Praxisnahe Lösungen zur Schließung von Breitband-Versorgungslücken

Dr.-Ing. Erik Oswald, Dietmar Tölle, Prof. Dr.-Ing. Rudi Knorr
Fraunhofer-Einrichtung für Systeme der Kommunikationstechnik ESK
Hansastraße 32, 80686 München
[oswald, knorr]@esk.fraunhofer.de, http://www.esk.fraunhofer.de

Zusammenfassung: *Das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie initiierte Projekt „Praxisnahe Lösungen zur Schließung von Breitband-Versorgungslücken“ sollte umsetzbare Ansätze aufzeigen, wie die Breitbandversorgung in ländlichen Gemeinden mittelfristig sichergestellt werden kann. Ziel war die Erstellung einer technischen Expertise und eines Leitfadens, mit dessen Hilfe es Gemeinden und deren Ortsteilen ermöglicht wird, die notwendigen Schritte zur Breitbandversorgung einzuleiten. Der vorliegende Beitrag beschreibt die Vorgehensweise und den Vorschlag von Fraunhofer ESK, wie die Breitbandversorgung für die Gemeinde Weiding im Landkreis Cham (Oberpfalz) im Bayerischen Wald sichergestellt werden kann.*

Summary: *The German Federal Ministry of Economics and Technology project "Practical solutions for filling gaps in broadband coverage" aims to identify realistic approaches that can ensure broadband coverage in rural communities over the medium term. The goal was the development of technical study and a set of guidelines to help communities and their districts initiate the steps needed to provide broadband coverage. The following article describes the methods and a proposal from the Fraunhofer ESK for how the Bavarian Forest community of Weiding (county of Cham in the Upper Palatinate region of Bavaria) can ensure its residents full broadband coverage.*

1. Einführung

Trotz positiver Tendenzen bei der Entwicklung einer flächendeckenden Breitbandversorgung verfügen heute noch über 700.000 Haushalte in Deutschland über keinen und weitere 5 bis 6 Prozent der Haushalte nur über einen qualitativ unbefriedigenden Breitbandzugang [1]. Man geht davon aus, dass die Versorgungslücke sogar weit größer ausfällt [2]. Besonders betroffen hiervon sind ländliche Gebiete. Das liegt daran, dass die in diesen Regionen für einen Netzbetreiber anfallenden Kosten scheinbar keine vertretbare wirtschaftliche Breitbandlösung zulassen.

Die Bundesregierung hat sich bis Ende 2009 zum Ziel gesetzt, dass für 99 Prozent aller Haushalte ein breitbandiger Internetzugang verfügbar ist [3]. Diese Verringerung der Breitband-Versorgungslücke hat nur dann Erfolg, wenn kostengünstige Lösungen für die Haushalte und für die Netzbetreiber gefunden werden.

Aus diesem Grund hat das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) Ende 2007 Pilotprojekte unter dem Titel „Praxisnahe Lösungen zur Schließung von Breitband-Versorgungslücken“ initiiert. Ziel der Projekte war es, unversorgte Gemeinden mit Beratungsleistungen zu unterstützen und Lösungskonzepte für eine Breitbandversorgung zu erarbeiten. Alle örtlichen Gegebenheiten wie z.B. Topographie, Telekommunikationsinfrastruktur, aber auch der tatsächliche Bedarf waren dabei zu berücksichtigen.

Der nachfolgende Beitrag beschreibt wie die Breitbandversorgung für die Gemeinde Weiding im Landkreis Cham (Oberpfalz) im Bayerischen Wald sichergestellt werden kann. Die Vorgehensweise ist auch auf andere Gemeinden übertragbar.

2. Ausgangssituation

Die bayerische Gemeinde Weiding besteht aus insgesamt vierzehn Ortsteilen, die derzeit flächendeckend mit Telefonie versorgt sind. Die Ortsteile von Weiding sind an drei Ortsvermittlungsstellen (OVSt) angeschlossen:

- Cham (09971, 0997),
- Waldmünchen-Geigant (09975) und
- Arnschwang (Vorwahl 09977).

Die größte auftretende Entfernung (Luftlinie) zwischen Ortsteil und OVSt beträgt ca. 6,7 km. Der nächstgelegene GSM-Funkturm befindet sich auf dem 826 m hohen Berg Dachsriegel. Derzeit ist in keinem der Ortsteile ein terrestrisch funkbasierter oder kabelgebundener breitbandiger Internet-Anschluss verfügbar. Eine Ausnahme bildet der Hauptort Weiding selbst, wo in den östlichen Randbereichen aufgrund der Entfernung zur OVSt Arnschwang DSL bis 2 Mbit/s möglich ist.

