# Glasfaserausbau in ländlichen Gebieten

## 1 Einleitung

Das Ziel des Breitbandausbaus in ländlichen Gebieten ist eine flächendeckende, leistungsfähige und nachhaltige Breitbandverfügbarkeit mit ausreichender Reservekapazität für die zukünftig zu erwartenden Bandbreiten. [1] Der Ausbau des passiven Netzes wird allerdings durch die hohen Legekosten gehemmt. [2] Bei der Kalkulation von Ausbauprojekten wird davon ausgegangen, dass 80 Prozent der Kosten im Tiefbau entstehen. [3] Zur Erreichung einer 100%igen Anschlussrate der Haushalte in Deutschland (>50Mbit/s) wären beispielsweise Investitionen von ca. 20 Mrd. € erforderlich. Allein die Erschließung der letzten 5 % der Haushalte würde ca. 8 Mrd. € kosten. [4]. Es muss an dieser Stelle deutlich gemacht werden, dass die unzulängliche Breitbandinfrastruktur in Deutschland stellvertretend für die allgemein mangelnde Infrastruktur steht. [1]

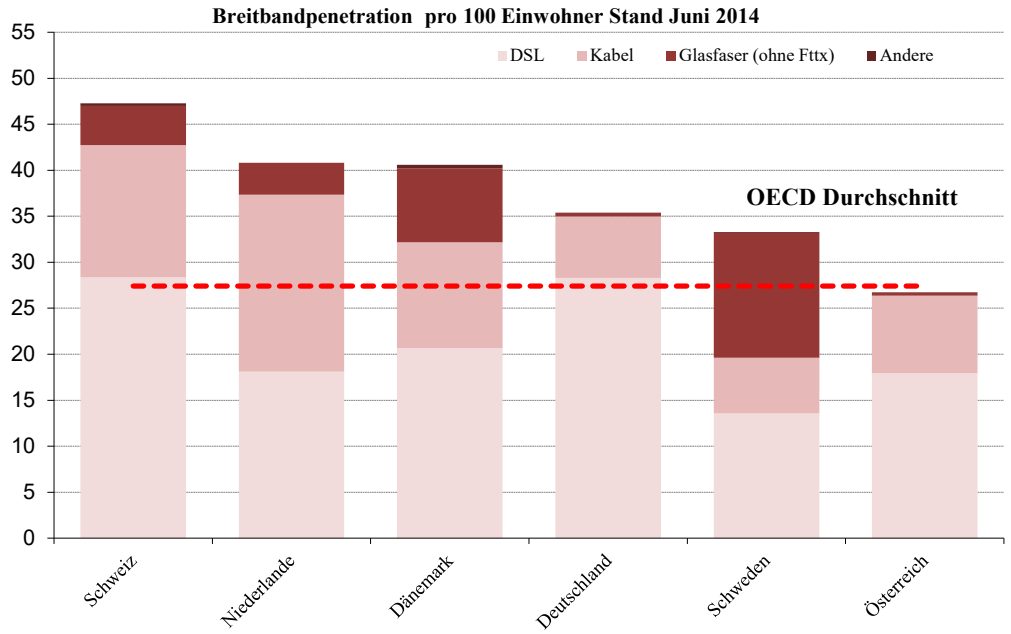



**Abbildung 1 Breitbandpenetration [5]**

Die deutsche Breitbandversorgung basiert auf herkömmlicher Kupferkabeltechnologie. Über Jahrzehnte wurden notwendige Investitionen in die Verkehrsträger (Straße, Schiene, Wasserwege) in Deutschland ausgesetzt, was dazu geführt hat, dass

nunmehr ca. 40,8 Mrd. € investiert werden müssten (ohne Erweiterungs- bzw. Verbesserungsinvestitionen) um wieder auf ein ordentliches Niveau zu kommen, das die internationale Wettbewerbsfähigkeit sicherstellt. Dies würde für die nächsten 15 Jahre einen Investitionsbedarf von 2,7 Mrd. € jährlich bedeuten. [6] Das heißt Infrastrukturprojekte konkurrieren um staatliche Investitionsbudgets und limitierte Ressourcen in der Baubranche.

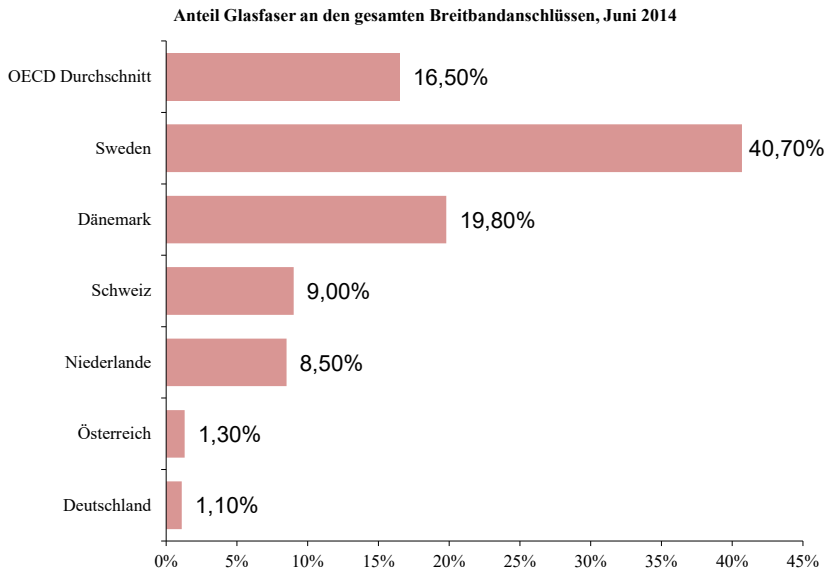



**Abbildung 2 Anteil Glasfaseranschlüsse [5]**

Schweden ist mit einem Anteil von 40,70% führend.

