

Fundamental Components of Network Engineering

**Traffic-Routing
and -Engineering,
Transport-Routing
and -Engineering,
Network Management.**

Institut für Nachrichtensysteme



Von der Verkehrslenkung zum Networking

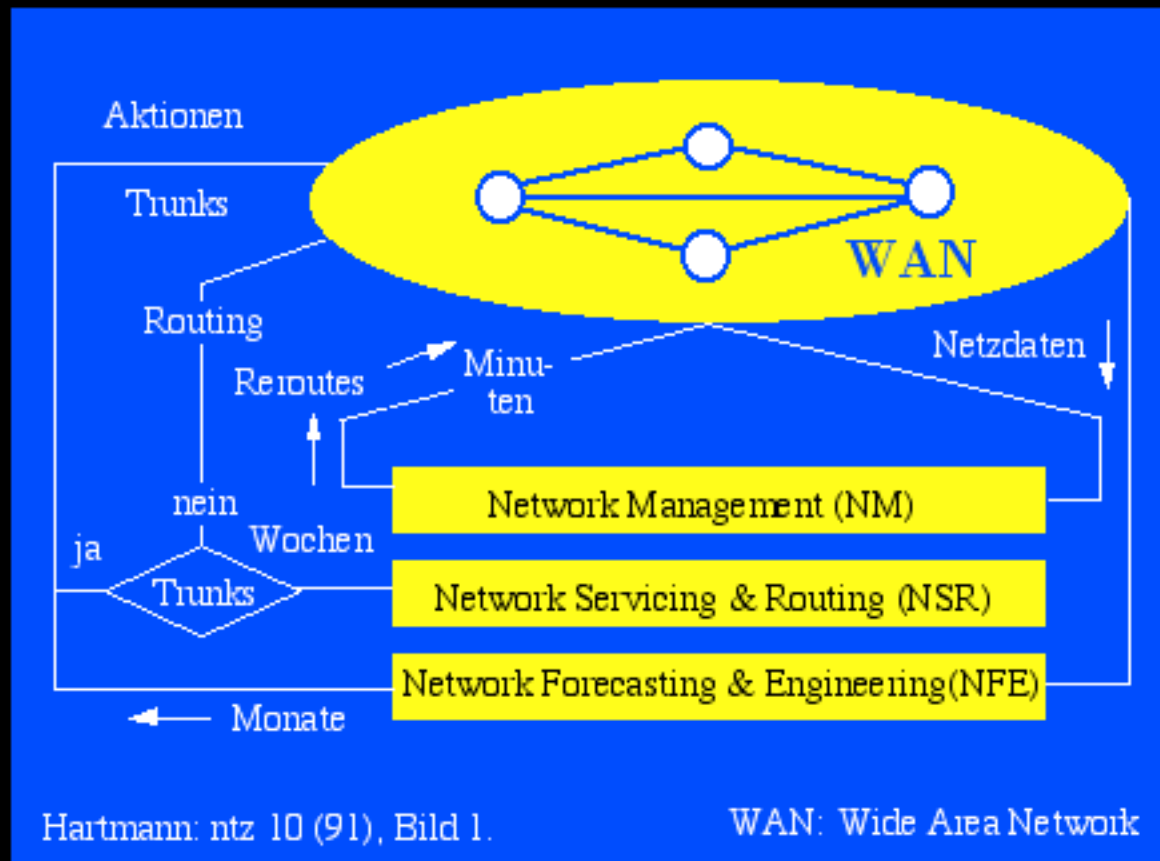
Die folgende Dia-Sequenz verdeutlicht die zentrale Rolle der Verkehrslenkung innerhalb des Network-Engineerings, -Routings und -Managements.

Grundlagen und Werkzeuge zu diesen Networking Schwerpunkten werden vom INS weitergeführt bzw. entwickelt. Zur Zeit komplettieren drei Arbeitsgruppen des INS Software-Tools zur verkehrsgerechten Planung, zum Management und zur Simulation privater internationaler Telekommunikationsnetze in Workstation-Umgebungen.

