



Wirtschaftsförderung
Region Stuttgart



ASAPnet – Animation Studio Access Performance

Planungsstudie für die Glasfaservernetzung von
Animations- und VFX-Studios in der Region Stuttgart

Studienpartner

Die ASAPnet-Studie wurde von der Wirtschaftsförderung Region Stuttgart GmbH und der MFG Filmförderung Baden-Württemberg initiiert, die Projektkoordination hat die Film Commission Region Stuttgart übernommen.

Die Wirtschaftsförderung Region Stuttgart GmbH (WRS) ist der zentrale Ansprechpartner für Investoren und Unternehmen in der Stadt Stuttgart und den fünf umliegenden Landkreisen und fördert mit zahlreichen Projekten und Angeboten die Entwicklung des Standortes – auch im Bereich der Digitalisierung.

Die MFG Filmförderung Baden-Württemberg versteht sich als Kompetenz- und Beratungszentrum für die Film- und Kinolandschaft und fördert nicht nur kulturell herausragende Filmproduktionen für Kino und Fernsehen, sondern unterstützt die Filmkultur und -wirtschaft auch mit zahlreichen Infrastrukturmaßnahmen. Das von der MFG Filmförderung koordinierte Animation Media Cluster Region Stuttgart (AMCRS) ist Studienpartner und trägt wesentlich zur engen Abstimmung der Studie mit den Animations- und VFX-Studios bei.

Die SICOS BW GmbH bildet als weiterer Studienpartner die Schnittstelle zwischen Branche und Wissenschaft und sorgt für die enge Anbindung an das Höchstleistungsrechenzentrum Stuttgart (HLRS); ihre Aufgabe ist es, Unternehmen, insbesondere kleine und mittelständische, bei der Nutzung von High Performance Computing (HPC) und Big Data Technologie zu unterstützen.

Mit der Studienleitung wurde die Dr.-Ing. Nepustil & Co. GmbH beauftragt, die langjährige Erfahrung in der Projektierung, Planung und Realisation komplexer Glasfaserverbindungen hat und die Region unter anderem im ITK-Ausschuss des Deutschen Industrie- und Handelskammertags vertritt.



Wirtschaftsförderung
Region Stuttgart

ASAPnet – Animation Studio Access Performance

Planungsstudie für die Glasfaservernetzung von
Animations- und VFX-Studios in der Region Stuttgart

Inhalt

	Seite
Einleitung	
0. Der nächste Innovationsschritt für Animation und Visual Effects made in Baden-Württemberg	8
Empfehlungen	
1. Per Nachfragepool zum schnellen Netz, per Dark Fiber zu neuen Rechenressourcen – die Empfehlungen insgesamt	10
1.1 Empfehlungen für die Unternehmen	10
1.2 Empfehlungen für die Kreativareale	11
1.3 Empfehlungen für die Carrier	12
1.4 Empfehlungen für die öffentliche Hand	12
Zusammenfassung	
2. Zusammenfassung: Glasfaser statt Turnschuhnetzwerk	14
2.1 Ausgangspunkt: Visual Effects made in der Region Stuttgart	14
2.2 Ergebnisse der Planungsstudie	14
2.2.1 Heterogenität der Branche und eine Gemeinsamkeit: Render-Hunger	15
2.2.2 Software-Fragen – Individuelle Rendering-Pipelines und Render Queue Manager	19
2.2.3 Kreativareale als Akteure	21
2.2.4 Die nachhaltige Lösung: Dark Fiber	22
2.2.5 Basis für die Investitionsentscheidungen der Unternehmen: Kosten, Kosten und Kosten	22
2.2.6 Ausblick: Der gute Draht für Baden-Württemberg – Transferpotenziale für andere rechenintensive Branchen?	26
Vertiefung	
3. Ziele, Vorgehensweise, Partner	28
3.1 Aufgabe der Studie	28
3.2 Auftraggeber und Projektpartner	29
3.3 Teilnehmende Unternehmen	30
4. Einblicke in einen unübersichtlichen Markt – Ergebnisse aus den Unternehmensgesprächen	32
4.1 Render-Hunger	32
4.2 Heterogenität und deren Auswirkung auf die Infrastrukturbedürfnisse	32
5. Die Software-Frage	36
5.1 Rendering-Pipeline und Render-Verwaltung	36
5.2 Lizenzfragen	36
5.3 Das Media Solution Center als Schnittstelle zur Forschung	37

	Seite
6. Kreativareale als Akteure	38
6.1 Erschließung	38
6.2 Kabelinfrastruktur	38
6.3 Alternative Carrier	40
6.4 Die Dark-Fiber-Option	41
6.5 Vertragslaufzeiten	41
6.6 Realisierungszeiten	41
7. Kostenmodelle	42
7.1 Kostenfaktoren	42
7.2 Knotenstunden als ungefähre Kennzahl	42
7.3 Kosten HLRS-Rechenkapazitäten	43
7.4 Kosten einer Glasfaseranbindung	43
8. Exkurs: Glasfaser – Marktsituation und Technologie	45
8.1 Warum Glasfaser?	45
8.2 Vorteile von Dark Fiber	46
8.3 Glasfasertechnik: Was ist ein Glasfaseranschluss?	48
8.4 Glasfasertechnik – Hausanschlüsse	48
8.5 Glasfasertechnik: notwendige Bauteile	50
8.6 Projekt versus Produkt im Glasfasermarkt	51
8.7 Verlegekosten („Beerdigungskosten“)	52
8.8 Zeitliche Horizonte	54
8.9 Glasfasertechnik: Betriebssicherheit, Trassenredundanz, Kreuzungsfreiheit	55
8.10 Marktstruktur und regulatorische Versäumnisse	58
9. Ergebnisse Glasfasernetz: zentraler Knoten zum HLRS	59
9.1 Glasfasernetze: Werkzeug, nicht Kerngeschäft	59
9.2 Anwendungsfälle	59
9.3 Planungsansatz: zentrale Verbindung zum HLRS	60
9.4 Carrier-Anfragen	61
9.5 Sicherheit	63
9.6 Anforderungen an ein Betriebsmodell	64
9.7 Fernebene	64
9.8 Ausblick: Backbone-Planung, Glasfaserausbau und ein zentraler Knoten für die Animations- und VFX-Studios	66
10. Linkliste	67
11. Abbildungen	68



Grußwort

Die Digitalisierung durchdringt fast alle Branchen. Von der Kreativwirtschaft bis zum Maschinenbau, vom Einzelhandel bis zur Automobilindustrie stehen digitale Dienstleistungen und internetfähige Produkte im Zentrum künftigen Wachstums. Damit ist der Zugang zu schnellem Internet zu einem der wichtigsten Standortfaktoren vieler Unternehmen geworden, gerade in einer Hochtechnologie-region wie der Region Stuttgart.

Um die Wettbewerbsfähigkeit unserer Region zu erhalten und weiter voranzubringen, engagieren wir uns beim zügigen und bedarfsgerechten Ausbau der Glasfasernetze. Zusammen mit dem Verband Region Stuttgart, der Stadt Stuttgart und den fünf Landkreisen haben wir ein Projekt gestartet, das die Planungen für Glasfaser-Backbones regionsweit koordiniert.

Besonders augenfällig sind Defizite der digitalen Infrastruktur dort, wo schon heute große Datenmengen bewegt werden, wie in der Animations- und VFX-Branche. Ausgehend von der Filmakademie Baden-Württemberg hat sich in der Region Stuttgart ein Cluster etabliert, das heute weltweites Renommee hat. Um die Biene Maja fliegen zu lassen oder künstliche Welten zum Leben zu erwecken, müssen die Studios jedoch riesige Datenberge verarbeiten. Um den Studios dafür Zugang zu den enormen Kapazitäten des Höchstleistungsrechenzentrums der Universität Stuttgart (HLRS) zu verschaffen – einem der schnellsten Supercomputer der Welt –, haben wir mit dem Media Solution Center BW ein Vorzeigeprojekt in der Region, das wir von Anfang an begleitet haben.

Die vorliegende Planungsstudie untersucht nun, was notwendig ist, damit die Daten nicht mehr auf Festplatten in der S-Bahn, sondern per Glasfaserleitungen von den Studios ins Rechenzentrum kommen. Mit ihrem Pilotcharakter zeigt sie auch für andere Branchen, welcher Bedarf an Glasfaser besteht, welche Hindernisse und Möglichkeiten es beim Ausbau gibt und wie der wirtschaftlich tragfähige und sichere Anschluss von Unternehmensstandorten konkret aussehen kann.

Allen Beteiligten – den Studios, den Autoren sowie unseren Partnern bei der MFG, dem HLRS und der SICOS BW GmbH – gilt dafür mein Dank für die gute Zusammenarbeit.

Walter Rogg

Dr. Walter Rogg
Geschäftsführer Wirtschaftsförderung Region Stuttgart GmbH



Grußwort

Das Filmland Baden-Württemberg wächst. In dem Bereich Animation und Visual Effects hat sich unser Bundesland – und speziell die Region Stuttgart – sogar als führender Standort in Deutschland etabliert. Standards werden gesetzt und neue Entwicklungen vorangetrieben, beispielsweise im Bereich Virtual Reality, und die Arbeit der hiesigen Produktionsstudios findet internationale Beachtung. Aus Stuttgart stammen visuelle Effekte und filmische Fantasiewelten von US-Erfolgsproduktionen wie „Game of Thrones“ und „The Grand Budapest Hotel“. Ihren Ritterschlag bekamen die süddeutschen Studios durch renommierte Auszeichnungen wie Oscars und Emmy Awards.

Unterstützt wird das Wachstum der lokalen Szene durch das von der Medien- und Filmgesellschaft initiierte Animation Media Cluster Region Stuttgart. 13 Animationsstudios und Dienstleister für visuelle Effekte finden hier die Möglichkeit, sich national und international zu vernetzen. Sie nutzen dazu auch das jährlich stattfindende Branchentreffen FMX, den Animation Production Day und das Internationale Trickfilm-Festival Stuttgart. Drei zeitgleiche Events, zu denen sich einmal im Jahr die internationale Film- und Animationsbranche in Stuttgart einfindet.

Damit die Region Stuttgart ihre hohen Standards im Bereich Animation und Visual Effects auch halten kann, brauchen die regionalen Firmen die modernste und schnellste Technik. Das Datenvolumen der Filmprojekte umfasst nämlich oft mehrere Terabyte. Die Studios haben erfreulicherweise seit einigen Jahren die Möglichkeit, in Pilotprojekten die Kapazitäten des Höchstleistungsrechenzentrums Stuttgart zu nutzen. Dafür brauchen sie aber schnelle Glasfaserkabel als Zugang. Die nun vorliegende Studie zeigt auf, wie dieser Zugang geschaffen werden kann, damit die regionalen Studios in Zukunft noch effizienter und schneller arbeiten können. Wenn die darin enthaltenen Handlungsempfehlungen umgesetzt werden, dann wird das, davon bin ich überzeugt, den Ruf des Standorts weiter festigen.

Ich danke allen Beteiligten und unseren Partnern, der Wirtschaftsförderung Region Stuttgart und der SICOS BW GmbH, für die sehr konstruktive Zusammenarbeit bei der Erstellung der Studie.

Carl Bergengruen

Prof. Carl Bergengruen
Geschäftsführer MFG Medien- und Filmgesellschaft Baden-Württemberg mbH

0. Der nächste Innovationsschritt für Animation und Visual Effects made in Baden-Württemberg

25 Jahre nach dem Start der Filmakademie Baden-Württemberg hat sich die Region Stuttgart als Adresse für Animation und Visual Effects international etabliert. Absolventen der Filmakademie Baden-Württemberg in Ludwigsburg und der Hochschule der Medien in Stuttgart heimsen Emmy Awards und Oscars für Visual Effects (VFX) ein. Animation Media aus der Region bedient große Filmstudios weltweit und kreiert eigene Feature- und Werbefilme. Die VFX-Studios aus Stuttgart und der Region sind Zulieferer für Produktionen wie Spielbergs „Bridge of Spies“ (PIXOMONDO) oder „The Gruffalo“ von der BBC (Magic Light Pictures/Studio Soi). Auch die Industrie bedient sich gern der ortsansässigen VFX-Expertise. Infrastrukturtechnisch aber stoßen die im Animation Media Cluster Region Stuttgart (AMCRS) zusammenarbeitenden Unternehmen – wie die Branche insgesamt – mehr und mehr an Grenzen.

Die Anforderungen an die sogenannten Render-Kapazitäten nehmen stetig zu. Unter Rendering versteht man das mehrstufige Berechnen hochauflöser filmischer Einzelbilder aus Drahtgittermodellen. Es ist das Herzstück des computergestützten Produktionsprozesses bei der Schaffung des nächsten Emmerich'schen Katastrophenszenarios.



Abb. 1: Game of Thrones; © Home Box Office™, inc. All rights reserved. (Mackevision Medien Design GmbH)

In Spitzenzeiten schöpft das Rendering die Rechenkapazitäten der Unternehmen aus – und erschöpft sie immer häufiger. Wenn 1.984 Terabyte an Daten und 240.000.000 Renderfarm-Stunden gebraucht werden wie bei Disneys Neuverfilmung des „Dschungelbuch“ [\[1\]](#), dann sind auch die Großen der Branche auf externe Kapazitäten angewiesen. Auch sie suchen nach neuen Lösungen, von der Anmietung eines auf dem LKW anrollenden mobilen Computer-Studios der Firma Silverdraft [\[2\]](#) über deren „Devils and Demons“-Workstations [\[3\]](#) bis zu Googles Cloud-Rendering-Lösung Zync [\[4\]](#).

Die Unternehmen müssen zugleich für die nächste Generation auf dem VFX-Markt vorbauen: Immer feinere Auflösungen und höhere Bildraten, immer naturgetreuere Nachbildungen von Feuer, Wasser, Wind sind gefragt. Die Kunden wollen die Kombination von digitalen und realen Bildern, live am Filmset oder im Entwicklungslabor.

Zudem müssen die explodierenden Datenmengen zu Partnern in aller Welt geschickt oder doch wenigstens im eigenen „Datentresor“ abseits des Produktionsalltags „versorgt“ werden. Bei den Unternehmen in der Region geschieht das heute in den meisten Fällen durch das Versenden von Festplatten. Es fehlt schlicht an ausreichend dimensionierten und dabei bezahlbaren Datenleitungen.

Die Region Stuttgart bietet mit dem Supercomputer Hazelhen des Höchstleistungsrechenzentrums Stuttgart (HLRS), laut der Seite top500.org einer der schnellsten Rechner Europas und Teil der Top 10 der schnellsten Rechner weltweit (Stand: November 2015), optimale Voraussetzungen, um VFX- und Animations-Studios an den Innovationsmöglichkeiten des High Performance Computing (HPC) teilhaben zu lassen. Ebenso wie die Wissenschaft und Industrie, die heute bereits zum Nutzerkreis gehören, können sie von den Möglichkeiten am HLRS profitieren. Für die Studios bedeutet dies: Sie sind in der Lage, große Render-Jobs zu erledigen, neue Technologien zu erproben und selbst zu entwickeln und ihre Wettbewerbsfähigkeit entscheidend zu verbessern. Voraussetzung für die Realisierung eines solchen Szenarios ist ein bezahlbarer und ausreichend dimensionierter Glasfaseranschluss.

Die vorliegende Studie gibt auf der Basis einer Bedarfsabfrage bei den im AMCRS vertretenen Unternehmen (sowie bei einzelnen Nicht-AMCRS-Unternehmen) Empfehlungen für konkrete infrastrukturelle und organisatorische Innovationsschritte. Zahlen und Angebote aus den Gesprächen waren vertraulich zu behandeln und dienen als Grundlage der Situationsanalysen und Empfehlungen.

Die Empfehlungen richten sich an die Studios selbst, an die Kreativareale und Telekommunikationsanbieter/Carrier sowie an die öffentliche Hand (Kapitel 1). Eine Zusammenfassung der wesentlichen Ergebnisse für alle Akteure liefert Kapitel 2. Der Hauptteil der Studie skizziert nach einem kurzen Überblick über das Vorgehen und die Anlage der Studie (Kapitel 3) die Ergebnisse aus den Unternehmensgesprächen (Kapitel 4) sowie Überlegungen zur Software-Integration (Kapitel 5). Ein eigenes Kapitel ist den Chancen gewidmet, die durch eine aktivere Rolle der Kreativareale bei der Bereitstellung einer zukunftsfähigen Netzanbindung entstehen können (Kapitel 6). Kapitel 7 stellt die Kostenmodelle verschiedener Konzepte einander gegenüber. Zum Abschluss wird ein detaillierter Vorschlag für einen zentralen Glasfaserknoten im Zentrum Stuttgarts präsentiert, über den die Verbindung zum HLRS ermöglicht werden kann (Kapitel 9). Das Kapitel 8 ist ein kleiner Exkurs zum Thema Glasfasertechnologie, der von Kennern der Materie einfach übersprungen werden kann. Darin wird insbesondere auch die Nutzung von „unbeleuchteter“ Glasfaser, im Fachjargon auch Dark Fiber genannt, eingehend erklärt.

Anders als bei den üblicherweise von den Telekommunikationsunternehmen angebotenen Glasfaseranschlüssen wird dabei nur die „nackte“ Leitung angemietet und über eigene Endgeräte vom Mieter selbst gemanagt. Der entscheidende Vorteil ist die Möglichkeit, die in der Glasfaserleitung steckenden Übertragungskapazitäten unabhängig von einem limitierenden Netzwerkmanagement eines Carriers auszuschöpfen.

Mit der Schaffung des Animation Media Cluster Region Stuttgart (AMCRS) und Einrichtungen wie dem Institut für Animation, Visual Effects und digitale Postproduktion an der Filmakademie Baden-Württemberg, mit Fachkonferenzen wie der FMX und mit dem Internationalen Trickfilm-Festival Stuttgart gibt es bereits wesentliche Infrastrukturbausteine. Mit der klugen Ausweisung und Gestaltung von Kreativarealen, der weiteren Entwicklung des Media Solution Centers und der Schaffung eines zentralen Glasfaserknotens als Schnittstelle zum HLRS kann darauf aufgebaut werden.

1. Per Nachfragepool zum schnellen Netz, per Dark Fiber zu neuen Rechenressourcen – die Empfehlungen insgesamt

1.1 Empfehlungen für die Unternehmen

Die Navigation des komplexen Umfeldes „Glasfasermarkt“ ist für die einzelnen Animations- und VFX-Studios schwer zu bewältigen, zumal dies nicht zu ihren Kernaufgaben gehört. Abhilfe kann durch das Bilden von Nachfragepools geschaffen werden. Nachfragepools können Marktwissen bündeln und den Poolteilnehmern zugleich eine bessere Verhandlungsposition gegenüber den Netzbetreibern und den als Vermieter auftretenden Kreativarealen sichern. Ohne dieses gebündelte Wissen sind meist nur handelsübliche Angebote verfügbar, die jedoch die Innovationspotenziale der Glasfasertechnologie für die Nutzer nicht ausreizen.

Die AMCRS-Mitglieder sollten sich über die Schaffung von Nachfragepools verständigen und gegebenenfalls gemeinsam entsprechende organisatorische Strukturen entwickeln. Das AMCRS könnte dabei eine moderierende Rolle übernehmen. Wer als juristischer Träger auftreten kann, gilt es zu klären.

Auch als Mittler in der Kommunikation mit Kommunen und Kreativarealen kann der Pool eine wichtige Rolle spielen.

Um Angebote für zuschussfrei finanzierbare Glasfaserverbindungen zu erhalten, müssen reine Glasfaserstrecken (Dark Fiber) und Dienstangebote (auch gemanagte Strecken, Lit Fiber) getrennt angefragt werden. Dies erlaubt eine bessere Kostentransparenz.

Die vorliegenden Angebote der Studie haben ergeben, dass einzelne Unternehmen die notwendigen monatlichen Kosten einer Glasfaseranbindung selbst schultern können und eine Refinanzierung in den normalen Planungshorizonten für sie möglich ist. Insbesondere für kleinere Unternehmen muss klar unterschieden werden zwischen Investitionskosten und laufenden Betriebskosten. Die Investitionskosten für den Erstanschluss können, insbesondere bei ungünstiger Standortsituation (große Distanz zur nächsten Glasfaserstrecke), die Möglichkeiten der Unternehmen übersteigen.

Bei der Standortwahl sollten Unternehmen bereits im Vorfeld auf eine vorhandene Glasfaseranbindung und eventuell die Existenz eines Nachfragepools achten.

Um die Wirtschaftlichkeit der Nutzung von externen Render-Kapazitäten – etwa am HLRS über die dann vorhandenen Glasfaserstrecken – besser abschätzen zu können, sind Kalkulationen zu internen und externen Render-Kosten sinnvoll. Ein wichtiger Schritt sind hier individuelle Benchmarks, die sich aus Testrechenläufen am HLRS ergeben können.

Einkalkuliert werden müssen auch entstehende Software-Integrationskosten. Unternehmen könnten zur Klärung von Fragen der Software-Integration am HLRS in Zukunft im Media Solution Center einen neuen Partner finden.

Empfehlungen für Unternehmen

- Nachfragepools für Glasfaseranbindung bilden; Kreativareale, weitere Unternehmen und Clusterinitiativen als mögliche Partner, Moderatoren oder Organisatoren für Pools ansprechen
- Konsultation zur Konkretisierung eines Pilotprojekts Gemeinsamer Glasfaserknoten Stuttgart für Animations- und VFX-Studios starten
- Glasfaserinfrastruktur als wichtiges Kriterium der Standortentscheidung bedenken
- Kosten für Dark Fiber („nackte“ Leitung) getrennt von Kosten für Dienste anfragen
- Rendering-Kosten im Unternehmen erfassen, mittels Testrenderings interne und externe Rendering-Kosten vergleichen

1.2 Empfehlungen für die Kreativareale

Der Anschluss an das Glasfasernetz gehört heute zur Grundversorgung einer Gewerbeimmobilie.

Wenn Kreativareale in der Bereitstellung der notwendigen passiven Verkabelungsinfrastruktur so weit in Vorleistung gehen, dass die Telekommunikationsanbieter/Carrier und die Nutzer keine aufwändigen Projektierungs- und Planungsprozesse benötigen, hilft das allen Parteien: Vermietern, Nutzern und den Carriern.

Die Kreativareale, in denen die Unternehmen meist Mieter sind, sollten schon in der Bauphase, spätestens bei anstehenden Renovierungs- oder Sanierungsarbeiten alle Aspekte der Vernetzung berücksichtigen. Der Einbau von beziehungsweise die Vorbereitung für den Anschluss ans Glasfasernetz, für den Inhausanschluss sowie für die später von den Unternehmen/Mietern individuell auszubringende Büroverkabelung legen den Grundstein für die Attraktivität eines Standorts.

Bei der Inhausverkabelung kann ein neutraler Übergabepunkt im Areal eine Wettbewerbssituation schaffen. An diesem Punkt kann ein Nutzer die Leitungsnetze aller konkurrierenden Carrier erreichen.

Eine vorausschauende Planung in Bezug auf die Büroverkabelung (geeignete Leerrohre) vermeidet aufwändige Verkabelungsprojekte durch die Mieter. Generell können diese Effizienzgewinne für Areale und Mieter auch in den Quadratmeterpreisen ihren Niederschlag finden.

Die Kreativareale sollten sich auch in die Nachfrage nach Telekommunikationsleistungen im Namen ihrer Mieter vermittelnd einbringen, um einerseits eine Abstimmung von Laufzeiten zwischen Mietverträgen und Glasfaserverträgen zu ermöglichen und andererseits generell bessere Konditionen für die Mieterschaft der Areale zu sichern. Dabei können verschiedene Telekommunikationsangebote (Dark Fiber, Lit Fiber) im Sinne der Mieter verhandelt werden.

Um die beiden Ansätze Glasfasergrundversorgung in Gewerbeimmobilien und in Kreativarealen als Nachfragepools weiter zu konkretisieren, soll in den kommenden Monaten eine Veranstaltung zum Thema organisiert werden. Dabei kann auch geklärt werden, ob es einen immobilienwirtschaftlichen Forschungsbedarf zu Anforderung, Finanzierung und Betrieb von Informations- und Telekommunikationsinfrastruktur in Gewerbeimmobilien gibt.

Empfehlungen an Kreativareale

- Glasfaseranschluss als Teil der Grundversorgung in der Gewerbeimmobilie verstehen (vergleichbar Strom- und Wasserversorgung)
- Durch neutralen Übergabepunkt Wettbewerbssituation schaffen
- Leerrohre für individuelle Büroverkabelung planen und einbauen
- Rolle als Bündler und Vermittler zwischen Mietern und Carriern übernehmen
- Veranstaltung zum Thema Glasfaser und Kreativareale

1.3 Empfehlungen für die Carrier

Die Carrier sollten in Zukunft der Dynamik einer im schnellen Projektgeschäft arbeitenden Branche wesentlich stärker Rechnung tragen. Monatelange Verhandlungsphasen und sich hinziehende Reaktionen auf Anfragen sind für Nachfrager der Animations- und VFX-Branche verwirrend.

Den Carriern ist die Zusammenarbeit mit Gewerbeimmobilienbetreibern zu empfehlen. Den Wunsch nach Exklusivität („Es kann nur einen geben“) für die Erschließung in ihren Vermarktungsstrategien sollten sie aufgeben.

Im Gegenzug sollten sie von den Arealen bessere Voraussetzungen in der passiven Verkabelungsinfrastruktur bekommen, um Kundenprojekte einfacher und schneller zu realisieren.

Dark Fiber und Lit Fiber sollten im Angebotsportfolio enthalten sein. Die Anbieter selbst sollten beim Ausbau nachhaltig denken und diesen mit einer hohen Faserzahl pro Gebäude (fiber-rich) durchführen.

Empfehlungen für Telekommunikationsanbieter/Carrier

- Besondere Dynamik bestimmter Branchen (hier Animations- und VFX-Branche) verstehen und Angebote anpassen
- Zusammenarbeit mit Gewerbeimmobilienbetreibern/Kreativarealen suchen
- Exklusivitätsansprüche bei Erschließung aufgeben und stattdessen von gut vorbereiteten Hausübergabepunkten profitieren
- Dark Fiber neben Lit Fiber anbieten, Fiber-rich-Ausbau bevorzugen

1.4 Empfehlungen für die öffentliche Hand

Die öffentliche Hand sollte bei Ausschreibungen neuer Flächen und Areale verbindliche Open-Access-Vorgaben für die Informations- und Telekommunikationsinfrastruktur machen. Der Glasfaseranschluss und vor allem die carrierneutrale Hausübergabestelle, die einen Wettbewerb unterschiedlicher Glasfaseranbieter ermöglicht, gehören ins Pflichtenheft bei der Vermarktung neuer Flächen an Kreativareale und Gewerbegebiete.

Dabei ist insbesondere darauf zu achten, dass der Wettbewerb nicht durch falsche Ausbaustrategien von vornherein verhindert wird. Konkret ist bei der Anbindung von Arealen und Gewerbeimmobilien zu vermeiden, dass ein Glasfaserausbau auf wenige Faserpaare

beschränkt wird (stattdessen fiber-rich Ausbau). Denn durch einen solchen beschränkten Ausbau laufen Regulierungsansätze ins Leere.