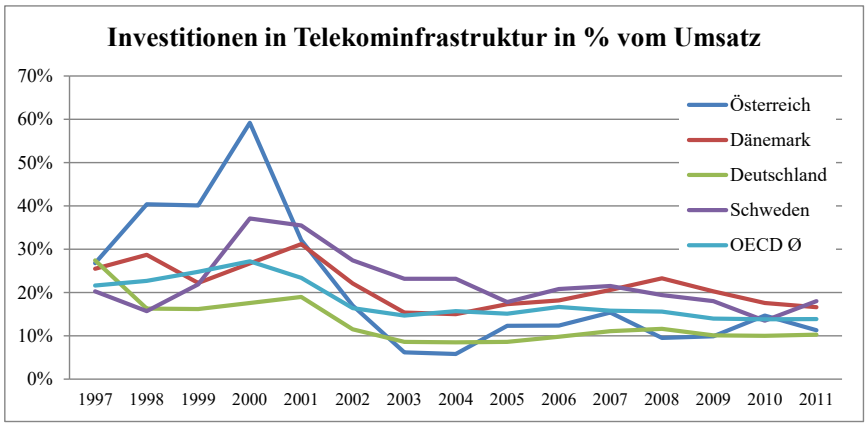



**Abbildung 3 Investition [5]**

Deutschland lag seit 1997 unter dem Durchschnitt der anderen OECD-Länder. Entscheidend ist diesem Zusammenhang nicht die absolute Höhe, sondern dass in Schweden in Glasfasertechnologie investiert wurde und beispielsweise in Österreich in den Ausbau des kupferbasierten Netzwerkes.

### 1.1 Breitbandausbau in Schweden

Der Breitbandausbau begann schon früher als in anderen europäischen Ländern und zeichnet sich durch „Open-Access-Modelle“ (neutrales Betreibermodell) aus. [7] Bereits Anfang des neuen Jahrtausends wurde in Stockholm ein Glasfaserbasiertes Breitbandnetz errichtet. [8] Mittlerweile werden ca. 150 Metropolitan Area Networks betrieben, die zu ca. 60% Kommunen gehören. Der frühere Incumbent (ehemaliger Monopolist) TeliaSoneara gründete die Tochtergesellschaft Skanova und diese verkauft Vorleistungen zu gleichen Bedingungen sowohl an die Muttergesellschaft als auch an Wettbewerber. [9] Der Marktführer TeliaSonera besitzt einen Marktanteil von ca. 30%. Derzeit errichtet die Firma „Facebook“ in Nordschweden Serverfarmen und damit zusammenhängend wird das dortige Breitbandnetz noch umfangreicher ausgebaut. [10]

### 1.2 Breitbandausbau in Dänemark

Im Nachbarland Dänemark hat sich die Regierung das Ziel gesetzt alle Haushalte bis zum Jahr 2020 über einen Breitbandanschluss mit 100Mbit/s zu versorgen [11] Durch privatwirtschaftliche Initiativen haben sich 2010  15 regionale Stadtnetze in einer gemeinsamen Gesellschaft unter dem Namen waoo! zusammengeschlossen. [12] Die Netze wurden ohne staatliche finanzielle Unterstützung errichtet. Die Tarife sind nach gewünschter Geschwindigkeit gestaffelt und beginnen ab 50 Mbit/s (symmetrisch) und waoo! garantiert die Einhaltung der vertraglich festgelegten Geschwindigkeit. [9]

## 2 Breitbandausbauprojekte

Die Voraussetzung für den Aufbau von schnellen Zugangsnetzen ist die Legung von Leerrohren (Kabelschutzrohre) in die Glasfaserkabel eingeblasen werden. Es wird davon ausgegangen, dass Leerrohrnetze grundsätzlich eine längere Lebensdauer als Glasfasern haben und sich durch räumliche Immobilität, hohe Errichtungskosten und geringe Betriebskosten auszeichnen. Die Nutzungsdauer von Glasfasernetzen wird mit ca. 20 Jahren angenommen. Im Gegensatz dazu fehlen Angaben zur Abschreibungsdauer von breitbandspezifischen Leerrohrnetzen in Deutschland. Daher wird die Nutzungsdauer von der erwarteten Lebensdauer des Materials abgeleitet [13].

## 2.1 Bau passiver Breitbandnetze

Die Legung von Leerrohrnetze bedingt einen mobilen Arbeitsprozess, der mit **ständigen Standortwechseln** verbunden ist. Das bedeutet, dass das bauausführende Unternehmen fortwährend die geographischen und geologischen Bedingungen beachten und darauf reagieren muss. [14] Beispielsweise können sich Bodenklassenänderungen innerhalb der gesamten Bandbreite während eines Projektes ergeben.

Voraussetzung für die Legung der Leerrohre ist, dass alle Ressourcen wie Monteure, Maschinen und Material vorhanden sind sowie die erforderlichen Genehmigungen vorliegen. Dabei unterliegt die Bauproduktion Risiken wie Witterung (Schnee, Regen) und verzögerten Genehmigungsverfahren, die den Bauablauf stoppen bzw. verzögern können [14] und somit erheblich verteuern.

Hinzu kommen personalintensive Arbeiten wie z.B. das Setzen von Schächten **oder die Freilegung von Bestandsinfrastruktur,** die auch anfällig für witterungsbedingte Ausfälle sind. [14] Auch von der Seite der Auftraggeber gibt es Besonderheiten zu beachten. Eine besondere Herausforderung für den Tiefbauer entsteht durch das Merkmal der **kundenorientierten Einzelfertigung**. Das heißt der Auftraggeber definiert durch die Ausschreibung das Bau-Soll, d.h. was, wo, bis wann und wie gebaut werden soll. [14] Zusätzlich hat der Auftraggeber, aufgrund der Vertragsordnung für Bauleistungen, Teil B (VOB/B), die Möglichkeit von seinem **Leistungsänderungsrecht** Gebrauch zu machen und dies während des gesamten Ausführungszeitraums. [14]

