

# DFN

*Mitteilungen*

## Light Fever!

Eine neue DWDM-Plattform für das X-WiN



### Wherever You Go

500.000 Eduroam-Access-Points in Europa

### Crossing the Equator

a new high-speed link connects African radio astronomers to Europe

# Light Fever – Eine neue DWDM-Plattform für das X-WiN

Mehr als 100 Standorte im Wissenschaftsnetz werden seit Sommer auf eine neue optische Plattform migriert. Dabei wird die gesamte DWDM-Infrastruktur des Wissenschaftsnetzes ausgetauscht – ein Wechsel, der neben gewaltigen Kapazitätssteigerungen auch einen enormen Zuwachs an Flexibilität und ein wesentlich komfortableres Management der unter der IP-Ebene liegenden Schichten des Netzes mit sich bringt. Kern der Migrationsstrategie ist ein Verbund parallel zu den zentralen Verbindungen des Wissenschaftsnetzes verlaufender Faser-Verbindungen, der für die knapp dreimonatige Migrationszeit etabliert wurde. Anfang 2013 sollen sämtliche Teilstrecken des X-WiN in die neue optische Plattform integriert sein.

Text: **Kai Hoelzner** (DFN-Verein)



## Bei laufendem Betrieb

Keine Minute Ausfall der Internetverbindungen im X-WiN – so lautet die Maxime aller Planungen, wenn es um die derzeit durchgeführte Migration der optischen Plattform des Wissenschaftsnetzes geht. Und das ist kein leichtes Unterfangen angesichts der Tatsache, dass keiner der neuen optischen Transmitter mit den bisher genutzten DWDM-Geräten kompatibel ist. Und so bedarf es also einiger Tricks und sehr viel Planung, um das Netz unterbrechungsfrei umzurüsten. Bildlich gesprochen gilt es, ein komplettes Schienennetz auf eine neue Spurbreite upzugraden, während der Zugverkehr ungehindert weiterrollt.

Voraussetzung für eine solche Migration ist, dass Teile des X-WiN während des drei Monate dauernden Zeitraums der Migration mit parallel bereitgestellten Glasfasern ausgestattet werden. Der Kern dieser Parallelinstallation erstreckt sich zwischen Berlin, Dresden, Erlangen, Frankfurt, Bonn, dem Ruhrgebiet und Hannover (siehe Abb. 1). Ausgehend von diesen parallel bereitgestellten Fasern werden die einzelnen Spangen des Kernnetzes sukzessive mit neuen optischen Komponenten ausgerüstet, so dass das X-WiN Ring für Ring um das parallele Fasersystem herum auf die neue Plattform migriert werden kann. Überall dort, wo das neue DWDM-System bereits installiert ist, laufen alte und neue Technik parallel, bis am Ende der Migration der alte, nun redundant gewordene Optik-Backbone abgeschaltet werden kann.

## Spange für Spange wird das Netz umgerüstet

Die Strategie der spangenweisen Umstellung ist unumgänglich, weil es zum einen logistisch und technisch unmöglich wäre, sämtliche Kernnetzstandorte des X-WiN bei Weiterlaufen des alten Systems mit neuer Technologie auszustatten, um dann am „Tag X“ den Schalter umzulegen und das gesamte Netz in einem Moment auf die neue DWDM-Plattform umzuleiten. Zum anderen lässt sich das X-WiN auch nicht Hop für Hop migrieren, in dem Sinne, dass Strecke für Strecke einzelne Kernnetzstrecken zwischen zwei Routern umgestellt werden, bis man bei den Migrationsarbeiten irgendwann wieder dort ankommt, wo man mit der ersten Streckenerneuerung begonnen hat.

