

**NETZAGENTUR NRW**  
Projektgruppe im Auftrag des MSWF und der Hochschulen des Landes NRW  
an der Universität-Gesamthochschule Essen



Dr. B. Lix (Universität-GH Essen)  
Prof. Dr. H. Obrecht (Universität Dortmund)  
R. Bauer (Universität Dortmund)  
H. Herker (Universität-GH Essen)  
F. Klapper (Universität Bielefeld)  
W. Moll (Universität Bonn)  
G. Schellbach-Mattay (RWTH Aachen)  
H. Siebrasse (Fachhochschule Bielefeld)

## **Hinweise zur Auswahl von Providern für den Internetzugang der Hochschulen**

**März 2002**

## **Inhaltsverzeichnis**

|  |   |
|--|---|
| Zusammenfassung .....                  | 1 |
| Planungsvorbereitung .....             | 1 |
| Marktsituation .....                   | 2 |
| Netztechnik, Adressen und Routing..... | 3 |
| Protokolle, Netzdienste.....           | 4 |
| Dienstqualität.....                    | 5 |
| Betriebsregelungen.....                | 5 |
| Preisgestaltung .....                  | 6 |
| Vertragsbedingungen .....              | 7 |
| Auswirkungen im Betrieb .....          | 7 |
| Schlussbemerkung.....                  | 7 |
| Checkliste.....                        | 8 |

## Zusammenfassung

**Die bei der Auswahl eines Providers für den Internet-Zugang der Hochschule auftretenden Fragen werden aufgezeigt und es wird Hilfestellung bei der Bewertung von Angeboten gegeben. Gleichzeitig wird verdeutlicht, welche Leistungen im bisherigen DFN-Angebot enthalten sind<sup>1</sup> und mit welchen Konsequenzen bei einem Wechsel zu rechnen ist.**

Anlass dieser Ausarbeitung ist die Tatsache, dass die Verträge zur Versorgung mit externer Konnektivität, die die meisten wissenschaftlichen Einrichtungen in Deutschland mit dem DFN-Verein abgeschlossen haben, im Jahre 2003 auslaufen. Damit steht die Frage an, ob diese Verträge auf der Basis des zu erwartenden Anschlussangebots des DFN – Vereins erneuert werden sollen. Der Markt hat sich so entwickelt, dass nunmehr an einer beträchtlichen Zahl von Standorten Angebote alternativer Provider erhältlich sein werden. Hochschulen werden also mehrere Angebote vergleichend zu bewerten haben.

Die Netzagentur möchte die Hochschulen bei dieser Aufgabe dadurch unterstützen, dass sie in diesem Papier die Kriterien zusammenstellt, die bei der Einholung und Bewertung solcher Angebote auf jeden Fall angelegt werden müssen, um das unter wirtschaftlichen *und* funktionalen Gesichtspunkten beste Angebot auszuwählen. Für die gute und zuverlässige Anbindung einer Hochschule an die nationalen und internationalen Netze muss die reine IP-Konnektivität in eine Reihe von Dienstleistungen eingebettet sein, die im DFN – Paket enthalten sind und in der Regel nicht eigens ausgewiesen werden. Bei einem Providerwechsel ist sorgfältig zu prüfen, wer diese Dienstleistungen zu welchem Preis erbringt und welche Konsequenzen aus fehlenden Leistungen entstehen. Deshalb ist ein Preis-/Leistungsvergleich für das Produkt Netzkonnektivität eine recht komplexe Aufgabe, die mit einem erheblichen Aufwand für Planung, Ausschreibung, Bewertung, Vertragsabschluss und Qualitätskontrolle verbunden ist. Der DFN-Verein erscheint in diesem Papier ausschließlich in seiner Rolle als Provider. Die Netzagentur ist sich sehr wohl bewusst, dass er für die wissenschaftlichen Einrichtungen in Deutschland weitere wichtige Funktionen wahrnimmt, die für das Verhältnis der Hochschulen zu ihm von wesentlicher Bedeutung sind.

