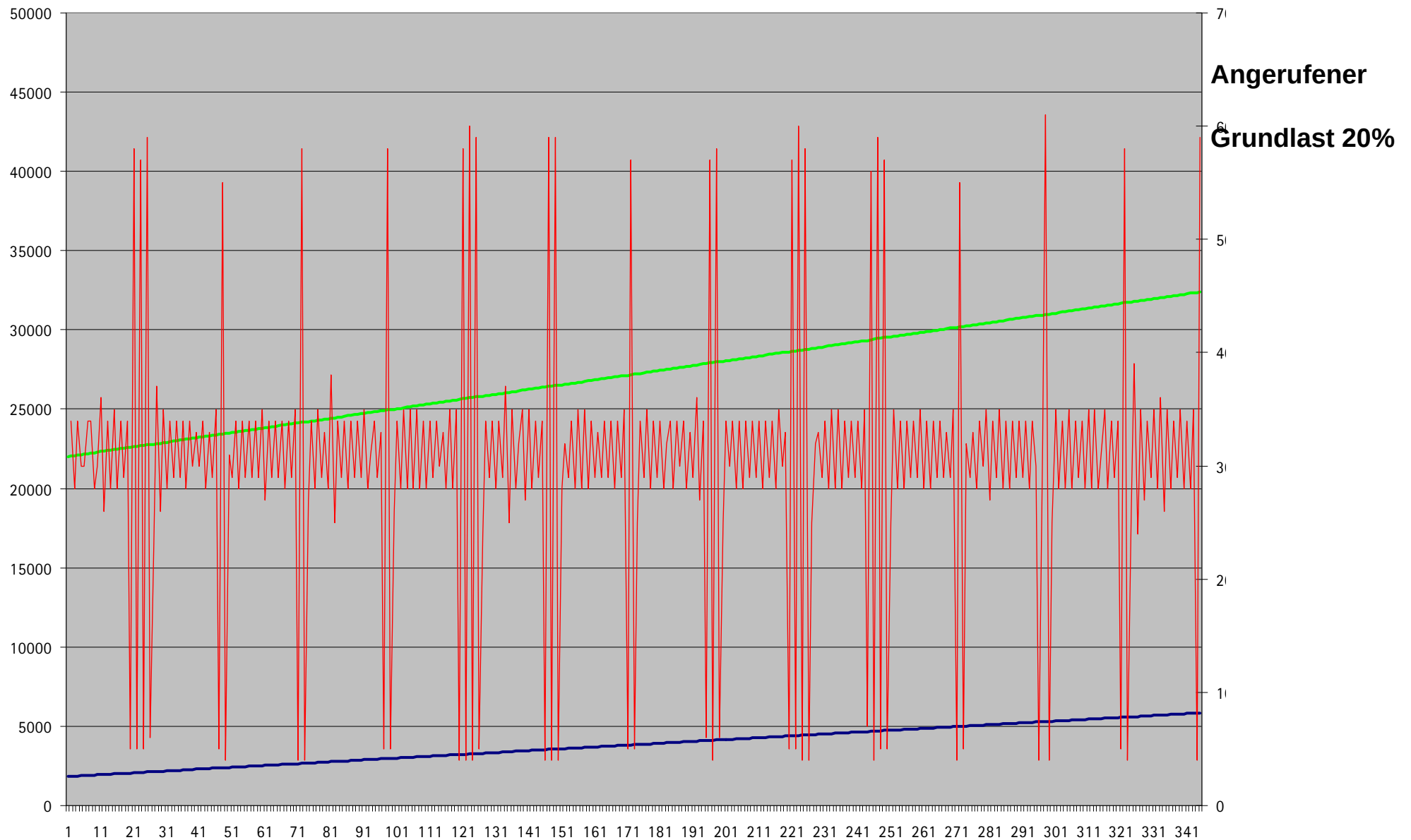


VOICE over IP:
27. Juni 2001

Planung und Implementierung von IP-Telefonie —
VoIP am Forschungszentrum Karlsruhe. Fallstudie
 Dia-Nr: **63**
 (im Stand: 22.02.2008)