Dass die Migration nur spangenweise erfolgen kann, liegt daran, dass eine Vielzahl von Verbindungen auf optischer Ebene durchgeschaltet werden. Dies betrifft sowohl die VPN einzelner Anwender wie die logische Vermaschung der Standorte innerhalb des X-WiN. So werden etwa die Strecken des SuperCore, also dem inneren Gerüst des X-WiN, das sich zwischen Hannover, Berlin, Erlangen und Frankfurt erstreckt, über mehrere Knoten hinweg optisch geschaltet. Weil der Datenstrom an den einzelnen auf der Strecke liegenden Router-Stationen nicht auf die Router-Ebene hochgereicht wird und der Transport auf der opti-

schen Ebene nur sortenrein vonstatten gehen kann, muss hier also die gesamte Strecke in einem Zuge umgeschaltet werden.

## Immer in zwei Schritten...

Die Umrüstung bei laufendem Betrieb des Netzes und die koordinierte Inbetriebnahme ganzer Spangen in einem kurzen Zeitfenster muss im Detail sehr präzise geplant werden und sollte in der Praxis absolut reibungslos ablaufen. Vor allem bedarf es eines hohen Maßes an zeitlicher Synchronisation der einzelnen Gewerke. Bis zu 13 Teams sind während der Migration der einzelnen Stränge des Netzes gleichzeitig unterwegs, um entlang der Faserverbindungen des X-WiN Kernnetzstandorte und Verteilerstationen umzurüsten.

Die Migration der einzelnen Standorte findet dabei immer in zwei Schritten statt. Im ersten Schritt wird die gesamte Hardware der DWDM-Systeme montiert und verkabelt, im zweiten, der in der Regel eine Woche nach der Installation erfolgt, wird der neue Standort gemeinsam mit einer Reihe ebenfalls bereits umgerüsteter Standorte entlang einer Spange in Betrieb genommen. Entlang eines solchen Pfades müssen dabei an allen Standorten sprichwörtlich in einer Sekunde die Schalter umgelegt werden.

Dennoch bleiben die einzelnen Kernnetzstandorte nach vollendeter Installation der neuen DWDM-Technik für den Rest der Migrationszeit an zwei optische Plattformen des Kernnetzes angeschlossen. Die Gesamthochschule Kassel etwa, die bereits relativ früh in der parallelen Faserinstallation mit „neuer“ Konnektivität versorgt wird, bleibt bis Ende 2012 weiterhin auch über die „alte“ optische Plattform erreichbar, über die benachbarte Standorte wie die Universität Paderborn angeschlossen sind.

Die einzelnen Spangen können, wie etwa im Testgebiet in Hamburg, nur einige Kilometer lang sein, oder sie erstrecken sich über hunderte von Kilometern und etliche Kernnetzknotten und Verstärker-Standorte, wie auf der Strecke zwischen Garching und Karlsruhe. Allen Spangen gemein jedoch ist, dass sie mit der parallelen Faserstruktur im Kernnetz verbunden werden, wodurch sukzessive das alte Netz durch das neue ersetzt wird.

## Planung ist das halbe Kernnetz

Damit dieser Ablauf reibungslos klappt, wurde unmittelbar nach Zuschlagsvergabe an den künftigen DFN-Ausrüster ECI Telecom im Mai 2012 damit begonnen, die ersten Vorbereitungen für die Migration zu treffen. Sämtliche Schränke wurden an den Standorten angeliefert, so dass sofort bei Eintreffen der ersten DWDM-Systeme mit der Installation begonnen werden konnte. Anders als bei den bisher verwendeten DWDM-Systemen hat sich der DFN-Verein entschlossen, DWDM-Geräte und Schränke separat

zu beschaffen, so dass zur restlichen Installation der Kernnetz-knoten passende Schränke für die Unterbringung der Multiplexer-Anlagen installiert werden konnten. Motiviert war diese Entscheidung durch den Wunsch, Zugriffe auf die Anlagen zukünftig besser überwachen zu können.

