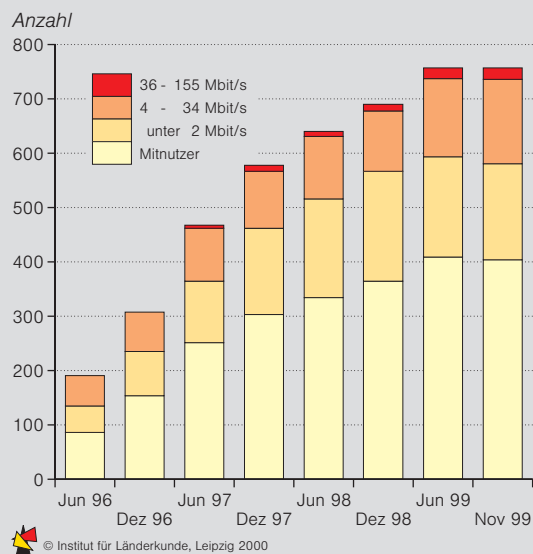


# Hochleistungs- und Wissenschaftsnetze

Jürgen Rauh

## 1 Entwicklung der B-WiN-Anschlüsse Juni 1996 - November 1999 nach der Bandbreite



Wenn heute von Telekommunikation die Rede ist, geht es nicht nur um ISDN- und Mobiltelefon, neue Telefonanbieter und unübersichtliche Tarifstrukturen. Der erhöhte Bedarf an Datenkommunikationsverbindungen lässt auch die Ansprüche an die Netzinfrastrukturen der Telekommunikation steigen. Größere Übertragungsleistungen werden von den Anwendern gefordert und von den Netzbetreibern unter Entwicklung und Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien auch bereitgestellt. Die Innovationszyklen sind kurz, die Netzbetreiber müssen beim Aufbau ihrer Netze Weitsicht zeigen und neue Einsatzfelder frühzeitig erkennen.

Was sind nun solche Anwendungsgebiete, die hochleistungsfähige Vernetzungen erforderlich machen? Wissenschaftlicher Datenverbund mit multimedialen Anwendungen in Forschung und Lehre sowie globaler Konnektivität zum Internet, aber auch privatwirtschaftliche Anwendungen wie Videokonferenzen, Telemedizin, Finanztransaktionen oder die Vernetzungen von neuen Telekommunikationsanbietern stellen nur einige Beispiele des expansiven „Bandbreitenmarktes“ dar. Die Nutzer sind neben der Wissenschaft und Forschung demnach vor allem Banken, Versicherungen, Medizin, Medien und Verlage sowie neu entstehende Branchen wie Telekommunikationsnetzbetreiber (Carrier) und Internet Service Provider. Auf die Topologien der Hochleistungsnetze nehmen die Standorte und räumlichen Beziehungsgefüge dieser Nutzer entsprechenden Einfluss.

Hochleistungsnetze werden aufgrund ihrer Übertragungsgeschwindigkeit bestimmt. Sie sind in der Regel vom allgemeinen Telefonnetz oder dem ISDN-Netz losgelöst und basieren auf Koaxial- (bis ca. 100 Mbit/s) oder Glasfaserkabeln. Letztere haben bislang noch keine obere Grenze der Kapazität erreicht und können durch Mehrfachnutzung der Fasern sogar mehrere Gigabit/s übermitteln. Hochgeschwindigkeitsnetze bilden demnach das technologische Rückgrat der Informationsgesellschaft. Im Folgenden wird am Beispiel des Wissenschaftsnetzes Struktur und Verkehr eines Hochgeschwindigkeitsnetzes dargestellt.

## Wissenschaftsnetz – Entwicklung und Struktur

Seit Mai 1990 steht der Wissenschaft in Deutschland mit dem Wissenschaftsnetz (WiN) ein bundesweit zugängliches Datennetz zur Verfügung. Ursprung des WiN waren mehrere, ehemals unabhängige Datennetze, die seit 1974 unter Förderung des Bundesministeriums für

Forschung und Technologie (BMFT) in mehreren Bundesländern aufgebaut wurden. Das BMFT förderte von 1990 bis 1993 auch die Erweiterung des Wissenschaftsnetzes auf die neuen Länder.