Die öffentliche Hand kann selbst mit gutem Beispiel als Anbieter von Glasfaser vorangehen. Viele Infrastrukturbetriebe des Bundes, der Länder und der Kommunen können bei der Bereitstellung und Bepreisung von Leerrohr- und Dark-Fiber-Kapazitäten wichtige Funktionen wahrnehmen. Der geringfügige Nachteil der niedrigeren direkten staatlichen Einnahmen durch die Telekommunikations-Tochterunternehmen wird gesamtgesellschaftlich durch die gestiegene Wettbewerbsfähigkeit der Nutzer mehr als ausgeglichen. Insbesondere sollte die öffentliche Hand auch bei Dark-Fiber-Angeboten eine Vorreiterrolle übernehmen.

Auf Nachfragerseite kann die öffentliche Hand durch Nutzung der Möglichkeiten im eigenen Arbeitsgebiet ebenfalls innovativer werden und durch eine klare Präferenz für Dark-Fiber-Angebote den Markt öffnen.

Sofern die innovative Triebkraft der Rendering-/VFX-/Animations-/CGI-Branche in Richtung vor- und nachgelagerter Märkte (zum Beispiel Werbebranche, Entertainment, Simulation, Visualisierung, Engineering, Elektronik) als Querschnittsaufgabe verstanden wird, können öffentlich finanzierte Forschungsprojekte im Bereich Software-Entwicklung und Netzintegration ins Auge gefasst werden. Vorbereitende Arbeiten für die Nutzung des HLRS sind mit dem Projekt Media Solution Center bereits angelaufen.

Grundsätzliche Überlegungen zum flächendeckenden Glasfaserausbau als Motor einer Innovationsstrategie für Unternehmen und Gesellschaft können zu einer neuen Rolle der öffentlichen Hand führen. Die Studie kann dabei auch Hinweise für die im Koalitionsvertrag verankerte Strategie digital@bw geben, die die Erschließung aller Gebäude mit Glasfaser als mittelfristiges Ziel festschreibt.

Den Partnern der Studie, der MFG und der WRS, kann die Aufgabe zukommen, die Entwicklung der in der Studie vorgeschlagenen Folgeprojekte – zum Beispiel Veranstaltung für die Kreativareale zum Thema Glasfaser, möglicher Aufbau eines zentralen Glasfaserknotens, Dialog zu möglichen Nutzerpools – zu moderieren und zu unterstützen. Sie können auch dafür Sorge tragen, dass die Projekte miteinander abgestimmt und Hand in Hand mit den Kommunen, den Landkreisen, der Region und dem Land vorangetrieben werden.

Empfehlungen für die öffentliche Hand

- Glasfaseranschluss und neutrale Hausübergabestelle als Bedingung in öffentlichen Ausschreibungen
- Wettbewerbssituationen schaffen und Glasfaserausbau mit geringer Glasfaserzahl vermeiden
- Angebotspolitik öffentlicher Infrastrukturanbieter als Wettbewerbstreiber durch fiber-rich Glasfaserausbau
- Dark Fiber und Rich Fiber als Nachfrager fördern
- Forschungsaufgaben im Bereich VFX, Höchstleistungsrechnen in Cloud-umgebungen als mögliche Querschnittsfunktion für weitere Märkte definieren
- Projekt Media Solution Center vorantreiben
- Rolle der öffentlichen Hand im Blick auf eine künftige Grundversorgung mit Glasfaserinfrastrukturen neu bewerten und Umsetzungsschritte für digital@bw angehen
- MFG und WRS als Moderatoren der Folgeprozesse

2. Zusammenfassung: Glasfaser statt Turnschuhnetzwerk

2.1 Ausgangspunkt: Visual Effects made in der Region Stuttgart

Baden-Württemberg ist Deutschlands Top-Standort im Bereich Animation und Visual Effects. Dazu hat das von der MFG initiierte und mit finanzieller Beteiligung des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung im Jahr 2009 gegründete Animation Media Cluster Region Stuttgart (AMCRS) wesentlich beigetragen. Die MFG Baden-Württemberg fördert und stärkt mit diesem Cluster den Know-how- und Technologietransfer in der Region.

Das AMCRS besteht derzeit aus 13 in Baden-Württemberg ansässigen VFX-Dienstleistern und Animationsstudios, um die sich wiederum viele Kleinstunternehmen und regional verwurzelte Freelancer gruppieren. Je nach Auftragslage finden bis zu 400 Artists Beschäftigung. Die international renommierten Ausbildungsgänge an der Filmakademie in Ludwigsburg oder der Hochschule der Medien in Stuttgart liefern alljährlich bestens ausgebildete neue Talente. Für diese VFX- und Animationsspezialisten dauerhaft Arbeitsmöglichkeiten zu entwickeln, gehört zu den Zielen der Förderarbeit der MFG und des AMCRS.

Die AMCRS-Mitglieder kreieren Visual Effects für Spiel- und Dokumentar-, Werbe- und Wirtschaftsfilme mithilfe von Computern und spezieller Software. Die dafür notwendige Rechenkapazität ist in Rechenzeit und Datenmenge erheblich und wächst durch Innovationen im Animations- und VFX-Bereich beständig. Die Firmen nutzen daher gerne jede angebotene Innovation.

Eine solche in der Region Stuttgart realisierte Innovation ist die Möglichkeit, das Höchstleistungsrechenzentrum Stuttgart (hlrs.de) zu nutzen, um kurzfristig auf die dort verfügbaren hohen Rechenkapazitäten zuzugreifen.

Am HLRS steht mit Hazelhen aktuell ein Rechner aus den Top Ten der weltweit schnellsten Supercomputer (top500.org). Die HLRS-Rechenpower ist so attraktiv, dass sie in der Vergangenheit bereits im Animationsbereich zum Einsatz kam, etwa für den vom AMCRS-Mitglied M.A.R.K.13 bearbeiteten Kinofilm „Biene Maja“ (Studio 100 Media GmbH).

Allerdings mussten die Unternehmen dazu ungewöhnliche Wege gehen. Wegen der großen Menge konnten die Daten nicht über die zur Verfügung stehenden DSL-Leitungen übertragen werden. Stattdessen wurden Festplatten ausgetauscht, um die Daten zwischen Unternehmen und HLRS hin- und herzutransportieren. Der Transport von Szenen des Biene-Maja-Films per S-Bahn quer durch Stuttgart machte als „Turnschuhnetzwerk“ in der regionalen und überregionalen Presse Schlagzeilen.

Die Datenübertragung per Glasfaser könnte demgegenüber einen ausreichend schnellen direkten Zugriff auf die Rechenkapazitäten des HLRS aus den Räumen der betreffenden Unternehmen heraus möglich machen – ohne den Umweg über das Turnschuhnetzwerk. Das entspricht auch dem aktuellen Stand der Technik.

2.2 Ergebnisse der Planungsstudie

Ziel der Planungsstudie war es, den Bedarf an Rechenkapazitäten bei den AMCRS-Mitgliedern und weiteren Unternehmen am Markt zu ermitteln, Hürden darzustellen und Empfehlungen für eine aus Sicht der Unternehmen ökonomisch sinnvolle Lösung zu geben. In Gesprächen mit elf Unternehmen (davon zwei Nicht-AMCRS-Mitglieder) wurden die Ist-Situation im Bereich Rendering, der Bedarf an zusätzlicher Kapazität und zugleich die Ist-Situation bei der Netzwerk-anbindung abgefragt.



Abb. 2: Biene Maja als Rendering-Projekt am Höchstleistungsrechenzentrum Stuttgart (Studio 100 Media/Buzz Studios, 2014)

Im Ergebnis kann festgehalten werden, dass etwa 80 Prozent der befragten Unternehmen groß genug ist, um das HLRS zu nutzen. Je nach Projekt und Unternehmen ist eine Nutzung im Bereich Spitzen- und Mittellast realistisch und auch meist sehr erwünscht. Bei allen Gemeinsamkeiten der Unternehmen ist der Bedarf individuell allerdings recht unterschiedlich.

2.2.1 Heterogenität der Branche und eine Gemeinsamkeit: Render-Hunger

Die 13 Mitgliedsunternehmen des AMCRS decken mit ihren Dienstleistungen einen spezialisierten Markt ab und besetzen gleichzeitig jeweils verschiedene Teilsegmente. Im Zentrum der Aktivitäten der AMCRS-Unternehmen steht die computergestützte Erstellung und Bearbeitung von Filmszenen.

Geografisch verteilen sich die Unternehmen auf Standorte im Stadtgebiet Stuttgart und in Ludwigsburg (siehe Abb. 3, Seite 16).

Dabei decken die verschiedenen Unternehmen teils die gesamte Wertschöpfungskette selbst ab, sie treten also zum Beispiel als Filmproduzenten bei Entwicklung, Herstellung und Vertrieb von Animationsfilmen auf oder bieten als Full Service Electronic Media Agentur kreative Dienstleistungen von der Konzeption über die Produktion bis zur Postproduktion für Industriekunden an. Gleichzeitig sind Unternehmen Teil des AMCRS, die auf die Gestaltung und Berechnung digitaler Effekte in Filmen spezialisiert sind und als VFX-Dienstleister für Teilsequenzen oder bestimmte Arbeitsschritte angefragt werden. Die Unternehmen sind gleichzeitig Konkurrenten und Kooperationspartner; so arbeiten an großen Blockbuster-Projekten teilweise mehrere AMCRS-Mitglieder mit. Andere Studios konzentrieren sich auf den künstlerischen Animationsfilm oder auf VFX für TV-Filme.

**1 HLRS
(Höchstleistungs-
rechenzentrum
Stuttgart)**

BelWü-Übergabepunkte

- 2 Allmandring 30a
- 3 Pfaffenwaldring 57
- 4 Keplerstraße 11
- 5 Königstraße 46

Carrier-Übergabepunkte

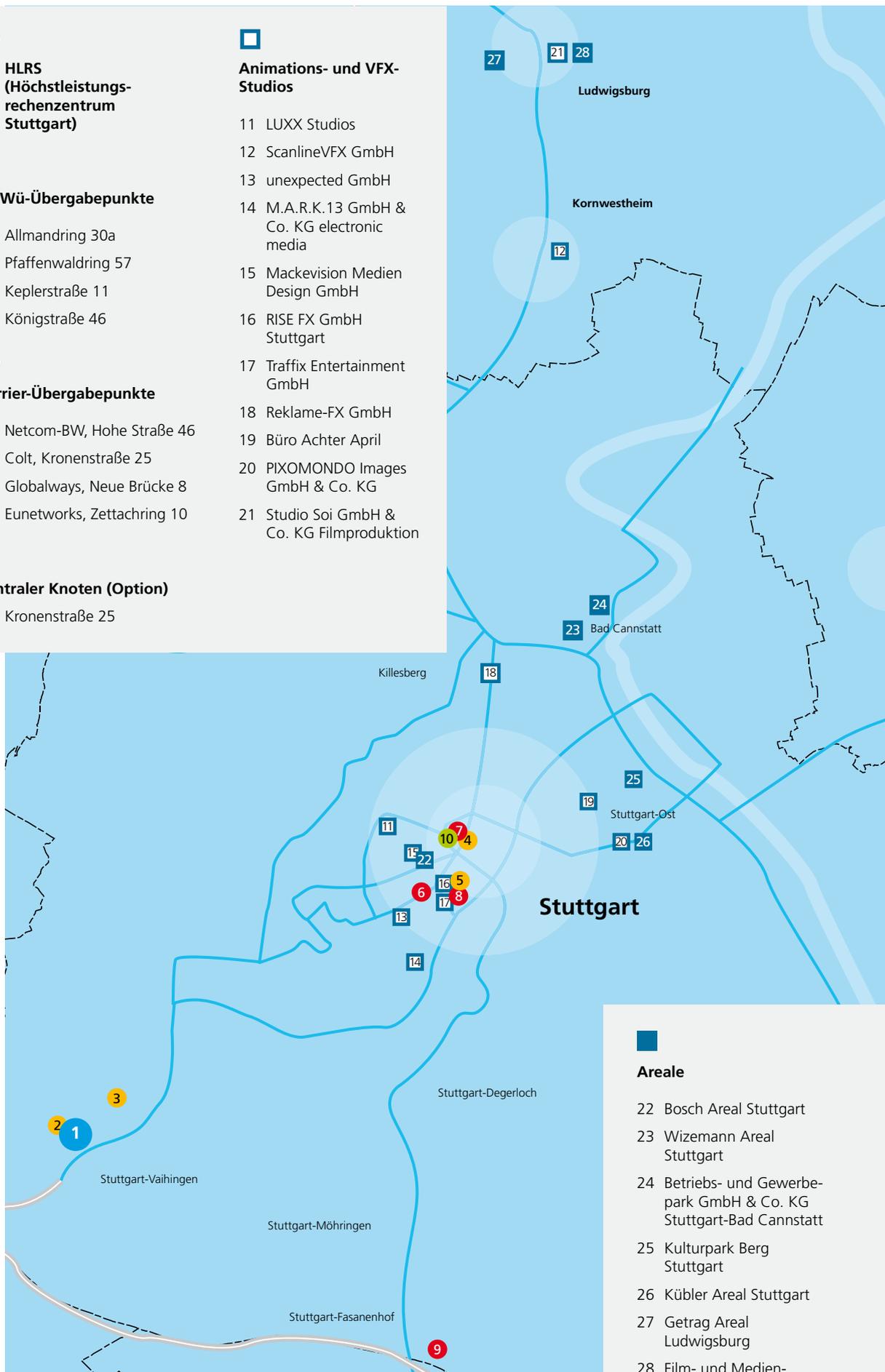
- 6 Netcom-BW, Hohe Straße 46
- 7 Colt, Kronenstraße 25
- 8 Globalways, Neue Brücke 8
- 9 Eunetworks, Zettachring 10

Zentraler Knoten (Option)

- 10 Kronenstraße 25

**Animations- und VFX-
Studios**

- 11 LUXX Studios
- 12 ScanlineVFX GmbH
- 13 unexpected GmbH
- 14 M.A.R.K.13 GmbH & Co. KG electronic media
- 15 Mackevision Medien Design GmbH
- 16 RISE FX GmbH Stuttgart
- 17 Traffix Entertainment GmbH
- 18 Reklame-FX GmbH
- 19 Büro Achter April
- 20 PIXOMONDO Images GmbH & Co. KG
- 21 Studio Soi GmbH & Co. KG Filmproduktion



- Areale**
- 22 Bosch Areal Stuttgart
 - 23 Wizemann Areal Stuttgart
 - 24 Betriebs- und Gewerbepark GmbH & Co. KG Stuttgart-Bad Cannstatt
 - 25 Kulturpark Berg Stuttgart
 - 26 Kübler Areal Stuttgart
 - 27 Getrag Areal Ludwigsburg
 - 28 Film- und Medienzentrum Ludwigsburg

Abb. 3: Standorte der beteiligten Akteure

Manche Unternehmen sind Niederlassungen eines nationalen oder internationalen Netzwerks, andere verstehen sich als inhabergeführtes regionales Studio. Vereinzelt treten die Unternehmen zusätzlich als Software-Anbieter für das Rechnen bestimmter Effekte auf.

Wegen dieser Heterogenität und auch angesichts der sehr unterschiedlichen Unternehmensgrößen (5 bis 300 Mitarbeiter, teils an mehreren Standorten) müssen die Empfehlungen entsprechend gewichtet werden.

Folgende Unternehmen haben im Rahmen der Studie über ihre Erfahrungen und den Bedarf an infrastrukturellen Kapazitäten berichtet (in alphabetischer Reihenfolge):

Büro Achter April

Kunst und Commercials sind der Schwerpunkt des Studios. Seit 2008 entwickelt das Büro Achter April Animationen und interaktive Inhalte für Werbekampagnen, didaktische Kommunikationsmittel, Titeldesigns, Musikvideos, visuelle Erzählungen und Ausstellungen. Nach Erfahrungen mit der Blockade eines Telekommunikationsanschlusses durch benachbarte Eigentümer ist man inzwischen überzeugt: Der Glasfaseranschluss ist auch für kleinere Studios ein Standortfaktor.

8apr.de

LUXX STUDIOS

LUXX STUDIOS gestaltet erfolgreich Animation und Visual Effects für Filme wie „Independence Day Resurgence“ und „The Grand Budapest Hotel“ sowie für Werbung und TV-Filme. LUXX Studios setzt Visionen seiner Kunden mit präzisiertem Blick für Design, einem hoch qualifizierten Team und maßgeschneiderter Technik um. Besonderer Schwerpunkt: hochwertige Animation und Visual Effects für Kino und TV. Besondere Herausforderung: Herstellung realistischer, gestalterisch anspruchsvoller und kosteneffizienter Lösungen im internationalen Wettbewerb.

luxx-studios.com

Mackevision Medien Design GmbH

Mit dem Emmy Award für Visual Effects in der Serie „Game of Thrones“ ausgezeichnet, ist das ursprünglich in Stuttgart gegründete Studio auch stark im Bereich Computeranimationen für die Automobilbranche (zum Beispiel Daimler, Chrysler, Hyundai, Toyota). Real-time-Rendering für die Automotive Branche steht dabei auf der Agenda.

mackevision.com

M.A.R.K.13™ GmbH & Co. KG electronic media

Das international erfolgreiche Studio verfügt über einen größeren eigenen Render-Cluster. Nach den Erfahrungen mit „Biene Maja“ will man das HLRS auch für „Biene Maja 2“ und „Wickie“ einplanen. Das Studio ist ebenfalls stark bei Filmen für den Bereich Automotive.

mark13.com

PIXOMONDO Images GmbH & Co. KG

International aufgestellte und oscarprämierte („Hugo Cabret“) Visual-Art-Schmiede. Rendering-Jobs werden zwischen verschiedenen internationalen Standorten verteilt, trotzdem wird es in Spitzenzeiten eng im eigenen Rendering-Netzwerk, sodass das HLRS-Angebot willkommen ist.

pixomondo.com

Reklame-FX GmbH

Spezialisierung auf 2D- und 3D-Werbeanimationsfilme; zahlreiche Preise in den Kategorien Werbe- und Industriefilm, unter anderem der Cannes Corporate Media & TV Award in Gold. Reklame-FX bietet neben animierten Werbefilmen auch VFX und Animationssequenzen als Dienstleistung an.

reklame-fx.de

RISE FX GmbH Stuttgart

RISE ist ein Studio für digitale Bildbearbeitung, spezialisiert auf visuelle Effekte in Kinofilmen. Von „Harry Potter“ über „Iron Man“, „Captain America“, „Cloud Atlas“, „Guardians of the Galaxy“ oder Guy Ritchies „Codename: U.N.C.L.E.“ hat RISE in seinen Niederlassungen in Stuttgart, Berlin, Köln und Wien fantastische wie auch historische Welten erschaffen und berühmte Bauwerke dem Boden gleichgemacht, fotorealistische Charaktere erfunden und Zauberei erst sichtbar werden lassen. Ermöglicht wird das durch ein festes Team von 27 Kreativen und zu Stoßzeiten von über 100 freien Künstlern, Programmierern und Designern aus der ganzen Welt.

risefx.com

ScanlineVFX GmbH

ScanlineVFX ist international gefragt, vor allem wenn es um digitale Szenen rund ums Wasser geht. Für die filmische Rekonstruktion des Tsunami 2004 gab es eine Oscar-Nominierung. Für die hauseigene Fluid Software Flowline erhielt man 2008 bereits den Scientific and Technical Achievement Academy Award.

scanlinevfx.com

Studio Soi GmbH & Co. KG Filmproduktion

Jede Woche wird ein Beitrag zur preisgekrönten Animationsserie „The Amazing World of Guball“ geliefert. Für die Übertragung hätte man sehr gerne eine gute Glasfaseranbindung. 2003 von sieben Absolventen der Ludwigsburger Filmakademie gegründet, hat man bereits den Goldenen Spatz, Preise beim Festival international du film d'animation d'Annecy und beim paneuropäischen Cartoon d'Or eingeheimst.

studiosoi.de

Traffix Entertainment GmbH

2001 als Tochterunternehmen der Caligari Film gegründet, entwickelt und produziert Traffix Entertainment (Firmenstandort: Stuttgart) Animationsprojekte für Kino und TV – unter anderem mit „Die Nimbols“ eine der ersten CGI-animierten Serien. Zu den erfolgreichen Eigenproduktionen im Kino zählen „Ritter Rost – Eisenhart und voll verbeult“ und „Der kleine Drache Kokosnuss – Feuerfeste Freunde“.

caligari-film.de/unternehmen/tochterunternehmen

Unexpected GmbH

Visual Effects, 3D-Animation und interaktive Produktionen besonders für Konzerne wie Porsche, Bosch und Daimler gehören zum Kerngeschäft. Große internationale Werbespots werden vom In-house-Regieduo Alex & Steffen rund um den Globus gedreht und anschließend in Stuttgart postproduziert. Für externes Rendering besteht gerade wegen der kurzen Laufzeiten vieler Projekte großes Interesse.

unexpected.de

Zentrales Ergebnis dieser Gespräche ist, dass ein Zusatzbedarf an Rechenkapazität für das Rechnen von Visual Effects, Filmsequenzen und Animationen (Rendering) grundsätzlich vorhanden ist. Bedarf für eine bessere Netzanbindung besteht ebenfalls für die Mehrzahl der Unternehmen. Nur wenige große Unternehmen haben so viel Bandbreite eingekauft, dass sie zumindest aktuell versorgt sind.

In Bezug auf das Rendering zeigten praktisch alle befragten Unternehmen Interesse am Zukauf von Kapazitäten, auch wenn sie selbst schon über mittlere oder große Rechnercluster verfügen. Mehrere Unternehmen kaufen darüber hinaus bereits jetzt zusätzlich Render-Knoten für Spitzenlasten ein. Ursache des Render-Hungers ist letztlich die stark projektgetriebene Arbeit praktisch aller AMCRS-Mitglieder. Für die Spitzenzeiten würde man daher nur zu gerne auf weitere Alternativen zugreifen, wie die Unternehmen selbst unterstreichen.



Abb. 4: The Grand Budapest Hotel. White House Down. Porsche Aerodynamics. (LUXX Studios)

Spezialisierte Renderfarmen gibt es auch in Deutschland. Besonders weit entwickelt ist der Markt, etwa auch bei mobilen Lösungen, allerdings in den USA. Dort können mobile Renderfarm-Lösungen angemietet werden: In Lastwagen eingebaute Server werden dann einfach vor die Tür des Studios gestellt.

Poollösungen im Bereich Software beziehungsweise Software-Integrationsleistung wurden von einigen der Unternehmen konkret angesprochen. Mit einiger Sorge verfolgen viele Studios Veränderungen in der Lizenzpolitik der Software-Häuser. Der Trend geht hier mehr und mehr vom Kauf der Software zur Miete.

2.2.2 Software-Fragen – Individuelle Rendering-Pipelines und Render Queue Manager

Eine besondere Herausforderung für die praktische Nutzung der externen Rechenkapazitäten ist die Software-Integration. Obwohl für das Rendering, also das Rechnen der VFX-Szenen, ein einigermaßen überschaubares Angebot an Software-Tools genutzt wird, gleicht doch keine der Rendering-Pipelines der anderen. Unter diesen Pipelines verstehen die Experten die hintereinandergeschalteten, durch verschiedene Software-Produkte realisierten Rechenschritte vom Bildmodell bis zum finalen Filmbild.

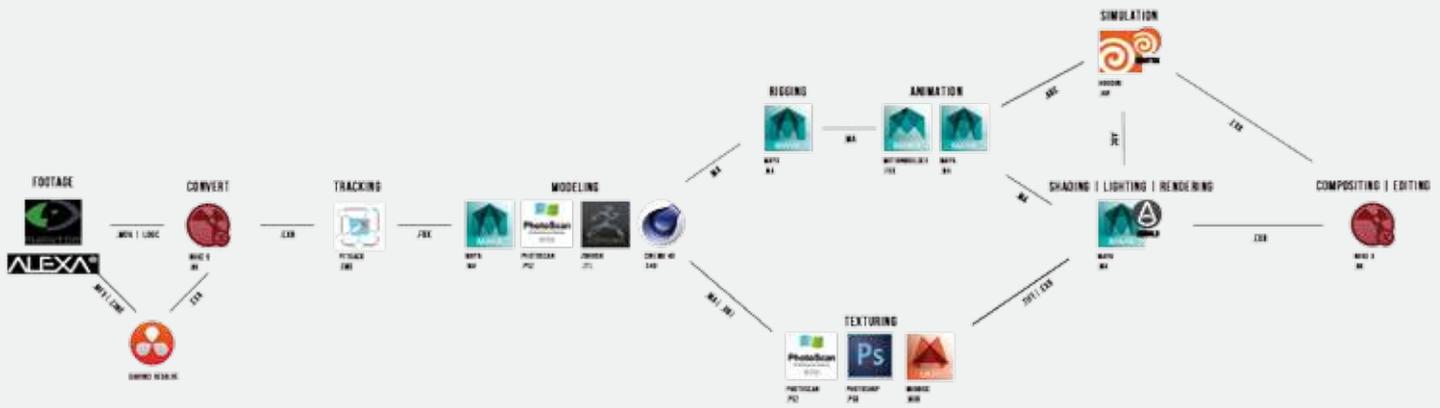


Abb. 5: Software-Pipeline (Quelle: Alexander Richter, richteralexander.com)

Die Unternehmen setzen meist auf eingekaufte Software, die allerdings durch beständig neu entwickelte Zusatzsoftware-Bestandteile (sogenannte Plug-ins) angereichert und mit selbst entwickelten Software-Elementen kombiniert werden kann. Besondere Plug-ins gibt es etwa für das Rechnen von Feuer, Wasser, Wolken oder auch ausgefallenen Texturen wie Tierfell oder Drachenhaut. Einzelne Unternehmen treten selbst als Software-Anbieter auf, beispielsweise ScanlineVFX, das sich international einen Namen als Spezialist für die naturalistische Darstellung von Wasser gemacht hat.

Der Rendering-Prozess auf vielen parallel arbeitenden Rechnern wird von einer Render-Verwaltungssoftware (Render Queue Manager) gesteuert. Im Rahmen der Gespräche häufig genannte Render-Verwaltungssoftware-Produkte sind etwa RoyalRender, dessen Hersteller in Ludwigsburg ansässig ist, PipelineFX oder Deadline. Je nach Lizenzmodell müssen Abfragen auf Lizenzservern von internen oder externen Zusatz-Rechnerclustern möglich sein.

Von erheblicher Relevanz für die Integration von Rendering-Jobs am HLRS ist bereits die Kompatibilität verschiedener Betriebssysteme, auf die die Rendering-Pipelines aufsetzen. Die Lösung der Software-Integration ist eine relevante Einstiegshürde. Seit Ende 2014 vertiefen Experten des HLRS, der Filmakademie Baden-Württemberg, der Hochschule der Medien Stuttgart, des Zentrums für Kunst und Medientechnologie (ZKM) in Karlsruhe und des Technologietransferdienstleisters für den Mittelstand SICOS BW das Thema Software-Integration im Rahmen eines Initialprojektes mit dem Titel Media Solution Center BW.

Im Bereich Netzanbindung kommen die Autoren der Studie zum Schluss, dass die Bereitstellung einer Glasfaserverbindung von den Unternehmen und Kreativarealen zum HLRS, zu anderen Unternehmen innerhalb des AMCRS beziehungsweise zu Partnern und Unternehmen außerhalb möglich und machbar ist. Die Betriebskosten sind bei kluger Einkaufspolitik für die Mehrzahl der Unternehmen über ihre laufenden Projekte zu finanzieren. Die einmaligen Investitionskosten für einen Anschluss ans Glasfasernetz können je nach Distanz zum Glasfaserknoten dagegen prohibitiv sein. Umso wichtiger ist eine entsprechende Planung bei der Standortwahl, nicht nur für die Unternehmen, sondern auch für Kreativareale, die ihren zukünftigen Mietern attraktive Angebote auch für eine breitbandige Netzanbindung bieten wollen.