Nachdem Ende August 2012 die ersten parallelen Glasfasern bereitgestellt wurden, konnte Mitte September mit der Implementierung der ECI-Technik an den ersten drei Standorten in Hamburg begonnen werden. Der DFN-Verein hat dabei bewusst eine sehr kurze Spange mit nur drei Standorten gewählt, da auf der Grundlage dieser Erst-Installation die Anleitungen für eine standardisierte Installation an allen übrigen Standorten erstellt werden konnten. Am 27. September konnte schließlich „First Light“ gemeldet werden: Die erste Verbindung des X-WiN, die über die neue DWDM-Technik realisiert wurde, war funktionstüchtig!

## Erstmal aufräumen!

Insgesamt 54 Kernnetz-knoten, 12 VPN-Knoten des Deutschen Wetterdienstes und 45 Verstärker-Standorte werden bis Ende November 2012 umgerüstet sein. Eine besondere Herausforderung besteht unter anderem darin, dass früher oder später an allen Standorten sowohl die bisherige DWDM-Technologie von Huawei als auch die neuen ECI-Geräte betriebsbereit sein müssen. Bei dem nicht immer üppigen Platzangebot in den einzel-

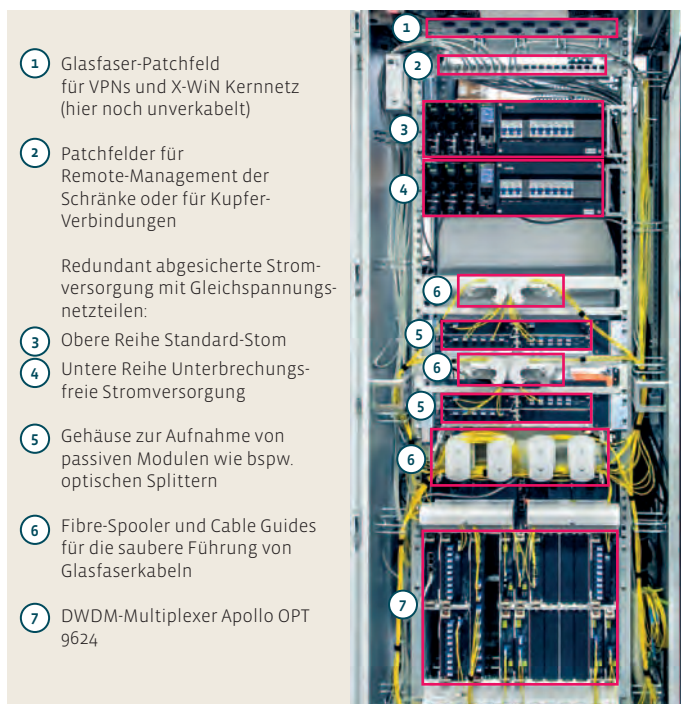
nen Standorten war also bereits vor Beginn der Ausschreibung im Herbst des vergangenen Jahres ein gründliches Aufräumen angesagt. Vorhandene Schränke mussten versetzt, teilweise nicht mehr genutzte Schränke und Geräte entsorgt oder von ihren Lieferanten oder Providern abgeholt werden. Insgesamt galt es, die architektonische Gesamtsituation kritisch auf die Frage hin zu prüfen, ob das Migrationskonzept des DFN-Vereins durchführbar ist. Gegenüber einem Austausch von Routern, bei dem unter Umständen nur ein neues Chassis in einen schon vorhandenen Schrank eingeschoben werden muss, gestaltet sich der Austausch optischer Multiplexer um einiges komplizierter. Nicht nur Schrankmaße, sondern auch die Anforderungen an die Stromversorgung sind von Hersteller zu Hersteller unterschiedlich. Bei der Migration der X-WiN-Optik kam hinzu, dass der DFN-Verein die Schränke zur Aufnahme der DWDM-Technik bewusst separat beschafft hat und künftig auch selbst managen wird. Dadurch kann nicht nur der Zugang zu den Anlagen besser kontrolliert werden als bisher, sondern der DFN-Verein gewinnt zusätzlich die Hoheit über die Stromversorgung sämtlicher Geräte, was in vielerlei Hinsicht sinnvoll ist. Zum einen kann so das Aufstellen mehrerer Netzteile vermieden werden, da bereits bei der Beschaffung auf mögliche künftige Anforderungen an die Stromversorgung Rücksicht genommen werden kann. Auch kann der DFN-Verein flexibler bei eventuell notwendig werdender Organisation von Ersatzstrom agieren. Ein eigenes Schrankmanagement durchzuführen bedeutet aber auch, umfassende Kontrolle über elektronische Türschlösser und die zu vergebenden Zugangs-Codes auszuüben. Vor allem aber – und dies erweist sich insbesondere während der laufenden Migrationsarbeiten als immer wieder notwendig – ist das geschickte Ausnutzen von Platzvorgaben vor Ort an vielen Standorten ein dringendes Gebot.