Das Deutsche Forschungsnetz wird verantwortlich vom DFN-Verein organisiert. Es umfasst ein breites Angebot an Kommunikationsdienstleistungen, einschließlich des Zugangs zu anderen Internet-Diensteanbietern. Seit Frühjahr 1996 bildet das sog. Breitband-Wissenschaftsnetz B-WiN den nationalen Netzbereich des Systems DFN. Es löste ein schmalbandiges Netz ab, das aufgrund der gestiegenen Zahl und Leitungskapazität der Teilnehmeranschlüsse an seine Grenzen gestoßen war. Es steht damit eine Breitband-Infra-

struktur zur Verfügung, die Anschlüsse mit der Kapazität von bis zu 155 Mbit/s ermöglicht. Das B-WiN wird als privates virtuelles Netz auf dem ATM-Netz der Deutschen Telekom AG betrieben. Zehn Zugangspunkte bedienen die 709 Kundenanschlüsse. Die Topologie des Backbone-Netzes wurde in den vergangenen Jahren mehrfach verändert; es weist mehrere Kreisstrukturen auf, welche nicht nur der Absicherung vor Unterbrechungen (Redundanz) dienen, sondern auch Verkehrsbelastungen aufzufangen vermögen. Bestand das B-WiN im Oktober 1998 noch aus drei Kreisen, so sind es im November 1999 fünf fundamentale Kreise, wobei der Standort Frankfurt/Main besonders gut eingebunden ist. Die meisten Teilnehmer-