## Planungsvorbereitung

Bereits im Vorfeld der Überlegungen sind möglichst aufschlussreiche Erkenntnisse über die Beschaffenheit des Datenverkehrs der Einrichtung wichtig. Hierbei sind insbesondere die **Verkehrsanteile** in bestimmte Regionen oder mit bestimmten Teilnehmergruppen von Bedeutung (USA, Europa, übriges internationales Internet, Wissenschaftseinrichtungen national, kommerzielle Partner usw.). Ausführliche Verkehrsanalysen dieser Art gibt es bei den einzelnen Einrichtungen in der Regel bisher nicht; sie können auch von diesen nicht mit vertretbarem Aufwand erstellt werden, wohl aber vom DFN-Verein<sup>2</sup>.

Daher muss der jeweilige Bedarf mit den eigenen Benutzern erörtert und gewichtet werden. Die Aspekte der internen Weiterverteilung des Netzverkehrs werden im gleichzeitig erscheinenden Bericht „Verursacherbezogene Zuordnung von Netzverkehr“ der Netzagentur NRW beleuchtet.

Eine Bewertung der benötigten externen Verkehrsströme kann u.U. schon zum Ausschluss einzelner Angebote führen oder die Notwendigkeit erkennen lassen, sich durch mehr als einen Provider zu versorgen, wodurch die Komplexität weiter vergrößert wird.

---

<sup>1</sup> Diese sind im Text kursiv dargestellt.

<sup>2</sup> Wie im CNM des B-WIN

Es ist anzuraten, von vornherein auch mögliche **Partnerinstitutionen**, für die gegebenenfalls eine gemeinsame Lösung gefunden werden kann, mit in die Planungen einzubinden. Dadurch wird der eigene Planungsaufwand reduziert. Dieser darf nicht unterschätzt werden; es sei darauf hingewiesen, dass solche komplexe Entscheidungen in Unternehmen oft durch bei Beratungsfirmen in Auftrag gegebene Studien vorbereitet werden.

*Bisher waren die DFN-Teilnehmer mit diesen Fragestellungen nicht direkt befasst; sie konnten sich zwar durch vom Netzbetreiber bereitgestellte grobe Daten Aufschlüsse über die Verkehrsaufteilung beschaffen; die bedarfsgerechte Dimensionierung der Netzübergänge zwischen G-WiN und anderen Teilen des nationalen und internationalen Internets wurde zentral vorgenommen. Im Rahmen ihrer Möglichkeiten konnten oder mussten die Mitglieder ihnen wichtige Forderungen (Erweiterung der USA-Kapazitäten, besserer nationaler Übergang zu kommerziellen Nutzern (DCIX) im DFN-Verein selbst mit genügendem Nachdruck vertreten. Durch die Abschaffung der Gemeinschaftsanschlüsse des B-WiN waren Gruppenbildungen im G-WiN zunächst nicht möglich; dieses viel diskutierte Problem wird nun durch die Möglichkeit der sogenannten Clusterbildung entschärft und wird in Zukunft voraussichtlich nicht mehr bestehen.*

## Marktsituation

Um erste Informationen über mögliche Provider und deren Angebote zu erhalten sollte man sich bei einer Kontaktaufnahme, so weit das erkennbar und möglich ist, an Größe und Präsenz der Unternehmen orientieren. Mitarbeiterzahlen, Umsatzdaten und internationale Unternehmenstätigkeit bzw. Verflechtung können dabei erste Anhaltspunkte sein. Wichtig ist auch ein Aufschluss über das eigentliche Geschäft des Providers, wie z.B. Verfügung über eigene Netzstrukturen, Reseller-Tätigkeit oder Anbieten kompletter Internet-Dienste. Referenzen aus Bereichen mit ähnlichen Anforderungen, wie z.B. aus der Forschung oder aus der Medienbranche, sind eine weitere Hilfe. Nach den Erfahrungen aus Ausschreibungen der jüngsten Vergangenheit sind für IP-Konnektivität in der Klasse ab 34 Mbit/s nicht mehr als ein halbes Dutzend Anbieter in Deutschland am Markt. Dabei fällt auf, dass Vertriebspersonal, das mit Anforderungen aus den Hochschulen kompetent umgehen kann, selten anzutreffen ist.

