Schriftenreihe der Baden-Württemberg Stiftung
Forschung Nr. 86

LEITFADEN FÜR DIE BÜRGERBETEILIGUNG

BAUPROJEKTE VISUALISIEREN

Arne Spieker, Günter Wenzel, Frank Brettschneider

Baden-Württemberg Stiftung
WIR STIFTEN ZUKUNFT

IMPRESSUM

BAUPROJEKTE VISUALISIEREN
Leitfaden für die Bürgerbeteiligung

HERAUSGEBERIN
Baden-Württemberg Stiftung gGmbH
Kriegsbergstraße 42
70174 Stuttgart

VERANTWORTLICH
Rudi Beer
Irene Purschke
Baden-Württemberg Stiftung

AUTOREN
Prof. Dr. Frank Brettschneider
Arne Spieker
Universität Hohenheim

Günter Wenzel
Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft
und Organisation IAO

KONZEPTION UND GESTALTUNG
srp. Werbeagentur GmbH, Freiburg
www.srp.de

DRUCKEREI
Burger Druck, Waldkirch

BILDMATERIAL
Titelbild*: © Uwe Völkner | FOX
S. 009, S. 011: Bernd Müller, © Fraunhofer IAO
S. 034, S. 037: lizenzfreies Bildmaterial
S. 023, S. 050: iStock
Soweit nicht anders vermerkt, stammen alle
weiteren Abbildungen aus dem Projekt.

* Neue Medien – wie hier eine mehrseitige Stereoprojektionsumgebung (CAVE) am Fraunhofer IAO in Stuttgart – unterstützen die verständliche Kommunikation bei Bauprojekten. Das hier gezeigte Zentrum für Virtuelles Engineering (ZVE) wurde von der Baden-Württemberg Stiftung zur Hälfte cofinanziert.

© Oktober 2017, Stuttgart
Schriftenreihe der Baden-Württemberg
Stiftung; Nr. 86
ISSN: 2366-1437

BAUPROJEKTE VISUALISIEREN

LEITFADEN FÜR DIE BÜRGERBETEILIGUNG

HINWEIS
Bei allen Bezeichnungen, die auf Personen bezogen sind, meint die gewählte Formulierung beide Geschlechter, auch wenn aus Gründen der leichteren Lesbarkeit nur die männliche Form erwähnt ist.

INHALT

VORWORT BADEN-WÜRTTEMBERG STIFTUNG 006

VORWORT STAATSRÄTIN FÜR ZIVILGESELLSCHAFT UND BÜRGERBETEILIGUNG IN BADEN-WÜRTTEMBERG 008

1 EINLEITUNG 010

2 STECKBRIEF VISB+
Das Wichtigste zum Forschungsprojekt in Kürze 012

3 WARUM BAUPROJEKTE VISUALISIEREN? 014

4 ÜBERBLICK: KLASSISCHE UND NEUE TECHNOLOGIEN FÜR VISUALISIERUNGEN 016
Architekturmodelle 016
Renderings und Animationsfilme 017
Echtzeitsimulationen 018
Virtual Reality 019
Augmented Reality 020
Impulse durch die 3D- bis 5D-Planung (Building Information Modeling / BIM) 021

5 ANFORDERUNGEN AN VISUALISIERUNGEN 023
Aus Sicht von Fachleuten und Bürgern 023
Gute und schlechte Visualisierungen 027
Exkurs: Der Faktor Glaubwürdigkeit 028

6 QUALITÄTSKRITERIEN FÜR VISUALISIERUNGEN UND DEREN NUTZUNG 030
Sachliche Richtigkeit 030
Realitätsnähe 031
Repräsentativität 036
Visuelle Eindeutigkeit 037
Geeignete Einbindung in die Bürgerbeteiligung 039

7 VISUALISIERUNGSMEDIEN IM VERGLEICH: ZENTRALE ERGEBNISSE AUS VISB+ 040
Die Visualisierungsmedien im Detail 042
Der Vergleich von Visualisierungsmedien auf einen Blick 048

8 AUFWAND UND NUTZEN IM VERGLEICH 050
Aufwand 050
Nutzen 052

9 EINSATZ VON VISUALISIERUNGEN JE NACH HOAI-LEISTUNGSPHASE 053
Von der ersten Idee bis zum Planungskonzept: die Leistungsphasen 1 bis 3 053
Genehmigung des Vorhabens und Vorbereitung zum Bau: die Leistungsphasen 4 bis 7 058
Bau und Betrieb: die Leistungsphasen 8 und 9 058

10 DIE ZEHN WICHTIGSTEN TIPPS FÜR DEN EINSATZ VON VISUALISIERUNGEN IN DER BÜRGERBETEILIGUNG 060

11 THEMENSTECKBRIEFE 062
Visualisierungen von Windkraftanlagen 062
Visualisierungen von Infrastrukturprojekten am Beispiel Straßenbau 066
Visualisierungen von Verfahrensabläufen 070

12 LITERATURVERZEICHNIS 074

LIEBE LESERIN, LIEBER LESER,

Auftrag der Baden-Württemberg Stiftung ist es, zur Zukunftssicherung des Landes beizutragen. Deshalb ist es für uns eine wichtige Aufgabe, Forschungsprogramme sowie Programme aus den Bereichen Bildung und soziale Verantwortung anzustoßen und umzusetzen.