**ATM** – Der Asynchronous Transfer Mode ist eine Technologie zur Datenübertragung mit hohen Übertragungsraten (155 Mbit und mehr). Im ATM können durch Verwendung kleiner Datenpakete benötigte Übertragungsraten dynamisch angefordert werden.

**Backbone** – Das Kernnetz eines Netzbetreibers, das aus Datenleitungen und Vermittlungsknoten besteht

**B-WiN** – Breitband-Wissenschaftsnetz

**DFN-Verein** – Der DFN-Verein ist die Gemeinschaftseinrichtung von Wissenschaft und Forschung in Deutschland zur Förderung der rechnergestützten Kommunikation und Information. Gegründet 1984 als Selbsthilfeorganisation von Hochschulen, außeruniversitären Forschungseinrichtungen und forschungsnahen Wirtschaftsunternehmen stellt er heute der Wissenschaft ein Hochgeschwindigkeitsnetz zur Verfügung.

**Internet Protocol (IP)** – technischer Übertragungsstandard im Internet

**IP-Gate** – Zugang zu einer Sammeladresse im Netz

**Internet Service Provider** – Internetservice-Anbieter für den Endnutzer

**Internet Carrier** – Internetservice mit eigenen Datenleitungen und Knoten

**ISDN** – Integrated Services Digital Network

**Multimedia** – gleichzeitiger Austausch von Text, Grafik, Video und Ton

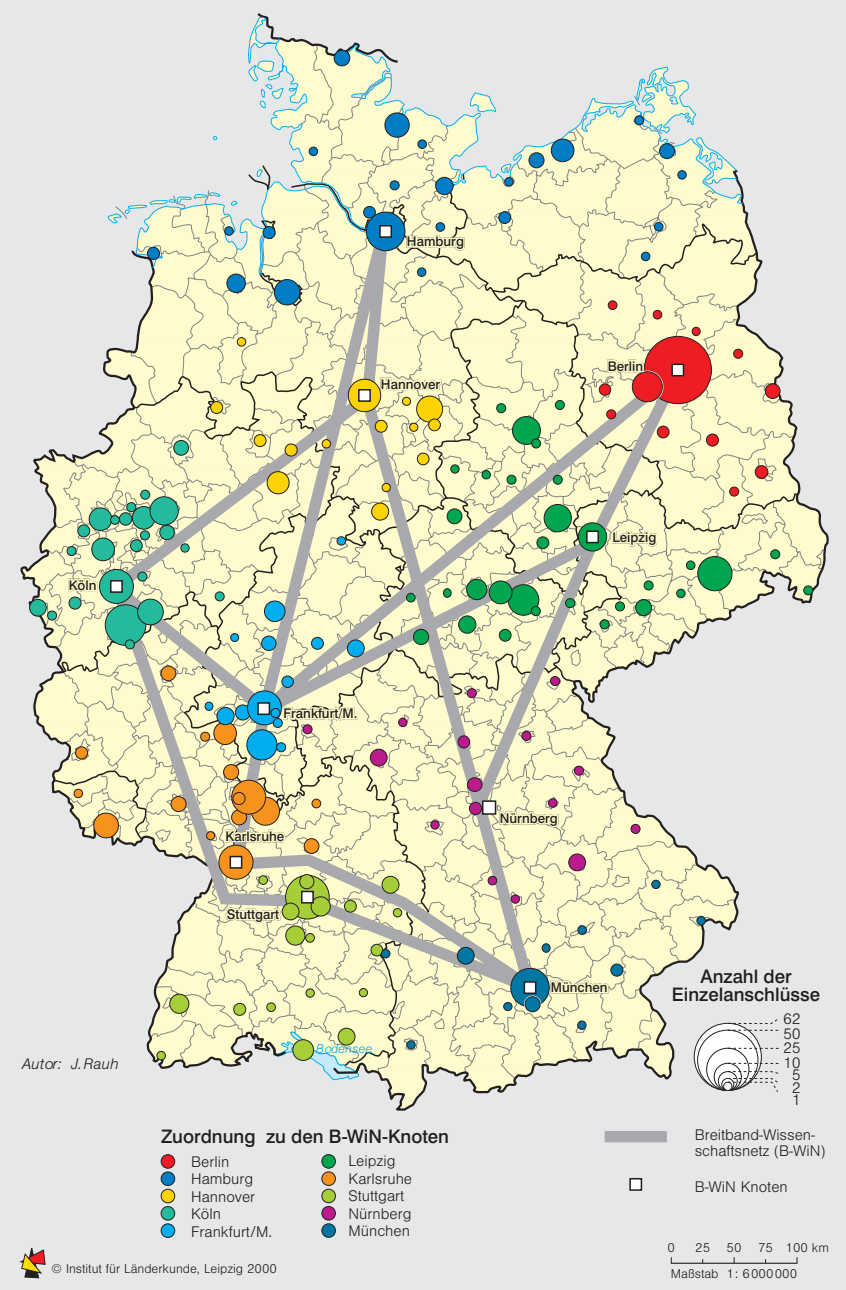
**TEN-155** – Transeuropäisches Netz mit Übertragungsraten von 155 Mbit