## Netzstruktur

Der Provider muss den **Ausbaustand** seines oder des von ihm genutzten Netzes darlegen; dazu gehören Struktur und Ausdehnung (Backbone, Deutschland, Europa, weltweit) und die verwendete Technik im Backbone.

Die **Topologie** des Backbones lässt Rückschlüsse über mögliche Redundanz zu; die meisten Glasfaserbetreiber streben Ringstrukturen in Deutschland oder Europa an; bei manchen sind solche Netze erst noch im Aufbau begriffen.

Die verwendete **Technik** spielt eine entscheidende Rolle für Erweiterungsmöglichkeiten bezüglich der Bandbreiten. Zukünftig werden hier optische Netze (bei denen unter Verwendung von Wellenlängen-Multiplexing (WDM) Netzprotokolle direkt auf den WDM-Kanälen aufsetzen, Bandbreiten dynamisch zuteilbar und in optischen Switches leicht umschaltbar sind) eine immer wichtigere Rolle spielen. Auf die SDH-Strukturen mit ihrer starren Aufteilung der Bandbreiten kann im Weitverkehr offenbar noch nicht ganz verzichtet werden, sie sollten aber nicht mehr bestimmend für die Kundenschnittstelle sein .

Bei der Beurteilung der Netzstruktur müssen auch die **Zugangsleitungen** zum Backbone mit betrachtet werden. Es ist zu klären, ob der gleiche Provider über solche Verbindungen verfügt

und ob hier Engpässe auf Grund des Ausbauzustandes zu erwarten sind oder ob andere Unternehmen den Zugang zum Backbone oder die „letzte Meile“ zum Teilnehmer bereit stellen müssen und wie dann die Zuständigkeiten beim Betrieb geregelt sind bzw. welche Beschränkungen sich durch solche Kombinationen ergeben.

Ein entscheidendes Kriterium ist die Verknüpfung der Netzstruktur mit anderen Netzen, das sog. **Peering**. Hier müssen, entsprechend den benötigten Kommunikationsbeziehungen, die jeweiligen Übergangsmöglichkeiten betrachtet werden. Dabei spielen die aktuelle Bandbreite, Garantien für den Durchsatz, Strategien zur flexiblen Erweiterung und Backup-Möglichkeiten eine wesentliche Rolle. Insbesondere ist die für den Forschungsbereich wichtige Verbindung zu anderen Verbänden darzustellen, im einzelnen G-WiN, TEN-155/DANTE, GEANT, Abilene und Internet2.

*Das G-WiN basiert auf einem Kernnetz mit SDH- und WDM-Technik, das von der Telekom betrieben wird. Zur Zeit sind zwischen den 27 Netzknoten 8 Kernnetzverbindungen mit 2,5 Gbit/s und 51 Verbindungen mit 622 Mbit/s geschaltet. Die Zugänge von den Kernnetzknotten zum Nutzer werden mit Leitungen verschiedener Provider realisiert. Die Router werden vom DFN betrieben. Netzübergänge (Peerings) bestehen in Deutschland am zentralen Austauschpunkt (DE-CIX) (direkte in-house-Verbindung) mit 45 Providern. Weitere Direktverbindungen (private Peerings) bestehen mit 12 Providern, darunter T-Internet (Telekom, 2\*622 Mbit/s und 1\*155 Mbit/s). Der Übergang zum neuen europäischen Forschungsnetzverbund GEANT hat eine Bandbreite von 2,5 Gbit/s; über diesen Anschluss werden auch die nordamerikanischen Forschungsnetze Abilene, ESnet und Canarie über 2x2,5 Gbit/s erreicht. Seit März 2002 erfolgt der globale Upstream aus dem G-WiN mit jeweils 2,5 Gbit/s über KPNQuest und Global Crossing. (Die bisherigen Übergänge mit 2x622 Mbit/s zu den US-amerikanischen Netzen in New York gehen Ende März 2002 außer Betrieb)*