Aus Anlaß der laufenden Umstellung des Weitverkehrsnetzes der Deutschen Telekom AG von der hierarchischen zur nichthierarchischen Verkehrslenkung zeigen wir in Abstimmung zu internationalen Standards ausgewählte Motivationen dieses Prozesses für Festnetze mit Kanaldurchschaltungen.



Die Komponenten des Networkings



NM: Rerouting under abnormal network conditions.

NSR: Ausgleich von gemessenen Prognosefehlern durch Verkehrslenkung (Routing) und Kanal- oder Trunkzuweisungen.

NFE: Verkehrsprognose auf den Planungshorizont (ca. 7 Jahre) und Minimierung der erforderlichen Kanäle im gesamten Netz unter Nebenbedingungen, u. a. der Ende zu Ende Blockierung als Dienstgüte (Grade of Service).

I
N
S

Management in the AT&T Long Distance Network



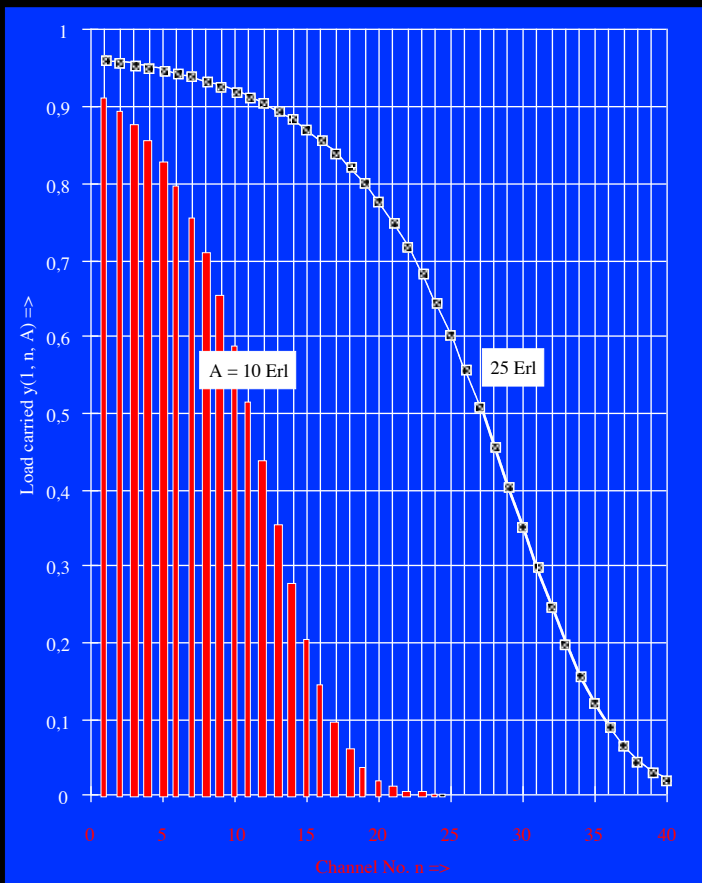
August 22, 1990.

Visit of the AT&T's Worldwide Intelligent Network Center Bedminster New Jersey (USA).

- p 75 Monitor Video Wall,
- p 16 large screen workstations,
- p IBM Mainframe Computer \square 15 miles away.
- p X.25 Connection to 116 Switches, 5 min cycle time, 24 hrs per day.
- p International & National Connections.
- p Network Services & Transmission Facilities