2.2.3 Kreativareale als Akteure

Kreativareale beheimaten überdurchschnittlich viele Mieter aus den kreativwirtschaftlichen Teilbranchen. Aufgrund der speziellen und sehr unterschiedlichen Anforderungen der darunter zusammengefassten Branchensegmente sollen sie verschiedene Arbeitskonzepte ermöglichen und unterschiedliche Nutzungsanforderungen bedienen können. Ihnen gemein ist ein kreativwirtschaftliches Grundkonzept, ein kreatives Ökosystem vor Ort und die gemeinschaftliche Nutzung von Infrastruktur.

Kreativareale sind in der Region Stuttgart verstärkt in den 1990er- und 2000er-Jahren in privater Initiative entstanden. Nachdem diese Dynamik zwischenzeitlich etwas nachgelassen hatte, ist in jüngerer Zeit wieder eine verstärkte Initiative bei kreativwirtschaftlichen Flächenkonzepten erkennbar. Allerdings ist nicht zu übersehen, dass insbesondere die nutzergetriebenen Konzepte gerade in Stuttgart deutlich an die Grenzen der Verfügbarkeit geeigneter Flächenpotenziale stoßen.

Die WRS-Publikation „Kreativareale“ [☞](#) führt in der Region Stuttgart insgesamt 36 kreativwirtschaftlich orientierte Areale auf, 13 davon in der Landeshauptstadt (ohne Anspruch auf Vollständigkeit).

Besuchte Areale

Betriebs- und Gewerbepark GmbH & Co. KG Stuttgart-Bad Cannstatt
Krefelder Straße 32, 70376 Stuttgart
gewerbe-park-bad-cannstatt.de

Bosch Areal Stuttgart
c/o Concipio GmbH
Breitscheidstraße 6, 70174 Stuttgart
concipio-gmbh.de

Kübler Areal Stuttgart
c/o Paul Kübler & Co. GmbH
Ostendstraße 106-114, 70188 Stuttgart
kuebler-areal.de

Kulturpark Berg Stuttgart
c/o Merz Akademie gGmbH – Hochschule für Gestaltung, Kunst und Medien,
Teckstraße 58, 70190 Stuttgart
merz-akademie.de

Wizemann Areal Stuttgart
c/o Blue Estate GmbH
Quellenstraße 7, 70376 Stuttgart
wizemann-areal.de, blue-estate.de

Film- und Medienzentrum Ludwigsburg
c/o Wohnungsbau Ludwigsburg GmbH
Königsallee 43, 71638 Ludwigsburg
fmz.de, wohnungsbau-ludwigsburg.de

Getrag Areal Ludwigsburg
c/o LBW Wealth Management GmbH
Hermann-Hagenmeyer-Straße 1,
71636 Ludwigsburg

2.2.4 Die nachhaltige Lösung: Dark Fiber

Glasfaser ist nicht gleich Glasfaser. Grundsätzlich unterscheidet sich Glasfaser von den bei DSL zum Einsatz kommenden Koaxkabeln durch die Übertragung mit Hilfe von Licht- anstelle von elektrischen Signalen. Dark Fiber (die „unbeleuchtete“, „unbeschaltete“ oder „dunkle“ Glasfaser) überlässt die Wahl der Lichtsignale und Endgeräte dem Nutzer und nicht dem Vermieter des Übertragungswegs. Bei der Lit Fiber (der „beleuchteten“ Glasfaser) managt dagegen der Vermieter den Datenverkehr über Switches und Router.

Vorteile der Dark-Fiber-Leitungen sind die hohen, aus Sicht der Nutzer langfristig fast unbegrenzten Leitungskapazitäten, die eben nicht durch einen Netzwerkmanager künstlich beschnitten und verteilt werden. Der Mehraufwand für die Unternehmen bei der Nutzung der unbeschalteten Faser besteht in der Beschaffung und dem Betrieb marktgängiger optischer Netzwerkkomponenten.

Eine der zentralen Fragen der Studie war, ob die Animations- und VFX-Studios sowie andere mit großen Datenmengen arbeitende Branchen generell profitieren, wenn sie Zugriff auf die unbeleuchteten Glasfaserstrecken und somit eigene praktisch unbegrenzte Telekommunikationskapazitäten erhalten und damit mittelbar auch Zugriff auf sehr große Rechen- und Speicherkapazitäten. Für die Autoren ist offensichtlich, dass dies Chancen für die Entwicklung neuer Arbeits- und Organisationsformen schafft. Flexibilität und eine Änderung der Kostenstrukturen rechtfertigen den Aufwand, der beim Einstieg in ein solches neues Konzept von den Studios und ihren Dienstleistern erbracht werden muss.

Die im Rahmen der Studie mit den Telekommunikationsunternehmen geführten Gespräche ergeben, dass einige Carrier Dark Fiber zu Konditionen anbieten können, die signifikante Mehrkosten vermeiden. Für die Standorte, die in der Studie untersucht wurden, konnten Carrier gefunden werden, die bei ungefähr vergleichbaren Kosten für die Nutzer wie bisher (ohne einmalige Kosten) eine Versorgung mit Dark Fiber bereitstellen können. Zu achten ist auch darauf, dass Glasfaseranschlüsse in Gewerbeimmobilien und Kreativarealen auf jeden Fall „glasfaserreich“ erfolgen, also nicht auf wenige Fasern beschränkt werden. Die kleinen Lösungen, also die Anbindung eines Gebäudes oder Areals über wenige zugeführte Fasern, sind ein Warnsignal beim Glasfaserausbau. Solch ein „fiber-ärmer“ Ausbau würde wiederum eine Monopolsituation für die Mieter eines Areals mit sich bringen – und sich damit negativ auf die angebotenen Leitungspreise auswirken.

Die Autoren der Studie kommen insgesamt zum Ergebnis, dass das Zeitfenster zur Realisierung eines für Carrier und Nutzer funktionierenden Modells für Dark-Fiber-Übertragungswege nur in der Übergangsphase vom Kupfer- auf das Glasfasernetz offen steht. Die Chance des Einstiegs in Dark Fiber wird verschwinden, wenn jetzt kein geeignetes gemeinsames Modell gefunden wird. Ein besonderes Augenmerk ist dabei allerdings nicht zuletzt auch auf die Interessen der Carrier zu legen. Wenn die Bereitstellung der neuen Anschlussart (Dark Fiber) den langfristigen Interessen der Carrier zu sehr zuwiderläuft, könnten die Carrier nach Ablauf einer Vertragslaufzeit geneigt sein, umzusteuern.

2.2.5 Basis für die Investitionsentscheidungen der Unternehmen: Kosten, Kosten und Kosten

Die Kostenfrage ist am Ende ausschlaggebend für die Unternehmen, um individuelle Investitionsentscheidungen im Rahmen ihrer Planungshorizonte fällen zu können. Für potenzielle Nutzer des HLRS als zugeschaltete externe Rechenressource ist ein Vergleich zweier Varianten erforderlich: einerseits das Rechnen mit internen Rechenkapazitäten in eigenen Renderfarmen und andererseits das Rechnen am HLRS zuzüglich der dafür notwendigen Kosten für die Glasfaser-Verbindung.

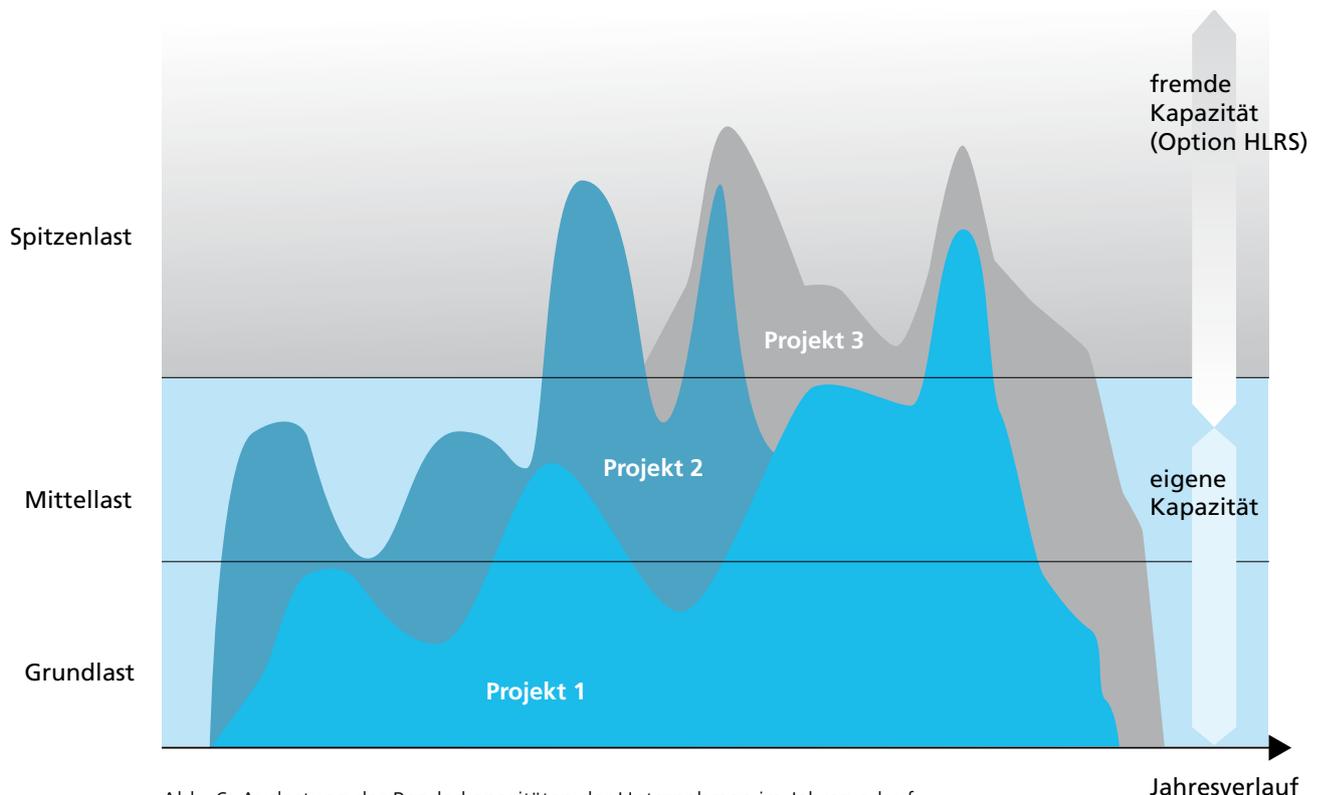


Abb. 6: Auslastung der Renderkapazitäten der Unternehmen im Jahresverlauf

Kosten für interne Rechenkapazitäten

Wichtige Kostenfaktoren für die interne Rechenkapazität sind neben laufenden Gebäude-, Strom- und Kühlungskosten die Hardware (Prozessor, Hauptspeicher, lokales Netz, Plattenspeicher, Grafik) und die Software (Entwicklungs- und Lizenzkosten). Hinzu kommen Kosten für die Datensicherung und für die Systemverwaltung. Genaue Kostenkalkulationen sind allerdings überaus schwierig, wenn beispielsweise der Stromverbrauch des Rechnerclusters in der Gesamtstromrechnung versteckt ist.

Ein präziser Vergleich zum Rechnen auf unternehmenseigenen Rechnerclustern wird durch die Vielzahl an Variablen erschwert, die für eine Stunde Rechenzeit auf einem Rechnerknoten des internen Rechnerclusters zu berücksichtigen sind. Zwar können die Kosten grundsätzlich aufgeschlüsselt werden auf die einzelne Knotenstunde. Allerdings können je nach Projekt die Kosten stark variieren, etwa weil unterschiedliche Software mit unterschiedlichen Lizenzkosten und Rechenzeiten notwendig ist. Unterschiedliche Rechnertypen können ebenfalls für Unterschiede in der Leistungsfähigkeit sorgen.

Realistische Vergleichszahlen lassen sich letztlich nur durch Testrechnungen ermitteln. Der komplette Ersatz interner Rechnerkapazitäten entspricht in jedem Fall nicht den Arbeitsabläufen der AMCRS-Unternehmen. Interne Kapazität muss in gewissen Grenzen weiterhin aufrechterhalten bleiben, um Erfahrung mit den stetig wechselnden Software-Komponenten zu sammeln, bevor man den Schritt in Richtung externes Rechenzentrum machen kann. Um Lasten zu verteilen und zusätzliche Kapazitäten zu nutzen, werden Rechenjobs teils auch auf Arbeitsplatzrechnern der Mitarbeiter abgearbeitet. In der Regel wird eher bei Mittel- und Spitzenlasten auf die Auslagerung zurückgegriffen.

Kostenhürde Software- und Systemintegration

Unerwartete Kosten beim externen Rechnen entstehen, weil die Systemumgebung der eigenen Rechnercluster nicht ohne aufwändige Systemintegration auf externe Rechenkapazitäten übertragen werden können. Schnittstellenprobleme zwischen verschiedenen Betriebssystemen, Software-Paketen und Lizenzmodellen sind zu lösen. Schnittstellenprobleme treten übrigens auch im Zusammenhang mit dem Einsatz unterschiedlicher Software-Versionen auf. Fragen der Systemverwaltung wie zum Beispiel die genaue Konfiguration, die aktuelle Software-Version und der Status von Updates, das Zurückgehen auf alte Versionen bei Problemen sowie Tests, um eine Problemlösung zu verifizieren, sind relevante Kostenfaktoren. Selbst für sehr erfahrene Betreiber ist die für ein Projekt benötigte Rechenkapazität (Knotenstunden) kaum im Voraus abschätzbar. Die eingesetzten Prozesse und Software-Lizenzen werden teils in der Realisierung erst ausgewählt, etwa nachdem der Kunde eine Szene betrachtet hat und Änderungen benötigt. Die in den Unternehmen aufgesetzten Rendering-Pipelines sind stets Einzelanfertigungen; Serienfertigungen – also Rendering-Pipelines sozusagen von der Stange – gibt es praktisch nicht.



Abb. 7: BotWars (Unexpected GmbH)

Kosten HLRS-Rechenkapazitäten

Um einen realistischen Vergleich der HLRS-Knotenstunde mit den Knotenstunden bei den verschiedenen AMCRS-Mitgliedern anzustellen, bleiben Testrechnungen unerlässlich. Gerade wegen der Vielfalt der im AMCRS eingesetzten Verfahren ist ein schlichter Vergleich von Papierwerten wenig sinnvoll.

Der Supercomputer Hazelhen des HLRS unterscheidet sich von herkömmlichen Computern und Rechenclustern auch deswegen, weil durch die sehr hohe Systemintegration bedeutende Effizienzgewinne realisiert werden können. Diese verbessern die Rentabilitätsrechnung deutlich, selbst wenn auf den ersten Blick die Kennzahlen gleich sind (Prozessor, Hauptspeicher, Plattenplatz). Beim HLRS ist man bereit, durch Testläufe auf dem Rechner des HLRS die erreichbare Rechenleistung und damit auch die zu erwartenden Kosten praktisch abzuschätzen.

Bereits im Rahmen des Biene-Maja-Projektes im Jahr 2014 war der Performance-Gewinn durch die Nutzung des Supercomputers deutlich größer als erwartet. Während der Laufzeit der Studie hat der Supercomputer am HLRS im Oktober 2015 einen großen System-Upgrade erfahren, was den Vergleich zwischen den aktuellen hausinternen Ressourcen der Unternehmen und der Performance des HLRS-Rechners beim Biene-Maja-Projekt ohne Testrechnungen erschwert. Es ist aber davon auszugehen, dass der Performance-Gewinn heute mindestens ebenso groß ist.

Kosten der Glasfaseranbindung

Um Kosten für externe und interne Knotenstunden vergleichen und die Rentabilität der Auslagerung insgesamt abschätzen zu können, muss schließlich der Kostenpunkt Glasfaseranschluss kalkuliert werden. Weil andere Übertragungstechniken (Funk, Kupfer, Koax) vergleichsweise beschränkte Kapazitäten und Reichweiten bieten können, hat sich die Studie komplett auf das Thema Glasfaser konzentriert.

Die Anbindung über Glasfaser ist die zentrale Technologie für die künftig weiter zunehmenden massiven verteilten Rechenoperationen. Da die notwendige aktive Technik, also eigene Router und Switches, lediglich einen vernachlässigbaren Teil der Kosten ausmacht und ein eigenes Netzwerkmanagement im Aufwand überschaubar ist, wurden für die Studie nur Angebote für unbeleuchtete Glasfaserverbindungen (Dark Fiber) angefragt. Denn diese Verbindungen erlauben einen wirklich großen Sprung bei der Übertragungskapazität, mit dem die Studios auf Jahre hinaus ohne Einschränkungen beim Datenverkehr mit Auftraggebern, Partnern, externen Render-Anbietern oder dem HLRS zusammenarbeiten können.

Vier von elf angefragten Telekommunikationsanbietern haben dazu einen Kostenrahmen genannt. Darauf aufbauend können monatliche Kosten von ca. 1.000 Euro pro Anschluss bei einer Vertragslaufzeit von drei bis fünf Jahren und einmalige Investitionskosten pro Standort von ca. 10.000 Euro angesetzt werden. Die genauen Kosten sind abhängig von lokalen Bedingungen und wurden jeweils standortspezifisch ermittelt. Über die Glasfaserverbindung können folgende Nutzungsanwendungen realisiert werden:

- Nutzung der Rechen- und Speicherkapazität des HLRS
- Lokale Zusammenarbeit mit Partnerunternehmen
- Zusammenarbeit mit weiter entfernten Partnern (zum Beispiel UK, USA, China, Indien) durch Aushandlung von Fernverbindungen
- Automatisiertes Offsite-Backup für sehr große Datenmengen
- Internetanbindung

Die monatlichen Kosten einer klassischen Internetanbindung mit 100-1.000 Mbit/s, wie sie die Unternehmen derzeit meist nutzen, liegen im Bereich von knapp unter 1.000 Euro bis 2.000 Euro pro Anschluss. Über eine Dark-Fiber-Glasfaserverbindung lässt sich neben dem Zugriff auf externe Render-Ressourcen durch Austausch der aktiven Komponenten auch ein schneller Internetzugriff mit 10.000 Mbit/s oder deutlich mehr realisieren.

In der Kombination einer vom Nutzer gemieteten Dark-Fiber-Verbindung mit der eigenen Auswahl an aktiven Komponenten und flexiblen Varianten bei den Vertragsbindungen stecken erhebliche Innovationsmöglichkeiten für die Unternehmen des AMCRS. Weil aber dieser Technikbereich von den VFX-Unternehmen nicht als ein Kernarbeitsgebiet verstanden wird, werden die darin schlummernden Potenziale in Bezug auf den Effizienzgewinn, etwaige Wachstumschancen und die möglichen Innovationen unterschätzt. Die Vielzahl technischer Details und ökonomischer Faktoren, die zu bedenken sind, macht die Kosten-Nutzen-Abschätzung unübersichtlich und vermittelt den Eindruck, dass der mögliche Einsatz jenseits der Planungshorizonte der AMCRS-Mitglieder liegt. Der Hauptteil der Studie geht auf alle Einzelfaktoren detailliert ein.

2.2.6 **Ausblick: Der gute Draht für Baden-Württemberg – Transferpotenziale für andere rechenintensive Branchen?**

Die durch die Glasfaseranbindung erschlossenen neuen Möglichkeiten können zu einer Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit der AMCRS-Unternehmen und anderer Animations- und VFX-Studios in der Region Stuttgart führen. Der Zuwachs an bezahlbarer Vernetzung kann abgesehen von den Effizienzgewinnen auch relevante Prozessinnovationen beim Rendering von Filmsequenzen anstoßen, etwa in der Art, wie die Render-Aufgaben erledigt werden.

Eine direkte Anbindung an ein Höchstleistungsrechenzentrum wie zum Beispiel das HLRS erlaubt den Kreativen beispielsweise, ihre Bilder und die Veränderungen an diesen in Echtzeit und voller Auflösung zu sehen, statt nur in einer rechenarmen modellhaften Vorschau. Gleichzeitig können Komplexität und Naturalität der Bilder gesteigert werden. Artistisch beeinflussbare Simulationen von visuellen Natureffekten wie Feuer, Wasser und Nebel werden auch für mittlere und kleine Studios einfacher und besser realisierbar.

Die Kombination von digitalen und realen Bildern in Echtzeit wird möglich. So können Regisseur und Schauspieler direkt am Set – oder Ingenieur und Designer im Entwicklungslabor eines Unternehmens – einen Eindruck des finalen Bildes beziehungsweise Produktes und dessen Eigenschaften erhalten. Der leichte Zugriff auf High Performance Computing (HPC) Rendering bietet die Chance, spontaner und kreativer zu agieren und damit ein besseres Endprodukt zu schaffen. Die entstehenden Netzwerke können schließlich auch Impulse für Software-Entwicklung und Software-Integration geben, für die insgesamt im HPC-Bereich ein erheblicher, weltweit festgestellter Bedarf existiert.

Die Nachfrage nach dem guten „Draht“ zu Höchstleistungsrechnerkapazitäten zeigt sich auch an den langjährigen Kooperationen des HLRS mit Partnern aus der Industrie, wie zum Beispiel dem mittelständischen Unternehmen Optima-Pharma aus Schwäbisch Gmünd, das Strömungseffekte in den von ihm entworfenen Abfüllanlagen prüft. Auch die Unternehmen des AMCRS haben im Rahmen dieser Studie und des Projekts Media Solution Center mehrfach ihr Interesse an einer Zusammenarbeit mit dem HLRS bekundet.

Auch andere Branchen können – abgesehen von der infrastrukturellen Verbesserung und den dadurch möglichen Prozessinnovationen – von der Entscheidung für das Dark-Fiber-Konzept und von Empfehlungen zur Aktivierung von Kreativarealen als Mittler und Einkaufsgemeinschaften profitieren. Schließlich wird der Hunger nach Rechenkapazität für Entwürfe, Designs oder die Analyse großer Datenmengen insgesamt mehr und mehr zu einem Treiber der Entwicklung.



Abb. 8: Streuner/Minus 3/Seraphine (M.A.R.K.13™ GmbH & Co. KG electronic media)

Das Vorantreiben der Glasfaservernetzung und des Konzepts Dark Fiber sowie der Zugriff auf Höchstleistungsrechenkapazitäten ist aus Sicht der Autoren eine gesellschaftliche und politische Querschnittsaufgabe.

Im aktuellen Koalitionsvertrag [\[1\]](#) betonen Bündnis90/Die Grünen Baden-Württemberg und die CDU Baden-Württemberg den flächendeckenden Ausbau des Breitbandnetzes im ländlichen Raum und in urbanen Zentren als wesentliche Grundlage für den Weg ins Digitalzeitalter. An zahlreichen Stellen wird die Bedeutung von Digitalisierungsstrategien zum Beispiel für Industrie 4.0 und vernetzte Systeme, für E-Government und Verwaltung 4.0, für Telemedizin, für Smart-Data-Anwendungen, für digitale Mobilitätsplattformen, für digitale Lerninstrumente sowie für einen digitalen europäischen Binnenmarkt betont. Dazu soll ressortübergreifend die Digitalisierungsstrategie digital@bw erarbeitet werden. Der Breitbandversorgung kommt dabei die Qualität einer Daseinsvorsorge zu; Glasfaserleitungen haben für die Koalitionäre Vorrang vor kupferbasierten Lösungen. Als mittelfristiges Ziel wird formuliert, dass jedes Gebäude in Baden-Württemberg einen Glasfaseranschluss erhält.

Baden-Württemberg in dem Transformationsprozess zu einem digitalen Leitmarkt und Leit-anbieter zu entwickeln, ist – wie in dem Koalitionsvertrag beschrieben – eine Gestaltungsaufgabe, die Wirtschaft, Politik und Gesellschaft gleichermaßen fordert. Die Studie ASAPnet zeigt Herausforderungen und Lösungsansätze am Beispiel der innovativen Teilbranche Animation und Visual Effects konkret auf. Aus der Studie können gemeinsam mit den Unternehmen Folgeaktivitäten entwickelt werden, die als Pilotprojekt Beispiel und Treiber für die baden-württembergische Wirtschaft insgesamt sein können.

3. Ziele, Vorgehensweise, Partner

3.1 Aufgabe der Studie

Aufgabe der Planungsstudie war es, Chancen und Hindernisse für die Nutzung des Höchstleistungsrechenzentrums Stuttgart (HLRS) und anderer externer Rechenkapazitäten durch die Mitgliedsunternehmen des Animation Media Clusters Region Stuttgart (AMCRS) und die Animations- und Visual-Effects-Branche in der Region Stuttgart insgesamt zu beleuchten. Die Ergebnisse sollen die Unternehmen dabei unterstützen, die für den Anschluss an das HLRS und andere externe Rechenressourcen notwendigen Investitionsentscheidungen zu treffen. Eine wesentliche Investitionsentscheidung betrifft dabei den Anschluss an eine hoch performante Glasfaserverbindung. Anders als landläufig angenommen gibt es auch in einem Ballungsraum wie der Region Stuttgart regelrechte „weiße Flecken“ bei der Abdeckung mit Glasfaser. Dabei kann sowohl die zu große Distanz zum nächsten Glasfaserknoten als auch ein nicht ausreichend dimensioniertes oder wegen fehlender Alternativen durch seine Preisgestaltung prohibitives Angebot eine hohe Hürde für das einzelne Studio darstellen.

Anstoß der Studie war das vom AMCRS-Mitglied M.A.R.K.13 erfolgreich durchgeführte Animationsprojekt „Biene Maja“. In diesem Projekt wurde mehr als die Hälfte der Bilder auf Rechenknoten des HLRS erstellt. Das HLRS kam kurzfristig und zu einem kritischen Projektzeitpunkt ins Spiel und trug entscheidend dazu bei, die Spitzenlast in den notwendigen Rechenkapazitäten wenige Monate vor Abschluss des Projekts termin- und kostentreu bereitzustellen. Dabei wurde der notwendige Datentransfer zwischen M.A.R.K.13 und HLRS durch den Hin- und Hertransport von Festplatten bewältigt, weil sich in der Kürze der Zeit keine schnelle Datennetzverbindung realisieren ließ.

Die Erfahrungen in diesem Projekt veranlassten die Projektpartner, die Fragen einer besseren Netzanbindung von Unternehmen mit rechenintensiven Anwendungen gemeinsam mit den AMCRS-Mitgliedern zu vertiefen.



Abb. 9: Traffix/Caligari Characters 2016 (Traffix Entertainment GmbH)

Im ersten Schritt wurde auf der Basis der Unternehmensgespräche ein Überblick über die für die rechenintensive Arbeit der Animations- und VFX-Branche notwendigen Elemente erstellt. Im zweiten Schritt wurde analysiert, wie sich die Rechnerressourcen des HLRS in den individuellen Workflow der Unternehmen integrieren lassen. Die relevanten Kennzahlen sind die verwendete beziehungsweise notwendige Rechenkapazität (CPU-Stunden), die verarbeiteten Datenmengen (Terabyte) sowie die eingesetzte Software (Betriebssysteme, Rendering-Software, Render-Verwaltungssoftware). Im dritten Schritt wurden die Möglichkeiten einer Glasfaseranbindung für die verschiedenen Standorte und Kreativareale geprüft und die Investitions- und künftigen Betriebskosten grob kalkuliert. Ein besonderes Augenmerk wurde dabei auf Überlegungen gerichtet, durch Nutzerpools Effizienzgewinne für die verschiedenen Marktteilnehmer zu realisieren.