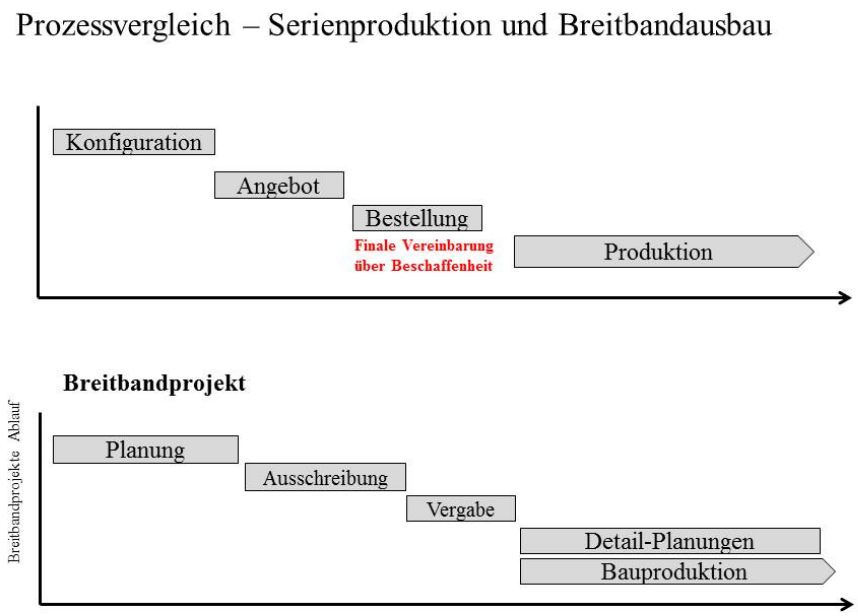


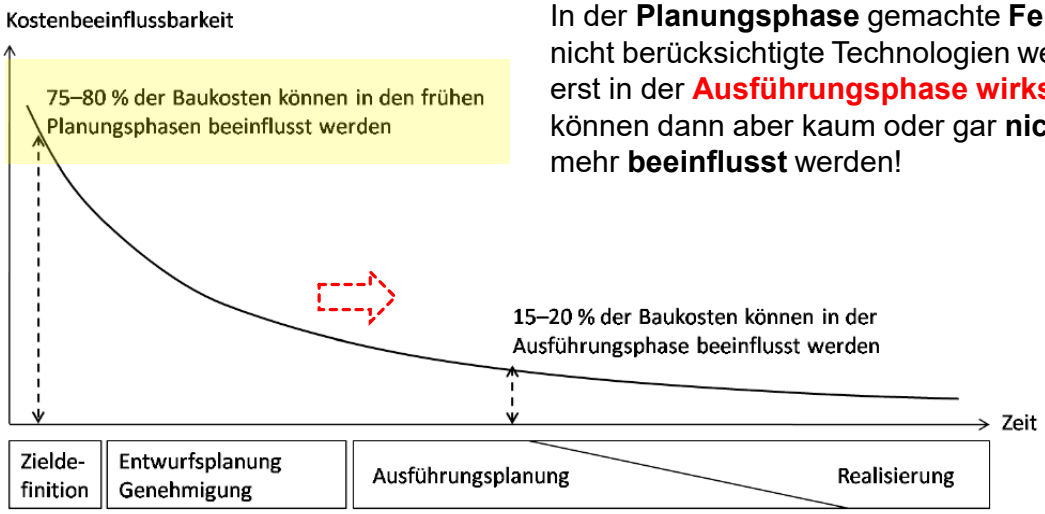

**Abbildung 4: Prozessvergleich vgl. [15]**

Ein weiteres Merkmal von Breitbandausbauprojekten ist der häufig **parallele Verlauf** der einzelnen Phasen. Die Planungs- / Genehmigungs- und Finanzierungsphase ist noch nicht abgeschlossen während bereits erste Ausschreibungen laufen. Eventuell müssen auch bereits einzelne Bauabschnitte vorgezogen werden (Stichwort: Mitlegung). Die eigentliche Bauproduktion wird darüber hinaus von unvorhersehbaren Ereignissen beeinflusst, wie z.B. der Anschluss zusätzlicher nicht geplanter Wohneinheiten, die Nicht-Realisierbarkeit der geplanten Trasse, weil Fremdleitungen in der Trasse gelegt sind, Leitungen falsch liegen oder nicht in Plänen erfasst sind. Aus diesem parallelen Ablauf der Phasen entstehen unterschiedliche Informationsstände und damit erhöhte Abstimmungs- und Koordinationsbedarf. Dazu kommen die unterschiedlichen Vorstellungen und Ressourcenverfügbarkeiten der Projektbeteiligten. [15]

# 3 Stellhebel

Stellhebel sind Einflussgrößen, die für die Kostenstruktur und Gesamtkosten eines Breitbandausbauprojektes und somit für den Gesamterfolg des Projektes maßgebend sind.

# Kosten-Entstehungskurve & Beeinflussbarkeit




In der **Planungsphase** gemachte **Fehler** & nicht berücksichtigte Technologien werden erst in der **Ausführungsphase wirksam**, können dann aber kaum oder gar **nicht** mehr **beeinflusst** werden!

**Abbildung 5: Kostenbeeinflussbarkeit [16]**

Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass in den frühen Planungsphasen bereits 75-80% der Baukosten festgelegt werden. Daher ist bereits bei Beginn eines Projektes wichtig zu wissen, welche Stellhebel es gibt und welche Wirkungen diese entfalten können, bzw. ob und ggf. wie diese auch beeinflusst werden können.

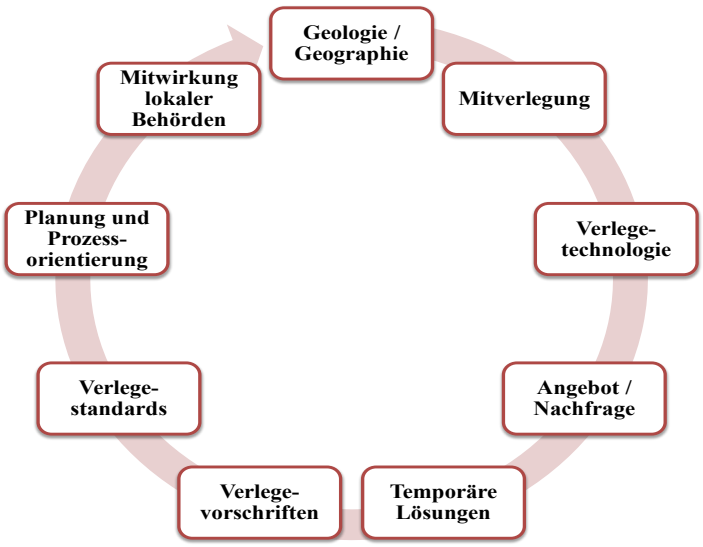



**Abbildung 6 Auswahl wesentlicher Kostenstellhebel**

Die Abbildung 6 Auswahl wesentlicher Kostenstellhebelzeigt ausgewählte Stellhebel zur Kostenreduktion, die in der Praxis eine Rolle spielen.