Die Forschungsprogramme decken dabei eine große thematische Breite ab und reichen aktuell von „IT-Sicherheit“ über „Robotik“ bis hin zu „Wirkstoffforschung“. Einen wichtigen Beitrag leistet auch das Programm „nachhaltiges Bauen“.

Dieses Programm startete im Jahr 2015 und wird von der Stiftung mit 4,5 Millionen Euro finanziert. Bei diesem Thema mag man zunächst an ökologische Aspekte wie die Verringerung von Energie- und Ressourcenverbrauch im Bau denken. Wir haben den Gedanken der Nachhaltigkeit jedoch konzeptionell bewusst weiter gefasst und neben der Ökologie auch die Ökonomie wie auch den Aspekt der sozialen Nachhaltigkeit miteinbezogen. Das Programm beinhaltet Forschungsansätze, die beispielsweise auf eine verbesserte und ressourcenschonende Nutzung von Beton abzielen oder auch Untersuchungen zum Einsatz von Robotik im Holzbau. Auch das Projekt „Visualisierung im Bürgerbeteiligungsverfahren“ (VIS B+) gehört zu diesem Forschungsprogramm und untersucht den Einsatz sowohl von traditionellen wie auch neuen Visualisierungsmethoden in der Bürgerbeteiligung.

Zwischen 2015 und 2017 haben Wissenschaftler der Universität Hohenheim und des Fraunhofer-Instituts für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO in Stuttgart den Nutzen und den Umgang mit Visualisierungstechniken am Beispiel eines konkreten Bauprojekts untersucht. In dem Projekt wurden Untersuchungen zur Nutzung von Visualisierungsmethoden unter anderem aus den Bereichen Virtual Reality (VR) und Augmented Reality (AR) durchgeführt.

Mit seinem Fokus auf Bürgerbeteiligung greift das Projekt ein hochaktuelles und wichtiges Thema auf, das die Baden-Württemberg Stiftung in umfangreicher Form unterstützt und in Programmen wie „Bürgerbeteiligung und Zivilgesellschaft“ gezielt weiter voran treibt.

Durch die fortschreitende Entwicklung in der Informationstechnologie werden die technischen Möglichkeiten der Visualisierung für einen wachsenden Personenkreis zugänglich. Daher begrüßen wir ausdrücklich den in VISB+ gewählten Projektansatz, der auf den Transfer von wissenschaftlich-technischem Wissen abzielt und bei dem unterschiedliche Nutzergruppen und ihr Umgang mit den verschiedenen Visualisierungstechniken untersucht wurden.

Wie freuen uns, die Ergebnisse eines Projekts vorstellen zu können, das zum einen den Aspekt der Bürgerbeteiligung fokussiert und zum anderen den Transfer neuer technischer Möglichkeiten in die Praxis erstmals interdisziplinär untersucht hat.

Wir hoffen, dass die gewonnenen, wissenschaftlichen Erkenntnisse von denjenigen aufgegriffen werden, die sowohl auf Seite der Verwaltung als auch auf Seite der Bürger an Beteiligungsverfahren mitwirken. Die wachsenden Möglichkeiten, die Visualisierung in Verbindung mit modernen Informationstechnologien heute bietet, können für alle Gewinn bringend eingesetzt werden und die Verständigung zwischen Laien und Experten wesentlich befördern. Mit dieser Publikation möchte die Baden-Württemberg Stiftung einen Beitrag dazu leisten.