Mit der Veröffentlichung werden die groben Kalkulationen an die Animations- und VFX-Studios zurückgespiegelt, um interessierte Unternehmen in die Lage zu versetzen, individuelle Kosten genauer kalkulieren zu können und die notwendigen Investitionsentscheidungen zu treffen.

Die Studie will auch den Anstoß für eine Intensivierung der Gespräche der AMCRS-Mitglieder über mögliche Nachfragepools und einen zentralen Glasfaserknoten geben. Dabei sollten verschiedene Betriebsmodelle für diese Infrastrukturen mit den Unternehmen diskutiert werden.

Zusätzlich soll das Thema Glasfaser als Standortvorteil in einer eigenen Veranstaltung mit den Kreativarealen vertieft werden. Die Ergebnisse der Studie und die Erfahrungen, die VFX-Unternehmen nun bei einer möglichen Umsetzung der nächsten Schritte sammeln, können gleichzeitig Impulse für andere Unternehmenstypen, Branchen und Clusterinitiativen mit hohem Rechenbedarf geben.

3.2 Auftraggeber und Projektpartner

Die ASAPnet-Studie wurde von der Wirtschaftsförderung Region Stuttgart GmbH und der MFG Filmförderung Baden-Württemberg initiiert, die Projektkoordination hat die Film Commission Region Stuttgart übernommen.

Die Wirtschaftsförderung Region Stuttgart GmbH (WRS) ist der zentrale Ansprechpartner für Investoren und Unternehmen in der Stadt Stuttgart und den fünf umliegenden Landkreisen und fördert mit zahlreichen Projekten und Angeboten die Entwicklung des Standortes – auch im Bereich der Digitalisierung.

Die MFG Filmförderung Baden-Württemberg versteht sich als Kompetenz- und Beratungszentrum für die Film- und Kinolandschaft und fördert nicht nur kulturell herausragende Filmproduktionen für Kino und Fernsehen, sondern unterstützt die Filmkultur und -wirtschaft auch mit zahlreichen Infrastrukturmaßnahmen. Das von der MFG Filmförderung koordinierte Animation Media Cluster Region Stuttgart (AMCRS) ist Studienpartner und trägt wesentlich zur engen Abstimmung der Studie mit den Animations- und VFX-Studios bei.

Die SICOS BW GmbH bildet als weiterer Studienpartner die Schnittstelle zwischen Branche und Wissenschaft und sorgt für die enge Anbindung an das Höchstleistungsrechenzentrum Stuttgart (HLRS); ihre Aufgabe ist es, Unternehmen, insbesondere kleine und mittelständische, bei der Nutzung von High Performance Computing (HPC) und Big Data Technologie zu unterstützen.

Mit der Studienleitung wurde die Dr.-Ing. Nepustil & Co. GmbH beauftragt, die langjährige Erfahrung in der Projektierung, Planung und Realisation komplexer Glasfaserverbindungen hat und die Region unter anderem im ITK-Ausschuss des Deutschen Industrie- und Handelskammertrags vertritt.

3.3 Teilnehmende Unternehmen

Folgende Unternehmen haben an der ASAPnet-Studie teilgenommen. Die Karte auf Seite 16 (Abb. 3) zeigt die geografische Verteilung in der Region.

Animations- und VFX-Studios (in alphabetischer Reihenfolge)

Büro Achter April
Rotenbergstraße 39, 70190 Stuttgart
8apr.de

LUXX Studios
Kornbergstraße 35, 70176 Stuttgart
luxx-studios.com

Mackevision Medien Design GmbH
Forststraße 7, 70174 Stuttgart
mackevision.com

**M.A.R.K.13™ GmbH & Co. KG
electronic media**
Hohenzollernstraße 1, 70178 Stuttgart
mark13.com

PIXOMONDO Images GmbH & Co. KG
Ostendstraße 106, 70188 Stuttgart
pixomondo.com

Reklame-FX GmbH
Heilbronner Straße 165, 70191 Stuttgart
reklame-fx.de

RISE FX GmbH Stuttgart
Büchsenstraße 20, 70174 Stuttgart
risefx.com

ScanlineVFX GmbH
Remsstraße 9, 70806 Kornwestheim
scanlinevfx.com

Studio Soi GmbH & Co. KG Filmproduktion
Königsallee 43, 71638 Ludwigsburg
studiosoi.de

Traffix Entertainment GmbH
Lange Straße 3, 70173 Stuttgart
caligari-film.de/unternehmen/tochterunterneh-
men

Unexpected GmbH
Rotebühlstraße 87, 70178 Stuttgart
unexpected.de

Besuchte Areale

**Betriebs- und Gewerbepark GmbH & Co. KG
Stuttgart-Bad Cannstatt**
Krefelder Straße 32, 70376 Stuttgart
gewerbepark-badcannstatt.de

Bosch Areal Stuttgart
c/o Concipio GmbH
Breitscheidstraße 6, 70174 Stuttgart
concipio-gmbh.de

Kübler Areal Stuttgart
c/o Paul Kübler & Co. GmbH
Ostendstraße 106-114, 70188 Stuttgart
kuebler-areal.de

Kulturpark Berg Stuttgart
c/o Merz Akademie gGmbH – Hochschule
für Gestaltung, Kunst und Medien
Teckstraße 58, 70190 Stuttgart
merz-akademie.de

Wizemann Areal Stuttgart
c/o Blue Estate GmbH
Quellenstraße 7, 70376 Stuttgart
wizemann-areal.de
blue-estate.de

Film- und Medienzentrum Ludwigsburg
c/o Wohnungsbau Ludwigsburg GmbH
Königsallee 43, 71638 Ludwigsburg
fmz.de
wohnungsbau-ludwigsburg.de

Getrag Areal Ludwigsburg
c/o LBW Wealth Management GmbH
Hermann-Hagenmeyer-Straße 1
71636 Ludwigsburg

Angefragte Carrier

Colt Technology Services GmbH
colt.net/de

Deutsche Telekom AG
telekom.de

euNetworks GmbH
eunetworks.com

Globalways AG
globalways.net

NetCom BW GmbH
netcom-bw.de

SSB – Stuttgarter Straßenbahnen AG
ssb-ag.de

Stadtwerke Ludwigsburg-Kornwestheim
GmbH
swlb.de

Unitymedia GmbH
unitymediabusiness.de

Versatel GmbH
versatel.de

Vodafone GmbH
vodafone.de

WINGAS GmbH
wingas-lwl.de

4. Einblicke in einen unübersichtlichen Markt – Ergebnisse aus den Unternehmensgesprächen

Der erste Teil der Ergebnisse liefert einen Überblick über die Arbeitsweise und organisatorische Struktur der AMCRS-Mitglieder und anderer Animations- und VFX-Studios in der Region, um deren Anforderungen in Bezug auf die Nutzung des HLRS und hoch performanter Netzverbindungen verständlich zu machen.

Aus den Unternehmensgesprächen geht klar hervor, dass ein Zusatzbedarf an Rechenkapazität für das Rechnen von 2D- und 3D-Bildern, Filmsequenzen und Animationen (Rendering) grundsätzlich bei allen Unternehmen, insbesondere in Spitzenlastzeiten, vorhanden ist. Auch das Interesse für eine bessere Netzanbindung besteht bei der Mehrzahl der Unternehmen. Nur die großen Unternehmen des AMCRS haben in der Regel so viel Bandbreite eingekauft, dass sie zumindest aktuell versorgt sind.

4.1 Render-Hunger

In Bezug auf das Rendering zeigten praktisch alle befragten Unternehmen Interesse am Zukauf von Kapazitäten, auch wenn sie selbst schon über mittlere oder große Rechnercluster verfügen. Die Erklärung für den „Hunger nach Render-Kapazität“ ergibt sich schlicht aus der stark projektorientierten Arbeit. Insbesondere in Spitzenzeiten, also wenn parallel ein oder mehrere Projekte kurzfristig fertiggestellt werden müssen, sind die Unternehmen häufig auf den Zukauf externer Rechenkapazität angewiesen.

Externe Render-Kapazität kann bereits heute von sogenannten Renderfarmen in Deutschland bezogen werden. Externe Kapazität lässt sich zum Beispiel in Form von vorbereiteten Rechnern zukaufen, die das Unternehmen dann für wenige Wochen intern aufstellt. In den USA wurden vor einigen Jahren auch sogenannte mobile Renderfarmen angeboten, die auf LKW-Trailern kurzfristig angefahren werden. Rendering in der Cloud bietet der US-Anbieter Google über Zync, eine von Google zu diesem Zweck eingekaufte VFX-Cloudlösung. Dafür steht auch ein Zync-Kostenrechner [zur Verfügung](#).

Poollösungen im Bereich Software beziehungsweise Software-Integrationsleistung wurden von einigen der Unternehmen konkret angesprochen. Veränderungen in der Lizenzpolitik, insbesondere der Wechsel von Kauf- zu Mietlizenzen in dem relativ spezialisierten und von wenigen Anbietern geprägten Software-Markt, werden von den Unternehmen teils mit Sorge betrachtet.

4.2 Heterogenität und deren Auswirkung auf die Infrastrukturbedürfnisse

Die Unternehmen decken mit ihren Dienstleistungen einen sehr heterogenen Markt mit sehr heterogenen Angeboten ab.

Studio, Werbeagentur, Industrie- oder Kinofilmdienstleister

Einige der Studienteilnehmer decken die gesamte Wertschöpfungskette selbst ab, andere sind nur in bestimmten Bereichen der Wertschöpfungskette aktiv. So sind die Unternehmen teilweise als Dienstleister für andere Filmproduktionen tätig und liefern Arbeitspakete für Animationsfilme oder Visual Effects für Kinofilme zu. Andere Studios produzieren (oder koproduzieren) eigene Stoffe. Studio Soi etwa wurde mehrfach für selbst entwickelte animierte Kurzfilme prämiert. Als bester Kinderfilm der vergangenen 50 Jahre wurde etwa Studio Sois „The Gruffalo“ beim Prix Jeunesse 2014 in München ausgezeichnet.



Abb. 10: Game of Thrones; © Home Box Office™, inc. All rights reserved. (PIXOMONDO Images GmbH & Co. KG)

Am anderen Ende der Angebotsskala tummeln sich hochspezialisierte Zulieferer nationaler und internationaler Filmstudios, die Teilsequenzen für Spielfilme und Serien erstellen. An einer Megaproduktion wie der Fantasy-Fernsehserie „Game of Thrones“ arbeiten auch in der sechsten Staffel beispielsweise wieder gleich mehrere der AMCRS-Mitglieder (Mackevision, PIXOMONDO) mit.

Anderer AMCRS-Mitglieder konzentrieren sich auf die Tätigkeit als Full Service Electronic Media Agentur oder als Experten für Werbeclips. Reklame-FX hat sich auf animierte Werbefilme spezialisiert. Unexpected hält für Werbeclips eine eigene Aufnahmetechnik und ein Studio bereit und erstellt im Auftrag von Kunden Wirtschafts- und Werbefilme. Aufgrund ihrer gestrafften Länge ist der Rendering-Bedarf pro Film zwar geringer, allerdings treten die Projekte in deutlicher höherer Taktung und Parallelität auf.

Manche Unternehmen können sich sogar als Spezialanbieter für ganz bestimmte Effekte etablieren. Für Visual Effects mit Wasser hat sich etwa ScanlineFX mit der dafür entwickelten haus-eigenen Software Flowline einen Namen gemacht. ScanlineFX vermarktet Flowline zudem und hat sich damit ein weiteres Standbein als Software-Anbieter geschaffen.

Die verschiedenen Produktlinien stellen ganz unterschiedliche Anforderungen an die Rechenressourcen. Animationsfilme, teils nur 2D, haben anders strukturierte Rechenbedürfnisse als Visual Effects in 3D-Stereo-Filmen, bei denen teils hochkomplexe physikalische Modelle hinter der visuellen Darstellung gerechnet werden.



Abb. 11: Mr. Meister „Wild wie der Wald“ (Reklame-FX GmbH)

Wirtschaftsfilme, die komplexe Innovationsgüter und deren Mehrwert visualisieren, benötigen wiederum andere Schnittstellen, um spezifische Ausgangsdaten wie CAD-Modelle einbinden zu können. Dadurch soll die Darstellung dem Produkt besonders nahekommen, doppelte Modellierungsaufwände werden vermieden.

Insgesamt zeigt sich schon beim Angebotsportfolio die Heterogenität der Unternehmen; sie treten jeweils mit ihrem ganz eigenen Mix am Markt auf.

Angepasste Render-, Speicher- und Softwarelösungen

Auf die unterschiedlichen Angebotportfolios und Größen sind auch die Infrastrukturen zugeschnitten. Je nach Produktionsmenge (Frames pro Monat) wird auf kleineren oder größeren Render-Clustern gearbeitet, die dann individuell bedarfsabhängig durch externe Ressourcen ergänzt werden. Große Unterschiede zeigen sich auch bei den unternehmenseigenen Speichersystemen, die ebenfalls auf die jeweils unterschiedlichen Bedürfnisse an Kapazität und benötigter Schreibe-/Lesegeschwindigkeit zugeschnitten sind. Die Kapazitäten reichen von einigen Terabyte bis zur fast tausendfachen Speichermenge.

Ein ähnliches Bild der Heterogenität ergibt sich beim Software-Einsatz. Dort wird mit verschiedenen Software-Paketen die Render-Verwaltung beziehungsweise das eigentliche Rendern bewältigt. Eine Reihe der Unternehmen entwickelt auch eigene Verfahren oder ergänzt die eingekaufte Software durch selbst entwickelte Plug-ins.

Wenige Unternehmen testen aktuell bereits Möglichkeiten des GPU-Renderings, um es in Zukunft neben dem klassischen CPU-Rendering zu nutzen. Die für das Rendern im Einsatz befindlichen Betriebssysteme sind in der Mehrzahl Windows, seltener Linux und Mac OSX. Die Sicherheitsanforderungen sind interessanterweise ebenfalls sehr unterschiedlich, teils sind strikte Sicherheitszertifizierungen durch Content-Partner vorgeschrieben, die nur vom Netz getrennte Systeme erlauben (Air Gap).

Unterschiede durch Standort, aktuelle Internetanbindung und Unternehmensgröße

Auch die Immobiliensituation ist heterogen. So sind einige Unternehmen in Stuttgarter Kreativarealen angesiedelt, andere nutzen für Projektbüros kostengünstige Gewerbemietflächen oder sind normale Mieter in herkömmlichen Gewerbeimmobilien. Ein AMCRS-Mitglied ist Eigentümer der Immobilie. Teilweise haben die Unternehmen weitere Standorte in anderen Städten, Ländern oder Kontinenten, wodurch zusätzliche Anforderungen an die Telekommunikationsleistungen entstehen.

Es versteht sich von selbst, dass auch die Leistungen und Preise der vorhandenen Internetanbindungen sowie die der teils projektspezifischen Leitungen sehr stark variieren. Teils sind die Standorte schlecht angebunden, einige müssen hohe laufende Kosten in Kauf nehmen. Das Bosch Areal sticht mit redundanten Glasfaser-Hausanschlüssen besonders positiv hervor.

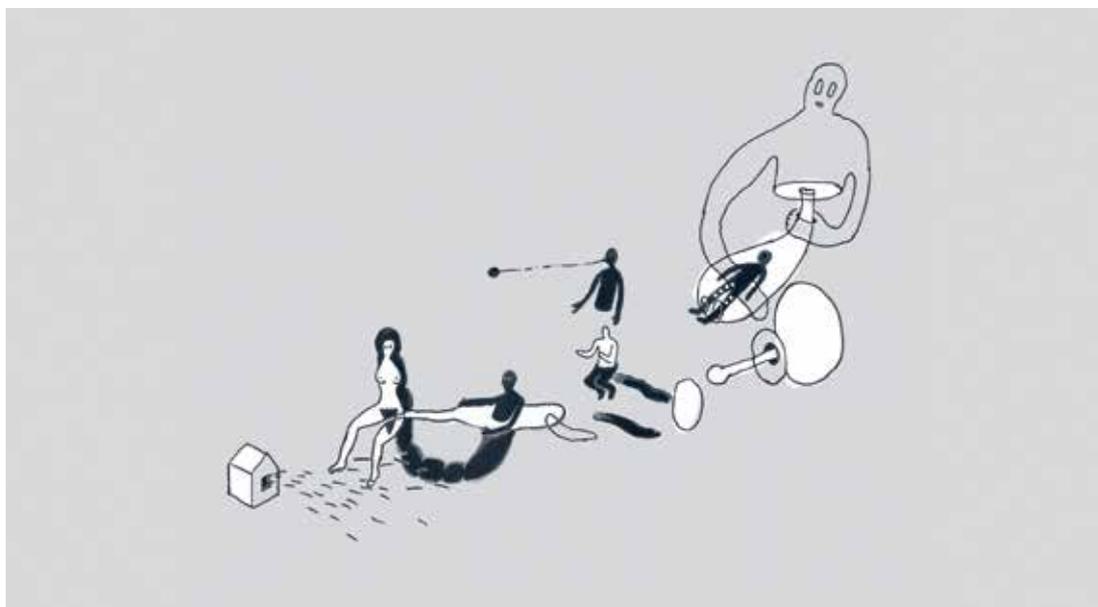


Abb. 12: Plea, Musikvideo (Büro Achter April)

Der Überblick zeigt klar, dass die einzelnen Unternehmen nur begrenzt vergleichbar sind, selbst wenn sie von außen betrachtet in einer spezialisierten Branche arbeiten.

Insgesamt müssen angesichts der Heterogenität und der sehr unterschiedlichen Unternehmensgrößen (5 bis 300 Mitarbeiter, teils an mehreren Standorten) auch die Empfehlungen der Studie entsprechend gewichtet werden.

5. Die Software-Frage

Die Animations- und VFX-Studios setzen verschiedene Software-Pakete ein, die zusammenspielen müssen, damit aus dem Ausgangsmaterial die gewünschte Bilderfolge entsteht. Diese Software wird nicht nur auf einzelnen Rechnern, sondern meist in Rechnerpools beziehungsweise Rechnerclustern betrieben.

Grundsätzlich sind die für den Rechnerbetrieb eingesetzten Betriebssysteme von der für das Rendering notwendigen Anwendungssoftware zu unterscheiden. Die Animations- und VFX-Studios arbeiten vorrangig mit Windows als Betriebssystem, in bestimmten Bereichen kommt daneben Mac OSX und Linux zum Einsatz. Das HLRS setzt ausschließlich auf Linux.

Mit dem Betriebssystem gehen unter anderem bestimmte Annahmen darüber einher, wie Dateinamen und andere Attribute gespeichert werden (Groß-/Kleinschreibung, Umlaute, Rechte). Nicht jede Anwendungssoftware ist für alle Betriebssysteme verfügbar, meist sind nur die Rechenkerne plattformübergreifend bereitgestellt. Der Begriff Arbeitsablauf (Workflow) beschreibt, in welcher Reihenfolge durch welche Mitarbeiter mit welcher Software Daten bearbeitet werden. Wie am Fließband ist es das Ziel, viele der Schritte so weit wie möglich zu automatisieren.

5.1 Rendering-Pipeline und Render-Verwaltung

Analog zu Maschinen am Fließband sind die an der Verarbeitung beteiligten Software-Pakete zu sehen. Nicht immer kommen sie vom selben Hersteller, und manchmal sind zwischen den Verarbeitungsschritten Anpassungen an den bearbeiteten Daten notwendig, die teils ad-hoc eingefügt werden, wenn es während der Verarbeitung zu Problemen kommt. Die aufeinander abgestimmten und nacheinander abgearbeiteten Software-Pakete werden Render-Pipeline (oder Rendering-Pipeline) genannt. Manche Software ist durch Hinzunahme von Modulen (Plug-ins) erweiterbar, die damit Teil des Software-Ökosystems werden (siehe Abb. 5, Seite 20).

Teilweise kann es wie an einem Fließband zu Ausfällen und Staus kommen, wenn ein Software-Paket bei der Verarbeitung einer bestimmten Eingabe abbricht. Die Software-Versionen sind je nach Verarbeitungsschritt speziell aufeinander abgestimmt. Eine Software-Version kann erst dann verändert werden, wenn die gesamten Berechnungen abgeschlossen sind. Würde zwischendurch eine Änderung erfolgen, ist es möglich, dass in einer Bildfolge von einem Bild zum nächsten bestimmte Berechnungen zu anderen Ergebnissen führen und die Bilder nicht zueinander passen. In Bewegtbild-Sequenzen ist das für die Zuschauer auffällig und entführt sie aus der Filmwelt.

Das Orchestrieren der Software-Pakete und Zustände („Welcher Rechner rechnet an welchem Job?“) auf einem Cluster an Maschinen erfolgt durch eine eigene Software, die Render-Verwaltung (Render Queue Manager). Einige Anbieter von Render-Verwaltungssoftware sitzen in Deutschland. Der Anbieter von RoyalRender hat seinen Standort in Ludwigsburg.

5.2 Lizenzfragen

Von der Software, die in einer Rendering-Pipeline zum Einsatz kommt, ist ein erheblicher Anteil zugekauft beziehungsweise gemietet (lizenziert). Die Software prüft zur Laufzeit, ob sie korrekt lizenziert wird, indem sie Lizenzserver befragt. Lizenzserver werden in den Unternehmensnetzen betrieben und stellen teilweise sehr dynamisch Nutzungsrechte zur Verfügung. Die Frage, von welchem Lizenzserver ein Rechenjob im HLRS seine Lizenzen beziehen kann, stellt auch Randbedingungen auf für die Netzkoppelung der AMCRS-Unternehmen mit dem HLRS.

Zusätzlich zur zugekauften Software wird in den AMCRS-Unternehmen oft auch eigene Software-Entwicklung und -Anpassung betrieben. Die Grenzen zwischen Systemverwaltung, Betrieb des Rechnerclusters, Software-Updates und Software-Entwicklung sind dabei fließend. In der selbst entwickelten Software können Effizienzgewinne in der Verarbeitung, in der Flexibilität oder in den visuellen Effekten stecken, die die besondere Marktposition des Unternehmens definieren.

Die Fähigkeit, selbst Software zu entwickeln beziehungsweise abzuändern, bestimmt letztlich auch, wie stark ein Unternehmen sich gewissen Veränderungen in den Verarbeitungsprozessen anpassen kann. In den Unternehmensgesprächen kam auch die Marktsituation für zugekaufte Software zur Sprache. Die Marktkonsolidierung etwa durch massive Zukäufe des Anbieters Autodesk verfolgen die Unternehmen ebenso aufmerksam wie die Veränderungen in der Lizenzpolitik. Die Entwicklung weg von Kauf- und hin zu Mietlizenzen, die jährliche Zahlungen an die Software-Lieferanten erfordern, kann weitere Kosten für die Unternehmen mit sich bringen.

Interne und externe Software-Kosten sind ein relevanter Faktor, der bei einer Nutzung des HLRS im Auge behalten werden muss. Aus der Darstellung der Software-Landschaft wird ersichtlich, dass die notwendigen Anpassungen für die Arbeit mit dem HLRS aufwändig und unternehmensspezifisch sind.

5.3 Das Media Solution Center als Schnittstelle zur Forschung

Die High Performance Computing (HPC) Landesstrategie [\[4\]](#) sieht die Bildung branchenspezifischer Solution Center vor, die eine Schnittstelle zwischen Industrie und Forschung bilden und so zum Technologietransfer beitragen. Bereits bestehende Solution Center sind das asc(s) (Automotive Simulation Center Stuttgart, asc-s.de) für die Automobilbranche und das EnSoC (Energy Solution Center, ensoc.de) für den Energiesektor.

Unabhängig von der ASAPnet-Studie gab es bereits Planungen für ein Media Solution Center BW (MSC BW, msc-bw.de), das sich im Hinblick auf regionale Medienunternehmen mit innovativen Neuerungen im Schnittpunkt von HPC und Medien beschäftigen wird.

Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Studie befindet sich das Media Solution Center (MSC) noch im Status eines Vorprojektes, das vom Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst finanziert wird. Ziel ist es, innerhalb der zweijährigen Projektlaufzeit Potenzial und Bedarf zu formulieren und eine Struktur zu finden, mit der das Projekt in eine erfolgreiche Gründung übergehen kann. Die von der ASAPnet-Studie aufgezeigten Problemfelder werden in die Planung des MSC mit einfließen.

6. Kreativareale als Akteure

Die AMCRS-Mitglieder sind meist Mieter in herkömmlichen Gewerbeimmobilien oder in sogenannten Kreativarealen. Die Anforderungen der Mieter an ihre Mietfläche sind natürlich vielfältig. Dazu gehören ein bezahlbarer Mietpreis, geeignete Mietvertragslaufzeiten und wegen der starken Projektorientierung der Unternehmen auch eine Flexibilität bei der Nutzung von Flächen. Darüber hinaus stellen AMCRS-Mitglieder, die größere Rechnerkapazitäten einsetzen, Anforderungen wie eine ausreichende Stromversorgung, passende Technikräume sowie Kühlmöglichkeiten für Rechnersysteme.

Manche Gewerbeimmobilien, die sogenannten Kreativareale, gehen speziell auf die Ansprüche der Kreativwirtschaft ein. Dabei handelt es sich um eine Sonderform der herkömmlichen Gewerbeimmobilien und Technologiezentren. Dort, wo sie in öffentlicher Trägerschaft sind, können die Kreativareale teilweise auf spezielle Mittel zugreifen, um ihre jeweilige Zielgruppe zu bedienen. Bei privatwirtschaftlichen Arealen ist das in der Regel nicht der Fall. Damit ein Nutzer in einem Areal eine Glasfaseranbindung zum HLRS nutzen kann, muss ein Telekommunikationsunternehmen (Carrier) den Anschluss an das Glasfasernetz anbieten.