Forschungszentrum Karlsruhe
 Technik und Umwelt

Fortbildungszentrum Technik u. Umwelt
 Dipl.-Inform. Torsten Neck

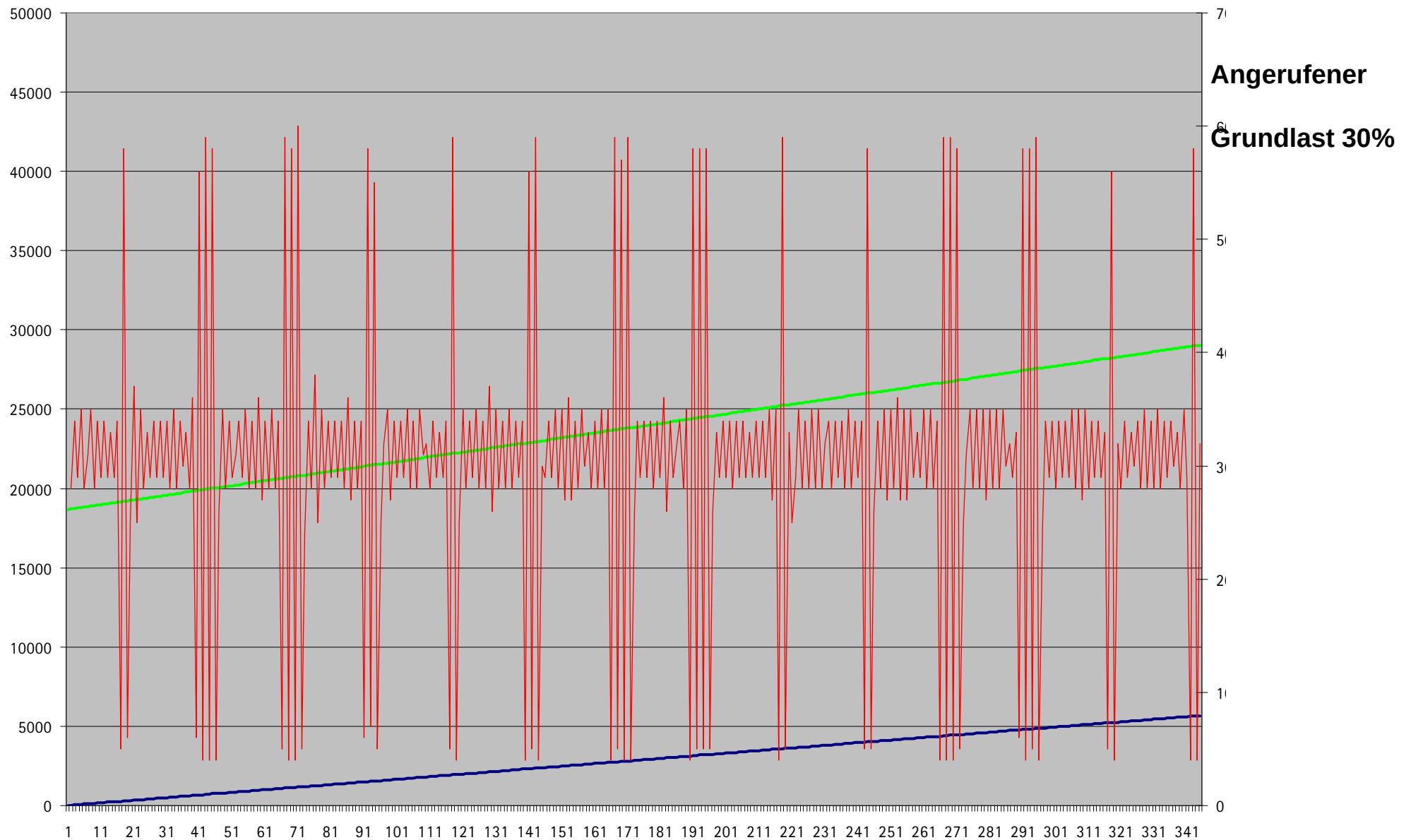


VOICE over IP:
27. Juni 2001

Planung und Implementierung von IP-Telefonie —
VoIP am Forschungszentrum Karlsruhe. Fallstudie
 Dia-Nr: **64**
 (im Stand: 22.02.2008)