Christoph Dahl, Geschäftsführer der Baden-Württemberg Stiftung

Rudi Beer, Stv. Geschäftsführer, Abteilungsleiter Forschung, Prokurist

Christoph Dahl

Rudi Beer

SEHR GEEHRTE DAMEN UND HERREN,

nachhaltiges Bauen bedeutet nicht nur, Bauwerke technisch einwandfrei, ökologisch verträglich und wirtschaftlich zu gestalten. Es heißt auch, Bürger sowie die künftigen Nutzer frühzeitig zu beteiligen. Eine gute Beteiligung kann das Vertrauen in die Planung stärken und sie passender zu den Bedürfnissen der Menschen machen. In Baden-Württemberg haben wir dieses Wissen verinnerlicht. In den letzten Jahren haben wir sowohl auf kommunaler Ebene als auch auf Landesebene viele Beteiligungsprozesse angestoßen. Die dabei gesammelten Erfahrungen sind in mehreren Leitfäden und Richtlinien festgehalten. Unter anderem im Leitfaden für eine neue Planungskultur des Staatsministeriums und in zahlreichen Leitlinien zur Bürgerbeteiligung von Städten und Gemeinden. Sie alle beschreiben Qualitätskriterien wie Transparenz, Verbindlichkeit und eine klare Rahmensetzung. Ohne sie kann Bürgerbeteiligung nicht zum Ziel führen.

Bauvorhaben zu planen und umzusetzen, ist eine komplizierte Sache, mit vielfältigen Bezügen zu Mensch und Umwelt. Viele Missverständnisse sind da vorprogrammiert. Umso wichtiger ist es, sich in einer verständlichen Sprache auszutauschen. Denn Verständigung setzt Verständlichkeit voraus. Die verständlichste Sprache ist die des Bildes. Hier hat es in den letzten Jahren eine faszinierende Entwicklung gegeben. Auch die komplexesten Bauwerke können heutzutage als virtuelle Prototypen simuliert werden. Man kann sie wie in einem Computerspiel erkunden. Mit einem Mausklick lassen sich Alternativen vergleichen und deren Auswirkungen auf Kosten und Nutzen ermitteln. Impulse dafür kommen unter anderem aus dem Building Information Modelling (BIM). Solche Technologien sind für die Bürgerbeteiligung vielversprechend, auch bei der Inklusion jüngerer Menschen.

Ich habe bereits Anfang 2015 angeregt, die Mega-Themen Digitalisierung und Bürgerbeteiligung zu verknüpfen. Umso mehr freue ich mich über den von der Universität Hohenheim und vom Fraunhofer IAO vorgelegten Leitfaden *Bauprojekte visualisieren*. Er stellt in verständlicher Weise dar, was mit Visualisierungen alles möglich ist. Und wie man mit ihnen die Bürgerbeteiligung bereichern kann. Er ist das Ergebnis eines umfangreichen, von der Baden-Württemberg Stiftung finanzierten Forschungsprojekts und bundesweit einmalig. Er zeigt, dass sich das technologische Knowhow unseres Landes ideal mit unserer Kompetenz verbinden lässt, erfolgreiche Beteiligungsprozesse zu gestalten.

Der Leitfaden bietet hilfreiche Leitplanken, wie Visualisierungen in der Kommunikation und der Bürgerbeteiligung zu Bauvorhaben eingesetzt werden können. Möge er Ihnen Anregungen geben, Neues auszuprobieren. Vieles, was vor nicht allzu langer Zeit utopisch wirkte, ist heute machbar. Ich wünsche Ihnen eine anregende Lektüre!

Ihre Gisela Erler

Staatsrätin für Zivilgesellschaft und
Bürgerbeteiligung in Baden-Württemberg

Gemeinsam im Virtuellen Prototyp eines Bauvorhabens - Nutzerzentrierte Planung im Immersive Engineering Lab am Fraunhofer IAO in Stuttgart (Foto: Bernd Müller, © Fraunhofer IAO)

1. EINLEITUNG

Unsere gebaute Umgebung ist die Grundlage unseres Wohlstands. Unsere Straßen und Schienen verbinden Städte. Stromtrassen und Versorgungsleitungen transportieren Energie. Gebäude bieten den Menschen Wohnraum und Platz für Einrichtungen, die wir zum täglichen Leben brauchen. Auf dem Weg zu einer nachhaltigen Gesellschaft hat das Bauen eine Schlüsselstellung. Bauwerke helfen uns bei der Umstellung auf ein ressourcenschonendes und umweltfreundlicheres Wirtschaften, wie die Energiewende oder der Ausbau öffentlicher Verkehrssysteme deutlich machen. Sie sollen aber nicht nur einem nachhaltigen Zweck dienen, sondern selbst auch nachhaltig sein: Niedrige Bau- und Betriebskosten, ökologische Verträglichkeit und eine Passung zu den Bedürfnissen der Menschen, die mit diesen Bauwerken leben oder in ihnen arbeiten, sind das Ziel. Dazu brauchen die Bauwerke die Akzeptanz in der Bevölkerung, die in einem dicht besiedelten Land wie Deutschland nicht immer selbstverständlich ist (vgl. Brettschneider 2016).