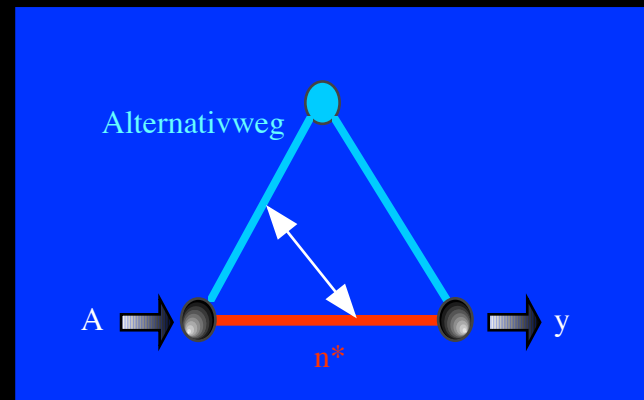
I
N
S

Der Verkehr unterlastiger Kanäle wird effizienteren Alternativwegen angeboten

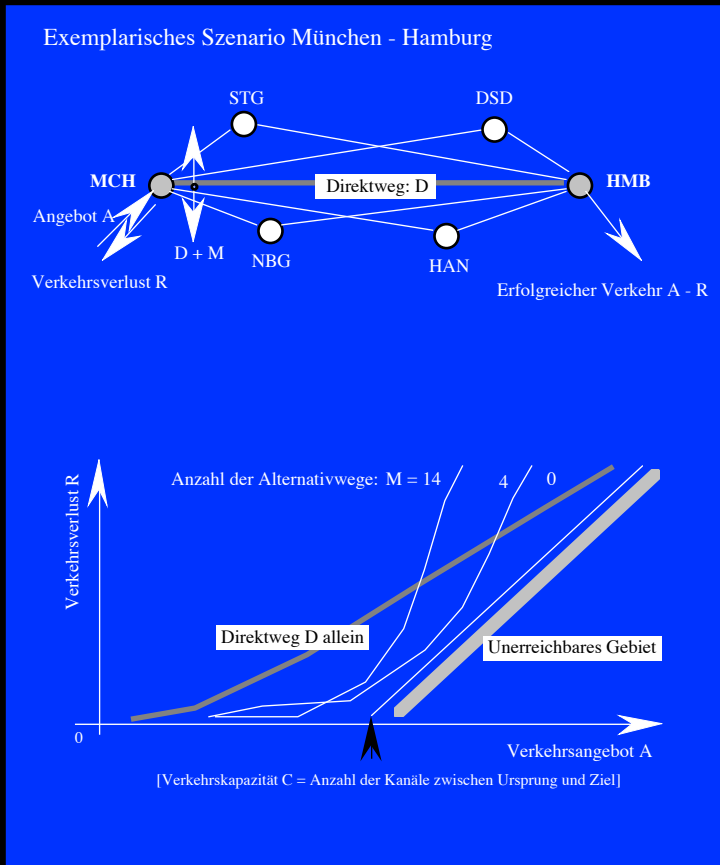


Die erfolgreiche Last auf einem Bündel von n Kanälen hängt vom Verkehrsangebot A ab und fällt mit steigender Kanalnummer.

Die Kapazität des Direktweges n^* wird so gewählt, daß der ineffiziente Verkehr auf **wirtschaftlichere** Alternativwege überläuft.



Dynamische nichthierarchische Verkehrslenkung



Standards:

In vollvermaschten Netzen mit N Knoten erfolgt eine nichthierarchische Wegewahl zwischen dem Direktweg D und $M \square N - 2$ Zwei-Link-Alternativwegen im Verkehrsursprungsknoten. Bei Gassenbesetzt im Zweitlinkabschnitt kann der Ruf in ca. 200 ms zurückgeholt und weiteren Wegen angeboten werden.