Forschungszentrum Karlsruhe
 Technik und Umwelt

Fortbildungszentrum Technik u. Umwelt
 Dipl.-Inform. Torsten Neck

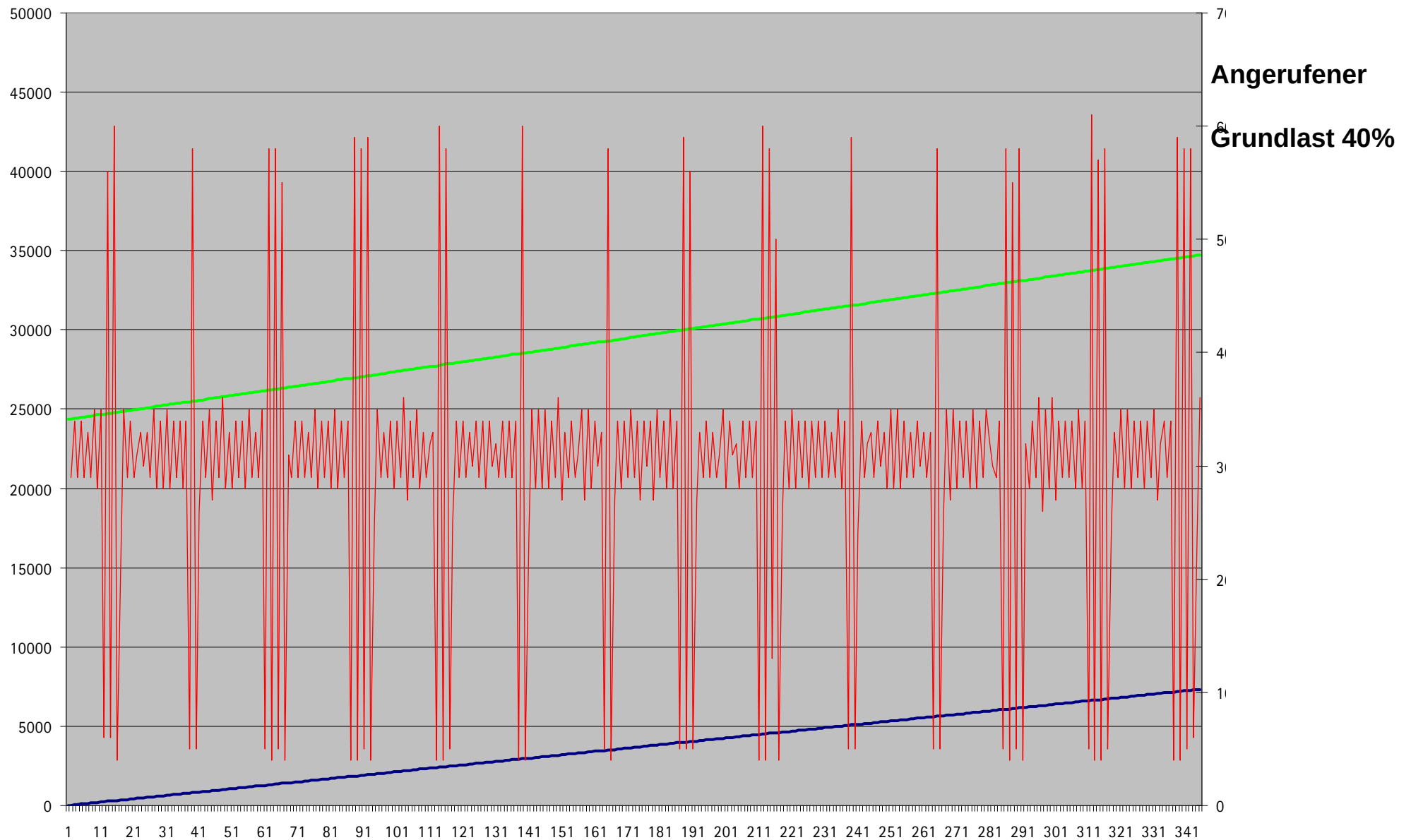


VOICE over IP:
27. Juni 2001

Planung und Implementierung von IP-Telefonie —
VoIP am Forschungszentrum Karlsruhe. Fallstudie
Dia-Nr: **65** (im Stand: 22.02.2008)