Die vielfältigen Anforderungen an Bauwerke machen deutlich: Bauen braucht Kommunikation. Und zwar nicht nur zwischen Architekt und Bauherrn, sondern auch mit der Öffentlichkeit. Die letzten Jahre haben uns vor Augen geführt, dass Beschlüsse nicht allein deswegen akzeptiert werden, weil sie in rechtmäßigen Verfahren zustande gekommen sind. Für die Legitimation von Bauprojekten braucht es eine verständliche Kommunikation. Auch müssen alle Beteiligten (Stakeholder) einbezogen werden, ergänzend zur rechtlich vorgeschriebenen Öffentlichkeitsbeteiligung. Das hat der „Statusbericht Baukultur“ der Bundesregierung bereits im Jahr 2001 erkannt: „Eine verbesserte Bürgerbeteiligung verlangt von den professionellen Planern, von Politik und Verwaltung eine verständliche Sprache der Darstellung und die Bereitschaft, sich auf die Diskussion einzulassen.“ (Kähler 2001: 50).

Beteiligung heißt dabei nicht, dass alle alles entscheiden. Beteiligung heißt, dass verantwortliche Unternehmen, Behörden und die Politik in einen ernsthaften Dialog mit der Öffentlichkeit treten und durch kooperatives Handeln Konfliktprävention betreiben. Gute Kommunikation und Beteiligung ist ein harter, erfolgskritischer Faktor. Diese Erkenntnis ist in vielerlei Richtlinien, Normen und Leitfäden dokumentiert – als Beispiel seien hier nur der Leitfaden für eine neue Planungskultur in Baden-Württemberg, die VDI-Richtlinie 7001, die DIN 18205 zur Bedarfsplanung im Bauwesen und der neue §25(3) im Verwaltungsverfahrensgesetz genannt.

Gelingende Kommunikation und Beteiligung leben davon, dass die Menschen verständlich miteinander reden können. Das ist bei Bauwerken keine leichte Aufgabe. Man hat es mit einer Vielzahl von technischen Plänen, Gutachten und Fachbegriffen zu tun, die von Laien nicht ohne weiteres verstanden werden. Solche Informationen müssen in leichter zugänglichen Visualisierungen übersetzt werden. Hier hat sich in der Vergangenheit sehr viel getan. Von interaktiven Karten, über computerspielähnliche Bauwerkssimulationen bis hin zu einer Begehung in Virtual Reality gibt es mittlerweile eine Vielfalt spannender Technologien, die immer besser und ausgereifter werden. Sie integrieren CAD- und GIS-Daten, können große Datenmengen verarbeiten und trotzdem in ansprechender Qualität visualisieren. Bei der Arbeit mit virtuellen Prototypen im Building Information Modelling (BIM) sind Planung und Visualisierung künftig synchronisiert (siehe ausführlich S. 21). Dies ist ein großer Vorteil sowohl für die projektinterne als auch projektexterne Kommunikation.

Dieser Leitfaden gibt einen Überblick über Visualisierungen von Bauprojekten in Beteiligungsverfahren. Zu Grunde liegt ein umfassendes Forschungsprojekt mit eigenen empirischen Untersuchungen. Er geht insbesondere auf folgende Fragen ein:

- Welche Visualisierungstechniken gibt es? Und was können sie leisten?
- Welche Qualitätskriterien sind beim Einsatz von Visualisierungen in der Bürgerbeteiligung zu beachten?
- Welche Erfahrungen mit dem Einsatz digitaler Visualisierungen in der Beteiligung gibt es bereits?

Planungsbesprechung in einer mehrseitigen immersiven Stereodisplayumgebung (CAVE) am Fraunhofer IAO
(Foto: Bernd Müller, © Fraunhofer IAO)

Dabei ist klar, dass es die eine, universell geeignete Visualisierung nicht gibt. Welche Visualisierung angemessen ist, hängt von der Planungsphase, der zu erörternden Fragestellung und von den spezifischen Erfordernissen des Projektes ab.

Klar ist auch, dass dieser Leitfaden nur eine Momentaufnahme sein kann. Die Digitalisierung der Lebens- und Arbeitswelt wird weiter rasant fortschreiten. Und manches, was in diesem Leitfaden als innovative Möglichkeit angedeutet wird, wird möglicherweise bald schon selbstverständlich sein.

2. STECKBRIEF VISB+

DAS WICHTIGSTE ZUM FORSCHUNGSPROJEKT IN KÜRZE

WAS IST DAS ZIEL DES PROJEKTES?