## Netztechnik, Adressen und Routing

Die **technische Schnittstelle** beim Kunden ist zu definieren (E3/Kupfer, SDH/ Glasfaser, Fast-Ethernet/Gigabit-Ethernet). Ethernet-Technologie stellt dabei die derzeit für den Kunden am einfachsten und am kostengünstigsten zu realisierende Möglichkeit dar. Es muss betrachtet werden, welche Auswirkungen eine Migration zu höheren Bandbreiten auf die Schnittstellentechnik hat und ob hierfür Anpassungs-Regelungen mit dem Anbieter getroffen werden können.

Für den in den Hochschulen benutzten **IP-Adressraum** können sich verschiedene Probleme ergeben. Grundsätzlich muss der Kunde über einen „routebaren“ Adressraum verfügen. Das ist bei den Hochschulen, die sehr früh selbst IP-Adressen angemeldet hatten (in der Regel Class B im Adressbereich 128.x.y.z – 191.x.y.z oder Class C 192.x.y.z – 194.x.y.z ) kein Problem, da ein neuer Provider solche Adressen übernehmen können sollte. Andere Adressbereiche stammen u.U. aus Bereichen, die bisherige Provider selbst vergeben haben; diese lassen sich nicht einfach von anderen Providern übernehmen (z.B. die Adressen vieler Fachhochschulen im DFN). In solchen Fällen werden dann besondere Maßnahmen notwendig; entweder muss eine Umsetzung zwischen internen und externen Adressen (NAT)<sup>3</sup> durchgeführt werden oder es müssen im eigenen Netz Adressänderungen auf vom Provider zugeteilte

---

<sup>3</sup> Beim Einsatz von NAT wird das Paradigma der direkten Ende-zu-Ende Kommunikation ohne zwischengeschaltete Gateways aus der IP-Welt verletzt. Dies führt unter Umständen dazu, dass einzelne ‚exotische‘ Anwendungen nicht mehr funktionieren.

Adressen durchgeführt werden. Um bei nochmaligem Providerwechsel eine weitere Umstellung zu vermeiden müsste ein vom **Provider unabhängiger** Adressraum beschafft werden und der jeweilige Provider zum Anschluss dieses Adressraumes verpflichtet werden<sup>4</sup>.

Das Verfahren für das Routing des Adressraums des Kunden ist BGP4. Es ist Aufgabe des Providers, das Kundennetz weltweit entsprechend einzubinden. Technische Zusagen bezüglich der Netzübergänge müssen sich auch in der Realisierung des Routings widerspiegeln, es ist daher vom Provider die Zuverfügungstellung einer vollständigen **Internet-Routing-Tabelle** zu fordern.

Bei der Versorgung durch mehr als einen Provider können erhebliche Komplikationen auf den Kunden zukommen; diese sind in einer Untersuchung der Netzagentur, die anlässlich eines Angebotes eines Providers über zusätzliche, das DFN-Angebot ergänzende Konnektivität gemacht wurde aufgezeigt worden.<sup>5</sup>

*Im G-WiN ist der technische Übergabepunkt das Interface des Kundenrouters, das in SDH-Technik betrieben werden muss. Für unterschiedliche Anschlussklassen ergeben sich auch unterschiedliche Anforderungen an den Typ des Router-Interfaces.*

*Das Routing ist für nahezu alle DFN-Kunden identisch; dies wird dadurch erreicht, dass die Netze aller Mitgliedseinrichtungen in einem sog. „autonomous system“ (AS) zusammengefasst sind und gegenüber anderen Netzen als Einheit auftreten. Eine nähere Befassung mit der Routingfunktionalität ist daher für die einzelnen Teilnehmer nicht notwendig.*

## **Protokolle, Netzdienste**

Es wird davon ausgegangen, dass die alternative Versorgung allein den IP-Dienst abdecken soll; zusätzlicher Versorgungsbedarf wie z.B. Punkt-zu-Punkt-Verbindungen oder auf ATM basierende Verkehrsbeziehungen werden hier nicht betrachtet.