Forschungszentrum Karlsruhe
Technik und Umwelt

Fortbildungszentrum Technik u. Umwelt
Dipl.-Inform. Torsten Neck

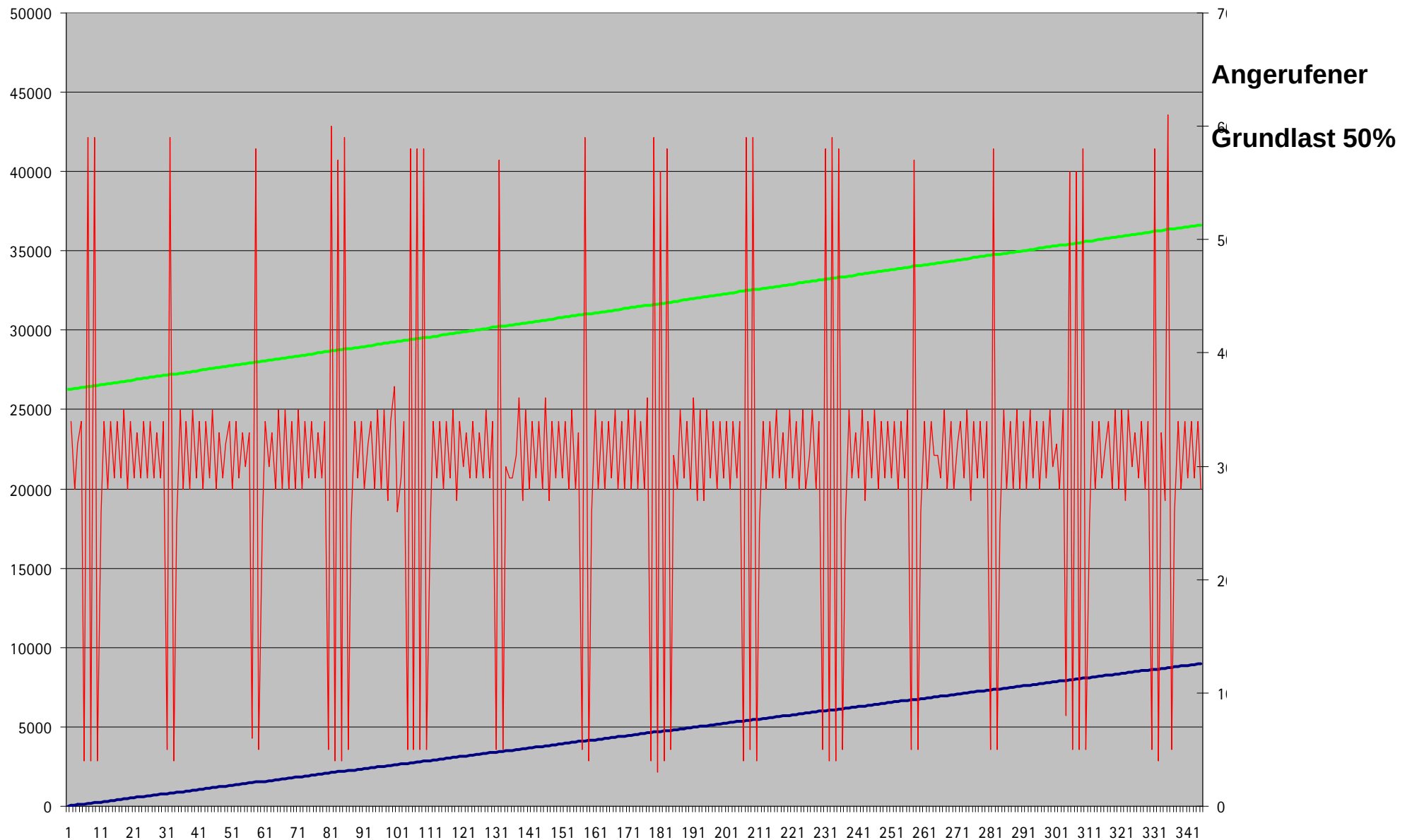


VOICE over IP:
27. Juni 2001

Planung und Implementierung von IP-Telefonie —
VoIP am Forschungszentrum Karlsruhe. Fallstudie
Dia-Nr: **66** (im Stand: 22.02.2008)