6.1 Erschließung

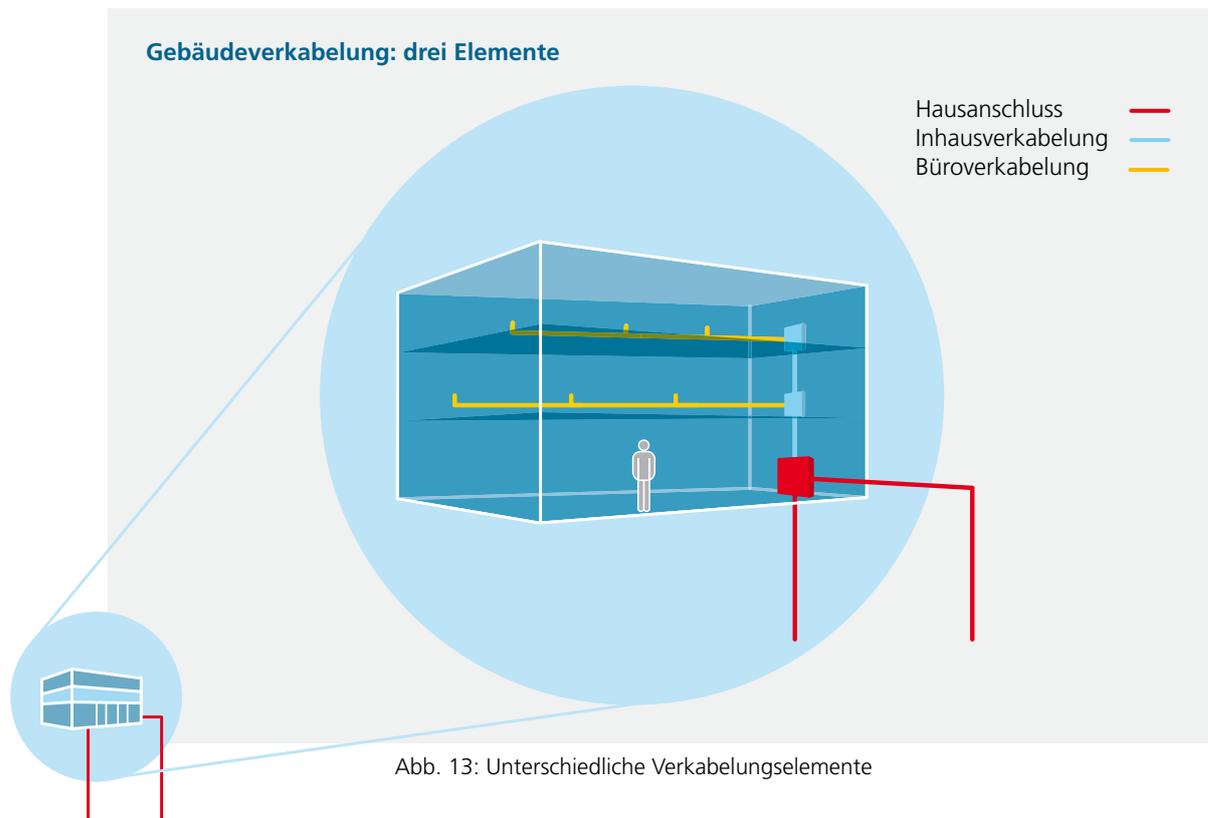
Aufgrund der Größe und Nutzerkonzentration sind Kreativareale durchaus attraktiv für Carrier, da mit nur einer Hauszuführung eine große Kundenzahl erreicht werden kann. Wenn ein Areal – im Idealfall – mehrere Carrier anzieht, geraten die Anbieter in eine intensive Wettbewerbssituation. Dadurch können Nutzer günstigere Telekommunikationskosten aushandeln und sind gegebenenfalls bereit, dafür geringfügig höhere Mieten zu bezahlen. Da beide Seiten, Carrier und Areale, langfristige Interessen und gleichzeitig hohe initiale Investitionskosten haben, ist eine erfolgreiche Verhandlung der Areale mit den Carriern notwendig. Ist nur ein Carrier für die Erschließung zu gewinnen, kann dieser höhere Telekommunikationspreise von den Nutzern erzielen; der Vorteil für den Vermieter fällt geringer aus. Einzelne Mieter können aus diesem Lock-in nur mit hohen eigenen Investitionen ausbrechen, indem sie einen anderen Carrier für die Gebäudeerschließung bezahlen.

6.2 Kabelinfrastruktur

Räumt ein Areal bereits bei der Konzeption dem sonst eher randständigen Thema Carrier-Anbindung breiten Raum ein, sind drei Elemente Teil einer langfristigen Strategie: der Übergabepunkt im Hausanschlussraum, die Inhausverkabelung und die Büroverkabelung.

Übergabepunkt im Hausanschlussraum

Carrier kommen über Kabeltrassen aus dem öffentlichen Raum auf die Areale und benötigen einen definierten Übergabepunkt: den Anschlusspunkt im Hausanschlussraum. Ohne diesen Raum müssen die Carrier ein Inhauskabel mit Anschlusspunkt bis in die Mietflächen verlegen und können den Hausanschluss nur mit größerem Aufwand für weitere Mieter im Areal nutzen.



Inhausverkabelung

Je nach Größe des Areals sind die Inhauskabel vom Hausanschlussraum bis zur Mietfläche eines Nutzers immer noch ein relevanter Kostenfaktor. Die Bereitstellung einer carrierneutralen Inhausverkabelung vom Hausanschlussraum bis zu den Mietflächen ist bei frühzeitiger Planung – möglichst schon beim Bau eines Gebäudes – kein großer Kostenfaktor. Bei nachträglicher Realisierung jedoch sind die Kosten häufig prohibitiv.

Sowohl der Mieter/Nutzer als auch der Carrier profitiert von einer im Gebäudekomplex vorinstallierten Inhausverkabelung. Der Carrier spart die Investitionskosten und kann sehr viel einfacher Verträge mit den Nutzern abschließen, da die Einstiegshürden niedriger sind.

Für die Mieter bringt eine vorhandene Verkabelung bis zur Mietfläche, die carrierneutral und ohne große Abstimmungsprozesse nutzbar ist, eine erhebliche Zeit- und Kostenersparnis, die sich auf die Entscheidung für eine bestimmte Mietfläche positiv auswirkt.

Eine über die Jahrzehnte immer wieder neu anzulegende individuelle Verkabelung vom Hausanschlussraum bis zur Mietfläche ist zudem aufgrund des Zeit- und Kostendrucks eine Belastung für die bauliche Substanz, das Erscheinungsbild und die Haustechnik einer Immobilie. Die entstehenden Rückbauverpflichtungen für Carrier und Nutzer werden als Risiko betrachtet und behindern selbst eine einfache Nutzung.

Es ist bemerkenswert, dass trotz der immer häufiger geäußerten Forderung, Telekommunikationsanschlüsse als Grundversorgung zu betrachten, das lästige Kabelthema weder für die Immobilien- noch die Carrier- noch die Mieterseite im Mittelpunkt des Geschäftsinteresses steht. Die seit Jahrzehnten praktizierten konfliktarmen Lösungen für Wasser- oder Stromleitungen weisen hier den Weg.

Büroverkabelung

Anders als die Verkabelung vom Hausanschlussraum bis zur Mietfläche ist die Büroverkabelung innerhalb der Mietfläche zu betrachten. Da die Büroverkabelung mit einem viel größeren – und individuell variierenden – Aufwand verbunden ist, muss bei Gesprächen zwischen Mietinteressenten und Vermietern Klarheit über die Leistungen bestehen. Ein Inhauskabel muss immer Teil der Infrastruktur sein. Eine Büroverkabelung sollte optionaler Teil der Infrastruktur bleiben.

6.3 Alternative Carrier

Die Marktsituation bei Telekommunikationsanbietern (Carriern) kann für einen Nutzer im Areal das Problem entstehen lassen, dass keines der angebotenen Produkte in Leistung und/oder Preis seine speziellen Anforderungen abdecken kann. Beispielsweise kann für einen Nutzer die Verbindung zu einem Unternehmensstandort in China zwingend notwendig sein, die ein vorhandener Carrier nicht bietet. Sind im Areal keine Alternativen vorhanden, kann das den Nutzer zum Umzug zwingen. Die Machtverhältnisse zwischen einem einzelnen Carrier, der eine Monopolstellung im Areal genießt und dort praktisch den „Schlüssel“ zu den Kunden hält, kann die Verhandlungssituation zwischen Carrier und Unternehmen zu Ungunsten des Letzteren verschieben. Die Forderung, Start-up-Unternehmen sollten sich den Transport über das Netz der Deutschen Telekom AG [🔗](#) – in Form von „Spezialdiensten“ – mit der Beteiligung an Umsätzen ihres Unternehmens erkaufen, zeigt schon jetzt eine Schiefelage zwischen großen Carriern und Start-up-Unternehmen.



Abb. 14: 2012 © 2009 Columbia Pictures (ScanlineVFX GmbH)

6.4 Die Dark-Fiber-Option

Bietet ein Areal durch Vorleistungen wie Hausanschlussraum und Inhausverkabelung einen einfachen Zugang zu den Kunden/Mietern, verleiht dies dem Areal eine bessere Verhandlungsposition gegenüber den Carriern. Damit können auch Forderungen zum Vorteil der Kunden durchgesetzt werden, etwa die Bereitstellung von unbeleuchteter Faser (Dark Fiber). Dies wird für Nutzer hilfreich sein, die aktuelle Technologieentwicklungen in den Glasfaser-Übertragungstechniken zeitnah, kostengünstig und dabei unabhängig von den Angebotsportfolios der Carrier einsetzen möchten.

Sollten sich für ein Areal nicht ausreichend alternative Carrier zur Erschließung finden, besteht die Option, eine unbeleuchtete Glasfaserleitung vom Areal bis zu einem der Fernnetzknotten in Stuttgart – zum Beispiel am Stuttgart Internet Exchange – für einmalige Schaltungskosten (je nach Lage) und ca. 1.000 Euro pro Monat anzumieten und verschiedene Carrier über diese Faserstrecke bis ins Areal zu holen. Nur die Übertragungsleitung Glasfaser (Dark Fiber) ermöglicht diese Option. Kupfer- und Kabelanschlüsse oder Richtfunk können für diese Art der eigenen Anschlussleitung aus technischen Gründen nicht genutzt werden.

6.5 Vertragslaufzeiten

Alle Carrier haben für glasfaserbasierte Verträge Erwartungen an deren Mindestlaufzeit, die für das teilweise kurzfristige Projektgeschäft der Medienunternehmen ein Risiko darstellen. Ein Kreativareal könnte bei geeigneter vertraglicher Gestaltung langfristige Verträge mit Carriern abschließen und in kurzfristige Vereinbarungen aufteilen. Auf diese Weise wird das Risiko vom Areal und den verschiedenen Mietern gemeinsam getragen. Solche Konstruktionen werden allerdings zumindest vorläufig nicht als Kerngeschäft einer bewirtschafteten Immobilie verstanden und können derzeit wohl nur in Einzelfällen eine Lösung darstellen.

6.6 Realisierungszeiten

Falls in einem Areal bislang kein Glasfaseranschluss vorhanden ist, dauert es von der Anfrage bei den Carriern bis zu einer Realisierung normalerweise einige Monate. Da Mieter, die in ein Areal einziehen, meist erst kurzfristig ihren Bedarf kennen und formulieren, ist ein vorhandener Anschluss von Vorteil. Umgekehrt verbessert Zeitdruck die Verhandlungsposition der Carrier, da der Nutzer jedes Angebot annehmen muss.

Areale sollten bereits in den Mietverhandlungen auf ihre Möglichkeiten hinweisen. Die Konflikte zwischen Nutzer und Areal, die durch falsche Erwartungen hinsichtlich Zeit und Kosten der Telekommunikationsdienstleistungen entstehen können, können eine sonst gute Zusammenarbeit stark belasten.

7. Kostenmodelle

Für die Entscheidung, ob Unternehmen auf die externen Rechenkapazitäten am HLRS zugreifen wollen, ist aus ihrer Sicht die Frage der Kosten ausschlaggebend. In den Gesprächen mit den Unternehmen wurden verschiedene Aspekte der Kostenmodellierung angesprochen.

7.1 Kostenfaktoren

Schon die reine Kosten-Nutzen-Kalkulation einer Knotenstunde am HLRS im Vergleich zur Knotenstunde im jeweiligen unternehmenseigenen Rechnercluster ist schwierig. Die Kalkulation müsste im ersten Schritt die Kosten für die Erbringung der Rechenleistung im Haus ermitteln – die Unternehmen kalkulieren hier aus Zeitgründen teils sehr vage. Für die Nutzung des HLRS sind die Kosten in der Entgeltordnung des HLRS festgelegt. Dazu kommen Kosten für die Glasfaser-Verbindung zum HLRS.

Wichtige Kostenfaktoren für Rechenkapazität sind:

- Hardware: Prozessor, Hauptspeicher, lokales Netz, Plattenspeicher, Grafikkarte
- Software: Lizenzkosten, Entwicklungskosten
- Wartungskosten
- Strom, Kühlungskosten
- Gebäudefläche
- Datensicherung
- Systemverwaltung

7.2 Knotenstunden als ungefähre Kennzahl

Diese aus den verschiedenen Faktoren aufrechenbaren Gesamtkosten können grundsätzlich auf die Kennzahl Kosten pro Rechnerknoten-Stunde aufgeschlüsselt werden. Doch erschwert die Komplexität der Technologie einen direkten Vergleich von zwei unterschiedlichen Rechnern allein auf der Basis der angegebenen Kennzahlen zur Leistungsfähigkeit. Das heißt: Rechnerstunde ist nicht gleich Rechnerstunde beziehungsweise Knotenstunde ist nicht gleich Knotenstunde. Verschiedene Anforderungen bei der Berechnung von Bilderfolgen können durch unterschiedliche Rechnerarchitekturen begünstigt oder behindert werden.

Die Abschätzung der für ein Projekt benötigten Rechenkapazität (Knotenstunden insgesamt) ist auch für sehr erfahrene Betreiber nicht einfach. Die eingesetzten Prozesse, die dadurch notwendigen Software-Lizenzabfragen und weitere Verarbeitungsschritte werden teils erst während der Realisierung ausgewählt, zum Beispiel nachdem ein Kunde seine Zustimmung zum Vorab-Entwurf gegeben hat und die Rendering-Pipeline für die Berechnung der Filmbilder angeworfen wird.

Realistische Vergleichszahlen lassen sich daher nur durch echte Testrechnungen ermitteln. Aus den Gesprächen mit den Unternehmen wurde erkennbar, dass Firmen intern häufig nur vage kalkulieren. Ein kompletter Ersatz interner Rechenkapazitäten entspricht nicht den Arbeitsabläufen. Die kurzen Innovationszyklen der eingesetzten Software machen es erforderlich, dass viel Erfahrung im Umgang mit den Komponenten gesammelt werden muss, bevor quasi die Massenproduktion in ein entferntes Rechenzentrum ausgelagert werden kann. Teils finden Rechenjobs auch auf den Arbeitsplatzrechnern der Mitarbeiter statt. So sind eher Mittel- und Spitzenlasten im Rahmen von Projektspitzen oder verkürzte Abgabefristen Anwendungsgebiete, in denen externe Kapazitäten attraktiv werden.

7.3 Kosten HLRS-Rechenkapazitäten

Die Kosten der Rechenkapazität am HLRS werden inklusive aller Infrastrukturkosten (zum Beispiel Speicherplatz, Strom) kalkuliert und können mit eigenen Kostenansätzen verglichen werden. Das Rechnersystem des HLRS, aktuell bekannt unter dem Namen Hazelhen, wurde im Verlauf der Studie im Oktober 2015 durch neuere Komponenten mit höherer Rechenleistung und anderen Rechenkosten erneuert. Diese Erneuerung des Systems wird alle drei bis fünf Jahre durchgeführt.

Der Supercomputer am HLRS ist durch eine Vielzahl technologischer Optimierungen bei auf den ersten Blick gleichen Kennzahlen (Prozessor, Hauptspeicher, Plattenplatz) so viel effizienter, dass praktische Rechnungen die Rentabilitätsbetrachtung komplett auf den Kopf stellen können. Die Vielfalt der im AMCRS eingesetzten Verfahren macht einen einfachen Vergleich der Papierwerte nicht möglich. Für realistische Vergleiche mit internen Kapazitäten sind daher Testrechnungen notwendig. Das HLRS bietet Testläufe für Animations- und VFX-Studios an. Für die Berechnung der Gesamrentabilität (intern versus HLRS+Anbindung) sind daher die Kosten für eine Glasfaseranbindung sehr wichtig.

7.4 Kosten einer Glasfaseranbindung

Die Studie konzentriert sich auf Glasfaser als Anschlusstechnologie, weil andere Übertragungstechniken im Vergleich nur eingeschränkte Kapazitäten und Reichweiten liefern. Da die notwendige aktive Technik (Endgeräte zum Betrieb einer Leitung) lediglich einen vernachlässigbaren Teil der Kosten ausmacht, wurden nur Angebote für sogenannte unbeleuchtete Glasfaserverbindungen (Dark Fiber) angefragt.

Vier von elf angefragten Carriern haben dazu einen Kostenrahmen genannt. Darauf aufbauend können monatliche Kosten von ca. 1.000 Euro pro Anschluss bei einer Vertragslaufzeit von drei bis fünf Jahren und einmalige Kosten von ca. 10.000 Euro pro Standort angenommen werden. Die genauen Kosten sind abhängig von örtlichen Bedingungen und wurden standortspezifisch ermittelt. Über die Glasfaserverbindung können folgende Nutzungsanwendungen geführt werden:

- Nutzung der Rechen- und Speicherkapazität des HLRS
- Lokale Zusammenarbeit mit Partnerunternehmen
- Zusammenarbeit mit weiter entfernten Partnern (UK, USA, China, Indien) durch geeignete Aushandlung von Fernverbindungen
- Automatisiertes Offsite Backup für sehr große Datenmengen
- Internetanbindung



Abb. 15: Trudes Tier (Studio Soi GmbH & Co. KG Filmproduktion)

Die monatlichen Kosten einer herkömmlichen Internetanbindung mit 100 - 1.000 Mbit/s (1 Gbit/s) liegen für einen einzelnen Nutzer im Bereich von knapp unter 1.000 bis 2.000 Euro. Eine unbeleuchtete Glasfaserverbindung kann durch eine entsprechende Wahl der aktiven Komponenten aber auch 10.000 Mbit/s oder mehr erreichen. Im ersten Schritt wird damit die Verbindung zur Gegenstelle abgedeckt, doch sind weitere Dienste darüber kostengünstig aufsetzbar.

In der Kombination von gemieteten Dark-Fiber-Verbindungen mit der eigenen Auswahl an aktiven Komponenten und der flexiblen Verhandlung weitergehender Vertragsbindungen liegt der Kern der Innovationsmöglichkeiten, soweit er in der Übertragungstechnik für die Unternehmen des AMCRS steckt.

Der Bereich Übertragungstechnik und vor allem die Entscheidung für ein bestimmtes Konzept liegt außerhalb der Kernarbeitsgebiete der Unternehmen und wird daher in seinen Potenzialen unterschätzt. Eine Vielzahl technischer Details und ökonomischer Faktoren erschwert die Abschätzung unbeleuchteter Verbindungen und sorgt dafür, dass ein möglicher Einsatz als Thema verstanden wird, das jenseits der Planungshorizonte der Unternehmen liegt. Der Abschnitt über Glasfaser geht auf diese Faktoren genauer ein.

8. Exkurs: Glasfaser – Marktsituation und Technologie

Ziel der Studie ist es, den Unternehmen des AMCRS die Nutzungspotenziale einer schnellen Glasfaserverbindung zum HLRS zu erschließen, die den Anschluss an externe Rechenkapazitäten ermöglichen kann. Die Technologie selbst ist etabliert und grundsätzlich verfügbar. Im Folgenden wird die Technologie erklärt und gleichzeitig wird darauf eingegangen, warum die Verfügbarkeit am Markt durch verschiedene Faktoren eingeschränkt ist.

8.1 Warum Glasfaser?

Unter den üblichen Leitungstypen für Telekommunikation (Kupfer, Koaxialkabel, Glasfaser) ist Glasfaser aufgrund seiner technischen Parameter unersetzbar, sobald die angefragten Leistungen eine gewisse Grenze (1 Gbit/s über mehr als einige hundert Meter) überschreiten. In Bezug auf Kapazität, Reichweite unverstärkter Signale (Distanzen), Energieeinsatz und Rohstoffbedarf ist Glasfaser anderen Technologien überlegen und bietet das beste Preis-Leistungs-Verhältnis.

Übertragungskapazität

Schon ein handelsüblicher Laptop kann problemlos Datenmengen von 1 Gbit/s senden und empfangen. Moderne Server können entsprechend IEEE-Standards [☑](#) mehr als das Zehnfache dieser Datenmengen senden und empfangen, aus solchen Servern zusammengefügte Rechnercluster deutlich mehr als das Hundertfache. All diese Leistungen kann der Übertragungsweg Glasfaser bereits heute liefern.

Reichweite unverstärkter Signale

Neben der Menge an zu übertragenden Daten pro Zeiteinheit ist die Distanz, auf der unverstärkt übertragen werden kann, bei Glasfaserleitungen um ein Vielfaches länger. Im Telefonnetz waren die Kupferleitungen bis zum Hauptverteiler zwei bis drei Kilometer lang. Darüber können bei Nutzung von DSL ca. 1 bis 2 Mbit/s übertragen werden. Mit dem Ausbau der Kabelverzweiger reduzierten sich die Länge der Kupferleistungsstrecken auf ca. 800 Meter. Damit lassen sich Übertragungsqualitäten von 25 Mbit/s erreichen.

Glasfaserstrecken können handelsüblich über zehn Kilometer unverstärkt betrieben werden, mit geringfügig höherem einmaligem Aufwand auch 80 Kilometer weit. Koaxleitungen sind zwar besser als Kupferleitungen, erreichen aber niemals die Leistung der Glasfaser. Die im Vergleich zu Kupfernetzen sehr hohen Reichweiten für unverstärkte Glasfaserstrecken ermöglichen überdies strukturell andere Konzepte für den Bau der Netze.

Damit sind auch völlig andere ökonomische Betriebsmodelle realisierbar, die bei gleichen Kosten den Nutzern einen größeren Handlungsspielraum eröffnen. Die Realisierung einzelner Optionen kann unnötig eingeschränkt werden, wenn Entwurf, Planung und Bau der Netze sich an den Betriebsmodellen herkömmlicher Telekommunikationsnetze orientieren.

Energieeinsatz

Um über Kupfer- oder Koaxleitungen hohe Bandbreiten zu übertragen, ist eine gewisse Rechenleistung für die Signalverarbeitung notwendig, die pro Abschlussgerät Strom verbraucht. Der Stromverbrauch für die Signalverarbeitung macht bei Glasfaser im Vergleich zu anderen Übertragungstechnologien nur einen Bruchteil aus, und das bei viel größerer Übertragungskapazität. Realistisch betrachtet wird der eingesparte Strom jedoch in Zukunft durch die steigende Verarbeitung der Datenmengen benötigt.

Rohstoffbedarf und Preis

Ein Kabelbündel des Anbieters Lapp [\[1\]](#) für 20 Kupferdoppeladern wiegt ca. 460 kg pro Kilometer, knapp die Hälfte des Gewichts entfällt auf das Kupfer. Ein Kabelbündel des Anbieters Datwyler [\[2\]](#) mit 48 Glasfasern wiegt ca. 60 kg pro Kilometer, wobei problemlos auch 216 Fasern möglich sind. Ein Außenkabel für 20 Kupferdoppeladern kostet ca. 2.200 Euro pro Kilometer, das Gleiche wie ein Außenkabel für 48 Glasfasern.

Verlegekosten („Beerdigungskosten“)

Die Verlegekosten beider Kabeltypen belaufen sich auf ungefähr 100 bis 200 Euro pro Meter, je nach Bodenbeschaffenheit und notwendigen Belagsarbeiten. Im ungünstigen Fall können auch bis zu 1.000 Euro pro Meter erreicht werden. Diese „Beerdigungskosten“ sind entscheidend für einen Glasfaserausbau, alle anderen Kosten sind vergleichsweise gering (siehe Abb. 16, Seite 47).

Latenz

Die Dauer, die ein Signal auf dem Weg zum Kommunikationspartner benötigt, nennt man Latenz. Sie ist durch die Gesetze der Physik, genauer durch die Lichtgeschwindigkeit begrenzt. Optimiert werden können die verwendeten Kommunikationsprotokolle.

In der Glasfasertechnologie stecken die für die aktuelle und zukünftige Rechnerwelt notwendigen Leistungsreserven bei gleichzeitiger Energieersparnis. Übertragungswege werden in der Regel über mehrere Jahrzehnte genutzt, daher sollte die Entscheidung für die jeweilige Übertragungstechnik entsprechend vorausschauend – das heißt nachhaltig – geplant werden.

8.2 Vorteile von Dark Fiber

Über Glasfaser werden Daten mit Hilfe von Lichtsignalen übertragen. Ein Übertragungsweg wird als Dark Fiber bezeichnet („unbeleuchtet“), wenn die Wahl der Lichtsignale und der diese bestimmenden Endgeräte dem Nutzer der Leitung überlassen und nicht vom Vermieter des Übertragungswegs entschieden wird. Die Innovationsgeschwindigkeit im Bereich der optischen Übertragungstechnik ist hoch, ähnlich wie die Wachstumsrate in Bezug auf die Nachfrage nach schneller Datenübertragung.

Für die Anwender bringt Dark Fiber samt den dafür kontinuierlich fortentwickelten Übertragungsprotokollen eine Art grenzenlose Übertragungskapazität. Die Animations- und VFX-Branche – genauso wie alle anderen Branchen – profitieren davon, wenn sie bei ungefähr gleichen Kosten Zugriff auf quasi unbegrenzte Telekommunikationskapazitäten haben und damit indirekt auch auf sehr große Rechen- und Speicherkapazitäten.

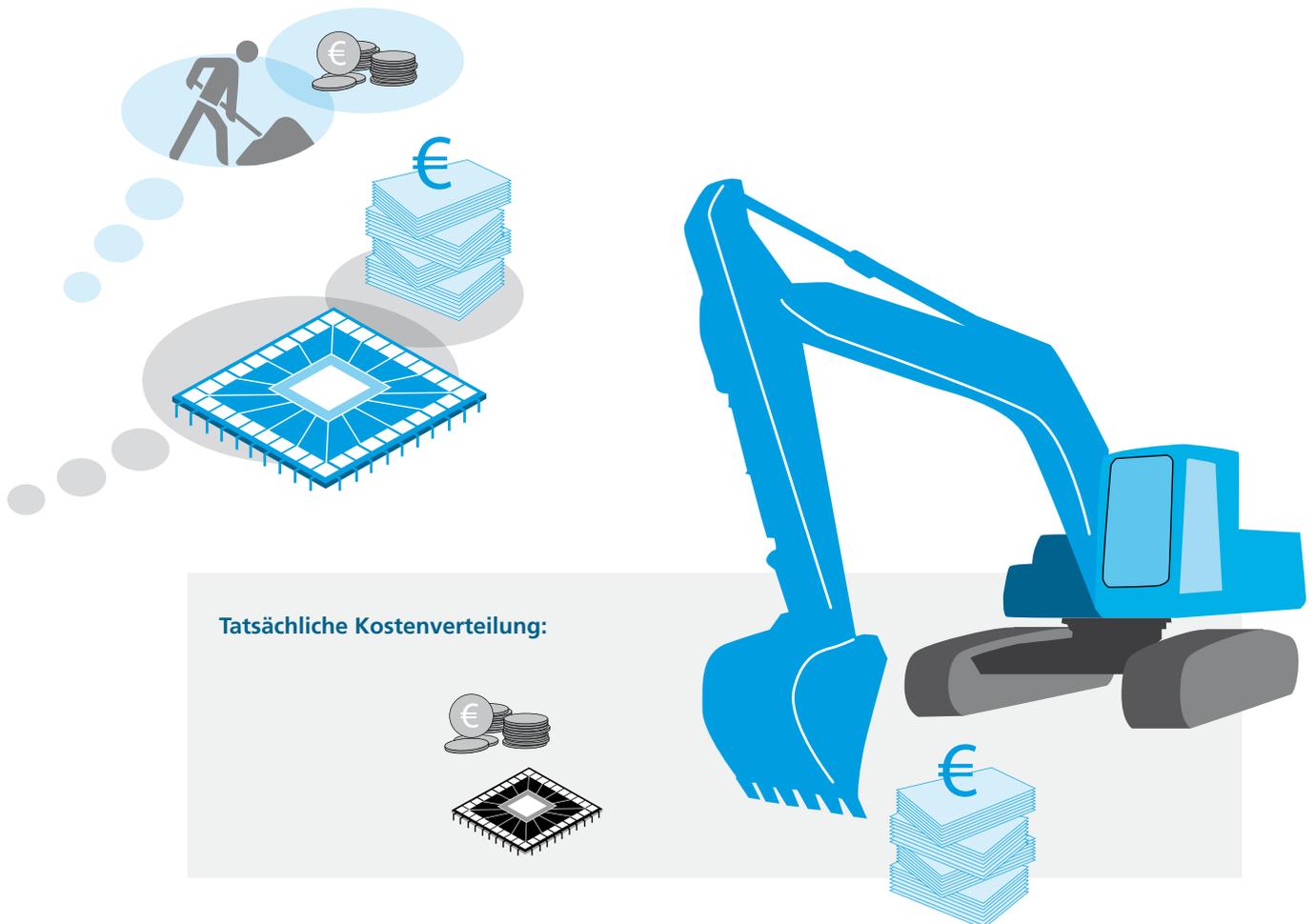
Erwartung der Kostenverteilung:

Abb. 16: Kostenverteilung beim Glasfaseranschluss: Erdarbeiten betragen über 80 Prozent der Kosten

Gleichzeitig eröffnen sich Chancen für neue Arbeits- und Organisationsformen. Der für Dark Fiber notwendige Aufwand wird in Bezug auf Installation und Management nach Ansicht der Autoren durch hinzugewonnene Flexibilität aufgewogen. Hauptsächlich müssen marktgängige optische Netzwerkkomponenten eingekauft und eingesetzt sowie die Vertragsbeziehung mit den Carriern neu organisiert werden, die dadurch zum Teil komplexer, zum Teil aber auch einfacher wird.