Wirkung:

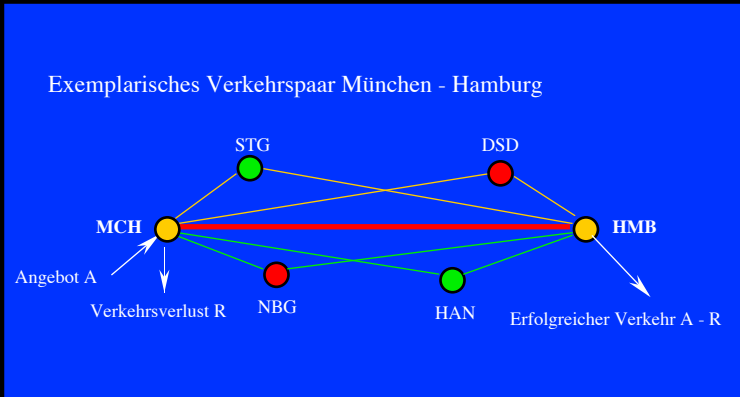
Wechselseitiger Verkehrsüberlauf auf unterlastige Alternativwege zum jeweiligen Ziel, d. h. geringere Ende zu Ende Blockierung oder geringerer Verkehrsverlust (Besetztzeichen).

Adaption:

Bei steigender Last verdrängt der Zweilink-Alternativverkehr zugleich Direktverkehr, so daß lediglich eine abnehmende Zahl freier Alternativwege verwendet wird ($M \rightarrow 0$).



Network & Traffic Management (NM & TM)



NM-Functions:

Collection & storage of network data with 5 min cycle times.

Processing and thresholding data and alerts.

Supporting analysis and problems.

Support of generating controls.

Supporting system and center administration.

TM-Functions all 5 min, 24 hrs per day:

Data collection, 1.5 min.

Data detection, 1.5 min.

Data analysis, 0.5 min.

Automated reroute controls, 1.5 min.

● Unterlastige Links, Knoten.

● Planerische Last

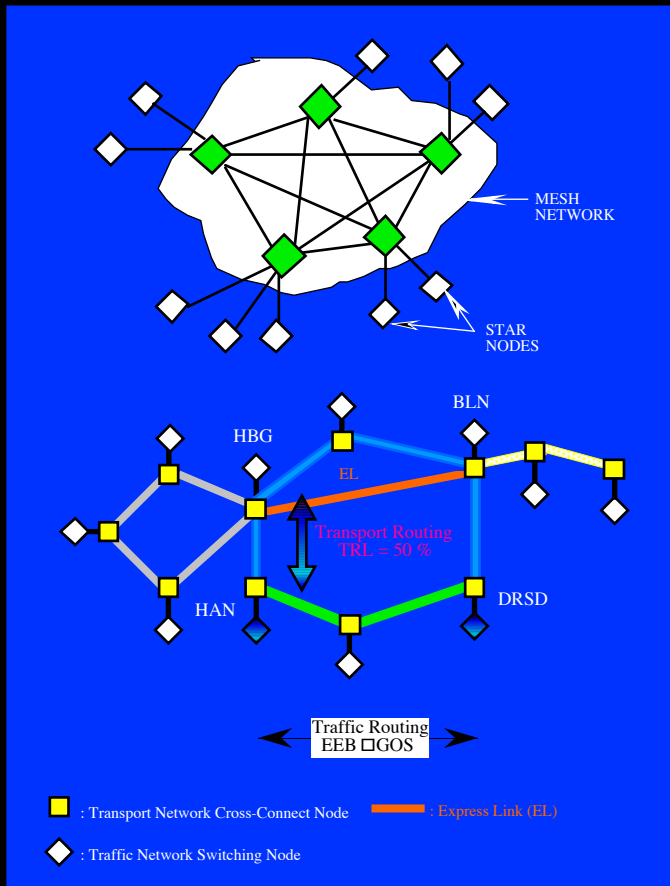
● Fokussierte Hochlast

Reroutes: 1 via HAN. 2 via STG, 3 Blocking.

Beachte, daß im 5 min Takt alle N Knoten, $N(N-1)$ Verkehrspaare und $N(N-1)/2$ Links bearbeitet sein müssen. N: 23 (in Germany)... 116 (in the US Trunk Network).



