

Die Stadtwerke München forcieren die Verlegung der Glasfaserkabel für das Hochgeschwindigkeits-Internet. In der Au und in Teilen Neuhausens ist die neue Technik schon nutzbar. Spätestens im Jahr 2014 sollen fast 350 000 Wohnungen innerhalb des Mittleren Rings über

### Die Vorteile des Glasfasernetzes

Internetanschlüsse verfügen, die Übertragungsraten von bis zu 10 000 Megabit pro Sekunde ermöglichen. Kupferleitungen, über die die gängige DSL-Breitband-

versorgung läuft, schaffen maximal 50 Megabit. Auch einige Gemeinden im Großraum München setzen auf die Glasfasertechnik. Doch manche Orte können nicht an das Netz angeschlossen werden – hier suchen die Kommunen nach Alternativen.

## Blitze im Untergrund

München und einige Kommunen im Umland setzen auf Glasfaserkabel – die Datenübertragung über optische Impulse ist rasant und resistent gegen Störungen

Von Jakob Wetzel

**S**ie ist bis zu 13 Mal dünner als ein menschliches Haar, und doch kann sie die Daten von Tausenden CDs in einer einzigen Sekunde übertragen: eine Glasfaser. Bis 2014 möchten die Stadtwerke München in jedes Gebäude innerhalb des Mittleren Rings eine Datenleitung aus Glasfaser legen. Die Bewohner können dann mehrere Fernsehprogramme auf einmal verfolgen, hochauflösend, über das Internet. Sie können von ihrem Computer zu Hause aus arbeiten, mit der gleichen Geschwindigkeit wie im Büro. Und sie können ganze Fotoalben online entwickeln lassen und brauchen für das Hochladen nur noch wenige Minuten.

Glasfasern haben gegenüber Kupferdraht weitere Vorteile: Sie sind leichter und dünner, es kann nie zum Kurzschluss kommen. Ein Glasfaserkabel ist ein Lichtwellenleiter, das heißt: Es überträgt keine elektrische Energie, sondern Impulse aus Licht. Am Anfang und am Ende des Kabels stehen deswegen Wandler, die Strom in Licht verwandeln und Licht zurück in Strom. Der wichtigste Vorteil dabei: Mit Licht können Signale erheblich schneller übertragen werden als mit Strom. Denn elektrische Impulse werden bei hohen Frequenzen schwächer oder gehen sogar verloren – optische nicht. Und weil das Licht im Glas auf weniger Widerstand stößt als Strom im Kupferdraht, bleibt ein Lichtsignal über erheblich längere Strecken hinweg erhalten. „Licht als schnellstes Medium der Welt trifft auf Glas, eines der reinsten Medien der Welt“, sagt Jörg Ochs, der Leiter des Bereiches Telekommunikation der Stadtwerke. „Etwas schnelleres ist schwer vorstellbar.“

Über ein Glasfaserkabel lassen sich Signale so schnell übertragen, dass noch niemand weiß, was überhaupt möglich ist. „Es gibt harte, physikalische Grenzen“, sagt Norbert Hanik, Professor am

Lehrstuhl für Nachrichtentechnik der Technischen Universität München. Aber wo? Im vergangenen März präsentierten japanische Forscher ihren Versuch, 69,1 Terabit Daten pro Sekunde durch eine Glasfaser zu schicken. 69,1 Terabit sind 69,1 Billionen Informationen, pro Sekunde. Zum Vergleich: Ein schnellerer DSL-Internetanschluss über Kupferdraht bietet heute eine Übertragungsgeschwindigkeit von bis zu 50 Megabit pro Sekunde, das ist weniger als ein Millionstel davon.