Es ist physikalisch nicht möglich, die anderen Ortsteile auf Basis der vorhandenen Verkabelung mit DSL zu versorgen. Um dieses Ziel zu erreichen, muss die Anbindung der Teilnehmer sowie die eingesetzte Technik verändert werden.

Um die Gemeinde Weiding mit breitbandigen Internet-Anschlüssen zu erschließen, muss ein Netzbetreiber gewonnen werden, der die notwendigen Technikänderungen bzw. Ergänzungen durchführt, das Netz erweitert, anpasst und dieses dann auch betreibt. Dabei ist das Ziel, dass der Netzbetreiber das alles auf eigene Kosten durchführt. Die Abschreibung der entstandenen Kosten erfolgt über die monatlichen Gebühren, die der Netzbetreiber aus der Bereitstellung der Internet-Anschlüsse erhält, und im geringen Maße aus der einmaligen Bereitstellungsgebühr. Dies wird allerdings nur dann erfolgen, wenn dieser Ausbau eine Chance auf Wirtschaftlichkeit bietet.

Da das in zahlreichen Gemeinden schwierig ist bzw. bislang von vielen Betreibern bezweifelt wird, werden Netzausbauprojekte im ländlichen Raum künftig auf Länder- bzw. Bundesebene gefördert.

Für den Ausbau bzw. die Erweiterung des Netzes der Gemeinde Weiding wurden folgende Ziele definiert:

- Aufbau bzw. Erweiterung eines Netzes zur Bereitstellung von breitbandigen Internet-Anschlüssen sowie dessen Betrieb durch einen Netzbetreiber,
- Mindestdatenrate von 2 Mbit/s im Downstream und 256 kbit/s im Upstream,
- Technische Verfügbarkeit eines Internet-Anschlusses muss bei mindestens 99% liegen,
- Effektive Datenrate eines Internet-Anschlusses darf 1 Mbit/s im Downstream und 128 kbit/s im Upstream maximal für 1% der Zeit eines Monats unterschreiten,
- Grundversorgung mit Telefonie kann weiterhin durch die Deutsche Telekom AG (DTAG) oder anderen Anbieter erfolgen,
- Monatliche Gebühr sowie die einmalige Bereitstellungsgebühr für einen Internet-Anschluss sollen im marktüblichen Rahmen liegen (vgl. Angebot der DTAG),
- Die Verfügbarkeit von breitbandigen Internet-Anschlüssen in der Gemeinde Weiding soll bei 100% liegen.

3. Bedarfsanalyse

Der entscheidende Punkt für eine Gemeinde ist es, ihren tatsächlichen Bedarf an breitbandigen Internet-Anschlüssen darzulegen. Nur wenn dieser nachweisbar ist, finden sich Betreiber für den notwendigen Netzausbau.

Die Gemeinde Weiding soll komplett, also zu 100 Prozent, mit breitbandigen Internet-Anschlüssen versorgt werden. Da die Frage nach dem Bedarf der entscheidende Faktor für die Wirtschaftlichkeitsanalyse eines Netzbetreibers ist, wurde dieser explizit betrachtet. Hierfür hat die Gemeinde im Rahmen einer Bürgerversammlung und einer anschließenden Befragung den Bedarf an breitbandigen Internet-Anschlüssen ermittelt.

Die hieraus gewonnenen Zahlen (Tabelle 1) sind juristisch nicht belastbar, können aber als grober Planungswert dienen. Die exakte Bedarfsermittlung wird in der Regel erst über Vorverträge erzielt, die dem Netzbetreiber als Sicherheit für seine Investitionen dienen.

Ortsteile der Gem. Weiding	EW-Zahl	Anz. erwarteter BB-Anschlüsse
Dalking/Zelz	602	100
Döbersing	251	42
Friedendorf/Gschieß	75	13
Pinzing/Reisach	246	41
Walting/Haid/ Maiering/Steinach	288	48
Weiding/Neumühlen/ Rettenhof	1186	198
Gesamt	2648	442

Tabelle 1: Ortsteile und erwartete Breitbandanschlüsse

4. Lösungsvorschläge

Die Erarbeitung von Lösungsvorschlägen für die Gemeinde Weiding erfolgte explizit technologieneutral. Da ein Angebot über Satellit ohnehin schon möglich war, dieses bislang jedoch nicht angenommen wurde, wurde ein derartiges Angebot nicht berücksichtigt.

Aufgrund der örtlichen Gegebenheiten wurden die Untersuchungen zweistufig durchgeführt:

- Anbindung der Teilnehmers,
- Realisierung des Aggregationsnetzes.