Nach Abbau alter, nicht mehr benötigter Technik und der Installation der neuen Schränke wurden zunächst die Patchfelder für die Multiplexer sowie die Verkabelung in den Räumen vorbereitet, um später während der eigentlichen Migrationsphase wertvolle Zeit bei den Installationsarbeiten zu sparen. Schlussendlich müssen alle Installationsarbeiten akribisch dokumentiert werden, um bei Austausch oder Erweiterung von Komponenten und sonstigen Eingriffen in das DWDM-System nachvollziehbare Unterlagen für Planung und Durchführung bereitstellen zu können.

## Ausbau der Faserplattform

Parallel zur Migration der optischen Plattform hat der DFN-Verein die Faserplattform weiter ausgebaut, wodurch bisherige Carrier-Verbindungen durch geschlossene Faserringe ersetzt werden konnten. Dies betrifft die Anbindung des Standortes Saarbrücken, der bislang nur durch eine Faser an Kaiserslautern angeschlossen war, die mit einer redundanten Carrier-Verbindung nach Frankfurt/Main abgesichert werden musste. Künftig wird

Abb. 1 Blick in einen Kernnetz-knoten



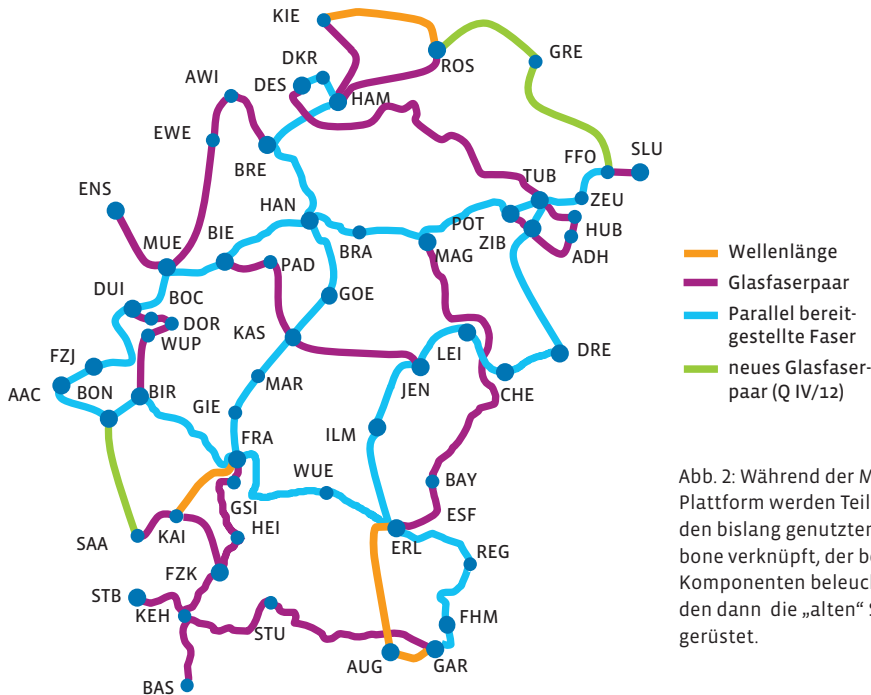


Abb. 2: Während der Migration auf die neue Optische Plattform werden Teile des X-WiN über einen parallel zu den bislang genutzten Fasern etablierten zweiten Backbone verknüpft, der bereits mit den neuen optischen Komponenten beleuchtet wird. „Spange für Spange“ werden dann die „alten“ Strecken auf die neue Technik umgerüstet.