Die zentralen Fragestellungen des Forschungsprojektes VisB+ (Visualisierungen in der Bürgerbeteiligung) lauten: Welchen Beitrag können Visualisierungen für eine bessere Kommunikation von Bauplanungen leisten? Und welche Vor- und Nachteile haben traditionelle und neuartige Visualisierungstechnologien beim Einsatz in der Bürgerbeteiligung? VisB+ will für den Einsatz von Visualisierungen in der Bürgerbeteiligung sensibilisieren. Und VisB+ will die Potenziale von Visualisierungen für verständigungsorientierte Debatten über Bauvorhaben ausloten. Der vorliegende Leitfaden macht die Ergebnisse einer breiten Öffentlichkeit zugänglich. Er wird auf www.visbplus.de regelmäßig fortgeschrieben.

In diesem Leitfaden umfasst der Begriff *Visualisierung* sowohl analoge als auch digitale realitätsnahe Darstellungen von Bauwerksplänen, in denen räumliche Tiefe simuliert wird.

WER SIND DIE ZIELGRUPPEN DES LEITFADENS?

Der Leitfaden bezieht sich sowohl auf Hoch- als auch auf Tiefbauten und orientiert sich an den Leistungsphasen der Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI). Er richtet sich vorwiegend an folgende Zielgruppen:

- Vorhabenträger
- Generalplaner/Projektsteuerer
- Ingenieur-/Planungsbüros/Architekten
- ausführende Unternehmen
- Behörden und Bauämter
- Verbände und Bürgerinitiativen.

WAS VERSTEHEN WIR UNTER BÜRGERBETEILIGUNG?

In diesem Leitfaden ist mit Bürgerbeteiligung eine Beteiligung von Dritten an der Bauwerksplanung gemeint. Sie umfasst sowohl die formal vorgeschriebene Beteiligung im Rahmen der Öffentlichkeitsbeteiligung als auch freiwillige Maßnahmen „informeller" Beteiligung. Letztere kann je nach Ermessen der Projektverantwortlichen aus Maßnahmen der Information, Konsultation oder Mitgestaltung bestehen.

WAS VERSTEHEN WIR UNTER BAUVORHABEN?

In diesem Leitfaden sind mit Bauwerken immer sowohl der Hochbau (Gebäude) als auch der Tiefbau (Ingenieurbauwerke, Infrastrukturen) gemeint. Daneben lassen sich viele Empfehlungen grundsätzlich auch auf „Bauvorhaben" im weiteren Sinne übertragen, wie beispielsweise landschaftspflegerische Maßnahmen.

WIE SIND WIR VORGEGANGEN?

Zur Beantwortung der Forschungsfragen haben wir drei Methoden kombiniert: erstens eine umfangreiche Auswertung internationaler Forschungsliteratur, zweitens mehrere Expertengespräche mit Architekten, Ingenieuren sowie Vertretern der Verwaltung und der Zivilgesellschaft, drittens eine eigene empirische Erhebung mit 100 Bürgern (Männer und Frauen, unterschiedliche Bildungsgrade, alle Altersklassen) sowie 30 Kindern und Jugendlichen, deren Umgang mit unterschiedlichen Visualisierungen in Experimenten und Fokusgruppen erhoben wurde. Kern der Erhebung waren medienpsychologische Experimente und simulierte Bürgerwerkstätten am Beispiel eines realen Planungsvorhabens (Haus der Musik, Innsbruck).

WAS SIND DIE ZENTRALEN ERKENNTNISSE?

Für den Einsatz in der Bürgerbeteiligung sind glaubwürdige, verständliche und akkurate Visualisierungen fundamental – gerade bei emotional geführten Debatten. Interaktive Visualisierungen erweisen sich vor diesem Hintergrund als Technologien mit Potenzial, die altersübergreifend auf große Akzeptanz stoßen.

WER HAT DAS PROJEKT UMGESETZT?

Für das Projekt VisB+ haben sich das Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO (Stuttgart) und der Lehrstuhl für Kommunikationswissenschaft (540c) der Universität Hohenheim zu einem interdisziplinären Forschungsverbund zusammengetan. Das Fraunhofer IAO entwickelt und forscht

unter anderem im Bereich erlebnisorientierter Visualisierungstechniken im Virtual Engineering. Anwendungsschwerpunkt ist die immersive 3D-Daten-Visualisierung und die Gestaltung von benutzerfreundlichen Schnittstellen. Schwerpunkt der Forschungsaktivitäten am Lehrstuhl für Kommunikationswissenschaft der Universität Hohenheim ist die empirische Untersuchung guter Kommunikation und Öffentlichkeitsbeteiligung bei Bau- und Infrastrukturprojekten.

WER HAT DAS PROJEKT FINANZIERT?