IP-Verkehr wird mittelfristig noch weiter auf der Protokollversion IPv4 basieren; die jeweiligen Anbieter sollten aber darlegen, welche Strategien zur **Einführung von IPv6** verfolgt werden und ob gegebenenfalls schon pilotartiger Verkehr mit IPv6 unterstützt wird.

**Multicast**-Konnektivität ist aus heutiger Sicht wünschenswert um einerseits die Weiterverwendung der MBONE-Funktionalität zu gewährleisten und andererseits für zukünftige Netzdienste gerüstet zu sein. Die Realisierung des „Multicast“ und der Nachweis der Funktionalität, insbesondere in provider-übergreifenden Verbindungen, ist anspruchsvoll.

Für den Kommunikationsbedarf von Wissenschaft und Forschung ist eine weitgehende **Transparenz** für alle auf IP basierenden Dienste notwendig, d.h. es ist sicher zu stellen, dass diese nicht durch Maßnahmen des Providers (Filterung, Proxy-Serving) verhindert wird.

Ein Provider sollte mindestens Basisdienste wie Name-Service und News anbieten, darüber hinaus ist das Angebot von **Mehrwertdiensten**, wie z.B. **Videokonferenzdiensten** (mit Betrieb von MCUs) wünschenswert.

---

<sup>4</sup> Dieses ist wegen der Knappheit des Adressraums unter IPv4 zunehmend schwierig.

<sup>5</sup> [Unterrichtung der Hochschulen durch die Netzagentur mit e-mail vom 19.1.2000]

Dort wurde darauf hingewiesen, dass die Grundvoraussetzung für eine Anbindung an mehr als einen Provider über das Routingprotokoll BGP4 die Zuweisung eines eigenen Autonomen Systems (AS) ist. Das allein bedeutet bereits erheblichen administrativen Mehraufwand bei der Etablierung und Pflege. Eine gezielte, dynamisch änderbare Verkehrssteuerung in die bzw. aus den Netzen der einzelnen Provider ist kaum möglich. Mit vertretbarem Aufwand ist einzig ein Peering mit eingeschränktem Routing realisierbar, bei dem allein die Kunden eines zweiten Providers direkt erreicht werden können (z.B. zur DFN-DTAG oder private Anbindung zum DE-CIX).

*Das DFN-Standardangebot umfasst den Multicast-Betrieb. Weiterhin sind News und DNS-Dienste enthalten. Als zusätzliche Dienstleistung übernimmt der DFN die Domain-Verwaltung. Als Mehrwertdienst steht ein (kostenpflichtiger) Videokonferenzdienst kurz vor der Einführung.*

## **Dienstqualität**

Spezifikation, Realisierung und Überprüfung von Dienstqualität (**Quality of Service, QoS**) sind für Anbieter und Kunden die schwierigsten Themen. In der Regel wird zur Zeit im Internet ein als „best effort“ bezeichneter Dienst genutzt, der keinerlei Garantien enthält. Es existieren verschiedene Ansätze, den Anforderungen nach garantierten Merkmalen durch neue Verfahren gerecht zu werden. **Paketverlustraten, Laufzeitverzögerungen** und **Jitter** sind wichtige Kenngrößen der technischen Netzqualität. Qualitätsgarantien müssen von Ende-zu-Ende gelten, das bedeutet, dass in der Regel verschiedene Netzabschnitte (Zubringerleitungen, Backbones, Übergänge in andere Providernetze usw.) betroffen sind. Nutzer und Dienstanbieter müssen im Rahmen eines „**Service Level Agreements**“ (SLA) die wichtigsten Dienstgüteparameter festlegen. Dabei kann der Dienstanbieter aber nur für „sein“ Netz und die zugehörigen Übergänge in andere Netze verbindliche Zusagen machen. Um deren Einhaltung zu überprüfen, müssen beim Anbieter und beim Kunden, möglicherweise auch bei neutralen Dritten, die entsprechenden Werkzeuge vorhanden sein.