## 3.1 Markt für Breitbandbauleistungen

Zu den Nachfragern nach Breitbandbauleistungen zählen alle Marktbeteiligten, die Leerrohrnetze auf- oder ausbauen wollen. Hierzu gehören u.a. Netzbetreiber, Gemeinden oder Zweckverbände. Diese Nachfrager sind in der Struktur, Netzgröße und Finanzkraft heterogen und unterscheiden sich demnach auch in ihrer Nachfragemacht am Markt, z.B. welches Bauvolumen wird pro Jahr nachgefragt, werden Rahmenverträge mit Bauunternehmen geschlossen oder nur projektbezogen angefragt.

**Angebot und Nachfrage – „Markt Breitbandausbau“**

| Nachfrager | Anbieter |
|---|---|
| Telekommunikationsnetzbetreiber | Planungs- und Ingenieuranbieter |
| Gebietskörperschaften<br>- Gemeinden, Städte, Landkreise, … | Generalunternehmen |
| Energieversorgungsunternehmen | Tiefbauunternehmen |
| Versorgungsunternehmen<br>- Stadtwerke<br>- Wasser, Strom, Gas, … | **Spezialdienstleister**<br>- Spühlbohren<br>- Pflügen<br>- Trenching<br>- Freileitungsbau<br>- Abwasserkanäle<br>- Trenching<br>- …<br>} **Alternative Verlegetechnologien** |
| Verkehrsinfrastrukturanbieter<br>- Straßen-/ Autobahnmeistereien<br>- Bahnunternehmen | |
| Zweckverbände<br>- Breitband | |
| **Einflussfaktoren auf die Marktpreise Markt „ Breitbandausbau**<br>- Angebot und Nachfrage -> Jahreszeit (**Herdentrieb)**<br>- **Verfügbare Technologie**<br>- Dauer der Ausführungsphasen<br>- Größe der Baustelle … | |

**Abbildung 7 Breitband-Baumarkt**

Aktuell treten auch ausländische Netzbetreiber in den deutschen Markt ein. Diese haben bereits oft Erfahrungen mit Ausbauprojekten in ihren Heimatländern. Allerdings setzen sie teilweise auf andere Arten der Aufgabenteilung, beispielsweise auf so genannte Design-Build-Contracts. Hierbei übernimmt der Auftragnehmer sowohl die Planung als auch Ausführung der Bautätigkeiten. [17]

Zu den **Anbietern** auf dem Markt für Planungsleistungen zählen die Beratungs-/ Planungs-/ und Ingenieurbüros. Aufgrund ihrer Schlüsselfunktion zu Beginn eines Bauprojektes beeinflussen diese in hohem Maße die Kostenhebel eines Projektes und sind entsprechend sorgfältig auszuwählen (siehe hierzu Abbildung 5).

Die **Anbieter** von Bauleistungen unterscheiden sich im Wesentlichen durch den Grad der Spezialisierung (z.B. Spülbohrungen oder Kabelpflügen) oder durch den Grad der gesamtheitlichen Durchführungsverantwortung (Generalunternehmerschaft).

Es ist allgemeiner Konsens, dass die deutschen Breitbandnetze ausgebaut werden müssen. Die deutschen Telekommunikationsunternehmen wollen ca. 8 Milliarden Euro und der Bund will eine Milliarde aus einem Investitionspaket und eine Milliarde aus den Erlösen der Frequenzversteigerung investieren. [18]. Dazu kommen Förderprogramme der Bundesländer. Zum Beispiel hat Bayern hat ein eigenes Förderprogramm ins Leben gerufen, das bis 2018 läuft und mit 1,5 Milliarden Euro ausgestattet wurde. [19] Die Republik Österreich will bis zum Jahre 2020 eine Milliarde Euro für die Förderung des Breitbandausbaus investieren. Ab Mai 2015 beginnt die Förderung der Legung von Leerrohren. [20] Dieser grundsätzlich positive Trend verbessert die wirtschaftlichen Aussichten für Gewerbetreibende und Privatpersonen in ländlichen Gebieten, die bisher keine breitbandigen Anschlüsse erhalten konnten. Zusätzlich besteht durch den ländlichen Breitbandausbau die Chance den kritischen demografischen Landfluchtprozess zu stoppen bzw. durch die Attraktivierung diesen Prozess umzudrehen.

Es stellt sich nunmehr die Frage, ob die schnell ansteigende Nachfrage auf ausreichende **Baukapazität** (Fachkräfte, Baumaschinen und Material) treffen wird.

Viele Unternehmen, die Bauleistungen im Breitbandausbau anbieten sind häufig auch im Energienetzbau tätig. Kabelpflüge beispielsweise eignen sich sowohl zum Einpflügen von Breitbandleerrohren als auch zum Einpflügen von Mittelspannungskabeln. Der Ausbau des Strom-Verteilnetzes [21] (Stichwort Energiewende) führt auch in dieser Branche derzeit und zukünftig zu einer steigenden Nachfrage nach Bauleistungen. Dies kann teilweise allerdings auch zu gewünschten Effekten führen, beispielsweise wenn ein Energieversorger bei einer Verkabelung auch ein Leerrohr mit einpflügen lässt (Synergieeffekte durch **Mitlegung**). Der gegenteilige Effekt tritt ein, wenn Unternehmen aufgrund eines Nachfrageüberhangs die Auswahl haben ihre Baukapazität dort anzubieten, wo höhere Renditen zu erwarten sind.

Der Fachkräftemangel im Baugewerbe wird u.a. durch den demographischen Wandel beeinflusst und seit geraumer Zeit durch die Medien aufgegriffen. Einerseits gehen über 83.000 Fachkräfte in Deutschland in den nächsten 8 Jahren in den Ruhestand und andererseits steigt die Studienquote an. Die verbleibenden Schulabgänger wählen größtenteils eine Ausbildung im Dienstleistungssektor und fehlen als Nachwuchs im Baugewerbe [22].

Des Weiteren spielt die **saisonale Nachfrage** eine Rolle. Der saisonale Start im Bausektor findet üblich im zweiten Quartal statt [23]. Nur bei guten Witterungsbedingungen kann auch im ersten Quartal gearbeitet und diese drei Monate im Jahr genutzt werden.

Doch wie kann dieser Entwicklung entgegenwirkt bzw. deren Folgen reduziert werden? Zum Beispiel durch den Aufbau von zusätzlicher **Baukapazität** branchenetablierter Unternehmen (Erweiterungsinvestitionen).