**Übertragungsraten** – Anzahl der übertragenen Bits pro Sekunde. Sie ist ein Maß für die Übertragungsgeschwindigkeit in einem Telekommunikationsnetz.

**WiN** – Wissenschaftsnetz

**WiN Shuttle** – Wählzugang mittels Modem oder ISDN ins Deutsche Forschungsnetz. Insbesondere können damit kleinere Einrichtungen wie Bibliotheken, Schulen, Museen sowie forschungsorientierte kleinere und mittlere Unternehmen das Deutsche Forschungsnetz nutzen.

## 2 Standorte und Zuordnung der Einzelanschlüsse im WiN Stand: November 1999



anschlüsse sind den Netzknoten Leipzig, der eine Anbindung für die Standorte in Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen bietet, sowie Köln zugeordnet.

Die Einbindung des B-WiN ins Internet besteht im Rahmen des europäischen Projektes ▶TEN-155 mit einer Kapazität von 155 Mbit/s und über einen B-WiN-Knoten in den USA (600 Mbit/s) zum weltweiten Internet.

### Wissenschaftsnetz – Nutzung und ▶IP-Verkehr

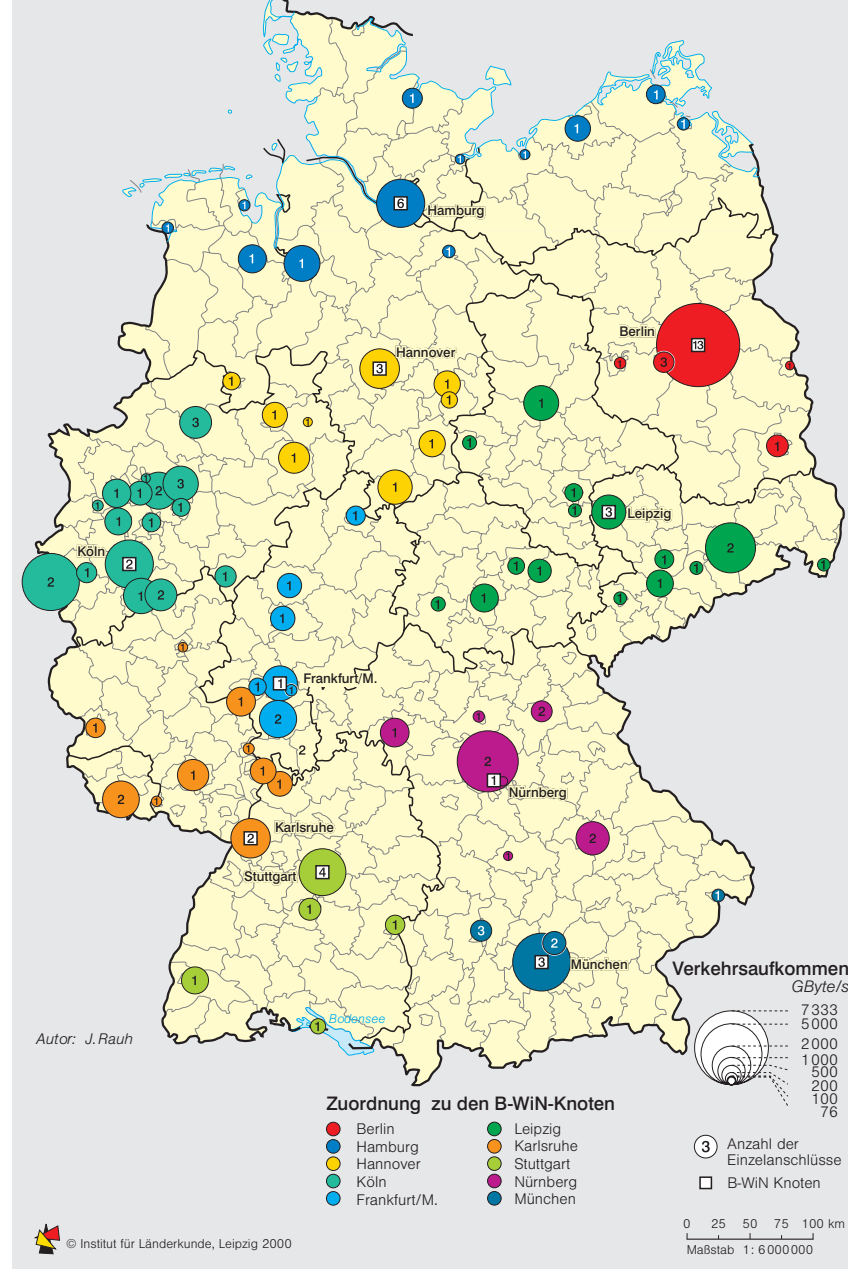
Die Zahl der Kundenanschlüsse und vor allem die Zahl der Nutzer waren in den vergangenen Jahren kontinuierlich steigend, verbunden mit einem Trend zu breitbandigeren Anschlüssen ❶. Die Mehrzahl der Anschlüsse des B-WiN werden gemeinschaftlich mit unterschiedlichen Zugangskapazitäten genutzt. Angeschlossen sind nicht nur Hochschulen und Forschungsinstitute, sondern auch andere Einrichtungen, wie Schulen, Bibliotheken, Bürgernetze und forschungsorientierte Unterneh-

men, die über Netzknoten Zugang zum B-WiN haben (sog. ▶WiNShuttle).

Das übertragene Datenvolumen lag im November 1999 bereits bei mehr als 180 TeraBytes pro Monat. Wichtigste Einzelnutzer sind die Universität Erlangen, die RWTH Aachen, die TU Dresden sowie das Leibniz-Rechenzentrum München ❸. Der meiste Verkehr stammt vom internationalen ▶IP-Gate. An den Knoten Frankfurt/Main und Köln sammelt sich das größte Datenvolumen ❹. Die Bedeutung Frankfurts lässt sich damit erklären, dass sich hier der Knoten für die Anbindung an das europäische TEN-155 befindet wie auch der Austauschpunkt zu kommerziellen deutschen Internet Providern. Über den Knoten Köln ist dagegen nicht nur eine der Anbindungen in die USA realisiert, sondern über diesen Knoten sind auch die meisten verkehrsintensiven Hochschulen und Forschungseinrichtungen angebunden. Folgerichtig floss von Frankfurt nach Köln im November 1999 auch der intensivste innerdeutsche Verkehr.