4.1 Teilnehmeranschluss

Zur Realisierung des Teilnehmeranschlusses stehen grundsätzlich drei Technologien zur Verfügung: kabelgebundene, terrestrisch funkbasierte oder Satellitenverbindungen. Die einzelnen Technologien lassen sich wiederum in verschiedene Varianten unterteilen.

Kabelgebundener Teilnehmeranschluss

Beim kabelgebundenen Teilnehmeranschluss existieren vier verschiedene Varianten: Breitband-Koaxialkabelnetze (Kabel-TV), Kupfer-Doppeladern (Telefonanschluss), Powerline Communication (Stromnetz) und Faseroptik.

	Verfügbarkeit	Fazit
Breitband-Koaxialkabel	0 %	Hohe Kosten für Installation
Kupfer-Doppeladern	100 %	Geeignet
Stromnetz (für PLC)	100 %	Geringe Verbreitung, Reichweitenproblem, Sicherheit, Störanfälligkeit
Faseroptik	0 %	Hohe Kosten für Installation

Tabelle 2: Kabelgebundener Anschluss

Tabelle 2 gibt einen Überblick und die auf die örtlichen Gegebenheiten angepasste Bewertung. Aufgrund der hohen Verfügbarkeit stellt bei kabelgebundenen Teilnehmeranschlusstechniken in ländlichen Gebieten die Kupfer-Doppelader, die für den Universaldienst Telefonie genutzt wird und die Basis für DSL als breitbandigen Internet-Anschluss bildet, die günstigste Option dar.

Terrestrisch funkbasierter Teilnehmeranschluss

Beim terrestrisch funkbasierten Teilnehmeranschluss existieren vier verschiedene Varianten: Mobilfunknetze (z.B. UMTS), WLAN, WiMAX sowie optischer Richtfunk (Free Space Optics, FSO). Von diesen Techniken ist keine uneingeschränkt für die Realisierung des Teilnehmeranschlusses für breitbandige Internet-Anschlüsse (100 Prozent Abdeckung) geeignet (Tabelle 3).

	Verfügbarkeit	Fazit
Mobilfunk (GSM, UMTS)	0 % (Breitband)	Geringe Verbreitung, hohe Gebühren
WLAN	0 %	Reichweitenproblem
WiMAX	10-30 %	Mikroabschattungen
FSO	0 %	Geringe Verbreitung

Tabelle 3: Terrestrisch funkbasierter Anschluss

Ein gravierendes Problem ist, dass bis zu 30 Prozent der Haushalte eines Ortes aufgrund von Mikroabschattungen (lokale Funkbehinderung z.B. Bäume, Gebäude) nicht oder nur unter erheblichen finanziellen Aufwand anzuschließen sind.

Fazit: Teilnehmeranschluss

Es existieren damit für die Gemeinde Weiding zwei Varianten, die zum Teilnehmeranschluss sinnvoll herangezogen werden könnten. Die Nutzung der Kupfer-Doppeladern als Basis für DSL oder die Nutzung der funkbasierten Lösung WiMAX. Dabei stellt DSL für den Kunden die bessere Lösung dar, während aus Betreibersicht die Funklösung vorzuziehen ist. Bei DSL muss der Netzbetreiber mit höheren Installationskosten rechnen, bei Funk dagegen der Kunde. Zu hohe Kosten beim Kunden führen zu geringerer Kundenakzeptanz und damit zu weniger Vorverträgen. Im ungünstigen Fall führt das wiederum dazu, dass ein Betreiber das Netz nicht realisiert. Realistisch gesehen ist die Nutzung der DSL-Technik für die Anbindung der Teilnehmer die sinnvollste Lösung.

4.2 Aggregationsnetz

Aufgrund der erhöhten Leitungslänge konnten die Bürger der Gemeinde Weiding nicht wie allgemein üblich direkt mit DSL versorgt werden. Um DSL zu ermöglichen, muss die aktive Technik

(DSLAM) dichter an die Teilnehmer heranrücken. Der Markt bietet mittlerweile DSLAMs für wenige Teilnehmeranschlüsse, die beispielsweise für einen Ortsteil geeignet sind. Neben Installationsarbeiten sind hier nur Änderungen der Rangierungen (Verkabelung zwischen den Verteilern) notwendig. Die Stromversorgung des DSLAMs stellt in den Ortsteilen meist kein Problem dar. Die Einrichtung eines Aggregations-Uplinks war somit das zentrale Problem bei der Breitbandversorgung der Gemeinde.