Eine weitere Möglichkeit Baukapazitäten zu erhöhen, besteht durch Neugründungen von Unternehmen und von bestehenden Unternehmen, die ihr Tätigkeitsfeld erweitern möchten (Diversifizierung). Dazu zählen beispielsweise landwirtschaftliche Lohnunternehmer und Netzbetreiber, die selbst in den operativen Teilbereichen von Bauleistungen eintreten und Dienstleistungen anbieten wie beispielsweise Spleiß – und Einblasarbeiten.

Der bestehende Nachfrageüberhang und die Möglichkeiten des Europäischen Binnenmarktes lockt darüber hinaus auch Anbieter aus den Niederlanden, Dänemark oder der Slowakei an, um auf dem deutschen Markt tätig zu werden. Beispielsweise ist der Breitbandausbau in Dänemark weit vorangeschritten. Die dänischen Bauunternehmer haben in den letzten Jahren viel Erfahrung gesammelt und haben aufgrund der Marktsättigung nun auch Kapazitäten frei. In der Grenzregion sprechen auch viele Dänen deutsch und das erleichtert das Arbeiten in Deutschland erheblich. [24]

Trotz dieser Erhöhung der **Baukapazität**. bleibt zu beachten, dass auch andere europäische Länder wie Österreich den Breitbandausbau forcieren und somit **Baukapazität** nachfragen und binden.

## 3.2 Planungs- und Prozessoptimierung

Eine ungenaue oder mit Fehlern behaftete Planung kann in der Ausführungsphase nur noch schwer bzw. nur mit hohen Kosten geändert werden. Wurde z.B. übersehen, dass auf einem kleinen Teilstück der Trasse keine Genehmigung zum Legen der Leerrohre erhalten werden kann, aber bereits Leerrohre bis zu diesem Teilstück gelegt und Baukapazitäten durch Subunternehmer bereitgestellt wurden, entstehen immense Nachbesserungskosten, die durch professionelle Projekt- und Planungsmanagement hätten verhindert werden können. Zur Unterstützung stehen hierfür auch verschiedene Projekt- und Baumanagementsoftwaresysteme wie beispielsweise „WebControl“ am Markt zu Verfügung. [25]

## 3.3 Stakeholderanalyse

Der Bau von Leerrohrnetzen für Breitbandausbauprojekte erfordert Arbeiten innerorts an Straßen, Gehwegen und außerhalb von Ortschaften an Wald, -Wiesen und Ackerflächen sowie häufig auch an und in Naturschutzgebieten statt. Damit diese Arbeiten durchgeführt werden können, bedarf es der Zustimmung von Behörden, Unterstützung durch Gemeindeverwaltungen und das Wohlwollen der Bevölkerung zu erwartenden baubedingten Beeinträchtigungen durch Sperrungen, Schmutz und Lärm. Zu den Stakeholdern, d.h. zu denjenigen die das Ausbauprojekt positiv oder negativ beeinflussen können, gehören Kommunale Gremien, Versorgungsunternehmen (die Leerrohre vorhalten), Kreditgeber, Endkunden, Geschäftskunden, Bürgerinitiativen, beteiligte Baufirmen, Planungs- und Ingenieurbüros. [26]. Nur eine frühzeitige, umfangreiche und gewissenhafte Einbindung der beteiligten Anspruchsgruppen verhindert spätere Widerstände und Einsprüche.

## 3.4 Genehmigungsprozesse

Die Gebietskörperschaften wie beispielsweise Gemeinden und Landkreise haben eigene Zuständigkeiten und Genehmigungsprozesse für Arbeiten an der infrage kommenden Infrastruktur wie Straßen, Abwasserleitungen oder Bahnstrecken. Es ist jeweils mit dem zuständigen Verantwortlichen das Verfahren zu besprechen und die Genehmigung zu beantragen. Es kann nicht davon ausgegangen werden, dass ein bewährtes Verfahren in einem Landkreis auch in einem anderen eingesetzt werden darf. Hinzu kommt die zu knappe personelle Ausstattung der Straßenbauverwaltungen. [6] Das Land Schleswig-Holstein hat diese Schwierigkeiten erkannt und wird

Maßnahmen ergreifen, um Verwaltungsgebühren zu senken und Genehmigungsprozesse zu forcieren. [27]

### 3.5 Standardisierung

Bei Ausschreibungen von Bauleistungen ist der angebotene Preis das entscheidende Kriterium für die Vergabe und im Grunde genommen auch ob ein Projekt überhaupt zustande kommt. Das bedeutet, dass der günstigste Anbieter den Zuschlag erhält, ohne Gewähr, ob er auch ausreichend leistungsfähig ist und die geforderte Qualität am Ende auch realisiert werden kann. [28] Die Qualität der Ausschreibungen in Deutschland sind sehr unterschiedlich und stellen die ausführenden Bauunternehmen immer wieder vor die Aufgabe, Ungenauigkeiten bzw. Fehler zu hinterfragen. Beispielsweise werden im Vorfeld keine Leitungspläne ausgegeben und es werden pauschal Leistungspositionen z.B. „inklusive Handschachtung“ ausgeschrieben. Das bedeutet, dass nur lokale Bauunternehmen, die Erfahrung in dem jeweiligen Gebiet haben, einen realistischen Preis abgeben können. Alle anderen müssen schätzen oder durch aufwendige Ortsbegehungen die Rahmenbedingungen prüfen. Eine effiziente Vergabe wird dadurch häufig schwer, wenn nicht unmöglich gemacht.

Im Gegensatz dazu ist in Dänemark festgelegt, auf welcher Seite der Straße beispielsweise Stromleitungen liegen und es ist durch Legestandards definiert, wo und wie tief Leerrohre liegen sollen. [24] In Deutschland hingegen existieren nur für PE-Leerrohre Standards (DIN 16876 [29]) aber beispielsweise noch nicht für Mikrorohrverbände. Das Ziel der Bundesregierung muss es daher sein Deutschlandweite gültige Richtlinien für die Ausschreibung und Vergabe und Ausführung von Breitbandprojekten festzulegen. Andernfalls besteht die Gefahr, dass Ausbauprojekte realisiert werden, die qualitativ unzulänglich sind und in der Folge zu Nachbesserungen führen oder deren Instandhaltung sehr kostspielig wird. [30]

### 3.6 Geologie / Geografie

Bei der Trassenplanung sind die geologischen und geografischen Gegebenheiten ein entscheidender Stellhebel. Besonders die deutschen Mittelgebirge wie der Schwarzwald, die Schwäbische Alb sind mit konventionellen Methoden wie der offenen Bauweise nur mit hohen Kosten zu erschließen. Dort kann die Erddeckung in gewissem

Maße verringert werden. Auch führt die geringe Besiedlung zu langen Trassenverläufen. Daher ist es zu überlegen in diesen Regionen alternative Legeverfahren einzusetzen.