Forschungszentrum Karlsruhe
Technik und Umwelt

Fortbildungszentrum Technik u. Umwelt
Dipl.-Inform. Torsten Neck

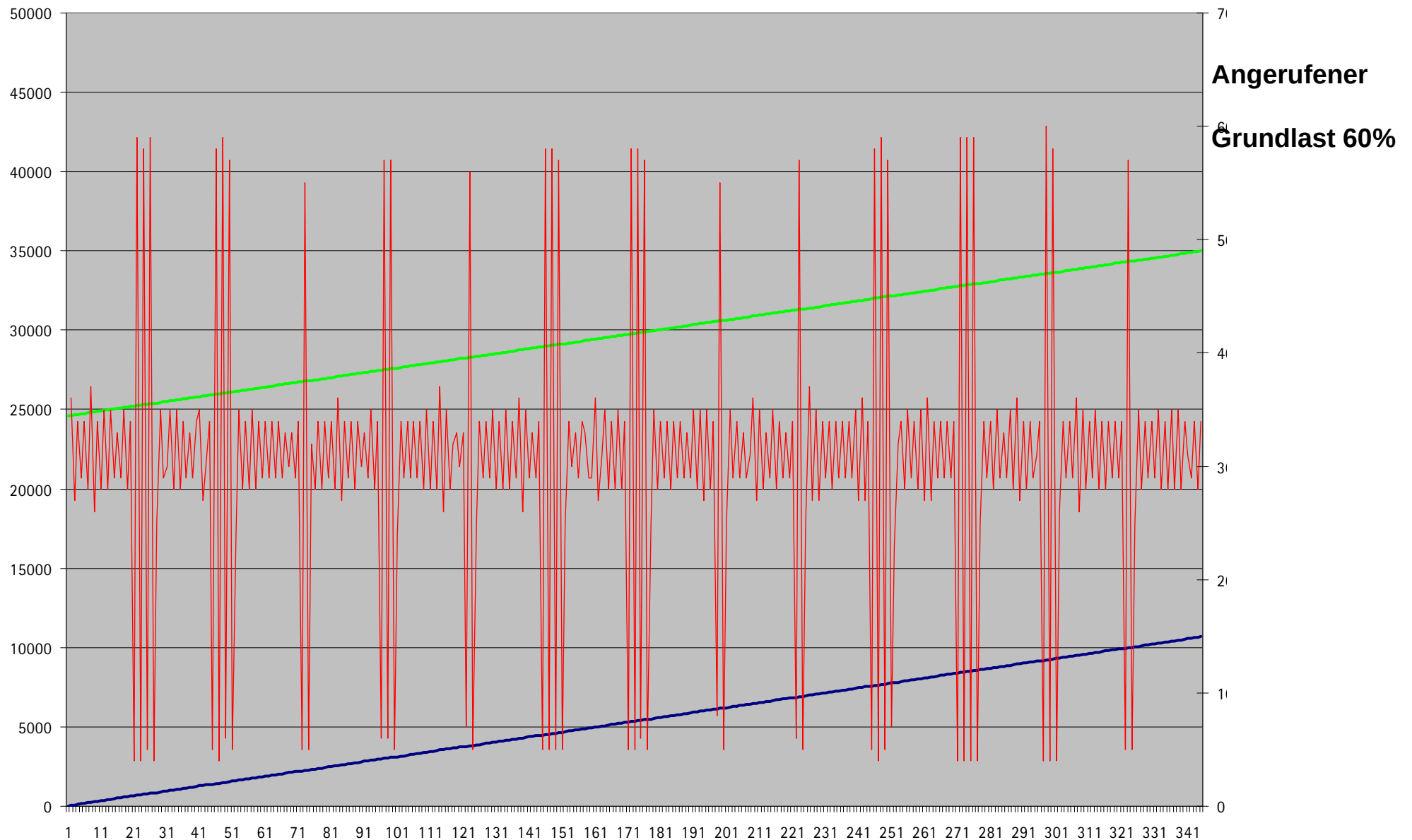


VOICE over IP:
27. Juni 2001

Planung und Implementierung von IP-Telefonie —
VoIP am Forschungszentrum Karlsruhe. Fallstudie
Dia-Nr: **67** (im Stand: 22.02.2008)