Vom logischen Traffic Routing & Engineering zum physikalischen Transport-Routing



Traffic Routing & Engineering:

Bei gegebener oder angenommener Verkehrsmatrix am Planungshorizont sowie vorgeschriebener Ende zu Ende Blockierung für alle Verkehrspaare ermittelt ein Software-Tool in Workstation-Umgebung die minimale Zahl der erforderlichen logischen Kanäle (Virtual Trunks) für jede Link und jeden Knoten. Hierbei wird u. a. die nichthierarchische Verkehrslenkung als Traffic Routing-Nebenbedingung eingeführt.

Transport Routing:

Die vorgenannten virtuellen Trunks werden sicherheitsrelevant, d. h. räumlich diversitär so auf physikalische Trassen mit eher ringförmigen Topologien verteilt, daß unter dem Zwang einer weiteren Optimierung minimale Mehrkosten entstehen, wobei ein bestimmter **Trunk Restoration Level (TRL)** im Fehlerfall, z. B. Fiber Cut vorgeschrieben wird.

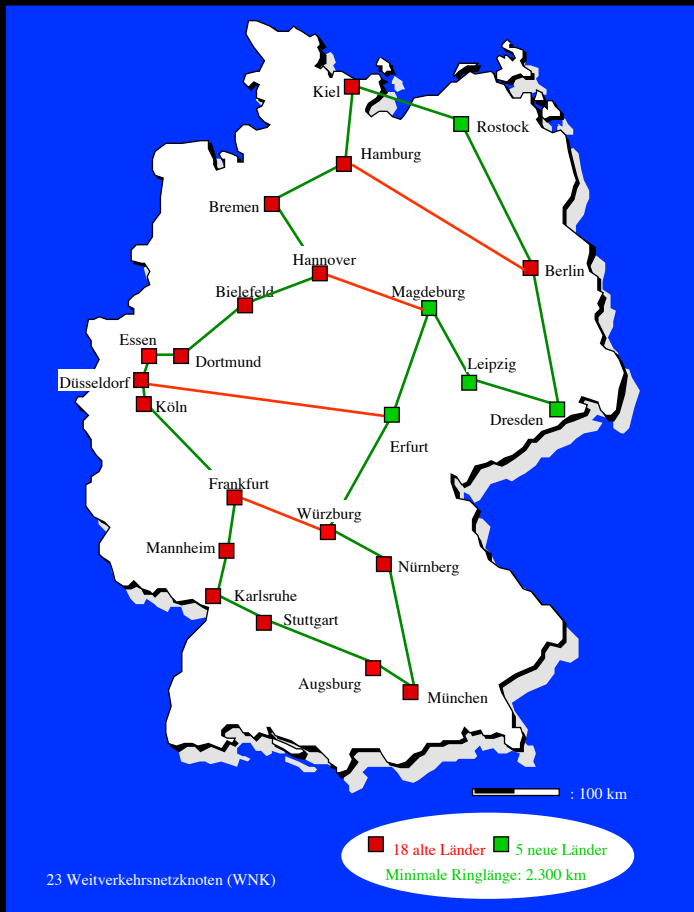
I

N

S



Das Weitverkehrsnetz der Deutschen Telekom AG ab 1995 und konkurrierende Netze ab 1998



Das Netz der Deutschen Telekom AG

Logische Struktur: Diese umfaßt 23 Weitverkehrs-Netznoten, d. h. rechnergesteuerte Mehrdienste-Digitalvermittlungen und ist logisch vollvermascht.

Physikalische Struktur: Die logischen Kanäle werden innerhalb baulicher LWL- und Funk-Trassen geführt, deren genaue Lage hier nicht wiedergegeben werden kann. Prinzipiell entstehen jedoch eher ringförmige Trassengerüste.

Konkurrierende Netze ab 1998

Nach der bevorstehenden Aufhebung des Netzmonopols werden Firmenkonsortien, welche z. B. über spezifische Energieversorgungs-Trassen verfügen, Kommunikationsnetze bei geringen Baukosten konfigurieren.