### 3.7 Einsatz temporärer Lösungen

Die temporäre Erlaubnis Freileitungen zu bauen, wird beispielsweise vom Bundesverband Breitbandkommunikation e. V. gefordert. [31] Beispielsweise konnte in der Gemeinde Rheudt (Nordrhein-Westfalen) nur mit der oberirdischen Verlegung (unter 10 Euro/Meter) die Deckungslücke so weit reduziert werden, dass das Projekt umgesetzt werden konnte. [32]

### 3.8 Alternative Legeverfahren

Der Einsatz von Pflugverfahren stellt erfahrungsgemäß einen der wichtigsten Stellhebel beim Breitbandausbau dar und bietet grundsätzlich folgende Vorteile.

## 4 Kabelpflug

Die Trassenbreite kann im Vergleich zur offenen Bauweise schmaler geplant werden, es finden kaum Bodenvermischungen statt, eine Absenkung des Grundwasserspiegels ist nicht erforderlich, die Bauzeiten sind kürzer. Zusätzlich wird durch die Vermeidung des Bodenaushubs, Kraftstoff eingespart und Feinstaub vermieden und die Qualität der Legung ist für das spätere Einblasen der Glasfaser tendenziell besser.

**Abbildung 8 Kabelpflug Vorteile**

Das Einpflügen von Breitbandleerrohren wird in Dänemark und Schweden mittels PETER Kabelpflug seit Jahren praktiziert. Dieses Verfahren ist nun auch in verbessertem Umfang im deutschsprachigen Raum seit geraumer Zeit mit gutem Erfolg verfügbar, so dass die Kosten für die Legung von Leerrohren in der Regel deutlich niedriger sind inklusive Vorbereitung und Wiederherstellung der Oberfläche als beispielsweise das Legen mittels Bagger. Grund dafür ist die prozessorientierte Auslegung des Maschinenkonzeptes, d.h. Vorbereiten, Pflügen und Nachbereiten der Pflugstrecke mit einem Zwei-Mann-Team und dem Huddig Geräteträger mit optimierten Anbaugeräten.

Teilstrecken können durch die hohe Mobilität der Maschine (Straßenzulassung 40 km/h) schnell erreicht und abgearbeitet werden. Ein kostenintensives Umsetzen der Maschine mittels LKW-Transport (Auf- Abladen, LKW-Fahrt) entfällt. Das Maschinenkonzept, große Räder mit Gummibereifung und der Baggerausleger mit Tiltrotator, ermöglicht dass parallel zu Verkehrswegen, über Leitplanken hinweg und an Hindernissen vorbei gepflügt werden kann, so dass Verkehrswege und Bankette nicht beschädigt werden. Weiterhin ist es möglich mit diesem Maschinenkonzept sehr präzise zu pflügen damit schmale Trassenkorridore verwirklicht werden können.

**Abbildung 9 Einpflügen Leerrohre**

Durch die hohe Legegeschwindigkeit sind die Auswirkungen auf die Sperrung von Straßen begrenzbar. Teilweise können Pflugstrecken als wandernde Baustelle durchgeführt werden. Dies reduziert den Einrichtungsaufwand und die Koordination der Baustelle. Je nach Durchmesser und Anzahl der Leerrohre wird ein passendes Pflugschwert und Pflugkasten montiert. Dadurch wird der Pflugschlitz minimiert und die Einwirkung auf den Untergrund reduziert.

**Abbildung 10 Verdichten der gepflügten Strecke**

Querende Leitungsmedien wie Telefonkabel müssen im Vorfeld der Pflugarbeiten mit einem Baggerlöffel oder per Hand freigelegt werden. Dennoch kommt es auch während des Pflugprozesses zu Unterbrechungen durch felsiges Gestein, freigelegte Leitungen. Dadurch ist ein schneller und häufiger Werkzeugwechsel erforderlich. Die Werkzeuge Reißzahn, Baggerlöffel und Vibrationspflug werden auf der Maschine mitgeführt und entsprechend dem Bedarf gewechselt. Damit diese Rüstzeiten minimiert werden können, ist der Huddig mit einem hydraulischen Schnellwechsler ausgestattet. Die Werkzeugwechsel können aus der Fahrerkabine ausgeführt werden. [33] Die gepflügte Strecke muss eingemessen, dokumentiert und der Bundesnetzagentur für die Eingabe in den Breitbandinfrastrukturatlas mitgeteilt werden. [34] Zur weiteren Qualitätssicherung für die nachfolgenden Arbeitsschritte (Einblasen der Glasfaser) müssen die Mikrorohrverbände bzw. Kabelschutzrohre einer Dichtigkeitsprüfung und einer Kalibrierung unterzogen werden. [35]

## 4.1 Legequalität

Die Legequalität bestimmt sich u.a. durch das verwendete Rohrmaterial. Generell sollte darauf geachtet werden, welche Hersteller bereits seit längerer Zeit im deutschsprachigen Raum verbaut wurden. Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Temperatur bei der Legung. Entsprechende Herstellervorgaben sind zu beachten. Gegenüber der offenen Bauweise wird das Rohr tendenziell gleichmäßiger gelegt und entsprechend längere Einblasstrecken können realisiert werden.

## 4.2 Tiefbaukosten

### 4.2.1 Anteil an der Gesamtstrecke

Generell sollte der Anteil der Pflugstrecke an der Gesamtstrecke so hoch wie möglich sein. Angenommen ein Meter offene Bauweise kostet 30 €/m und ein Meter Pflügen kostet 8 €/m.