Die Bedienung von **Service-Klassen** (CoS) unterschiedlicher Priorität ist ein weiteres Anliegen der Nutzer, insbesondere vor dem Hintergrund neuer Anwendungen mit zu priorisierender Übertragung von Sprach- und Videostreamen. Hier steht die Einführung standardisierter Verfahren noch aus. Hilfsweise wird zunächst versucht, solche und auch allgemeine Durchsatz-Probleme mit „Overprovisioning“, d.h. mit der Bereitstellung großer Bandbreiten zu lösen, was in Weitverkehrsnetzen typischerweise erhebliche Kosten verursacht. Hier muss betrachtet werden, in welcher Relation mögliche Spitzenbandbreite und im zeitlichen Mittel genutzte Bandbreite stehen und durch welche Dimensionierung des Netzes dem entsprochen werden kann. In der Praxis verwendet wird u.a. die sog. 25%-Regel, bei der dem unregelmäßig auftretenden Spitzenbedarf (Burstiness) dadurch Rechnung getragen wird, dass die vorgehaltene Bandbreite den vierfachen Wert der im Tagesmittel genutzten beträgt<sup>6</sup>.

*Im G-WiN ist der Backbone mit 622 Mbit/s- und 2,5 Gbit/s- Verbindungen mit ausreichender Kapazität ausgestattet, seine Auslastung wird mit 5 bis 38% angegeben. Den verschiedenen technischen Anschlussklassen sind maximale Durchsatzmengen zugeordnet (Klassen 1-18 der DFN-Preistabelle). Die Kapazität kann auf der Basis des TELEKOM-Backbones dem Bedarf angepasst werden.*

## **Betriebsregelungen**

Der Provider soll Angaben zur Güte seines Netzes machen, insbesondere zur **Verfügbarkeit** und **Redundanz** im Backbone. Unter Umständen ist eine **redundante Anbindung zum Backbone** sinnvoll. Die Verfügbarkeit sollte quantitativ mit Bezug auf einen möglichst kur-

---

<sup>6</sup> s. DFN-Mitteilungen 11/98 S.18ff; Bericht Nr.1 „NRWissWeb, das – BWIN in NRW“ der Netzagentur, Juni 1998

zen Zeitraum zugesichert sein. Man beachte, dass eine über ein Jahr gerechnete Verfügbarkeit von 99,5% im ungünstigsten Fall immerhin einen Ausfall von fast 2 Tagen zulässt.

Die Verbindungen sollten rund um die Uhr vom Provider **proaktiv überwacht** werden; eine Störung muss vom Provider möglichst sofort oder aber innerhalb einer festgelegten Zeit erkannt werden. Die dann einzuhaltenden **Reaktions- und Bearbeitungszeiten** müssen spezifiziert werden. Der gegenseitige Informationsaustausch muss klar geregelt werden, möglichst unter Angabe zuständiger Personen; eine **Störungsannahme** durch den Provider sollte rund um die Uhr gewährleistet sein. Es ist ein  **Eskalationsplan** für nicht im vorgegebenen Rahmen zu erledigende Störungsfälle festzulegen. Weiterhin muss vereinbart werden, mit welchen **Sanktionen** auf Nichteinhaltung der Vereinbarungen reagiert wird.

Es muss vereinbart werden, wie **Wartungsarbeiten** im Netz und speziell an der Übergabestelle durchgeführt werden (Ankündigungsfristen, eventuell feste Wartungsfenster, Zugangsregelungen für Wartungspersonal).