Forschungszentrum Karlsruhe
Technik und Umwelt

Fortbildungszentrum Technik u. Umwelt
Dipl.-Inform. Torsten Neck

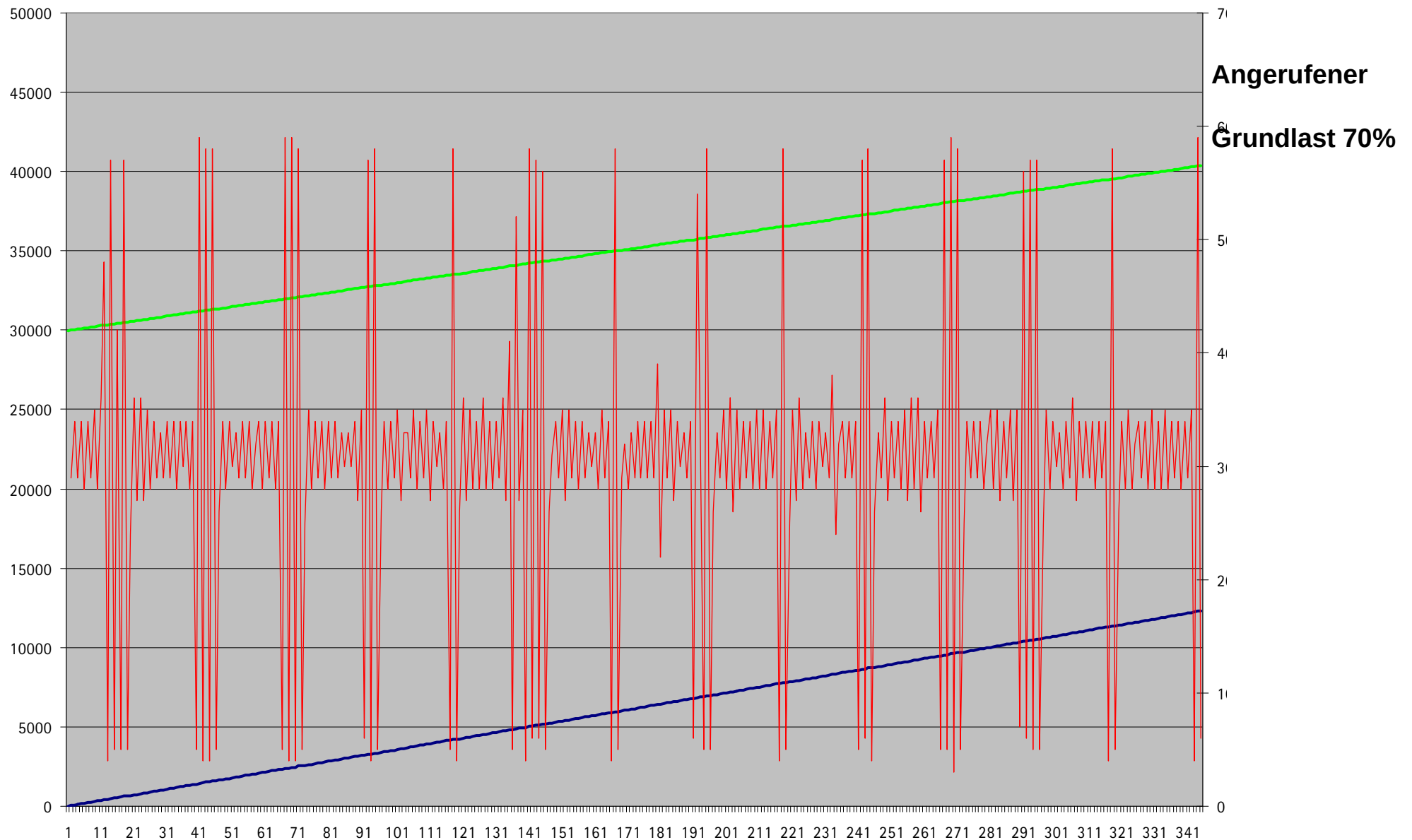


VOICE over IP:
27. Juni 2001

Planung und Implementierung von IP-Telefonie —
VoIP am Forschungszentrum Karlsruhe. Fallstudie
Dia-Nr: **68**
(im Stand: 22.02.2008)