## Reduktion Verlegungskosten

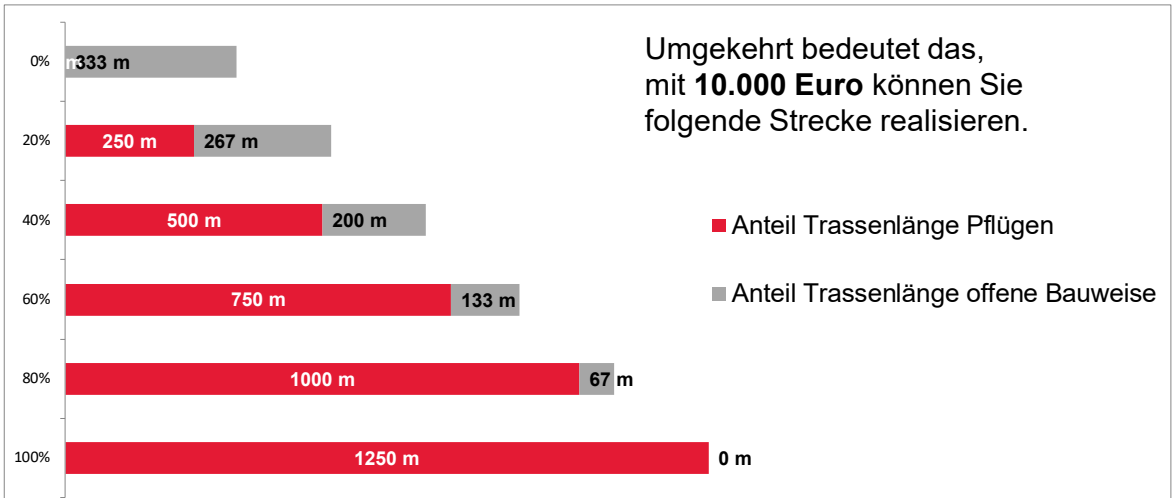



**Abbildung 11 Reduktion Legungskosten**

Die bisherige Planung sieht einen Anteil 40% als geeignet zum Pflügen an. Es ergibt sich ein durchschnittlicher Meterpreis von 21,20 €. Entsprechend sieht man die Wirkung des Stellhebels der Erhöhung des Pfluganteils. Dieses Beispiel dient nur darzustellen, dass es deutliche Preisunterschiede zwischen den Verfahren gibt. Um einen Preisvergleich anstellen zu können, müssten Parameter wie Planungskosten, Materialkosten, Dokumentation, Genehmigungsaufwand, Länge der Strecken etc. berücksichtigt werden.

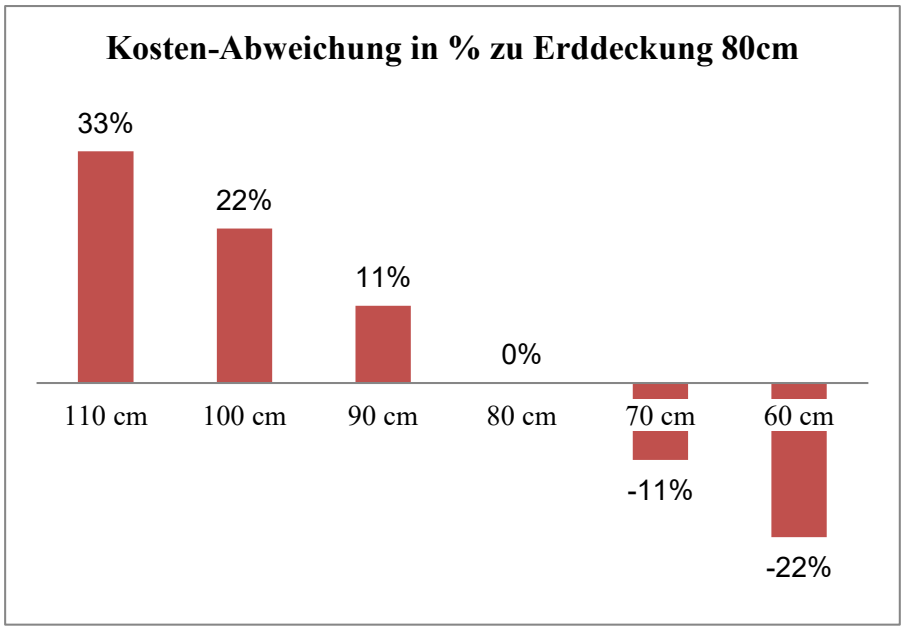



**Abbildung 12 Stellhebel Legetiefe [36]**

### 4.2.2 Erddeckung

Auch der Faktor Erddeckung ist entscheidend. Angenommen die Behörden fordern eine Erddeckung von 80cm. Eventuell kann durch Verhandlungen erreicht werden, dass auch eine Erddeckung von 60 cm akzeptiert wird. Dadurch kann bereits eine Preisreduzierung von ca. 22% auf den Meterpreis erreicht werden.

# 5 Fazit

Die Notwendigkeit des Breitbandausbaus ist allgemein akzeptiert und nun steigt die Bereitschaft konkrete Lösungen für die Umsetzung zu finden. Die nun angekündigten Maßnahmen können nicht alle auf einmal umgesetzt werden, da es diese Kapazitäten kurzfristig nicht geben wird. Der Blick nach Skandinavien zeigt, dass man die dortigen Firmen motivieren sollte mit ihren Erfahrungen und Kapazitäten nach Deutschland zu kommen und durch gezielte Beachtung der Stellhebel sollte es möglich sein, Projekte erfolgreich umzusetzen, um dann mit diesen dort gemachten Erfahrungen Deutschland ein zukunftsfähiges Breitbandnetz zu schaffen.

# 6 Abbildungen

Abbildung 1 Breitbandpenetration [5] ..... 1

Abbildung 2 Anteil Glasfaseranschlüsse [5] ..... 2

Abbildung 3 Investition [5]..... 2

Abbildung 4: Prozessvergleich vgl. [15]..... 5

Abbildung 5: Kostenbeeinflussbarkeit [16]..... 6

Abbildung 6 Auswahl wesentlicher Kostenstellhebel ..... 6

Abbildung 7 Breitband-Baumarkt..... 7

Abbildung 8 Kabelpflug Vorteile..... 13

Abbildung 10 Einpflügen Leerrohre ..... 14

Abbildung 11 Verdichten der gepflügten Strecke..... 14

Abbildung 11 Reduktion Verlegungskosten ..... 16

Abbildung 12 Stellhebel Verlegetiefe [36]..... 16

# 7 Literaturangaben


[1] Brusic, I.: Für das Erreichen einer flächendeckenden , leistbaren und nachhaltigen Breitbandversorgung im ruralen Bereich. Kommunaler Breitbandmarktplatz. Osterholz-Schambeck 2015

[2] Planungsleitfaden Breitband. Technische Verlegeanleitung zur Planung und Errichtung von Telekommunikations-Leerrohr-Infrastrukturen, Loibner, H., Wien 2014

[3] Kreativer Netzausbau vor Ort erleichtert den Ausbau hochmoderner Glasfasernetze

[4] Szenarien und Kosten für eine kosteneffiziente flächendeckende Versorgung der bislang noch nicht mit mindestens 50 Mbit/s versorgten Regionen. Zusammenfassung, TÜV Rheinland Consulting GmbH, Berlin 2013

[5] OECD: OECD Broadband statistics, 2015. http://www.oecd.org/internet/broadband/oecdbroadbandportal.htm

[6] Komission "Nachhaltige Verkehrinfrastrukturfinanzierung", Bodewig, K., 2013

[7] Tauber, H.: Globale FTTH-Modelle – Kein Copy & Paste für Europa!