*Im G-WiN gibt es Wartungsfenster. Deren Nutzung sowie andere notwendige Betriebsunterbrechungen werden per WWW bzw. Email angekündigt. Für Störungsmeldungen stehen Service-Nummern (24h) und ein Trouble-Ticket-System zur Verfügung. Für jeden Werktag, an dem die Dienste mehr als 12 Stunden nicht zur Verfügung standen, entfällt die Entgeltzahlung.*

## **Preisgestaltung**

Für die Hochschulen wird nach wie vor eine **Pauschalregelung** die bevorzugte Art der Preisgestaltung sein. Im Idealfall würde sich der Preis nur an der nominalen Kapazität der Schnittstelle orientieren (Flat). Eine nutzungsabhängige Tariffierung kann entweder auf dem monatlichen übertragenen/empfangenen **Gesamtvolumen** basieren oder die monatlich **gemittelte Bandbreitennutzung** berücksichtigen. Bei jeder nutzungsabhängigen Tariffierung sollte eine Staffelung in praktikablen Schritten gegeben sein (z.B. höchstens 1 TB/Monat bei der volumenabhängigen bzw. höchstens 2 Mbit/s bei der bandbreitenabhängigen Berechnung – oder adäquate prozentuale Regelungen). Eine Angleichung bzw. Änderung (Steigerung/Minderung) der Bandbreite bzw. des Volumens muss mindestens monatlich möglich sein. Es ist zu vereinbaren, wie beim Überschreiten von bestellten und bezahlten Volumina bzw. Bandbreiten verfahren wird.

Der Provider sollte möglichst **Accountingdaten** liefern. Der Tendenz zu fallenden Preisen für Bandbreite einerseits und stetig steigendem Verkehrsvolumen andererseits ist durch entsprechende **Preisangleichungsklauseln** oder Vereinbarungen zu kostenneutralen Leistungssteigerungen Rechnung zu tragen.

*Im G-WiN bestehen für die einzelnen Anschlusskategorien (Nominelle Bandbreite) verschiedene maximale Durchsatzmengen. Bei Überschreitung erfolgt eine Mahnung mit einer Fristsetzung von 1 Monat zur Bestellung einer höheren Kategorie. Außerdem gibt es Kategorien mit unbegrenztem Datenvolumen und verminderter Qualität (best effort). Eine „Preisangleichung“ erfolgte im Jahr 2001 durch Verdopplung der Volumina in den einzelnen Tarifklassen.*

## Vertragsbedingungen

Zu vereinbarende **Vertragslaufzeiten** sind abhängig von flexiblen Regelungen zur Preisangleichung und Leistungssteigerung oder auch von technologischen Sprüngen, die dann ohnehin wieder eine Neuorientierung notwendig machen.

Die Vereinbarung einer **Probezeit** kann zur Vereinfachung der Betriebsumstellung beitragen. Die Festlegung belastbarer Kriterien für die **Abnahme** erfordert technische Kompetenz auf beiden Seiten.

Ein **Sonderkündigungsrecht** aus unvorhersehbaren Gründen nicht verfügbarer Haushaltsmittel wird immer notwendig sein. Für andere vertragstechnische Fragen, wie z.B. **Gewährleistung, Pönalen, Zahlungsbedingungen** und **Haftung** werden zusammen mit den jeweils zuständigen Verwaltungsstellen akzeptable Regelungen zu finden sein; es wird hierbei klar, dass auch dort die Bereitschaft vorhanden sein muss, sich mit der im Vergleich zu anderen Beschaffungs- oder Vertragsgegenständen komplexen und ungewohnten Materie auseinander zu setzen .

## Auswirkungen im Betrieb

Neben dem beschriebenen Aufwand in der Phase von der Planung bis zur Inbetriebnahme des Anschlusses an einen neuen Provider können sich nach einem eventuellen Wechsel auch im Bereich des Netzbetriebs Mehraufwendungen ergeben. Insbesondere Verbindungen zu mehreren Providern (Peering) erfordern spezielle Kenntnisse und die Beherrschung auf dem Gebiet des Routings. Die dauernde Beobachtung der Provider-Situation durch qualifiziertes Personal wird notwendig, um auf Änderungen im Markt durch Nach- oder Neuverhandlungen reagieren zu können – andernfalls würde man die einmal gewonnen Vorteile schnell wieder verlieren. Netzwerkspezialisten mit Spezialwissen sind gesuchte Kräfte bei Providern und Netzbetreibern und daher besonders leicht abwerbbar. Im täglichen Geschäft wird je nach Ausgestaltung der Verträge die eigene Netzüberwachung und die Zusammenarbeit mit dem Netzmanagement des Betreibers zumindest in einer längeren Einschwingphase erhöhten Personalaufwand bedingen.