Das Projekt wurde von 2015 bis 2017 durch das Programm Nachhaltiges Bauen der Baden-Württemberg Stiftung finanziert.

Abbildung 1: Projektbeirat VisB+ und Forscher

WIE IST DAS PROJEKT AN DIE PRAXIS ANGEBUNDEN?

Als anwendungsorientierte Grundlagenforschung ist die Verzahnung mit der Praxis besonders wichtig. VisB+ wurde daher von einem Projektbeirat mit Repräsentanten aus Wirtschaft, Verwaltung und Zivilgesellschaft begleitet:

- Dr. Brigitte Dahlbender, Landesvorsitzende Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (BUND) – Landesverband Baden-Württemberg
- RA Dieter Diener, Hauptgeschäftsführer Bauwirtschaft Baden-Württemberg e.V.
- Claus-Dieter Hauck, Abteilungsleiter Stadtbahn, Brücken und Tunnelbau, Landeshauptstadt Stuttgart, Tiefbauamt
- Dipl.-Ing. Konstantinos Kessoudis, Abteilungsleiter 5D-Planung Ed. Züblin AG
- Markus Müller, Präsident Architektenkammer Baden-Württemberg, und Stephan Weber, Vizepräsident Architektenkammer Baden-Württemberg
- Dipl.-Ing. Peter Steinhagen, Vorstand VDI-Gesellschaft Bauen und Gebäudetechnik
- Moritz Miller, VBI Baden-Württemberg

3. WARUM BAUPROJEKTE VISUALISIEREN?

Konflikte um Bauvorhaben im öffentlichen Raum sind nicht nur Auseinandersetzungen um die Sache, sondern immer auch ein Kommunikationsproblem. Weil die Planungen zunächst nur auf dem Papier existieren, schießen Vermutungen ins Kraut, wie sehr „das große Unbekannte" den Bürger oder späteren Nutzer einmal betreffen wird. Wird das Windrad seine rotierenden Schatten in meine Wohnung werfen und mich stören? Wird die neue Brücke das Landschaftsbild zerstören und mir meinen Spaziergang mit dem Hund verleiden? Wird die neue Shopping-Meile ein grauer Schandfleck in der geliebten Innenstadt sein? Wird das neue Krankenhaus für Ärzte, Pfleger und Patienten zum undurchschaubaren Labyrinth?

Für die Beantwortung dieser Fragen spielen Bilder für viele Menschen eine große Rolle. Sie sind oft der Anlass, sich mit einem Bauvorhaben überhaupt erst auseinanderzusetzen – sei es befürwortend oder kritisch. Die gebräuchliche Redewendung „sich ein Bild machen" ist da wörtlich zu nehmen. Bilder sind für den Menschen eine wichtige Hilfe, um zu verstehen, Zusammenhänge zu begreifen und sich eine Meinung zu bilden. Bilder sind Aufputschmittel für das Gehirn (vgl. Kroeber-Riel 1993). Sie werden in größeren Sinneinheiten aufgenommen als Sprachinformationen. Ein Bild mittlerer Komplexität hat man bereits nach ein bis zwei Sekunden so intensiv wahrgenommen, dass man sich auch langfristig daran erinnern kann (ebd.). In derselben Zeitspanne kann man aber nur etwa fünf bis sieben einfache Worte decodieren.

Dass Visualisierungen eine große Bedeutung für die Kommunikation haben, erkennt auch die VDI-Richtlinie 7001 an. Diese Richtlinie hat die Etablierung guter Kommunikationsstandards für Bauvorhaben zum Ziel. Sie hebt Visualisierungen als wichtiges Instrument zur Verständlichmachung von Plänen gegenüber Laien hervor (vgl. VDI 2014).

Der Einsatz geeigneter Visualisierungen ist für eine bürgerfreundliche Kommunikation und für die Bürgerbeteiligung essenziell. Visualisierungen ermöglichen auch Laien die Teilnahme an einer Diskussion auf der vielzitierten „Augenhöhe". Sie eignen sich für viele Fragestellungen, so unter anderem:

- Fragen der Ästhetik, wie die architektonische Gestaltung von Gebäuden
- die Abschätzung visueller Auswirkungen eines Baus auf das Landschaftsbild (z. B. Windkraft oder Energieleitungen)
- die Abschätzung visueller Auswirkungen eines Baus auf die Umgebungsbebauung (z. B. Verschattung und Sichtbezüge)
- die Simulation der Leistungsfähigkeit neuer Infrastrukturen (z. B. Auswirkungen auf Verkehrsflüsse)
- die nutzerorientierte Planung von Gebäuden (z. B. mitarbeiter- und patientengerechte Krankenhäuser).