Wenn man davon ausgeht, dass die Nutzung von Dark Fiber für die Nutzer attraktiv ist, stellt sich schließlich die Frage, ob es Carrier gibt, die diesen Übertragungsweg zu Konditionen anbieten, die es erlauben, Dark Fiber ohne signifikante Mehrkosten für die Nutzer zu betreiben. Für die Standorte, die in der Studie untersucht wurden, konnten Carrier gefunden werden, die die Option Dark Fiber zu vergleichbaren Betriebskosten wie bisher für die Nutzer bereitstellen können. Gesondert betrachtet werden müssen dabei allerdings die einmaligen Investitionskosten.

Besondere Beachtung verdienen dabei die Interessen der Carrier. Wenn die Bereitstellung einer solchen Anschlussart den langfristigen Interessen der Carrier entgegensteht, kann das Projekt schnell zur einmaligen Angelegenheit werden, was nicht im Interesse der Nutzer wäre. Hier gilt es gegenzusteuern.

Zugleich tendiert der Leitungsmarkt, sofern er unreguliert ist, strukturell zu einem natürlichen Monopol. Über längere Zeiträume betrachtet lassen sich die Anzeichen für eine zunehmende Anbieterkonzentration [☑](#) bereits heute erkennen. Die Gelegenheit für Carrier und Nutzer, funktionierende Modelle für Dark-Fiber-Übertragungswege zu finden, ist daher nach Ansicht der Autoren heute während des Übergangs vom Kupfer zum Glasfasernetz möglich. Sie wird aber schon in den kommenden Jahren verschwinden, wenn kein geeignetes gemeinsames Modell gefunden wird. Um mögliche Modelle besser zu verstehen, ist ein Exkurs zu den technischen Details von Glasfasernetzen notwendig.

8.3 Glasfasertechnik: Was ist ein Glasfaseranschluss?

Auch wenn zahlreiche Produkte heute als Glasfaseranschluss bezeichnet werden (zum Beispiel VDSL-Anschlüsse oder vereinzelt Produkte im Fernseh-Kabelnetz), kann man von einem Glasfaseranschluss tatsächlich erst sprechen, wenn eine Glasfaserleitung in ein Gebäude geführt wird und nicht 100 oder 200 Meter davor in einem Kabelverzweiger endet. Auch der Brunnen auf dem Marktplatz ist schließlich kein Wasseranschluss. Ähnliches gilt für die Funktechnik.

Je nach Art des Gebäudes wird ein Kabel mit zwölf, 24 oder bis zu 200 und mehr Fasern in ein Gebäude geführt. Ein Glasfaseranschluss für einen Nutzer benötigt im Normalfall zwei Fasern, eine für die Sende- und eine für die Empfangsrichtung. Spezielle Lösungen kommen auch mit einer Faser klar, führen jedoch zu Beschränkungen im Betriebsmodell. Der Glasfaser-Hausanschluss wird normalerweise bis zur Glasfasertrasse des entsprechenden Carriers geführt. Je nach Trassenlage kann die Distanz mehrere 100 Meter oder auch einige Kilometer betragen.

Wo ist die Gegenstelle für einen Glasfaseranschluss?

Im Allgemeinen endet der Glasfaseranschluss eines Nutzers auf der Vermittlungstechnik des Carriers, der über diese Glasfaserverbindung einen Telekommunikationsdienst bereitstellt. Für die Nutzer im AMCRS, die im Rahmen dieser Studie die Rechenkapazität des HLRS nutzen möchten, ist die Gegenstelle das HLRS.

Um die Leitungslängen und damit die Kosten für diesen besonderen Anschluss zu optimieren, wird empfohlen, dass an geeigneter Stelle in Stuttgart ein zentraler Knoten (kleiner Raum mit Serverschrank) aufgebaut wird, an dem die Leitungen zusammenlaufen. In diesem Modell werden also beide Enden des Glasfaseranschlusses von den Benutzern selbst betrieben. Vom zentralen Knoten wird eine Leitung zum HLRS geschaltet, genauer zu einem der Übergabepunkte, die das Landeshochschulnetz BelWü zum HLRS bereitstellt (siehe Abb. 17, Seite 49).

8.4 Glasfasertechnik – Hausanschlüsse

Wenn ein Nutzer von einem Carrier eine Leistung bestellt, die nur über Glasfaser technisch zu erbringen ist, und der Eigentümer des Gebäudes einen Vertrag mit dem Carrier unterzeichnet, wird das Gebäude durch den betreffenden Carrier erschlossen (on-net).

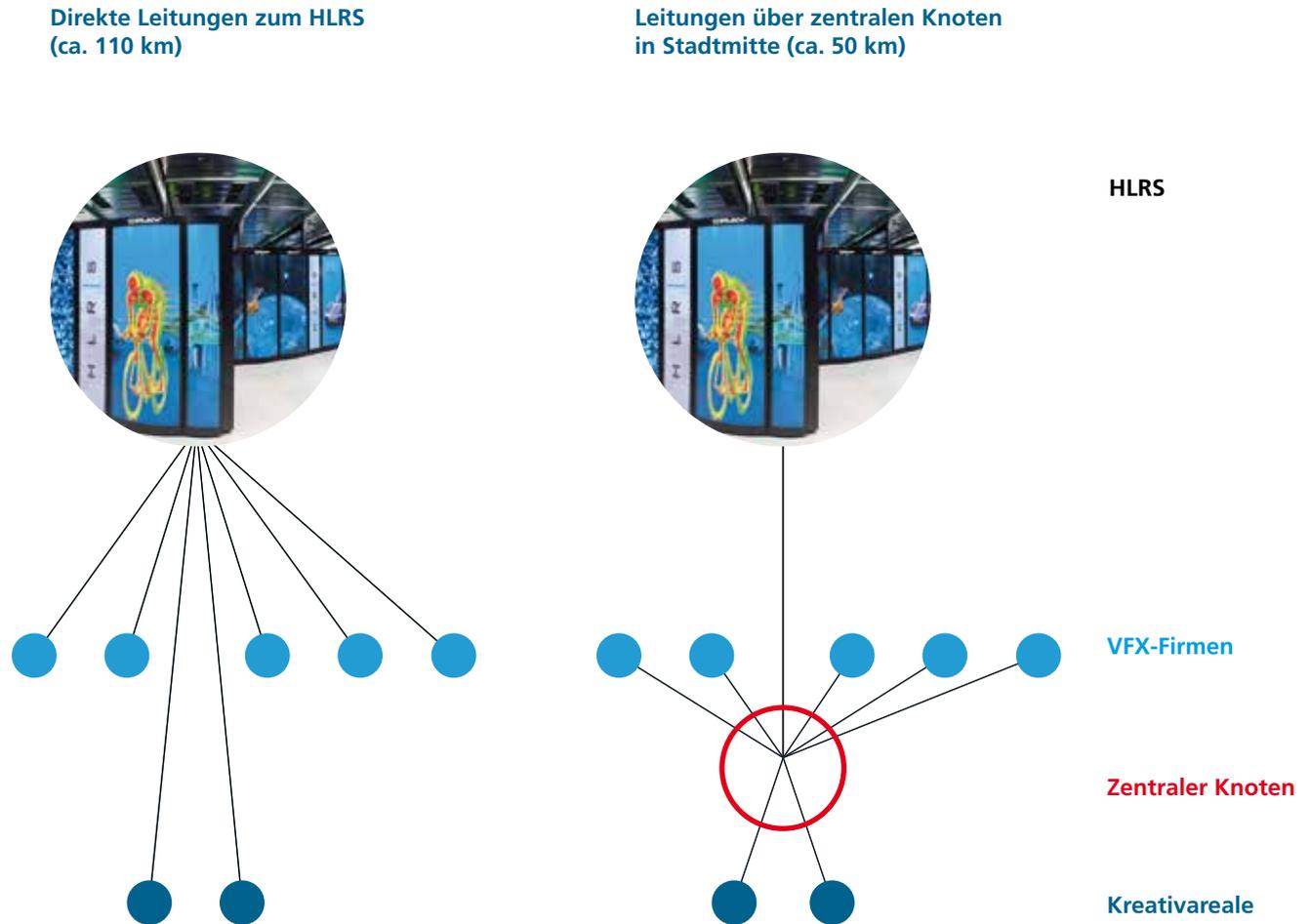


Abb. 17: Unterschiedliche Gesamtleitungslänge bei direkten Verbindungen zum HLRS im Vergleich zu zentralem Knoten in Stadtmitte

Hürden beim Hausanschluss

Der Bau eines Hausanschlusses ist neben dem Bau der Zuleitung der aufwändigste Arbeitsschritt und verursacht entsprechend Kosten. Es gibt dabei rechtliche, technische und ökonomische Fragen sowie Fragen zum Ablauf, die sich aus dem Vorgang selbst ergeben. Der Vertrag, den ein Carrier mit dem Gebäudeeigentümer für die Schaltung eines Hausanschlusses schließen möchte, nennt sich Gebäudeeigentümergeklärung, Hausanschlussvertrag oder auch Netzanschlussvertrag. Der Vertrag umfasst allgemeine Klauseln bezüglich der Berechtigung des Carriers, den Hausanschluss zu installieren. Teilweise sind Rückbauverpflichtungen durch die Hauseigentümer gewünscht, wodurch es zu Verzögerungen kommen kann.

Wenn mit dem Hausanschlussvertrag einmalige Kosten verbunden sind, kann es schnell zu einem verwirrenden Rundlauf kommen. In der Regel wird der Carrier versuchen, die gesamten Kosten dem Eigentümer in Rechnung zu stellen. Der Eigentümer wird daraus den Schluss ziehen, dass die Kosten komplett vom Nutzer getragen werden müssen. Häufig verzögert sich so die Erteilung der Genehmigung.

Immer wieder werden Glasfaseranschlüsse installiert, wenn Gebäude eine Mobilfunkstation erhalten. Denn moderne Mobilfunkstationen benötigen Glasfaserverbindungen, um die großen Datenmengen der mobilen Datenverbindungen abzuführen.

Die notwendigen baulichen Maßnahmen umfassen das Ausheben eines Grabens von ca. ein bis eineinhalb Meter Tiefe und einen Durchbruch durch die Hauswand. Für den Eigentümer können dadurch je nach Situation Wassereintrittsrisiken oder optische Beeinträchtigungen und im Zuge des Baufortschritts auch Behinderungen beim Zugang zur Immobilie entstehen. Die Abklärung all dieser Fragen kann den Anschluss deutlich verzögern oder sogar ganz verhindern.

Für Kupfer- und KabelTV-Anschlüsse sind solche Arbeiten meist nicht notwendig, da die Netze für diese Übertragungstechnik in den 1960er- und 1970er-Jahren (für Kupfer) und in den 1980er- und 1990er-Jahren (für KabelTV) weitgehend flächendeckend ausgebaut wurden. KabelTV wurde damals nicht in Gewerbegebiete hineingebaut, da für das sogenannte Kabelfernsehen ursprünglich nur eine Nachfrage von Wohnungsnutzern, nicht aber von Unternehmen erwartet wurde. Sollte ein Gebäude nicht über ausreichende Kupferleitungen verfügen und wurde bei einem Ausbau auf den Kabelanschluss verzichtet, so sind auch für diese Leitungstypen heute noch Erdarbeiten notwendig.

Kein regulierter Zugang zur Glasfaser

Ist bei einem Gebäude unklar, ob bereits Glasfaser vorhanden ist, kann mit hoher Wahrscheinlichkeit davon ausgegangen werden, dass kein Anschluss liegt. Bei einer Anschlussdichte von ca. 600 Gebäuden on-net für einen der im Rahmen der Studie befragten Glasfaser-Carrier in Stuttgart bei einem Gesamtgebäudebestand von ca. 77.000 Wohngebäuden im betreffenden Gebiet (Zensus 2011) ist erkennbar, dass Glasfaseranschlüsse eher eine Seltenheit sind.

Die Deutsche Telekom AG (DTAG) hat zwar mehr Gebäude mit Glasfaser erschlossen, doch anders als bei Kupferleitungen ist die Überlassung von sogenannten Teilnehmeranschlüssen (TAL) vom Netzbetreiber Deutsche Telekom AG an Wettbewerber nicht reguliert.

Im Kupferkabelmarkt muss die DTAG im Rahmen der Telekommunikationsregulierung der Konkurrenz zu festgelegten Preisen von rund acht bis zwölf Euro pro Monat Zugang zur letzten Meile überlassen. Die Überlassung von Glasfaser-TAL ist dagegen nicht reguliert und die DTAG ist nicht verpflichtet, diese Leitungen für den Wettbewerb zu öffnen. Auf die Regulierung wurde verzichtet, weil man regulierungsrechtlich davon ausgeht, dass die Telekom hier nicht marktbeherrschend ist. Im Ergebnis sorgt der fehlende Wettbewerb auf der Infrastruktur Glasfaser allerdings zu einem stark von Carrier-Strategien getriebenen Markt.

8.5 Glasfaser-Technik: notwendige Bauteile

Fasern

Die ersten Patente zur Datenübertragung über Glasfaser wurden Mitte der 1960er-Jahre in Ulm erteilt. Seitdem hat sich die Technik der Fasern in zwei Bereiche entwickelt: Multimode-Glasfasern für die Datenübertragung innerhalb von Gebäuden mit einfacher Verlege-/Spleißtechnik und kostengünstigeren Optiken sowie Singlemode-Glasfasern für die Übertragung über Strecken von einigen 100 Metern bis zu mehreren 1.000 Kilometer langen Unterseekabeln. In jüngster Zeit kamen noch kunststoffbasierte Fasern für Inhausanwendungen hinzu, die wir im Rahmen dieser Studie nicht weiter betrachten.

Multimode und Singlemode, die sich durch den Durchmesser der Faser und die bei der dickeren Multimode-Faser stärker auftretenden Brechungen unterscheiden, können nicht für eine Gesamtstrecke zusammengeschaltet werden. Zwischen den beiden Fasertypen ist eine elektrische Umsetzung notwendig, die solche Setups teurer und störungsanfälliger macht und darüber hinaus Strom, Technik und Zugangsprozeduren an Stellen im Gebäude erfordert, an der sie bei der Gebäudeplanung meist nicht vorgesehen wurden. Die dünneren Singlemode-Fasern, bei denen das Signal „klarer“, das heißt ohne Brechungen übertragen wird, sind insbesondere bei langen Leitungen oder Standleitungen vorzuziehen; sie sind allerdings etwas teurer.

Optiken

Drei verschiedene optische Komponenten ermöglichen die Datenübertragung. Die Sendekomponente wandelt elektrische Signale in optische um für die Übertragung auf der Glasfaserstrecke. Dafür werden Laser verwendet. Die zweite Komponente wandelt die optischen Signale wieder in elektrische Signale um, um die Daten zu empfangen. Beide Komponenten werden in einem sogenannten optischen Transceiver zusammengefasst und als Einschübe für handelsübliche Ethernet Switches und Router verwendet.

Ein Transceiver ist etwas länger als ein Streichholz und ungefähr so dick wie ein Finger. Die Eigenschaften der im Transceiver verbauten optischen Bauteile bestimmen die Frequenz, auf der übertragen wird, und die Distanz, die erreicht werden kann. Es gibt verschiedene Bauformen, bezeichnet unter anderem mit SFP, SFP+ und QSFP. Diese Bauformen erreichen unterschiedliche Bandbreiten (zum Beispiel 1 Gbit/s, 10 Gbit/s, 40 Gbit/s).

Die dritte Komponente sind optische Splitter, die es ermöglichen, dass auf einer Faser Signale unterschiedlicher Frequenzen eingespielt werden, die auf der Empfangsseite wieder getrennt ausgelesen werden können. Diese Splitter gibt es in einfacher Bauform (CWDM, 18 Frequenzen) und in aufwändiger Bauform (DWDM, 96 Frequenzen). Die Übertragung der Signale auf den verschiedenen Frequenzbändern stört sich nicht gegenseitig, sodass alleine darüber die Kapazität vervielfacht werden kann.

Endgeräte

Für die Realisierung eines LAN (Local Area Network) in einem Unternehmen werden Ethernet Switches eingesetzt. Alle handelsüblichen Ethernet Switches und auch neuere Abschlussrouter für Internetverbindungen haben Slots, um Transceiver aufzunehmen. Da der Markt für Ethernet Switches weltweit einheitlich und stark standardisiert ist, unterliegen die Preise für diese Geräte einem robusten Wettbewerb. Das größte Problem bei den für den schnellen Zugriff auf das HLRS vorgesehenen Kapazitäten sind daher nicht Ethernet-Abschlussgeräte, sondern Firewalls, die einen entsprechenden Datendurchsatz ermöglichen. Firewalls schützen durch Filterung Systeme gegen bösartige oder durch Fehler hervorgerufene Angriffe, können aber je nach Mächtigkeit den Datendurchsatz erheblich beeinträchtigen (siehe Abschnitt 9.5 Sicherheit).

8.6 Projekt versus Produkt im Glasfasermarkt

Aus der Beschreibung der notwendigen Schritte für einen neuen Glasfaser-Hausanschluss wird klar, dass im Gegensatz zu den Anschlüssen mit Kupfer- und Koaxialkabel die Schaltung einer Glasfaser die beauftragten Unternehmen mit einer längeren Liste von komplexen Aufgaben konfrontiert. Sie müssen stärker als Projekt verstanden werden und nicht als der Einkauf eines handelsüblichen Produktes. Der einfache Griff ins Regal funktioniert nicht, weil die Infrastruktur im Vergleich zu den Kupferanschlüssen noch nicht sehr verbreitet ist.

Glasfaseranschlüsse sind, da die Hausanschlüsse nicht flächendeckend vorhanden sind, für den Auftraggeber fast immer Abläufe mit Arbeitsschritten, die separat geplant, kalkuliert, verhandelt, unterbeauftragt und genehmigt werden müssen. Damit werden sie in den Unternehmen zu Projekten – mit Koordinationsaufgaben sowie zeitlichen und finanziellen Unschärfen.

Grundsätzlich hat der Unterschied zum Ergebnis, dass ein Carrier auf die Frage nach dem Preis für eine Glasfaserleitung keine sofortige Antwort liefern kann, sondern erst ein Planungs- und Kalkulationsprozess ausgelöst wird. Je nach Carrier sind Glasfaseranschlüsse das Kerngeschäft und die Vertriebsansprechpartner mit den Vorgängen, Aufwänden und Planungsprozessen vertraut. Oder aber man muss innerhalb der Carrier-Organisation erst außerhalb der normalen Arbeitsabläufe die richtigen Abteilungen finden und zu einem Projekt bewegen. Je nach Struktur des Vertriebs und der Ebene, auf der man mit dem Carrier kommuniziert, kann das zu widersprüchlichen Aussagen bezüglich Kosten, Laufzeiten und anderen Vertragsdetails führen.

Glasfaseranschlüsse sind, solange es keinen flächendeckenden Ausbau gibt, immer Projektgeschäft. Weil der flächendeckende Ausbau bei keinem der Carrier kurzfristig auf der Agenda steht, wird sich das für die vorhersehbare Zukunft auch nicht ändern.

8.7 Verlegekosten („Beerdigungskosten“)

Beim Thema Anschlusskosten müssen immer die Verlegekosten für die Strecke von den Glasfasertrassen des betreffenden Carriers bis zum Gebäude, das angeschlossen werden soll, betrachtet werden. Da in Deutschland nur in Ausnahmefällen Telekommunikationsleitungen an Holzmasten frei hängend verlegt werden (Freiluftverlegung), sind mit der Verlegung der Leitungen immer Erdarbeiten verbunden. Der vielsagende Begriff für die entstehenden Ausgaben lautet „Beerdigungskosten“, um zu verdeutlichen, dass damit der entscheidende Teil der Kosten für die Realisierung von Glasfasernetzen verbunden ist.

Wenn man in eng bebauten Gebieten mit durchschnittlichen Baukosten von 100 bis 200 Euro pro Meter plant, bei schwierigen Teilstrecken auch mit 1.000 Euro pro Meter, wird klar, dass diese Kosten schnell zur „Beerdigung“ des investierenden Unternehmens führen können. Kostensensible Planung ist daher das Gebot der Stunde (siehe Abb. 16, Seite 47).

Es gibt in der Region Stuttgart aus den genannten Gründen keinen Carrier, der aktuell auf eine flächendeckende Glasfaserinfrastruktur zurückgreifen kann. Im Lauf der 1980er-Jahre wurde von der Deutschen Telekom – ausgelöst durch entsprechende politische Initiativen der damaligen Landesregierung – jedoch ein gewisser Grundausbau mit Glasfasertrassen in Stuttgart vorangetrieben.

Die Länge dieses Glasfasernetzes ist allerdings nicht öffentlich bekannt. Da der Ausbau der Kabelfernsehinfrastruktur bis Ende der 1990er-Jahre eine Aktivität der Deutschen Telekom war, der im Rahmen der Entflechtung von Telefon- und TV-Kabelnetz dann abgespalten wurde, hat der Kabelnetzbetreiber Unitymedia im Rahmen seines Netzausbaus zum Teil Glasfaserstrecken der Deutschen Telekom von damals übernommen und natürlich in der Zwischenzeit viele eigene Strecken hinzugebaut. Auch hier ist kein flächendeckender Ausbau erreicht.

Anfang der 2000er-Jahre gab es im Rahmen des New-Economy-Booms Unternehmen, die den Bedarf nach mehr Glasfaserinfrastruktur als Geschäftsgelegenheit betrachtet und in Stuttgart ebenfalls einen Grundausbau mit Glasfasertrassen durchgeführt haben. Dazu zählen die Firma Colt sowie einige weitere Unternehmen, die heute teils nicht mehr am Markt existieren, aber deren Glasfasertrassen an andere Unternehmen übergegangen sind. Da die Kosten selbst für finanziell großzügige New-Economy-Zeiten sehr hoch waren, hatten sich die Unternehmen zusammengetan und im Rahmen eines gemeinsamen Bauprojekts etliche der Kosten geteilt.

Allerdings hatte dies zur Folge, dass der Grundausbau und der Trassenverlauf für die beteiligten Unternehmen sich sehr ähnelten. Noch heute kann die Grundstruktur dieses Ausbaus beispielsweise in der Netzstruktur des Carriers Eunetworks nachvollzogen und in dessen Kartenanwendung (Eunetworks Location Finder [↗](#)) abgefragt werden.

Drei Infrastrukturunternehmen haben in den vergangenen 20 Jahren ebenfalls im Rahmen der normalen Bautätigkeit Glasfasertrassen ausgebaut:

- Die SSB AG, die entlang ihres Straßenbahnschienennetzes fast immer auch eine Glasfasertrasse angelegt hat, unter anderem für die SSB-eigenen Telekommunikationsbedürfnisse. Sie vermietet diese Glasfasern bei Bedarf an Carrier, baut aber nicht selbst über die Schienentrassen hinaus aus.
- Die ehemalige EnBW Regional AG als regionaler Versorger für Strom/Gas/Wasser, die für diverse Steuerungsanwendungen ebenfalls Glasfasertrassen gebaut hat und diese heute durch die Tochterfirma Netcom-BW vermarkten lässt und erweitert. Inwieweit die Neustrukturierung des regionalen Versorgers als Stadtwerke Stuttgart die Ausbaugeschwindigkeit verändert, ist noch offen.
- Die Deutsche Bahn AG, die entlang der Eisenbahntrassen ebenfalls zu eigenen Zwecken Glasfaser verlegt hat. Im Rahmen diverser Marktentwicklungen hat Arcor (jetzt: Vodafone) Teile dieser Trassen übernommen; eine intensive Vermarktung findet jedoch nicht statt.

Alle Gebäudestandorte, die außerhalb dieses Grundaubaus liegen, müssen über längere Strecken bis zu diesen Trassen angeschlossen werden – bei entsprechenden „Beerdigungskosten“.

Beispielsweise liegt das Kübler Areal in der Ostendstr. 106 leider so weit von jeder verfügbaren Dark-Fiber-Trasse entfernt, dass die ca. 500 Meter für die Zuleitung eine relevante Hürde für eine Erschließung darstellen. Zwar ist ein Glasfaseranschluss der Deutschen Telekom im Areal grundsätzlich vorhanden, doch bietet das Unternehmen seinen Kunden im Allgemeinen keine Dark-Fiber-Strecken an.

Vage kalkuliert würden für diesen speziellen Standort Kosten von 50.000 bis 100.000 Euro für eine Erschließung mit Dark Fiber anfallen. Für einen einzelnen Nutzer in diesem Areal sind diese Kosten zu hoch, um einen Dark-Fiber-Glasfaseranschluss in Erwägung zu ziehen. Im Rahmen der Gespräche zu dieser Studie konnte für das Areal eine Lösung gefunden werden, weil ein alternativer Carrier (Colt) hier langfristig kalkuliert und entsprechende Angebote formuliert hat.

Zu beachten sind schließlich auch besondere Betriebskosten einer Glasfaserinfrastruktur, die durch Infrastrukturbaumaßnahmen entstehen. Existiert eine Glasfasertrasse auf einer Strecke, auf der beispielsweise die Kanalisation saniert, eine Straßenbahnlinie gebaut oder die Straßeninfrastruktur verändert wird, hat der Carrier, dessen Glasfasertrasse von diesen Bauarbeiten betroffen ist, einen Teil der Kosten zu tragen und einzukalkulieren.

8.8 Zeitliche Horizonte

Zwei Zeitfaktoren sind bei der Realisierung von Glasfaseranschlüssen einzubeziehen:

- die Zeit bis zur Fertigstellung, die Realisierungszeit
- die vom Carrier verlangte Vertragslaufzeit

Realisierungszeiten

Wenn Erdarbeiten für einen Hausanschluss notwendig sind, weist beispielsweise die Deutsche Telekom darauf hin, dass der Nutzer mit einer Vorlaufzeit (vor Bereitstellung der Leistung) von mindestens 16 Wochen rechnen muss. Je nach Wegstrecke bis zur Trasse entstehen für den Auftraggeber (Carrier) weitere Kosten, die intern besondere Abstimmungsprozesse voraussetzen.