Forschungszentrum Karlsruhe
Technik und Umwelt

Fortbildungszentrum Technik u. Umwelt
Dipl.-Inform. Torsten Neck

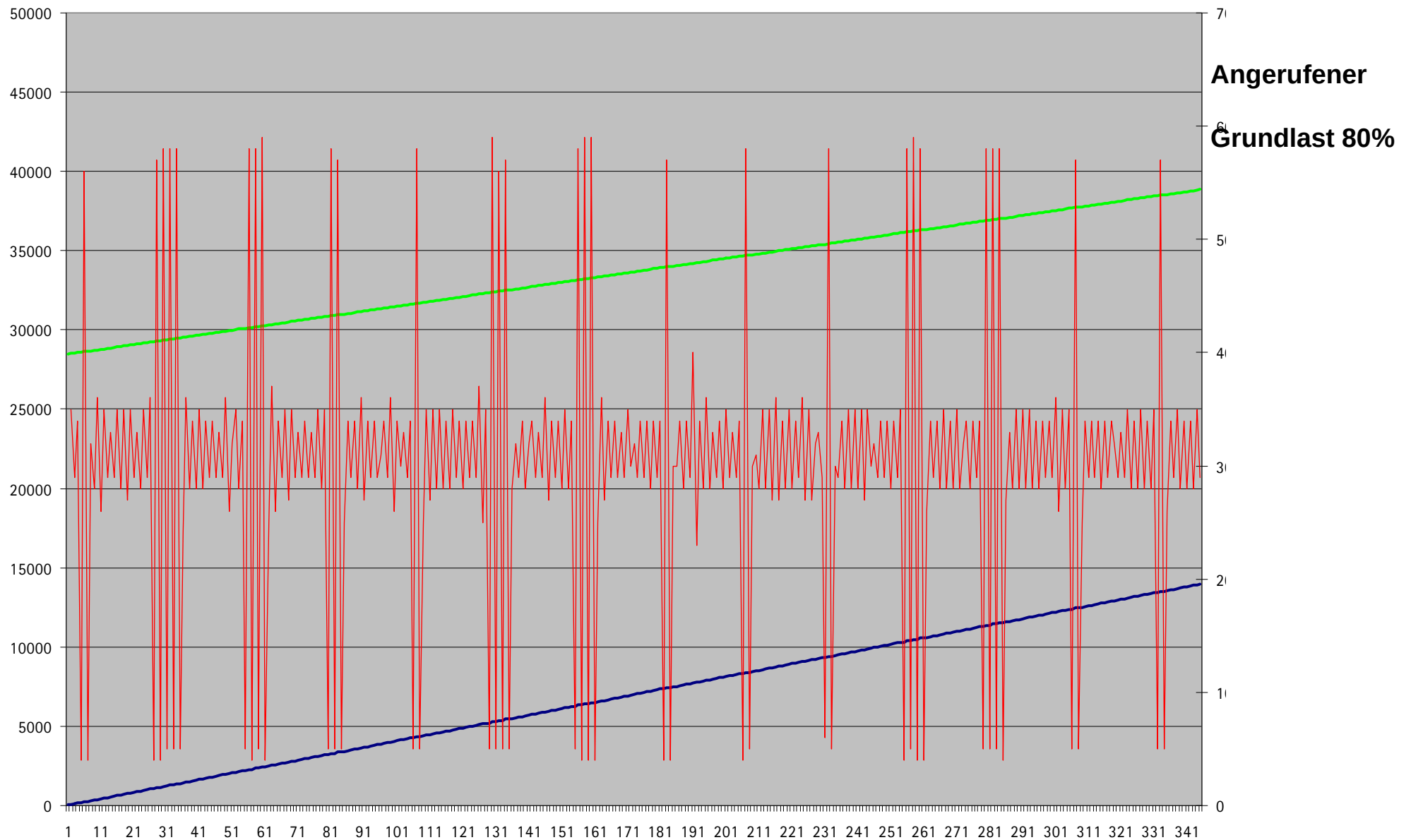


VOICE over IP:
27. Juni 2001

Planung und Implementierung von IP-Telefonie —
VoIP am Forschungszentrum Karlsruhe. Fallstudie
Dia-Nr: **69**
(im Stand: 22.02.2008)