Der große Vorteil von 3D-Visualisierungen: Im Gegensatz zu 2D-Planzeichnungen sind sie auch für Laien intuitiv verständlich. In der Praxis werden sie bislang meistens eingesetzt, um Werbung für ein Projekt zu machen. Sie haben aber auch ein großes Potenzial für die Bürgerbeteiligung: Dort können sie, je nach Rahmen der Beteiligung, bei der Information, Konsultation oder Mitgestaltung unterstützen. Sie helfen dabei, Zusammenhänge plastisch und verständlich zu beschreiben. Und sie erleichtern eine sachliche, konstruktive Diskussion.

Abbildung 2: Bürger arbeiten in der VisB+-Studie mit verschiedenen Visualisierungsmedien

Auf dem Feld der Visualisierungstechnologien hat sich in den letzten Jahren viel getan. In diesem Leitfaden stellen wir klassische und neuartige Technologien vor. Wir skizzieren ihre Stärken und Schwächen im Hinblick auf den Einsatz in der Bürgerbeteiligung. Wir beschreiben Anforderungen an Visualisierungen und zeigen Praxisbeispiele.

4. ÜBERBLICK: KLASSISCHE UND NEUE TECHNOLOGIEN FÜR VISUALISIERUNGEN

ARCHITEKTURMODELLE

Abbildung 3: Architekturmodell des Mercedes-Benz Museum Stuttgart (Norbert Schnitzler, lizensiert unter GNU V1.2)

Architekturmodelle sind der Klassiker unter den Visualisierungsmedien. Nachweislich erstmals eingesetzt wurden sie in der Renaissance beim Bau der Kathedrale von Florenz. Unter dem Architekten Brunelleschi wurden mehrere Holzmodelle der Kuppel entworfen, um eine technische Lösung für deren Bau und Montage zu finden. Gleichzeitig dienten die Modelle der Entscheidungsfindung in Kommissionen und zur Präsentation vor der breiteren Öffentlichkeit (vgl. King 2014). Architekturmodelle werden heutzutage aus unterschiedlichsten Materialien gefertigt, beispielsweise aus Pappen, Holz, Kunststoff, oder auch Gips. Anhand ihrer Funktion kann man verschiedene Typen von Architekturmodellen unterscheiden (vgl. Zimmermann 2014):

- Arbeitsmodell: zur groben Überprüfung eines Entwurfes; meist aus leicht bearbeitbaren Materialien (z. B. Pappe)
- Entwurfsmodell: Entwurfsdarstellung; oft Zwischenstufe und Diskussionsgrundlage
- Wettbewerbsmodell: aufwändiges und detailgetreues Modell zur Präsentation bei Wettbewerben
- Präsentationsmodell: hochwertige Präsentation eines Entwurfs für potenzielle Bauherrn, Käufer einer Immobilie oder für die Darstellung in der Öffentlichkeit
- Städtebauliches Modell: Bauwerk im städtebaulichen Kontext; oft als Massenmodell.

Architekturmodelle sind nach wie vor sehr beliebt und oft Bestandteil von Beiträgen in Architektenwettbewerben.

RENDERINGS UND ANIMATIONSFILME

Seit dem Einzug des Computers in die Planungsbüros in den 1990er Jahren ist die Visualisierung geplanter Bauvorhaben in 3D-Ansicht populär geworden. Mit spezieller Software können **CAD- UND GIS-DATEN** in fotorealistische Computergrafiken verwandelt werden. Diese können mit Grafikprogrammen weiterbearbeitet werden, um visuell hochwertige Ergebnisse zu erzielen (Renderings). Das **RENDERN** ermöglicht unter anderem eine detailgetreue Lichtverteilung am Objekt und realistische Oberflächenmaterialien. Die räumliche Tiefe der Darstellungen trägt zur realistischen Anmutung bei und wird durch verschiedene Techniken erzielt (z. B. Verdeckung, Schattenwurf, Spiegelungen, Parallelperspektive und variierende Texturgradienten) (vgl. Mehrabi u.a. 2013). Renderings sind fester Bestandteil der Visualisierung größerer Bauten oder Infrastrukturvorhaben.

Abbildung 4: Rendering des Virtua Voorhees Hospital (USA) (Metalmoon, lizensiert unter CC BY-SA 3.0)

CAD STEHT FÜR COMPUTER AIDED DESIGN UND ERMÖGLICHT ES, BAUWERKSPLANUNGEN MIT DEM COMPUTER AUSZUFÜHREN. GIS STEHT FÜR GEOINFORMATIONSSYSTEME, DIE (TOPOLOGISCHE) DATEN ÜBER DEN RAUM VERARBEITEN (Z.B. HÖHEN, VEGETATION). BEIDE SYSTEME KÖNNEN DIE DATEN MIT 3D-VIEWERN VISUALISIEREN.