Lösungsvorschlag 1: Hybrid aus DSL und WiMAX

Bei dieser hybriden Lösung werden die Kundenanschlüsse durch DSL realisiert, wobei neue DSLAMs in den Ortsteilen Gschieß, Döbersing, Reisach/Pinzing, Dalking, Weiding und Walting errichtet werden müssen. Die Uplinks für die Verbindung der DSLAMs werden anschließend durch WiMAX-Funkverbindungen zu einer WiMAX-Basisstation, die auf dem vorhandenen örtlichen GSM-Funkturm zu errichten ist, realisiert.

Dieser Lösungsvorschlag stellte die von uns favorisierte Lösung für die Gemeinde dar.

Lösungsvorschlag 2: Hybrid aus DSL und Glasfaser

Die Kupferverkabelung und der damit verbundene Aufbau der DSLAMs ist gleich dem Lösungsvorschlag 1. Beim Lösungsvorschlag 2 werden die Uplinks durch neu zu verlegende Glasfasern realisiert. Um die gesamte Faserlänge und damit die Kosten zu minimieren, wird nur die jeweils kürzeste Verbindung zum Nachbarort realisiert. Der Datenverkehr wird somit von Ortsteil zu Ortsteil übertragen. Die Anbindung an das bestehende Netz eines Netzbetreibers kann in Weiding erfolgen. Zwischen den OVSt Cham und Arnschwang existiert eine hierfür nutzbare Glasfaserverbindung, die entlang der Bahntrasse verläuft. Sieben zusätzliche Faserverbindungen (durchschnittlich 1 km) müssen errichtet werden, um die verbleibenden Ortsteile anzubinden.

Lösungsvorschlag 3: Hybrid aus DSL und FSO

Bei dieser Variante wird lediglich die Glasfaserverbindung durch eine optische Richtfunkverbindung ersetzt. Die Topologie ist dieselbe. Es entfällt das Glasfaserkabel, allerdings sind die Sende- und Empfangsanlagen aufwändiger. Aufgrund der Leistungsbegrenzung der Laser sind die Reichweiten im Vergleich zu Glasfasern gering. Zudem sind die Reichweiten sehr wetterabhängig. So sind die Reichweiten bei Nebel beispielsweise eingeschränkt. Damit die Verbindungen auch bei diesen Verhältnissen funktionieren, muss mit entsprechend geringen Entfernungen zwischen den Sendern gerechnet werden. Daher kann es notwendig sein, zusätzliche Repeater einzusetzen, was die Kosten pro Link vervielfacht.

5. Bewertung

Für die abschließende Bewertung der drei Lösungsvorschläge für die Aggregations-Uplinks in Verbindung mit der DSL-Anbindung der einzelnen Haushalte wurden in einem ersten Schritt Bewertungskriterien aufgestellt. Darüber hinaus wurde eine Abschätzung der Kosten vorgenommen.

Bewertungskriterien

1) Aufwand

- Finanzieller Aufwand für die Installation,
- Zeitlicher Aufwand für die Installation,
- Anteil des Aufwands für die Gemeinde.

2) Bandbreite:

- Bereitgestellte Datenraten.

3) Zukunftsfähigkeit:

- Einsatzdauer, Erweiterbarkeit,
- Skalierungsmöglichkeiten.

Kostenbewertung

Folgende Kosten fallen für den Netzzugang über eine Kupfer-Doppelader als Basis für eine DSL-basierte Teilnehmeranschlusslösung an:

1) Überlassungsentgelt: Beim Line Sharing kann der untere Frequenzbereich von der DTAG für die Sprachübertragung und der obere Frequenzbereich von einem Wettbewerber für die Datenübertragung (z.B. DSL-Technologie) genutzt werden. Für die Gewährung des Zugangs zum hochbitratigen Teil der Teilnehmeranschlussleitung ist derzeit ein monatlicher Überlassungspreis von 1,78 Euro pro Monat und Kupferdoppelader genehmigt [4]. Ein alternativer Netzbetreiber muss dazu allerdings eigene Technik aufbauen (Schaltkasten neben dem KVz der DTAG, DSLAM und Splitter).
2) Einmalige Kosten: Schaltkasten für aktive Technik, DSLAM, Splitter ca. 100-120€ pro DSL-Anschluss.

3) Installationsgebühren z.B. für Aufbau und Einrichtung der Technik, Verkabelungsarbeiten zwischen Kabelverzweigern und Schaltkasten, Stromversorgung: < 50€ pro DSL-Anschluss.

Diese DSL-Kosten sind für alle drei Aggregationslösungen identisch. Zusätzlich fallen Kosten für die Installation des Aggregationsnetzes an, die sich für die einzelnen Lösungen teilweise erheblich unterscheiden.