Bis derartige Geschwindigkeiten aber auch ausgeschöpft werden können, wird es dauern. Zu langsam arbeiten die Wandler, die den Strom in Lichtimpulse übersetzen. Und weil Glasfaserkabel nicht aus Metall sind, schlagen auch Blitze nur selten in ihnen ein. Die Lichtimpulse sind außerdem unempfindlich gegenüber elektromagnetischen Störfeldern, wie man sie etwa im Radio als Rauschen hören kann. Und ihr Glas besteht aus Quarz – einem Mineral, das im Überfluss

zur Verfügung steht. Noch dazu lassen sich Glasfaserkabel wesentlich schwerer abhören als Kupferleitungen. Und: Glasfasern altern nicht. „Wir verlegen seit 1985 Glasfaserkabel in der Stadt“, sagt Jörg Ochs. „Die alten Kabel sind heute noch genauso gut wie am ersten Tag.“

Einzig das Verlegen von Glasfaserleitungen sei komplizierter als bei Kupferdrähten, sagt Norbert Hanik von der Technischen Universität München. Zwar können die elastischen Kabel in bereits existierenden Schächten untergebracht werden. „Die Kabel sind rund zwei Millimeter dick und werden mit Luftdruck durch bestehende Rohre geschossen. Bis zu drei Kilometer weit.“ Und wenn man irgendwann mehr Kapazität benötige, blase man einfach weitere Kabel hinterher, „bis die Röhre voll ist.“ Schwierig aber werde es, wenn zwei Glasfasern miteinander verbunden werden müssen, sagt Hanik. „Kupferleitungen schraubt oder lötet man zusammen, und die haben

einen großen Durchmesser: Da kann man sehen, was man tut.“ Um zwei Glasfaserleitungen zu verbinden, müsse man dagegen die Enden exakt aneinanderlegen und miteinander verschmelzen – und das bei Kabeln, die nur wenige Mikrometer dick sind. Denn wenn ein Ende übersehen, können Daten verloren gehen.

Bis die Technik in vollem Maß ausgeschöpft wird, vergehen noch Jahre.

Ein Glasfaserkabel besteht aus einem runden Kern aus reinem Glas. Durch ihn strömen die Lichtsignale. Um den Kern legt ein Mantel, der auch aus Glas besteht, in dem sich aber das Licht anders bricht. Deswegen wirft er das Licht zurück in den Kern. Das Kabel funktioniert damit wie ein mit Spiegeln ausgekleidetes Rohr. Vorne leuchtet jemand mit ei-

ner Taschenlampe hinein. Das Licht schießt in das Rohr, an den Rändern wird es von den Spiegeln reflektiert. Deswegen tritt es erst auf der anderen Seite wieder aus – wenn es keine Lücken gibt.

Um eine Glasfaser, den Kern eines Kabels, herzustellen, wird Glas geschmolzen und zu dünnen Fäden gezogen. Je dünner eine Glasfaser, desto mehr Daten pro Sekunde passen durch, desto schneller werden die Lichtimpulse übertragen. Der Grund ist, vereinfacht ausgedrückt: Durch eine dickere, eine „Multimode“-Glasfaser, strahlt das Licht nicht nur auf geradem Weg, sondern zusätzlich noch kreuz und quer im Zickzack – und das dauert. In einer extrem dünnen Faser dagegen hat das Licht nur einen Weg: geradeaus hindurch. Die dünnsten Glasfasern heißen deswegen „Monomode“- oder „Singlemode“-Kabel, sie haben einen Durchmesser von nur neun Mikrometern und werden zur Fernübertragung von Daten verwendet. Zum Vergleich:

Ein menschliches Haar hat einen Durchmesser von rund 120 Mikrometern.

Heute bereits sind in Deutschland mehrere Millionen Kilometer Glasfaserkabel verlegt. „Irgendwann werden unsere Netze vollständig optisch sein“, sagt Norbert Hanik. Bislang müssen alle Daten immer wieder elektronisch vermittelt werden. Wer etwa von München nach Amerika telefoniert, dessen Gespräch wird zwar durch Glasfaserkabel übertragen, die unter dem Atlantik verlegt sind. „Aber das Signal landet erst einmal in Frankfurt. Da wird es elektronisch vermittelt. Und dann geht es nach Ostfriesland und von dort erst aufs Unterseekabel.“ Die Vermittlungsstellen sind Nadelöhre für den Datenverkehr. Bis sie beseitigt sind, werden mindestens zehn Jahre vergehen, schätzt Hanik. „Wenn es überhaupt gelingt.“ Denn die Elektronik habe auch Vorteile: „Elektronisch kann man Daten speichern, viel besser als optisch. Aber daran wird noch geforscht.“