Forschungszentrum Karlsruhe
Technik und Umwelt

Fortbildungszentrum Technik u. Umwelt
Dipl.-Inform. Torsten Neck

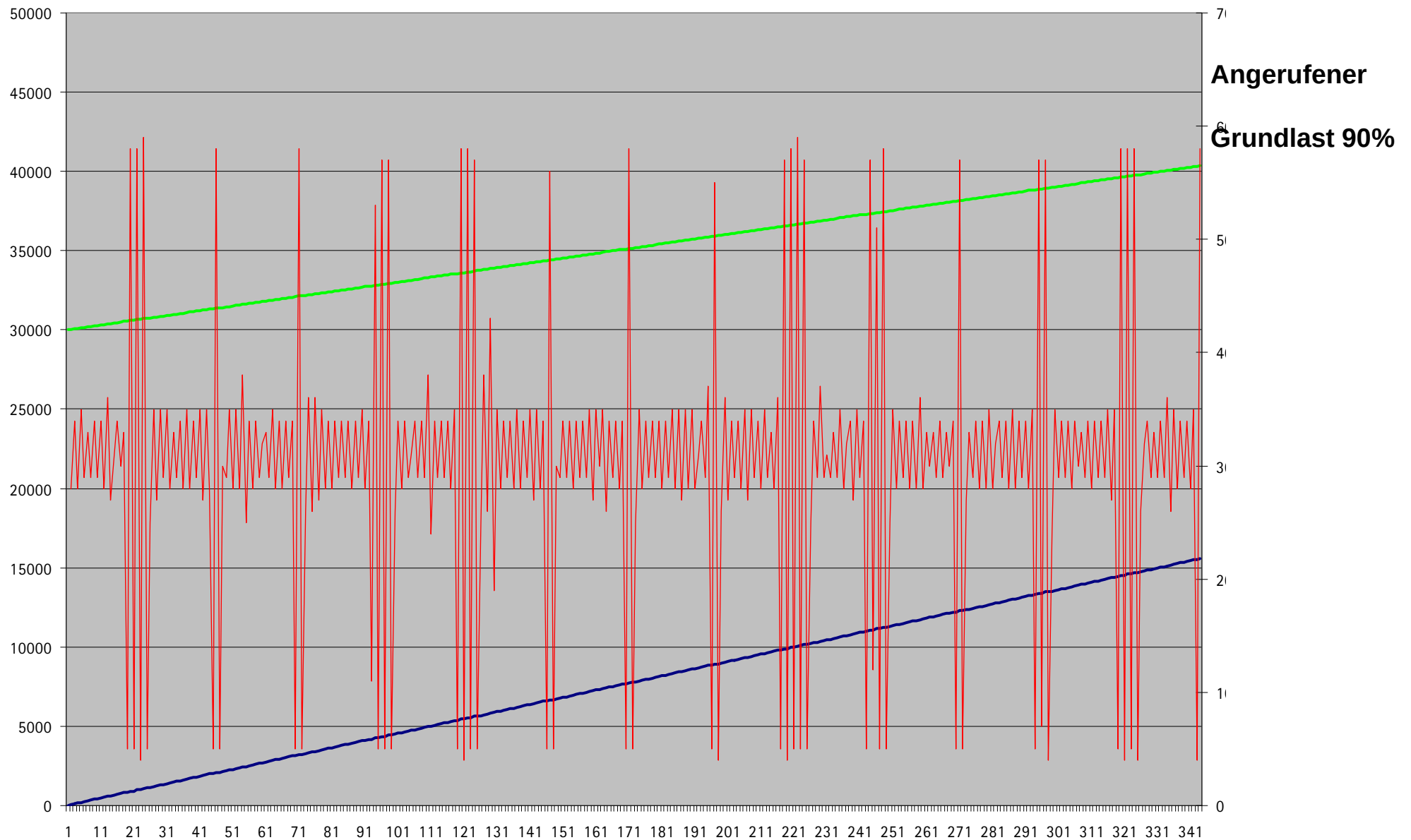


VOICE over IP:
27. Juni 2001

Planung und Implementierung von IP-Telefonie —
VoIP am Forschungszentrum Karlsruhe. Fallstudie
Dia-Nr: **70**
(im Stand: 22.02.2008)

Forschungszentrum Karlsruhe
Technik und Umwelt

Fortbildungszentrum Technik u. Umwelt
Dipl.-Inform. Torsten Neck

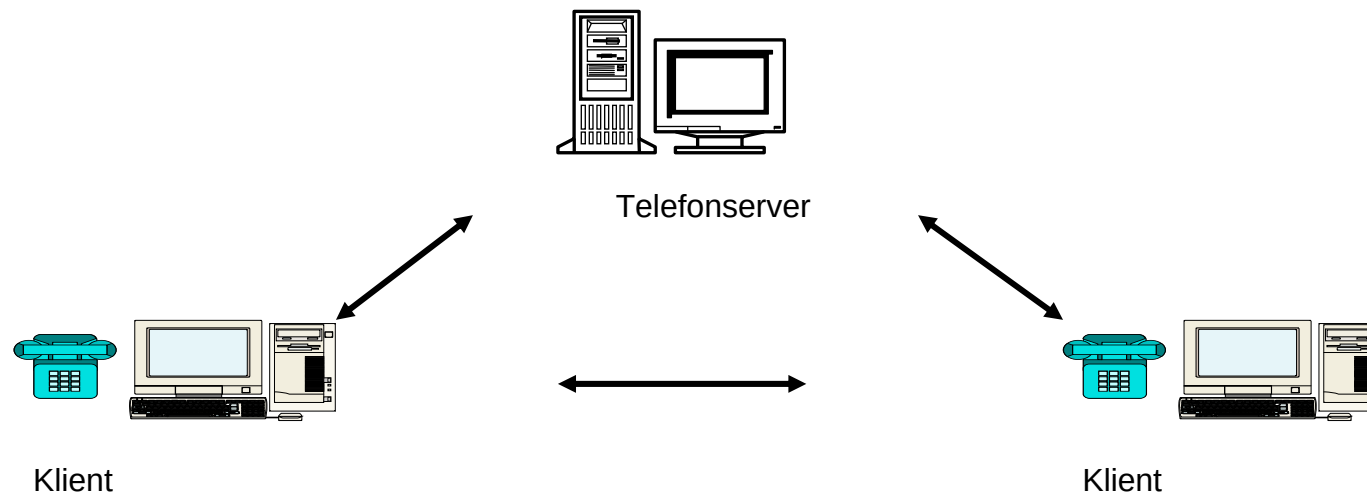


VOICE over IP:
27. Juni 2001

Planung und Implementierung von IP-Telefonie —
VoIP am Forschungszentrum Karlsruhe. Fallstudie
Dia-Nr: **71**
(im Stand: 22.02.2008)

Forschungszentrum Karlsruhe
Technik und Umwelt

Fortbildungszentrum Technik u. Umwelt
Dipl.-Inform. Torsten Neck



Ergebnisse :

- > **Der Übertragungsalgorithmus gewährleistet gute Sprachqualität auch bei stark belastetem Netz**
- > **Die Bruttobandbreitenanforderung für ein Gespräch ist 16 kbit/s Voll-Duplex**
 - > **Nettobandbreite ca. 8 kbit/s je Richtung**
 - > **Rest für Netzwerk-Overhead**
- > **Die Anwendung kann also in fast jedes Netz integriert werden, bei vielen "Sprachkanälen" über ein Netzwerk sollte für QoS gesorgt werden**

Besten Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

v

Weitere Auskünfte:

 <http://www.iai.fzk.de/~neck>

 [mailto: torsten.neck@ftu.fzk.de](mailto:torsten.neck@ftu.fzk.de)