*In der Gemeinschaft der DFN-Nutzer sind sicher auch gewachsene Beziehungen zwischen Mitarbeitern der Hochschulen untereinander und zu Mitarbeitern des DFN-Vereins wichtig für die Kontinuität des Betriebs. Dazu ist auch der bundesweit (z.B. DFN -Betriebstagungen) oder regional organisierte Erfahrungsaustausch über Betriebsfragen am selben Netz ein wesentlicher Beitrag.*

## Schlussbemerkung

Die hier gegebenen Hinweise sind dazu gedacht, grundsätzlich auf eine mit Sicherheit zu erwartende Problemstellung vorzubereiten. Viele Fragen werden sich zum aktuellen Zeitpunkt im einzelnen etwas anders und für jeden spezifischen Standort verschieden darstellen. Die Netzagentur NRW wird im Rahmen ihrer Möglichkeiten die Entwicklungen beim DFN und bei alternativen Providern weiter verfolgen, um zu gegebener Zeit den Hochschulen mit weiteren Hilfestellungen zur Verfügung stehen. Die zu beachtenden Gesichtspunkte sind in einer beigefügten Checkliste noch einmal zusammengestellt.

## Checkliste

### Planung

Ermittlung von Verkehrsanteilen, gewünschte Verkehrsbeziehungen  
(USA, Europa, übriges Internet, Wissenschaftsnetze, kommerzielle Partner)

### Providerauswahl

Firmengröße (Mitarbeiter, Umsatz)  
Firmenprofil (International, Verflechtungen)  
Geschäftsfeld (Netzbetreiber, Reseller, Dienstleister)  
Referenzen

### Netzstruktur

Backbone (Topologie, Ausbaustand)  
Technik (SDH, WDM, opt. Switches)  
Zugangsleitungen (Eigene, andere Provider)  
Verknüpfung mit anderen Netzen (Peering, Bandbreiten, insbes. GWiN, TEN155, GEANT, USA)

### Netztechnik, Adressen, Routing

Schnittstellen (Kupfer, Glas, Ethernet)  
Migrationmöglichkeiten  
IP-Adressraum (eigene, providerabhängige, Übernahmemöglichkeiten)

### Protokolle, Netzdienste

IPv6-Strategien  
Multicast (MBONE)  
Mehrwertdienste (Videokonferenzen)

### Dienstqualität

Best effort, Garantien (Paketverluste, Laufzeitverzerrung, Jitter)  
Service-Level-Agreement  
Service-Klassen  
Relationen (Spitzenbandbreite/gemittelte Bandbreite, Anschlussbandbreite/Volumen)

### Betriebsregelungen

Verfügbarkeit  
Redundanz  
Netzüberwachung  
Wartungsarbeiten, Wartungsfenster, Benachrichtigungswesen  
Störungsannahme  
Reaktions- und Bearbeitungszeiten  
Eskalationsplan  
Sanktionen

### Preisgestaltung

Pauschal, nutzungsabhängig (Volumen, gemittelte Bandbreite)  
Staffelung (Änderungsmöglichkeiten, Überschreitungsregelungen)  
Preisangleichungsklauseln

## Vertragsbedingungen

- Laufzeiten
- Abnahme, Probezeit
- Sonderkündigungsrecht
- Gewährleistung
- Pönalen
- Zahlungsbedingungen
- Haftung

## Betriebsaufwand

- Netzüberwachung
- Spezialwissen Routing
- Interaktion mit Provider
- Marktbeobachtung (Nachverhandlung, Neuverhandlung)
- Erfahrungsaustausch Netzbetrieb