. Frankfurt am Main 2014

[8] Ahl, K.: The Light Age. Sweden puts the fibre in innovation

[9] Case Studies Collection, FTTH Council Europe, 2015

[10] Germany Trade & Invest: GTAI - Internationale Märkte, 2015. http://www.gtai.de/GTAI/Navigation/DE/Trade/maerkte,did=1101746.html, abgerufen am: 13.03.2015

[11] Danish Business Authority: 100 Mbit/s for everyone by 2020, 2015. http://danishbusinessauthority.dk/danish-broadband-goals, abgerufen am: 13.03.2015

[12] Microsoft Word - White Paper Vergleich internationaler Geschäftsmodelle für Glasfasernetze 09-2013. Ein White-Paper mit Fakten und Beurteilungen, Seim, K., Finke, S. u. Kimmeskamp, G.

[13] Zukunft Breitband - Kosten, Einnahmen und Rentabilität des Breitbandausbaus. http://www.zukunft-breitband.de/Breitband/DE/Ausbau/Finanzierung/KostenEinnahmenRentabilitaet/kosten-einnahmen-rentabilitaet_node.html#doc128528bodyText3, abgerufen am: 14.03.2015

[14] Alfen, W., Bauer, T., Bodenmüller, E., Brezinski, H., Brömer, K., Grove, N., Güther, P., Jacob, D. u. Oepen, R.-P.: Ökonomie des Baumarktes. Grundlagen und Handlungsoptionen: Zwischen Leistungsversprecher und Produktanbieter. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden 2013

[15] Berner, F., Kochendörfer, B. u. Schach, R.: Grundlagen der Baubetriebslehre 1. Wiesbaden: Springer Vieweg 2013

[16] Effizienzsteigerung im öffentlichen Bau durch funktionale Ausschreibungen, Uhl, S. u. Höppner, G., 2010

[17] " Einmalige Chance, sich zukunftssicher zu machen". Aachener Nachrichten (2015), S. 20

[18] Deutschlandfunk: Schnelles Internet - Zehn Milliarden für den Breitbandausbau, 2015. http://www.deutschlandfunk.de/schnelles-internet-zehn-milliarden-fuer-den-breitbandausbau.1818.de.html?dram:article_id=314333, abgerufen am: 16.03.2015

[19] Mit Hochgeschwindigkeit ins digitale Zeitalter. http://www.schnelles-internet-in-bayern.de/foerderung/ueberblick.html, abgerufen am: 16.03.2015

[20] Freynschlag, S.: Breitband-Förderung kommt langsam ins Rollen. Wiener Zeitung (2015), S. 10

[21] Büchner, J., Katzfey, J., Flörcken, O., Moser, A., Schuster, H., Dierkes, S., van Leeuwen, T., Verheggen, L., Uslar, M. u. van Amelsvoort, M.: Moderne Verteilernetze für Deutschland. „Verteilernetzstudie“. Plenarsitzung Plattform Energienetze. Berlin 2014

[22] Studie zur Attraktivität der Baubranche, Personalwerk GmbH, 2014

[23] Baumarkt 2013, Zentralverband des Deutschen Baugewerbes e. V., Berlin 2014

[24] Borst, F.: Tiefbauarbeiten in Dänemark und Schweden. Interview mit Hansen, P., Stuttgart 2015

[25] Hommel, M.: Kostenoptimierter, schlüsselfertiger FTTx-Netzausbau. Breitband-Symposium. Garmisch-Patenkirchen 2014

[26] Zukunft Breitband - Checkliste Bestimmen der Zielgruppen/Stakeholdergruppen. http://www.zukunft-breitband.de/Breitband/DE/Ausbau/Planung/Checklisten/Zielgruppen/zielgruppen_node.html, abgerufen am: 13.03.2015

[27] Breitbandstrategie Schleswig-Holstein, Ministerium für Wirtschaft, Arbeit, Verkehr und Technologie des Landes Schleswig-Holstein, Kiel 2013

[28] Der Baumarkt im Ungleichgewicht, Bauer, T.

[29] DIN Deutsches Institut für Normung e.V.: DIN 16876 -Rohre und Formstücke aus Polyethylen hoher Dichte (PE-HD) für erdverlegte Kabelschutzrohrleitungen – Maße und technische Lieferbedingungen. 2010

[30] Wenzel, F.-T.: Möglichkeiten und Hemmnisse des Breitband-Ausbaus, 2015. http://www.berliner-zeitung.de/wirtschaft/superschnelles-internet-moeglichkeiten-und-hemmnisse-des-breitband-ausbaus,10808230,29460878.html

[31] BREKO – Bundesverband Breitbandkommunikation e.V.: Pressemitteilung-10102014-Koalitionsantrag-Breitband

[32] Gemeinde Rheurdt: Best-Practise Beispiel für den Breitband-Ausbau, Kaack, J.

[33] König, H.: Maschinen im Baubetrieb. Grundlagen und Anwendung. Leitfaden des Baubetriebs und der Bauwirtschaft. Wiesbaden: Springer Vieweg 2014

[34] Leitfaden für Kommunen zur Leerrohrverlegung. Entscheidungshilfe bei Leerrohrverlegungen für Breitbandkabel im Rahmen von Tiefbaumaßnahmen, Schädler, A., Mainz 2013

[35] Einbauanleitung A 535a. Rohre und Formstücke aus Polyethylen hoher Dichte (PE-HD) für erdverlegte Kabelschutzrohrleitungen, Kunststoffrohrverband e.V.

[36] econtech Kalkulator, Borst, F. u. Ripke, H., 2015