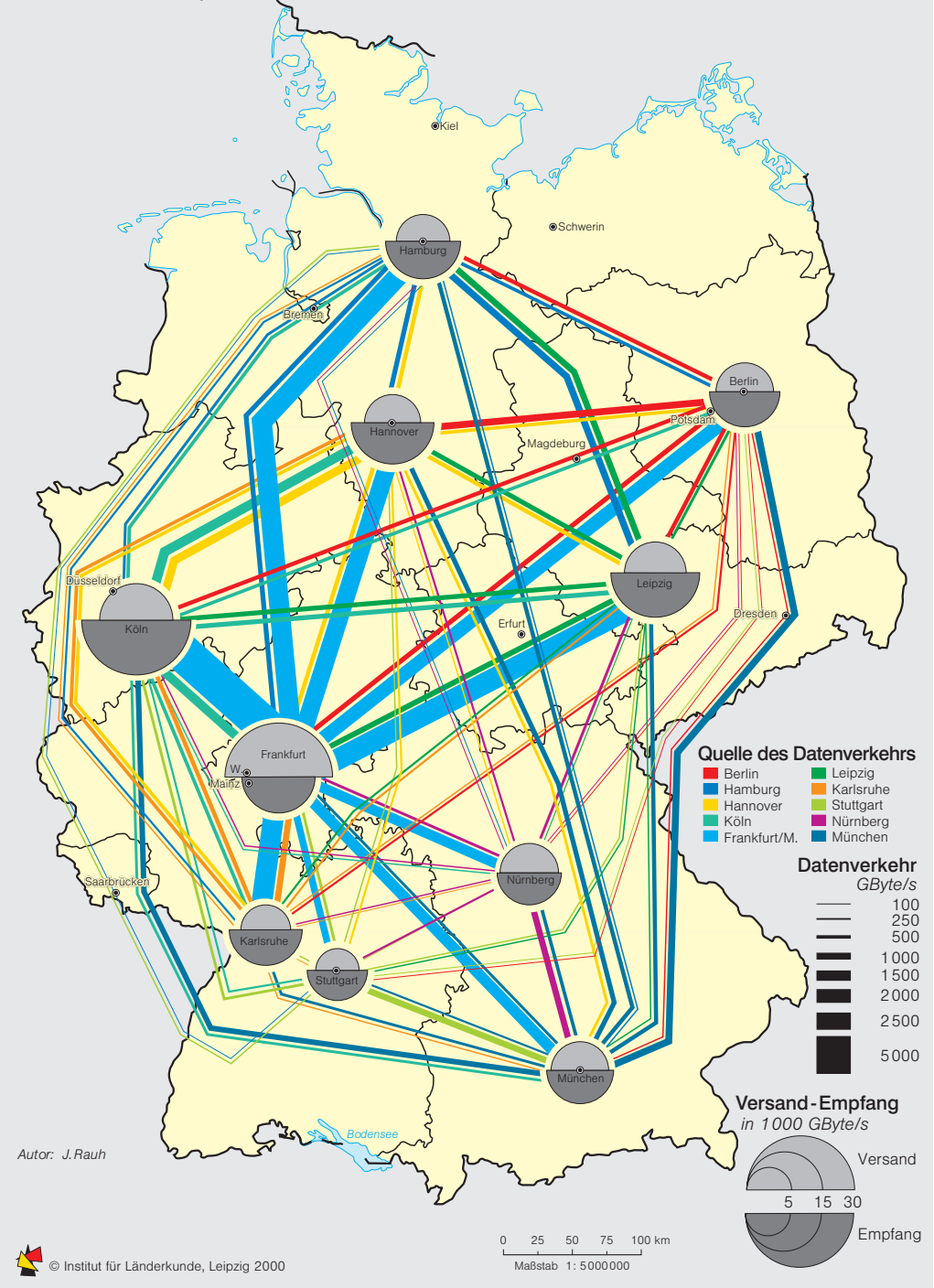
### ❸ Verkehrsaufkommen an den wichtigsten Einzelanschlüssen im WiN

Einzelanschlüsse mit einem Verkehrsaufkommen von  $\geq 100$  GByte/s im November 1999



### ❹ Datenverkehr im B-WiN

Verkehr in GByte/s im November 1999



Eine Trendfortschreibung der Verkehrswachstumsraten der vergangenen Jahre für das Prognosejahr 2004 ergibt ein zu übertragendes Datenvolumen im WiN von voraussichtlich 6000 TeraBytes im Monat (vgl. QUANDEL 1999). Die schon jetzt sehr hohe Netzauslastung macht neue technologische Lösungen erforderlich.

### Ausblick: G-WiN

Ab Frühjahr 2000 wird das B-WiN durch ein neues Gigabit-Wissenschaftsnetz (G-WiN) abgelöst, das eine Anschlusskapazität von zunächst bis zu 2,5 Gbit/s gewährleistet. Folgende Gründe sind dafür verantwortlich (vgl. QUANDEL 1999, S. 17):

- Das Verkehrsvolumen wächst etwa um den Faktor 2,2 pro Jahr.
- Die Datenströme aus dem Ausland (im November 1999: ca. 37,5% des gesamten Verkehrsvolumens im B-WiN) bringen das B-WiN im Jahr

2000 an seine technologischen Grenzen.

- Neue multimediale Anwendungen in Lehre und Forschung tragen zur weiteren Steigerung der Datenströme bei.
- Das Preis-/Leistungsverhältnis für Übertragungsleistungen hat sich seit der Liberalisierung des Telekommunikationsmarktes entscheidend verändert.
- Entwicklungen in anderen Ländern geben die Richtung vor: In den USA haben die Hochschulen bereits Anschlusskapazitäten von 2,5 Gbit/s realisiert.♦