Wenn die neu zu bauende Leitungslänge bestimmte Grenzen überschreitet, sind überdies je nach Gemeinde besondere unternehmensübergreifende Abstimmungsprozesse einzuhalten (Carrier-Umlauf), damit doppelte Erdarbeiten vermieden werden. Dabei werden andere Carrier oder Versorger angefragt, ob sie parallel zu den Arbeiten eigene Leitungen verlegen wollen. Diese Abstimmungsprozesse können auch dazu führen, dass ein konkurrierender Carrier beginnt, den Kunden im Gebäude neue Angebote zu machen, um dem für den Kunden anfragenden Carrier zuvorzukommen.

Für die Schaltung eines Glasfaseranschlusses sind Erdarbeiten von der Glasfasertrasse des betreffenden Carriers beziehungsweise dessen nächsten Abzweig bis zum Gebäude notwendig (Zuleitung). Diese Arbeiten können nicht in der Frostperiode durchgeführt werden. Eine Beauftragung im Oktober kann im ungünstigen Fall bei einem frühen und langen Winter eine Verzögerung bis in den nächsten April verursachen. Häufig entsteht durch die lange Realisierungszeit das Missverständnis, dass der Carrier seine Leistung nicht erbringen kann oder will. Diese Realisierungszeiten liegen jedoch in der Natur der Sache, solange kein flächendeckender Ausbau vorhanden ist.

Vertragslaufzeiten

Ein Carrier kalkuliert damit, dass die Verlegekosten für die Erschließung eines Gebäudes im Rahmen der Vertragslaufzeit wieder eingespielt werden. Ist der Leitungsweg länger oder die Vertragslaufzeit kürzer, ist der monatliche Preis entsprechend anzupassen. Natürlich hofft der Carrier auch auf Folgeverträge mit anderen Nutzern in der Nachbarschaft oder demselben Gebäude. Nur dadurch kann er seine Investitionen wieder einspielen.

Ein Carrier, der die Chance hat, weitere aktuelle Anfragen in der unmittelbaren Umgebung zu bedienen, wird eher geneigt sein, kurze Laufzeiten anzubieten. In manchen Fällen kann ein Carrier bereit sein, flexible Konditionen zu offerieren, um Marktanteile hinzuzugewinnen. Möglicherweise erlaubt ihm auch seine Gesamtposition am Markt eine Querfinanzierung der Aufwände für einige Jahre.

Es ist daher immer sinnvoll, Nachfragen mit anderen Nutzern abzusprechen und zusammenzufassen. Wegen der beschriebenen Kombination aus Laufzeit, Kosten und Nutzerzahl wird das Dark-Fiber-Modell von einigen traditionellen Carriern als für sie riskantes Geschäftsmodell bewertet. Diese Carrier wollen prinzipiell kein Dark Fiber anbieten.

8.9 Glasfasertechnik: Betriebssicherheit, Trassenredundanz, Kreuzungsfreiheit

Weil Dark-Fiber-Verbindungen Risiken für das Betriebsmodell der Carrier darstellen, wird im vertrieblichen Kontakt das Ausfallrisiko für Glasfaserstrecken regelmäßig besonders hervorgehoben. Daher ist bei den Angeboten auf die Verfügbarkeit der Leitungen zu schauen. Auch eine auf den ersten Blick optisch hohe Verfügbarkeit von 98 Prozent pro Jahr kann fatale Konsequenzen haben, wenn der Ausfall sich auf einen Zeitpunkt konzentriert.

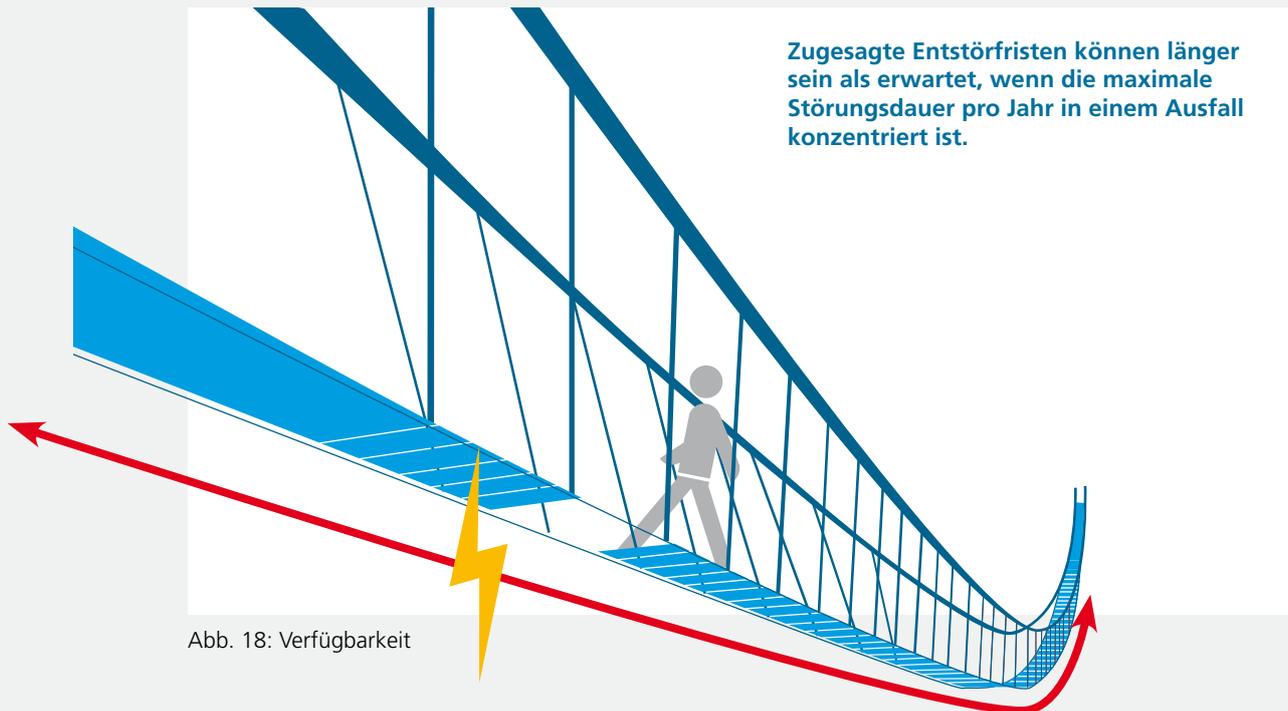


Abb. 18: Verfügbarkeit

Im Allgemeinen sind die Strecken sehr stabil. Ungeplante Ausfälle der Leitungen und Endgeräte sind selten und finden nur alle paar Jahre statt. Es gibt für Telekommunikationsleitungen drei Arten von Betriebsrisiken.

Ausfall eines Endgerätes

Die erste Prüfung ist immer, ob das Endgerät noch Strom hat. Häufig reicht es aus, das betreffende Gerät neu zu starten. Ausfallrisiken beschädigter Endgeräte sind durch Vorratshaltung von Ersatzgeräten einfach abzudecken. Aktive Netzkomponenten (Optiken, Switches) stellen kein hohes Kostenrisiko dar. Der IT-Betrieb kennt diese Vorratshaltung als Teil der normalen IT-Prozesse. Der Zugang zu beiden Seiten einer Verbindung ist notwendig, um bei einer Störung gegebenenfalls beide Endgeräte tauschen zu können. Die Zugänglichkeit rund um die Uhr (24 x 7) zu allen Verteilerschränken ist bei der Planung eigener Strecken vorzusehen. Dazu ist es sinnvoll, für jeden Standort die Ansprechpartner und deren Kontaktdaten zu dokumentieren. Solche Endgerätausfälle passieren pro Strecke erfahrungsgemäß alle paar Jahre.

Beschädigte Kabelstrecke

Die klassische Ursache dafür sind Baustellen, auf denen ein Bagger eine Glasfasertrasse beschädigt. Für Glasfaserreparaturen werden spezielle Werkzeuge und Qualifikationen benötigt. Daher sind bei Beschädigungen längere Ausfallzeiten möglich, in der Regel vier bis 24 Stunden. Wurde eine Beschädigung festgestellt, ist es normalerweise Aufgabe des Carriers, die Strecke wiederherzustellen. Wenn der Ort der Beschädigung nicht bekannt ist, wird von einem der Enden in die Strecke gemessen, um die Distanz bis zur Beschädigung zu finden. Hier ist wieder der schnelle, unbürokratische Zugang zu beiden Leitungsenden und den Verteilerschränken von zentraler Bedeutung. Der Nutzer muss diese etwas längeren Ausfälle und deren Auswirkungen einplanen. Solche Streckenbeschädigungen passieren pro Strecke etwa alle zehn Jahre, wobei längere Strecken (über zehn Kilometer) davon häufiger betroffen sind.

Umbauarbeiten entlang von Faserstrecken führen ungefähr alle zwei bis drei Jahre zu nächtlichen mehrstündigen, geplanten und angekündigten Ausfällen. In Gebieten mit reger Bautätigkeit (Stuttgarter Innenstadt) kann das häufiger sein. Im AMCRS-Umfeld gibt es für den Zugriff auf das HLRS immer die Alternative, die Daten auf Festplatten zum HLRS zu schicken, daher wird für die Studie keine hohe Verfügbarkeit eingeplant.

Elementarschäden an Leitungsenden oder Verteilerstationen

Der schwerwiegendste Ausfall für eine Strecke ist ein Elementarschaden, beispielsweise ein Brand oder Hochwasser an den Leitungsenden oder im Bereich der dazwischen liegenden Verteilerstationen. Bei einem solchen Schaden können Strecken bis zu drei Wochen ausfallen. Solche Vorfälle sind sehr selten, aber nicht völlig auszuschließen.

Aus dieser Aufstellung wird erkennbar, dass die Betriebssicherheit kein übermäßiges Risiko ist, wenn man sich auf diese Szenarien vorbereitet. Damit wird auch klar, dass die Betriebssicherheit eines kleinen regionalen Glasfasernetzwerks durchaus beherrschbar ist. Auch bei einem von einem Carrier betriebenen Netz bleiben die geschilderten Ausfallszenarien gültig.

Redundanz

Wenn die Sorge um die Betriebssicherheit größer ist, weil beispielsweise noch weitere und zeitlich kritischere Anwendungen über die Glasfaserleitung führen, müssen Redundanzen im Bereich Hauszuführung, Trassenführung und Trassenweg bedacht werden (siehe Abb. 19, Seite 57).

Alle drei Redundanzen sichern Teile der Glasfaserleitung ab, die zu längeren Ausfällen führen können. Der notwendige Aufwand, diese Redundanzen bereitzustellen, darf nicht unterschätzt werden. Die beschriebenen Kosten für Glasfasertrassen machen deutlich, dass selbst die Beauftragung zweier unterschiedlicher Carrier nicht notwendigerweise Redundanz in der Hauszuführung und der Trassenführung bringt. Für Glasfaserstrecken über Gemeindegrenzen hinweg kann obiges Bild genauso verwendet werden, wobei ein Kästchen dann eine Gemeinde statt ein Gebäude darstellt.

Hauszuführung und Kabelwege

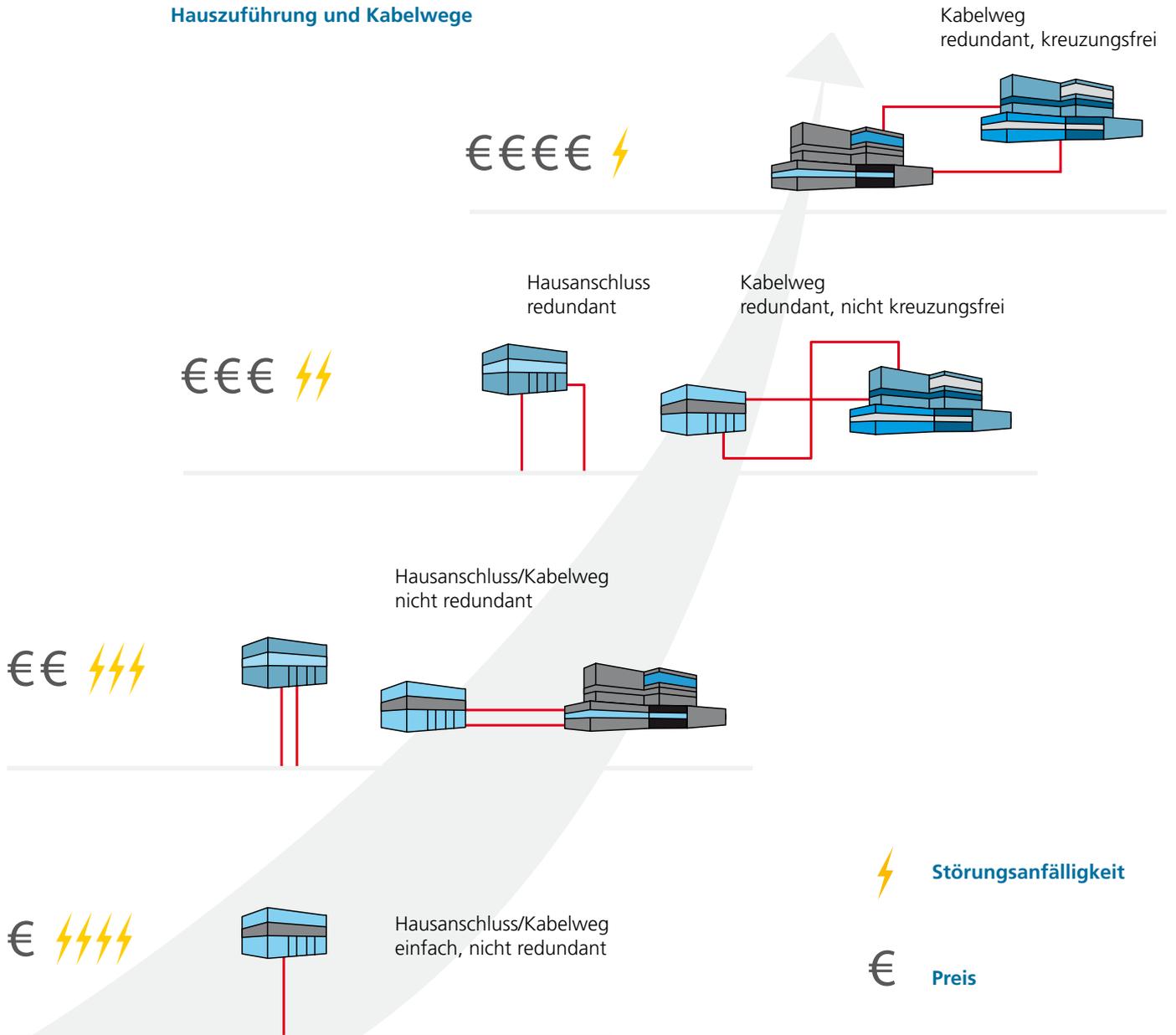


Abb. 19: Zusammenhang zwischen Preis und Störungsanfälligkeit bei verschiedenen Varianten der Hauszuführung und Kabelwege

8.10 Marktstruktur und regulatorische Versäumnisse

Ohne Regulierung entwickeln sich Telekommunikationsmärkte in Richtung natürlicher Monopole. Die Regulierung hat darauf in Europa mit der Verabschiedung der Rahmenrichtlinie 2002/21/EG [↗](#) reagiert und insbesondere mit Artikel 8 die Technologieneutralität als zentrales politisches Ziel und regulatorischen Grundsatz für elektronische Kommunikationsnetze und -dienste festgelegt.

Eine Folge dieser Festlegung war, dass die Telekommunikationsregulierung nicht über Kostenaspekte der Telekommunikationsnetze („Beerdigungskosten“), sondern über Messwerte diskutierte (Bandbreite). Das Thema Bandbreiten beherrscht über weite Strecken die Diskussion mit dem Ergebnis, dass die Regulierung entscheidende Faktoren des natürlichen Monopols im Telekommunikationsmarkt vernachlässigt hat.

Carrier wurden und werden auf Bandbreiten verpflichtet, deren Erbringung irrelevant wäre, sofern eine Technologie gewählt würde (Glasfaser), die beliebige Bandbreiten liefern könnte. Eine genauere Betrachtung der Regulierungsaspekte geht über den Rahmen dieser Studie hinaus. Allerdings liefern die Kostenbetrachtungen und die Darstellung der Schwierigkeiten bei den Anfragen einer bestimmten Leitungsqualität (Dark Fiber) einen Hinweis auf ein Problem.

Dieses besteht kurz gesagt darin, dass Unternehmen wie Animations- und VFX-Studios aufgrund der Marktstruktur der Zugang zu einer Technologieplattform („unbegrenzte Bandbreite“) verwehrt bleibt. Sie werden dadurch in ihren Innovationsmöglichkeiten eingeschränkt beziehungsweise sind abhängig vom Innovationswillen ihrer Vorleister.

Der Fokus auf die Bandbreiten-Diskussion sorgt insgesamt dafür, dass von der wesentlichen Größe für eine innovative Netzwirtschaft abgelenkt wird: der Latenz. Große Berechnungen egal welcher Art bedeuten immer auch den Umgang mit der Latenz, und darauf sollte für innovative Ansätze die Aufmerksamkeit der Software-Entwickler und -Anwender gelenkt werden. Sonst werden Entwicklungsaufwände und Investitionen fehlgeleitet.

Von den für die Studie angefragten Carriern hat nur ein kleiner Teil Preisangaben für Dark Fiber gemacht, und zwar diejenigen, die sich am Markt in der Position als Innovator positionieren wollen. Die von den Innovatoren aufgerufenen monatlichen Preise sind im aktuellen Marktumfeld, bei dem es in der Praxis um einen projektorientierten Infrastrukturausbau geht, marktadäquat und von der großen Mehrzahl der Zielgruppe der Studie (AMCRS-Mitglieder) durchaus tragbar.

Vergleicht man diese Preise allerdings mit jenen, die auf eine bei Kupfer- und Koaxnetzen übliche Refinanzierung setzen, sind bei flächendeckendem Ausbau (im Gegensatz zum projektbasierten Ausbau) Preise erreichbar, wie sie ganz klassisch im Telekommunikationsmassenmarkt für DSL- und KabelTV aufgerufen werden. Dieses andere Preisniveau würde das Nutzungsverhalten und die Innovationsmöglichkeiten durch einen neuen Massenmarkt verändern. Eine Anbieterkonzentration in diesem Markt (Glasfaserverbindungen) ist, da sie in anderen Weltregionen bereits zu beobachten ist, auch in der Region Stuttgart mittel- und langfristig, das heißt in den nächsten fünf bis zehn Jahren zu erwarten. Möglicherweise wird der Markt bei einer frühzeitigen Konzentration nie die Reife einer flächendeckenden Verfügbarkeit erreichen. Auch wenn nach einem Konzentrationsprozess bestehende Verträge weiterhin honoriert werden, werden Neuverträge für Dark Fiber immer schwerer oder gar nicht mehr möglich sein. Nutzer wären, wenn sie sich dieser Technik weiterhin bedienen wollen, auf die vorhandenen Standorte festgelegt.

9. Ergebnisse Glasfasernetz: zentraler Knoten zum HLRS

Ausgehend von den allgemeinen Erläuterungen zum Thema Glasfaseranbindung werden in diesem Abschnitt die AMCRS-spezifischen Ergebnisse der Unternehmensgespräche dargelegt.

9.1 Glasfasernetze: Werkzeug, nicht Kerngeschäft

Das Kerngeschäft der Animations- und VFX-Studios ist der kreative Prozess, in dem aus Ideen Bilder und Filme geschaffen werden. Schnelle Glasfaserverbindungen sind diesem Ziel untergeordnet und müssen zuverlässig ihren Dienst erbringen. Aus den Gesprächen mit den Unternehmen wurde aber klar, dass es spannende Beispiele gibt, wie diese Verbindungen den kreativen Prozess unterstützen. So betreibt ein Studio Render-Cluster an mehreren Standorten und kann über die Verlagerung von Rechenjobs die Auslastung optimieren, Spitzen abfedern und auch Kosten sparen. Ein anderes Unternehmen lässt seine Mitarbeiter an verschiedenen Standorten auf gemeinsam betriebene Rechnercluster direkt zugreifen, sodass an manchen Standorten selbst keine großen IT-Systeme betrieben werden müssen. Das Kopieren großer Datenmengen zwischen den Standorten wird dadurch reduziert.

9.2 Anwendungsfälle

Im Rahmen der Gespräche wurden verschiedene Anwendungsfälle skizziert, die hier kurz beschrieben werden.

Nutzung der Rechen- und Speicherkapazität des HLRS

Der ursprüngliche Anlass der Studie war die Nutzung der Rechenkapazitäten des HLRS. Über eine Glasfaserverbindung ist das problemlos möglich.

Lokale Zusammenarbeit mit Partnerunternehmen

In bestimmten Fällen kann es vorkommen, dass Arbeits- und damit Datenpakete eines Projekts zwischen Partnerunternehmen in der Region ausgetauscht werden müssen. Sofern die Daten eine Mindestmenge überschreiten, sind Glasfaserverbindungen sehr gut geeignet, diesen Austausch zu ermöglichen. Andernfalls ist eine normale Internetverbindung ausreichend.

Zusammenarbeit mit weiter entfernten Standorten und Partnern

Viele der Animations- und VFX-Studios haben die Aufgabe, größere Datenmengen nicht nur regional, sondern auch mit weiter entfernten Standorten und Partnern auszutauschen. Solche Standorte liegen beispielsweise in den UK, den USA, in China oder Indien. Dies geschieht derzeit durch verschlüsselte Verbindungen über das Internet oder über direkte Verbindungen zu diesen Gegenstellen. Die Verbindungen über das Internet unterliegen diversen Randbedingungen, die es aktuell für die Nutzer nicht möglich machen, Alternativen zu nutzen.

Internetprovider betreiben eigene Leitungen, die bestimmte Footprints abdecken; für den Rest des Internets haben sie Peering-Verträge (Zusammenschaltungsverträge) mit anderen Internet Providern oder Internet-Backbone-Providern. Mehr oder weniger exotische Zielgebiete, die die

Animations- und VFX-Studios erreichen wollen, sind aber eben nicht bei jedem Internetprovider gleich gut in dessen Peering versorgt. Je nach Gegenstelle muss genau analysiert und dann ein lokaler Provider gefunden werden, der das Peering dorthin gut gelöst hat. Praktisch bedeutet das: Ist die Verbindung nicht ausreichend abgedeckt, ist das Übertragungsproblem kaum zu lösen.

Direkte Verbindungen über solche Distanzen sind teuer, erreichen aus diesen Gründen selten die notwendigen Kapazitäten und liegen für längere Zeit aufgrund von Vertragslaufzeiten fest.

Treffen sich die Nachfrager und Anbieter solcher Fernverbindungen an einem zentralen Punkt in der Region über geeignete Leitungswege in einer Zusammenschaltung, so sind die benötigten Fernverbindungen einfacher auszuhandeln, da für die Nachfrager der Wechsel zu einem anderen Anbieter ohne hohe einmalige und monatliche Aufwände verhandelbar wird.

Automatisiertes Offsite Backup für sehr große Datenmengen

Die klassische Redewendung in der IT lautet bekannterweise: Niemand braucht Datensicherung, alle wollen aber Datenwiederherstellung. Die in dieser Branche anfallenden Datenmengen sind so umfangreich, dass eine automatisierte Datensicherung zu einem Standort außerhalb des Gebäudes ohne eine Glasfaserverbindung nicht möglich ist. Eine solche Datensicherung zum Schutz vor Elementarschäden wie Feuer, Elektro- oder Wasserschäden oder IT-spezifische Ausfälle beispielsweise durch Netzwerkeinbrüche wird derzeit entweder manuell oder nur für kleine Teildatenbestände durchgeführt. Im Schadensfall sind längere Verzögerungen zu erwarten, was bei den teils sehr engen Projektzeitplänen existenzbedrohend sein kann. Eine automatische Sicherung zu einem Standort außerhalb eines Firmengebäudes, die auch kurzfristig eine Wiederherstellung ermöglicht, ist mit Glasfaserverbindungen sehr gut machbar.

Internetanbindung

Alle befragten Unternehmen nutzen grundsätzlich Internetverbindungen, die prinzipiell die oben beschriebenen Anwendungsfälle abdecken können, allerdings nicht mit ausreichenden Kapazitäten. Oberhalb einer Bandbreite von 100 Mbit/s und außerhalb zentraler Lagen liegen die Preise im Bereich von über 1.000 Euro pro Monat. Die Budgets der einzelnen Unternehmen, verteilt über die einzelnen Anwendungen, könnten, so ein Ergebnis der Studie, in einer gemeinsam betriebenen Infrastruktur zusammengefasst werden. Dadurch lassen sich Leistungen deutlich über dem Ist-Stand realisieren.

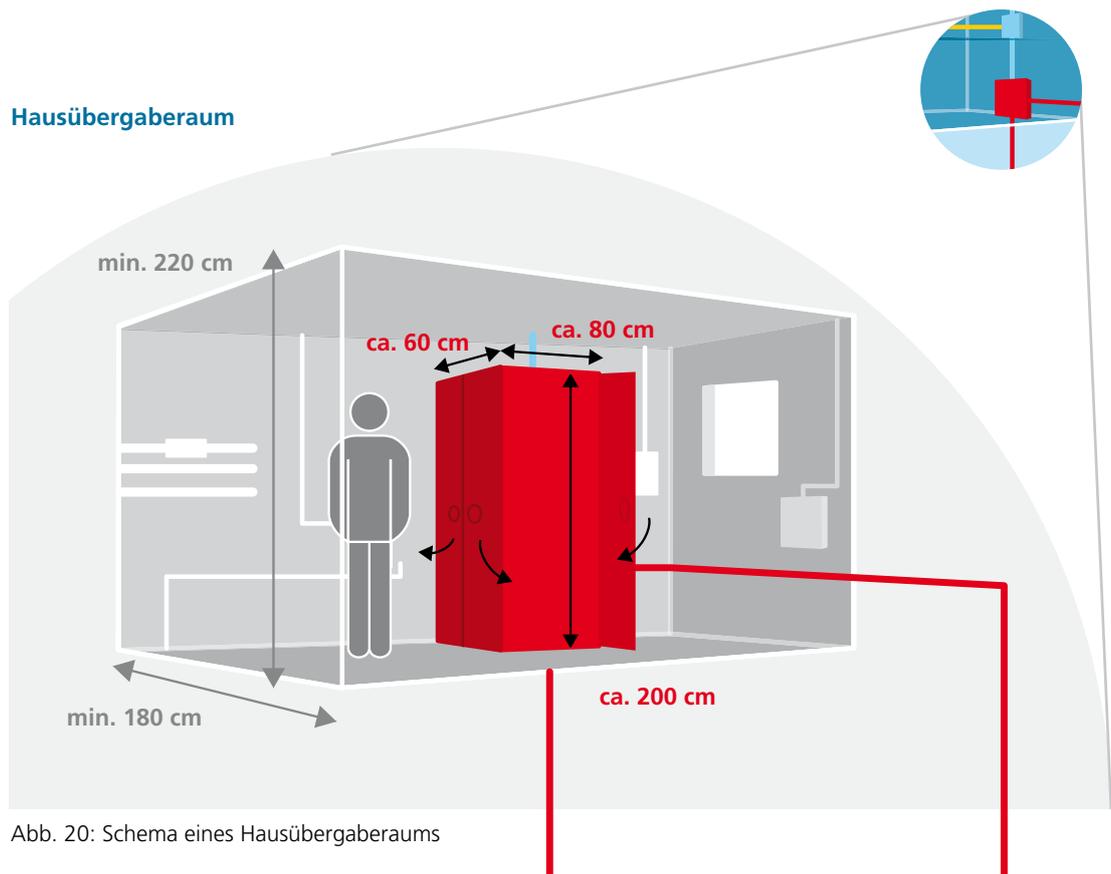
9.3 Planungsansatz: zentrale Verbindung zum HLRS

Für die Studie wurde – ausgehend von den vorhandenen Anwendungsfällen und von der Lage der Unternehmens- und Arealstandorte – ein Szenario mit einem zentralen Netzknoten nahe der Stadtmitte Stuttgart entwickelt. Dieser zentrale Netzknoten soll über Glasfaserverbindungen der Carrier mit den Standorten der Studios verbunden werden.