Die kritische Frage an dieser Stelle ist: Wie hoch dürfen die Kosten für die Installation eines Uplinks sein, damit sich die Anbindung wirtschaftlich selbst tragen kann? Diese Obergrenze kann aus der geplanten Anzahl der DSL-Anschlüsse, einem Abschreibungsbetrag pro Monat und DSL-Anschluss sowie einer vorgesehenen Laufzeit ermittelt werden. Eine wirtschaftliche Lösung existiert nur, wenn diese Schwelle nicht überschritten wird. Daraus ergeben sich die Kosten für die Installation des Aggregationsnetzes. Die konkrete technische Umsetzung der Vorschläge 1 bis 3 bedeutet, dass bezogen auf die Anbindung der Ortsteile insgesamt sieben Uplinks notwendig sind.

Der Vergleich zeigte, dass die WiMAX-Variante die kostengünstigste ist. Aufgrund der relativ geringen Anzahl von DSL-Anschlüssen ist eine WiMAX-Funkstrecke (Aggregations-Uplink) mit 20 Mbit/s häufig ausreichend, allerdings kann eine zweite mit geringen Mehrkosten realisiert werden. Hierin enthalten sind noch nicht die Kosten für die WiMAX-Basisstation. Diese belaufen sich auf bis zu 125.000 €. Diese Kosten müssen ebenfalls auf die zu realisierenden Uplinks angerechnet werden. Da diese Basisstation nicht exklusiv für die Versorgung der Gemeinde Weiding errichtet wird, kann man hierbei von einer höheren Zahl von Uplinks ausgehen. Bei einer Nutzung der Basisstation für 30 Uplinks müssen ca. 4.000 € auf jeden Uplink hinzugerechnet werden.

Die Nutzung von Glasfasern ist unter bestimmten Bedingungen ebenfalls denkbar. Die Kosten für die Realisierung eines einzelnen Uplinks liegen zwischen 5.000 und 10.000 €, was wiederum innerhalb des Kostenrahmens liegt. Problematisch sind hierbei lediglich die noch hinzukommenden Kosten für die Erdarbeiten. Sollten diese durch eine Fachfirma durchgeführt werden, so liegen die Zusatzkosten bei 30.000-60.000 € pro Uplink, was den Kostenrahmen sprengen würde und somit nicht wirtschaftlich ist. Hier bestehen zwei Optionen zur Kostensenkung: Einerseits könnten die Erdarbeiten durch die Gemeinden in Eigenleistung realisiert werden, andererseits könnte die Verlegung auf Freileitungsmasten durchgeführt werden. Dies senkt die Installationskosten bei professioneller Verlegung deutlich, allerdings nicht soweit, dass diese Lösung bezüglich der Kosten uneingeschränkt zu empfehlen ist.

Die dritte Lösung stellt eine hohe Datenrate zur Verfügung und lässt sich einfach installieren. Aufgrund der Wetterabhängigkeit und geringer Reichweite ist damit zu rechnen, dass die Zahl der Links steigen wird, was die Kosten vervielfacht.

6. Zusammenfassung

Die vorgeschlagene wirtschaftliche und praxisnahe Lösung sieht vor, die Kunden mittels DSL anzuschließen, wobei neue DSL-Technik in den Ortsteilen zu errichten ist. Das Aggregationsnetz kann für die Gemeinde Weiding am besten durch die Funklösung WiMAX realisiert werden. Der in der Nähe befindliche GSM-Funkturm bietet sich als Standort für eine WiMAX-Basisstation an. Die Kosten für diese Lösung können durch einen Netzbetreiber getragen und durch die monatlichen Gebühren bzw. die einmalige Bereitstellungsgebühr refinanziert werden.

7. Literatur

[1] M. Glos, Bundesminister für Wirtschaft und Technologie, "Mehr als 98% der Haushalte können Breitbandanschlüsse nutzen", Pressemitteilung, 16.07.2008, http://www.bmwi.de/BMWi/Navigation/Presse/ pressemitteilungen.html.

[2] Gemeinsamer Appell von DLT, DStGB und VATM, „Breitbandkluft in Deutschland überwinden“, 26.11.2007, http://www.vatm.de/content/sonstige_materialien/inhalt/26-11-2007.pdf.

[3] Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, „Zukunft Breitband - für eine flächendeckende Breitbandversorgung“, Breitbandportal des BMWi, http://www.zukunft-breitband.de/BBA/Navigation/hintergrund.html.

[4] Bundesnetzagentur, „Neue Entgelte für die TAL-Umschaltung und das Line Sharing“, Pressemitteilung, 30.06.2008, http://www.bundesnetzagentur.de/media/archive/13880.pdf.