hier eine Faser von Saarbrücken nach Bonn einen Ring schließen, der die notwendige Ausfallsicherheit garantiert. Der Standort Zeuthen wurde in die Verbindung zwischen TU Berlin und Frankfurt/Oder integriert. Von Frankfurt/Oder führt künftig eine Faserstrecke über Greifswald nach Rostock.

Im Ergebnis dieser Ausbaurbeiten sind Carrier-Verbindungen im Kernnetz des X-WiN im kommenden Jahr nur noch sehr vereinzelt anzutreffen. Der Standort Kiel, der per Faser mit Hamburg verbunden ist, bleibt auch im kommenden Jahr mit einer redundanten Carrier-Verbindung nach Rostock abgesichert. Der Standort Augsburg konnte als einziger Kernnetzstandort bislang nicht per Faser versorgt werden und ist mit zwei Carrier-Verbindungen nach Erlangen und Garching in das Kernnetz des X-WiN integriert. Trotz eines Faserrings, der vom Karlsruher KIT über Kaiserslautern und Saarbrücken nach Bonn läuft, bleibt die redundante Carrier-Verbindung von Kaiserslautern nach Frankfurt/Main vorerst bestehen, da die beiden Fasertrassen, die nach Kaiserslautern führen, aufgrund der dortigen geografischen Verhältnisse räumlich gesehen auf einigen Kilometern zwischen Kaiserslautern und Landstuhl im gleichen Schacht verlaufen.

### Mehr Bandbreite!? Mehr Flexibilität!

Die Potenziale der Leistungssteigerung, die im X-WiN mit der neuen optischen Plattform zur Verfügung stehen, sind beeindruckend. Bei 88 möglichen Wellenlängen pro Faser und Übertragungsraten von bis zu 100 Gbit/s je Wellenlänge liegt die Ka-

pazitätsobergrenze einer einzelnen Faser bei 8.800 Gbit/s. Über die Übertragungsrate hinaus aber hat die neue optische Plattform von ECI weiteres Potenzial, mit dem der Betrieb und die Weiterentwicklung des X-WiN unterstützt werden. In weit umfanglicherem Maß als bisher ermöglichen die Multiplexer, Betriebs- und Überwachungsaufgaben selbst wahrzunehmen. Der DFN-Verein kann also seine Betriebsstrategie in den kommenden Jahren flexibler gestalten und bei Bedarf schneller an die Anforderungen seiner Anwender anpassen. So wird es für künftige Verbindungen möglich sein, aus der Ferne optische Pfade zu schalten, um etwa zu stark ausgelastete Kernnetzstrecken zu entlasten oder Wellenlängen für VPNs zu realisieren. Bisher musste dafür an den Standorten manuell konfiguriert und gemessen werden, was meist mehrere Wochen ab Beauftragung dauerte.

Aber nicht nur das Remote-Management der neuen optischen Plattform ist deutlich moderner als das bisherige System. Gegenüber den bisher eingesetzten Geräten sind die ECI-Multiplexer auch deutlich kleiner und in Relation zu ihrer Leistungsfähigkeit wenig energiehungrig. Größter Vorteil ist aber der modulare Aufbau der Geräte. So stehen an den Verstärker-Standorten zwar kleinere Chassis, die in diesen Chassis verbauten Module sind aber vollständig kompatibel zu den Chassis an den Kernnetz-knoten. Das alles ist für den DFN-Verein als Kunden sehr transparent und ermöglicht daher bessere Abstimmung, Kontrolle der Dienstleister und nicht zuletzt auch eine bessere Planung und Durchführung künftiger Erweiterungen oder Kapazitätssteigerungen des Netzes. ♦