Vom zentralen Netzknoten aus wird eine Glasfaserverbindung entweder direkt zum HLRS oder zu einem der Knotenpunkte des BelWü im Stadtgebiet kalkuliert. Für alle Verbindungen zur Fernebene wird eine weitere Glasfaserverbindung eingeplant, über die diverse Carrier den Nutzern des zentralen Knotens ihre Internet- oder Direktverbindungen anbieten können.

In Stuttgart gibt es verschiedene Stellen, an denen viele Carrier per Leitungsweg erreichbar sind, zum Beispiel die zentrale Vermittlungsstelle der Deutschen Telekom in Feuerbach oder das Zettachring-Areal im Industriegebiet Fasanenhof.

Für den zentralen Netzknoten besteht ein Raumbedarf von etwa 16 m² mit einem Stromanschluss mit separatem Stromzähler sowie einem gesicherten Zugang (Schloss/Schließanlage) rund um die Uhr für Entstör- und Schaltzwecke. Der Gebäudeeigentümer muss die Erlaubnis für den Bau von Hausanschlüssen durch unterschiedliche Carrier im Mietvertrag zusichern.



Ein solches Netz kommt für die AMCRS-Unternehmen auf eine Gesamtstrecke an Glasfaserverbindungen von 50 Kilometern. Ein Netz mit Verbindungen der einzelnen Unternehmen direkt zum HLRS wäre im Gegensatz dazu etwa 110 Kilometer lang. Ähnlich lang (ca. 50 Kilometer) ist die Summe der Glasfaserverbindungen für ein Netz, das alle Kreativareale an einem zentralen Knoten zusammenschaltet (siehe Abb. 17, Seite 49).

9.4 Carrier-Anfragen

Mit der Liste der Unternehmensstandorte sowie der Kreativareale wurden ab Ende August 2015 Carrier angefragt, die voraussichtlich entsprechende Glasfaserverbindungen bereitstellen können.

Einige der großen Carrier (Deutsche Telekom, Unitymedia, Versatel, Vodafone) haben die Anfrage mit Verweis auf andere Lit-Fiber-Produkte nicht beantwortet. Telefonica hat darauf verwiesen, dass das Unternehmen in Stuttgart Glasfaserstrecken selbst anmietet und keine eigene Infrastruktur aufbaut.

Überregionale Carrier wie WINGAS-LWL, Gasline oder BT Germany haben zwar überregionale Strecken (zum Beispiel entlang der Gastrassen), aber wenig Strecken im Stadtgebiet Stuttgart, sodass sie ebenfalls nicht als Anbieter auftreten.

Regionale Carrier wie die SSB AG vermieten Glasfaserstrecken, ohne jedoch die Verbindung von Gebäude zu Gebäude bereitzustellen und liefern daher nur an Carrier, die entlang der Straßenbahnschienen Glasfasern als Vorleistungen mieten wollen.

Das BelWü, das baden-württembergische Hochschulnetz, baut selbst keine Leitungen, sondern mietet ebenfalls Glasfaservorleistungen.

Bis zum April 2016 wurden mit weiteren Carriern Gespräche geführt, sodass letztlich ungefähre Kosten von den Carriern Eunetworks, Colt, Globalways und Netcom-BW für einige oder alle angefragten Standorte als Dark-Fiber-Anschluss vorlagen. Die Stadtwerke Ludwigsburg, die erst seit Mitte 2015 offiziell das Geschäftsfeld Telekommunikation aufgenommen haben, haben für die beiden Standorte in Ludwigsburg Preise auf der Basis Lit Fiber genannt.

Da die angebotenen Preise vertraulich sind und sich überdies noch vorbehaltlich einer Feinplanung ändern können, stellen wir nur den ungefähren Rahmen vor. Die Angaben für die Leitungen unterscheiden sich in verschiedenen Aspekten.

Die Mindestlaufzeiten der Verträge sind wichtig, weil sie sich auf die Gesamtkosten auswirken. Die kürzeste angebotene Laufzeit waren 36 Monate, normal waren 60 Monate. Bei kürzeren Laufzeiten sind die monatlichen und die einmaligen Investitions- beziehungsweise Anschlusskosten höher. In einem Sonderfall (Projektbüro) war ein Carrier auch bereit, eine individuelle kurze Laufzeit anzubieten.

Die einmaligen Kosten reflektieren die Kosten von der vorhandenen Glasfasertrasse bis zum jeweiligen Gebäude und waren für bestimmte Gebäude, die schwierig zu erschließen waren, für alle Carrier mit einer Ausnahme hoch. Die Ausnahme erklärt sich damit, dass der entsprechende Carrier bereit ist, die Kapitalkosten der Erschließung zu internalisieren und nicht zu Vollkosten anzubieten, weil er eine langfristige Refinanzierungsbetrachtung anstellt, die über den einzelnen Vertrag hinaus Faktoren einbezieht. Die einmaligen Kosten erreichen je nach Trassenlage und Carrier teils hohe fünf- bis niedrige sechsstelligen Beträge.

Manche Gebäude sind bereits erschlossen, daher kann der jeweilige Carrier diese Gebäude günstiger und schneller anbieten. Bietet er jedoch zu günstig an, sind andere Bestandskunden im selben Gebäude, sofern sie von diesen Konditionen erfahren, möglicherweise unzufrieden.

Ein Aspekt, der in der Feinplanung die Kostenstruktur beeinflusst, ist die Entscheidung über den zentralen Knotenpunkt. Wird ein zentraler Knotenpunkt gewählt, den ein Carrier schon erschlossen hat, sind mögliche Mitbewerber beim Vergleich der Gesamtkosten und in der Dauer bis zur Bereitstellung im Nachteil.

Auch die Entscheidung für einen einzelnen Carrier für das Gesamtprojekt (Single-Carrier) anstelle einer offenen Lösung kann Auswirkungen auf Kosten und andere Folgeaspekte haben. Bei einer Multi-Carrier-Lösung ist mit Mehrkosten beim Hausanschluss zu rechnen. Doch kann eher Trassenredundanz hergestellt werden. Bei einer Multi-Carrier-Lösung stehen die beteiligten Carrier für in Zukunft zu schaltende Strecken im direkten Wettbewerb, sodass sich die höheren initialen Kosten im Verlauf ausgleichen können.

Es ist klar, dass der Standort des zentralen Knotens für Kreativareale ein Faktor sein kann, der deren eigene Standortattraktivität verändert. Hier sind gewisse Wettbewerbsaspekte in die Überlegungen einzubeziehen.

Ein Aspekt, der erst im Rahmen der Feinplanung wirklich abschließend geklärt werden kann, ist die Bereitschaft des Vermieters, für den jeweiligen Carrier bezüglich der Kosten wichtige Fragestellungen (zum Beispiel Verlegung und Anforderungen an Inhauskabel, Hausübergaberaum) nutzer- und carrierfreundlich zu behandeln.

Jeder Nutzer und jeder Standort hat aktuell bereits laufende Verträge für Telekommunikationsvorleistungen, sodass für einen Start der Glasfaserinfrastruktur zu Beginn nur mit einer kleinen Teilnehmerzahl gerechnet werden kann, die erst während der Vertragslaufzeit aufgrund von auslaufenden Verträgen und wachsenden Anforderungen steigen wird. Ein Start mit drei bis vier Nutzern erscheint aber ohne weiteres möglich.

Dabei ist pro Standort mit einmaligen Kosten von ca. 10.000 Euro und monatlichen Kosten von ca. 1.000 Euro zu rechnen. Diese Kosten enthalten die Raummiete für den zentralen Knoten, die Anschaffungskosten für die optischen Multiplexer, die Leitung zum HLRS sowie geschätzte minimale Betriebskosten.

Die Planung des technischen Netzbetriebs ist Teil der Feinplanung und wird erst vertieft, wenn die Menge der initial teilnehmenden Nutzer und Standorte feststeht. Aufgrund der relativ einfachen Handhabung der beteiligten Technik ist es wahrscheinlich, dass der Netzbetrieb von Mitarbeitenden der AMCRS-Unternehmen selbst umgesetzt werden kann.

Ein zentraler Aspekt der angefragten Konditionen ist, ob die Mixtur an genutzten Anwendungen für die Nutzer und Carrier die nicht-Internet-spezifische Nutzung wirklich hervorbringt. Entstehen keine fortgeschrittenen Anwendungsfälle, so werden die Carrier eine Ausweitung dieser Konditionen in zukünftigen Verhandlungen kritischer betrachten und möglicherweise Abstand von Folgeprojekten nehmen.

9.5 Sicherheit

Unter dem Oberbegriff Sicherheit kann sowohl die Zuverlässigkeit als auch der Schutz vor Angriffen auf die Systeme verstanden werden.

Die Risiken für die Zuverlässigkeit der Infrastruktur wurden bereits im Exkurs zur Glasfasertechnologie behandelt. Konsens in den Unternehmensgesprächen war, dass Ausfälle bis zu 24 Stunden für eine Glasfaserverbindung durch den Austausch von Festplatten mit dem HLRS überbrückt werden können, sodass eine besonders hohe Zuverlässigkeit nicht notwendig ist.

Eine Ausnahme ist der Internetzugriff: Sollte ein Nutzer seinen Internetzugang exklusiv auf diese Infrastruktur abstützen, können 24 Stunden Ausfall kritisch sein. Doch auch heute schon verwenden die Nutzer kostengünstige Zweitanschlüsse für die Überbrückung solcher Probleme und werden das vernünftigerweise auch in Zukunft so handhaben.

Für den Schutz vor Angriffen werden gemeinhin sogenannte Firewalls eingesetzt. Das sind spezialisierte Systeme, die durch sicherheitsbewusste Software-Entwicklung gegen Angriffe besonders ausgelegt sind. Im Umfeld sehr schneller Glasfaserverbindungen sind die Preise für Firewallprodukte, die für Verbindungen für 10 Gbit/s und schneller ausgelegt sind, jedoch sehr schnell prohibitiv (10.000 Euro und teurer).

Es wird daher angeregt, speziell für die Strecken zum HLRS auf einfachere, deutlich kostengünstigere Implementierungen auf Open-Source-Basis zurückzugreifen. Deren Funktionsumfang ist auf den Kernbedarf für den schnellen Datentransfer reduziert und entsprechende Systeme sind im Bereich von ca. 2.000 bis 3.000 Euro realisierbar.

Eine kosteneffiziente Lösung könnte in Abstimmung mit dem HLRS auch für die HLRS-Seite zum Einsatz kommen, wenn die Gegenstellen und die verwendeten Protokolle sich auf ein überschaubares Maß beschränken. Soll die Übertragung auf der Strecke zwischen Nutzer und HLRS verschlüsselt werden, sind pro Verbindung weitere Kosten einzuplanen. Dafür gibt es auch für schnelle Verbindungen relativ preiswerte Lösungen.

9.6 Anforderungen an ein Betriebsmodell

Da die initiale Teilnehmerrunde für die Entwicklung eines zentralen Knotens und auch mögliche Nachfragepools für Glasfaserinfrastruktur aktuell noch nicht feststeht, soll hier noch kein organisatorisches Betriebsmodell festgelegt werden. Das Modell ist vielmehr von den beteiligten Unternehmen gemeinsam zu entwickeln. Ein entsprechendes Stakeholder-Treffen könnte sowohl Animations- und VFX-Studios als auch interessierten Unternehmen der Film-, Medien- und Kreativwirtschaft offen stehen. Es wird empfohlen, die Frage nach dem möglichen Teilnehmerkreis frühzeitig zu diskutieren und zu entscheiden. Folgende grundsätzliche organisatorische Anforderungen bestehen für den Betrieb der Infrastruktur:

- Die Nutzer müssen wissen, mit welcher Organisation sie einen Vertrag eingehen und welche Vertragsbedingungen damit verbunden sind.
- Die Organisation ist auch für Rechnungsstellung und Zahlungsvorgänge zuständig. Da die monatlichen Rechnungsbeträge festgelegt sind, ist das mit wenig Aufwand verbunden.
- Die Organisation ist für Verträge mit Vorlieferanten (Carrier) zuständig und auch für die Zahlungen an diese Vorlieferanten.
- Sollte die gewählte Organisationsform ausschließlich die Verträge dieser Glasfaserinfrastruktur bündeln, empfiehlt sich die Einbeziehung einer Delkredereversicherung.
- Die Organisation organisiert diverse Standardabläufe wie die Inbetriebnahme neuer Verbindungen, die Abschaltung alter Verbindungen, die Überwachung der Verbindungen und den Anstoß von Entstörungsprozessen bei Ausfällen. Diese technischen Aktivitäten sind, da die Animations- und VFX-Studios sehr umfangreiche Technikkompetenz vorhalten, möglicherweise durch ein internes IT-Team leistbar.

9.7 Fernebene

Im Markt, in dem die Unternehmen des AMCRS aktiv sind, gibt es neben den Partner- oder Unternehmensstandorten in den üblichen Weltregionen immer auch Standorte, zu denen sich schnelle Datenverbindungen schwieriger realisieren lassen, speziell wenn die Anforderungen sehr hoch sind.

Für Spezialangebote durch internationale Carrier, die diese Problemfelder bearbeiten, besteht die Schwierigkeit derzeit darin, in der Region Stuttgart die entsprechende Nachfrage konzentriert zu finden. Einzellösungen machen durch die Kosten der letzten Meile das Spezialangebot unattraktiv. Hier kann sich durch die Bereitstellung des zentralen Knotens die Nachfragesituation so ändern, dass diese Spezialangebote ihren Weg nach Stuttgart finden.

Es gibt zwei Formen von Spezialangeboten: Auf die Medienbranche spezialisierte Anbieter, die sich in ihrem Netz (on-net) auf Dienstleister, Nachfrager und Nutzer aus der Medienbranche konzentrieren, sowie Carrier, die bestimmte Länder und Großregionen bedienen. Die Konzentration eines Anbieters auf die Medienbranche bringt die in dieser Branche erwarteten Reaktionszeiten bei Anfragen und Änderungswünschen und das Verständnis um die sonstigen Betriebsparameter.

Hier sind beispielhaft Spezialangebote zu nennen wie Eunetworks Media Connect [☑](#) oder das bereits 1995 gestartete Sohonet Media Network [☑](#), das heute rund 400 Studios und Medienhäuser zu seinen Kunden zählt. Eunetworks bietet eine auf Media Hubs, Broadcast Playout Center und Post-Production-Anbieter zugeschnittene Netzlösung, die sie breitbandig mit Eunetworks 260 Rechenzentren und Cloudlösungen, aber auch mit 1.000 Standorten weltweit verknüpft. Sohonet baut auf Basis von Glasfaser- und anderen Vorleistungen regionaler Carrier in Regionen mit einer hohen Dichte an Film- und Medienunternehmen ein eigenes Glasfasernetz und bedient diesen Zielmarkt dann mit speziell zugeschnittenen Dienstleistungen. Dabei wird vor allem auf die für die Branche essenziellen schnellen Reaktionszeiten und die größere Leistungsfähigkeit geachtet.

In der Medienbranche gibt es eine starke Konzentration von Kommunikationspartnern an der US-Westküste (Hollywood), in London und neuerdings auch in Indien und China. Dort entstehen Märkte, da die Zahl der Mediennachfrager schnell wächst und bestimmte Dienstleistungen kostengünstig beziehungsweise kulturell angepasst erbracht werden können. Die Schwierigkeit ist, dorthin schnelle Verbindungen in Form direkter Leitungen oder in Form von VPN-Verbindungen zu schalten.

Die Carrier und Internetanbieter, die in der Region Stuttgart schnelle Verbindungen schaffen können, können das Gleiche nicht unbedingt auch in China und Indien liefern. Als Nutzer kann man daher von der Anziehungskraft eines zentralen Knotens Gebrauch machen, um an diesem Knoten kostengünstig Spezialangebote anderer Carrier nachzufragen, zu testen und für diese Spezialfälle gegebenenfalls auch zu poolen.

Das Thema Glasfaservernetzung zur Erschließung besserer Verbindungen und besserer Dienste ist nicht nur auf dem Radar der bekannten westlichen Anbieter, sondern, wie in dem Fachdienst Telecom Ramblings [☑](#) nachzulesen ist, durchaus auch ein erkannter Markt für Anbieter aus diesen Weltregionen, die damit näher an Europa rücken. Aus diesen fernen Ländern sind auch Lehren für die hiesige Situation zu gewinnen.

9.8 **Ausblick: Backbone-Planung, Glasfaserausbau und ein zentraler Knoten für die Animations- und VFX-Studios**

Der Verband Region Stuttgart, die Landkreise Böblingen, Esslingen, Ludwigsburg, Göppingen und Rems-Murr sowie die Landeshauptstadt Stuttgart sehen in der Versorgung der Bürgerinnen und Bürger sowie der Gewerbetreibenden mit leistungsfähigen und zukunftssträchtigen Breitbanddiensten einen wichtigen Auftrag im Sinne der Daseinsvorsorge, der Wirtschaftsförderung sowie der Standortsicherung. Das wurde in einer aktuellen Stellungnahme festgehalten.

Wenn in Teilbereichen der Region Stuttgart, die nach den Festsetzungen des Landesentwicklungsplans weitestgehend im Verdichtungsraum liegt, nach wie vor unterversorgte Bereiche sind, müsse von einem vorliegenden Marktversagen hinsichtlich einer Eingriffsschwelle von 50 Mbit/s (weiße NGA-Flecken) ausgegangen werden. Insbesondere die gewerbliche Versorgung sei hierbei unzureichend und lückenhaft, heißt es in der Stellungnahme.

Aus diesem Grund soll in der Region Stuttgart mit seinen fünf Landkreisen sowie der Landeshauptstadt Stuttgart eine flächendeckende zukunftsgerichtete Glasfaserversorgung geschaffen werden. Um dieses Ziel zu erreichen, ist die Planung eines kreisübergeifenden Glasfaser-Backbone-Netzes (Next-Generation-Access (NGA)-Backbone, Hochleistungsnetze der nächsten Generation) erforderlich.

Ziel ist es, jeden Ort einer Gemeinde eines jeden Landkreises sowie alle Bezirke der Landeshauptstadt Stuttgart an eine Glasfaserinfrastruktur anzuschließen und mindestens zwei Übergabepunkte je Gemeinde beziehungsweise Bezirk zu schaffen, von denen ausgehend durch die jeweiligen Kommunen eine FTTC- oder FTTB-Planung (Fiber to the Curb oder Fiber to the Building) umgesetzt werden kann. Weiterhin soll jeweils mindestens ein Übergabepunkt zu den am Projekt beteiligten Landkreisen sowie der Landeshauptstadt untereinander und zu den zur Region Stuttgart benachbarten Landkreisen vorgesehen werden.

Das Projekt beinhaltet zunächst die Bestandsanalyse für die Gebiete und – bis Anfang 2017 – die Planung eines Backbone-Netzes für die gesamte Region. Danach wird die Landeshauptstadt Stuttgart – wie auch die beteiligten Kreise – gefordert sein, die Planung zügig umzusetzen und den Ausbau des Glasfasernetzes voranzutreiben beziehungsweise die hierfür notwendigen Mittel bereitzustellen und möglichst eine Refinanzierung zu organisieren.

Die im Rahmen der vorliegenden Studie vorgeschlagenen Folgeprojekte gehen in die gleiche Richtung. Mit der Bildung von Nachfrage- und Know-how-Pools können Gewerbetreibende ihre Handlungsmöglichkeiten besser abschätzen und ihre Verhandlungssituation mit den Dienstleistern verbessern. Durch Aktivierung der Areale könnte ein zusätzlicher logischer Akteur in der Smart/Digital City auftreten. Vor allem aber schließt sich der Vorschlag eines zentralen Glasfaserknotens für die Animations- und VFX-Branche beziehungsweise weitere Branchen nahtlos an die Ideen der Backbone-Planung an.

Ein zentraler Glasfaserknoten für die Animations- und VFX-Branche in der Region Stuttgart mit Glasfaserverbindung zum HLRS in Zusammenarbeit mit den Kreativarealen in Stuttgart kann einen Anstoß geben, um diese innovative Technologie auch für andere Branchen und weitere Unternehmen zu nutzen.

10. Linkliste

[2002/21 EG]

eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:32002L0021&from=EN

[Anbieterkonzentration]

Fachdienst, der laufend über Fusionen im Glasfasermarkt berichtet, telecomramblings.com

[Datwyler]

cabling.datwyler.com/products/ict-networks/fibre-optic-technology/outdoor-cables/outdoor-cables-single/product/fo-outdoor-wbkt-micro-a-dqzn2y.html
cabling.datwyler.com/de/supportdownloads.html

[Deutsche Telekom AG]

telekom.com/medien/managementzursache/291708 (besucht 2.5.2016)

[„Devils and Demons“-Workstations]

devildemonsystems.com

[Dschungelbuch]

fxguide.com/featured/out-of-the-pages-and-into-the-jungle-book

[Eunetworks Location Finder]

eunetworks.com/location-finder

[Eunetworks Media Connect]

eunetworks.com/media

[High Performance Computing (HPC) Landesstrategie]

High Performance Computing und Digitalisierung, Webseite des Ministeriums für Wissenschaft, Forschung und Kunst, mwk.baden-wuerttemberg.de/de/forschung/forschungslandschaft/high-performance-computing-und-digitalisierung (besucht 10.5.2016)

[IEEE-Standards]

IEEE 802.3 Ethernet Working Group Communication, Connections Bandwidth Assessment, Seite 7, ieee802.org/3/ad_hoc/bwa/BWA_Report.pdf (besucht 11.5.2016)

[Koalitionsvertrag]

Baden-Württemberg gestalten: Verlässlich. Nachhaltig. Innovativ. Koalitionsvertrag zwischen Bündnis90/Die Grünen Baden-Württemberg und der CDU Baden-Württemberg 2016-2021, baden-wuerttemberg.de/de/regierung/landesregierung/koalitionsvertrag (besucht 11.5.2016)

[Kreativareale]

WRS: Kreativareale Standorte für Unternehmen der Kreativwirtschaft in der Region Stuttgart, 4. Auflage 2011
wrs.region-stuttgart.de/aktuell/publikationen/artikel/kreativareale.html (besucht 10.5.2016)

[Lapp]

lapp-kabel.de, Kabel A-2YF(L)2Y

[Silverdraft]

hollywoodreporter.com/news/silverdraft-rolling-mobile-digital-studio-167901

[Sohonet Media Network]

sohonet.com/sohonet-media-network (besucht 12.5.2016)

[Telecom Ramblings]

telecomramblings.com/2016/04/fiber-ma-citic-buys-linx-telecommunications

[Zync]

zyncrender.com

[Zync-Kostenrechner]

zync.cloudpricingcalculator.appspot.com

11. Abbildungen

- Seite 8 Abb. 1: Game of Thrones; © Home Box Office™, inc. All rights reserved. (Mackevision Medien Design GmbH)
- Seite 15 Abb. 2: Biene Maja als Rendering-Projekt am Höchstleistungsrechenzentrum Stuttgart (Studio 100 Media/Buzz Studios, 2014)
- Seite 16 Abb. 3: Standorte der beteiligten Akteure
- Seite 19 Abb. 4: The Grand Budapest Hotel. White House Down. Porsche Aerodynamics. (LUXX Studios)
- Seite 20 Abb. 5: Software-Pipeline (Quelle: Alexander Richter, richteralexander.com)
- Seite 23 Abb. 6: Auslastung der Renderkapazitäten der Unternehmen im Jahresverlauf
- Seite 24 Abb. 7: BotWars (Unexpected GmbH)
- Seite 27 Abb. 8: Streuner/Minus 3/Seraphine (M.A.R.K.13™ GmbH & Co. KG electronic media)
- Seite 28 Abb. 9: Traffix/Caligari Characters 2016 (Traffix Entertainment GmbH)
- Seite 33 Abb. 10: Game of Thrones; © Home Box Office™, inc. All rights reserved. (PIXOMONDO Images GmbH & Co. KG)
- Seite 34 Abb. 11: Mr. Meister "Wild wie der Wald" (Reklame-FX GmbH)
- Seite 35 Abb. 12: Plea, Musikvideo (Büro Achter April)
- Seite 39 Abb. 13: Unterschiedliche Verkabelungselemente
- Seite 40 Abb. 14: 2012 © 2009 Columbia Pictures (ScanlineVFX GmbH)
- Seite 44 Abb. 15: Trudes Tier (Studio Soi GmbH & Co. KG Filmproduktion)
- Seite 47 Abb. 16: Kostenverteilung beim Glasfaseranschluss: Erdarbeiten betragen über 80 Prozent der Kosten
- Seite 49 Abb. 17: Unterschiedliche Gesamtleitungslänge bei direkten Verbindungen zum HLRS im Vergleich zu zentralem Knoten in Stadtmitte
- Seite 55 Abb. 18: Verfügbarkeit
- Seite 57 Abb. 19: Zusammenhang zwischen Preis und Störungsanfälligkeit bei verschiedenen Varianten der Hauszuführung und Kabelwege
- Seite 61 Abb. 20: Schema eines Hausübergaberaums

Autoren:

Dr.-Ing. Nepustil & Co. GmbH
Kurt Jaeger
Monika Ermert

Koordination:

Christian Dosch

Konzept Grafiken:

Annekatriin Baumann

Gestaltung und Layout:

projektgruppe.de

Druck:

wenzel.drucknetzwerk

Herausgeber:**Wirtschaftsförderung
Region Stuttgart GmbH (WRS)**

Geschäftsführer
Dr. Walter Rogg

Ansprechpartner

Veit Haug
Geschäftsbereichsleiter Kreativwirtschaft
Telefon 0711 2 28 35-18
weit.haug@region-stuttgart.de

Friedrichstraße 10
70174 Stuttgart

Telefon 0711 2 28 35-0
Telefax 0711 2 28 35-55

kreativ.region-stuttgart.de
 film.region-stuttgart.de

Auflage:

300 Exemplare

Juni 2016

Das für die vorliegende Publikation verwendete Papier trägt das globale Zertifizierungssiegel „FSC®“ (Forest Stewardship Council®). Das Gütesiegel dokumentiert kontrollierten Rohstoffanbau bis zur Vermarktung.

FSC® bedeutet: In diesen Wäldern erfolgt eine regelmäßig untersuchte und überprüfte Waldbewirtschaftung, die umweltgerecht, sozialverträglich und wirtschaftlich tragfähig sein muss. Das Label wird streng kontrolliert und schließt auch die Verarbeitungskette (Chain of Custody) mit ein.

www.fsc.org



**Wirtschaftsförderung
Region Stuttgart**

**Wirtschaftsförderung
Region Stuttgart GmbH (WRS)**

Geschäftsführer
Dr. Walter Rogg

Friedrichstraße 10
70174 Stuttgart

Telefon 0711 2 28 35-0
Telefax 0711 2 28 35-55

kreativ.region-stuttgart.de
film.region-stuttgart.de