Animationsfilme entstehen durch die schnelle Abfolge von Einzelbildern, durch Verschieben des Betrachter-Ortes oder durch Bewegen des Objektes. Mehrminütige Filme bestehen aus einer Serie von mehreren hundert bis tausend Einzelbildern. Durch die Zusammensetzung von vielen Einzelbildern ist der Rechenaufwand erheblich höher als beim Rendern eines einzelnen Bildes. Animationsfilme bieten üblicherweise einen Rundgang durch das Gebäude aus der Ich-Perspektive (Walk-through). Oder sie nähern sich dem Gebäude aus verschiedenen Perspektiven aus der Luft (Fly-through).

RENDERN KANN MIT BILDSYNTHESE ÜBERSETZT WERDEN UND BEZEICHNET IN DER COMPUTERGRAFIK DIE ERSTELLUNG EINER GRAFIK AUS DIGITALEN ROHDATEN (Z.B. CAD- ODER GIS-DATEN). BEIM RENDERN WIRD BERECHNET, WELCHE OBJEKTE VOM BLICKPUNKT AUS SICHTBAR SIND, WIE DIE OBERFLÄCHEN AUSSEHEN UND SICH DAS LICHT IN DER SZENE VERTEILT.

ECHTZEITSIMULATIONEN

Mit Animationsfilmen lassen sich Planungen aus der Perspektive eines sich bewegenden Betrachters vermitteln. Sie sind jedoch nicht interaktiv, eine freie Navigation ist nicht möglich. Echtzeitsimulationen ermöglichen hingegen eine solche freie Navigation.

Computerspiele arbeiten meist mit einer Bildwiederholrate von 30 Hertz. Architekturvisualisierungen arbeiten oft nur mit 14 Hertz, da dort komplexe Modelle aus CAD-Systemen in die Anwendung geladen werden müssen.

Abbildung 5: Ausschnitt aus der Echtzeitsimulation des „Haus der Musik Innsbruck“ für das Projekt VisB+

Der Nutzer kann an jeden beliebigen Standort in der virtuellen Welt wandern. Echtzeitsimulationen wurden erstmals in den 1990er Jahren in Computerspielen populär. Heute werden sie auch für Bauwerksvisualisierungen eingesetzt.

Ob der Nutzer tatsächlich eine ruckelfreie Bewegung verspürt, hängt von der Verzögerungszeit des Systems (Latenzzeit) ab (vgl. Nischwitz u.a. 2011). Man spricht in der Computergrafik von weicher Echtzeit, wenn die Bildwiederholrate idealerweise zwischen 20 und 60 Hertz liegt. Systeme mit weicher Echtzeit sind akzeptabel, wenn die realistische Abbildung der virtuellen Umgebung wichtig ist und dafür vereinzeltes Ruckeln hingenommen werden kann.

Die visuelle Qualität von Echtzeitsimulationen hat sich in den letzten Jahren deutlich verbessert. Mit dem fotorealistischen Anspruch von Renderings können sie noch nicht oder nur mit sehr großem Aufwand mithalten. Während beim Rendering ein Bild beliebig lange berechnet werden kann, sollten in Echtzeitvisualisierungen mindestens 20 Bilder pro Sekunde berechnet werden.

VIRTUAL REALITY

Abbildung 6: Virtueller Prototyp des "Haus der Musik, Innsbruck" im Immersive Engineering Lab am Fraunhofer IAO

Systeme der virtuellen Realität (VR) wollen die glaubwürdige Illusion einer zweiten Wirklichkeit erschaffen. Ziel ist es, die digitale Welt so lebensecht wie möglich zu präsentieren. Je mehr die Technologie den Nutzer die Realität vergessen lässt, als desto immersiver wird sie bezeichnet. Wie immersiv eine Technologie ist, hängt von der Konfiguration ihrer einzelnen Elemente ab – es bedarf passender Eingabe- und Ausgabegeräte sowie einer ausreichenden graphischen Qualität der „Weltsimulation" (vgl. Dörner u.a. 2014). Alle VR-Systeme verfügen über eine freie Navigation in Echtzeit und einen echten 3D-Effekt (STEREOSKOPISCHES SEHEN).

VR – EINE IN ECHTZEIT VOM COMPUTER GENERIERTE UMGEBUNG, DIE MIT 3D-DISPLAYS UND 3D-INTERAKTION ERLEBBAR WIRD.

STEREOSKOPISCHES SEHEN BEZEICHNET DAS RÄUMLICHE SEHEN MIT ZWEI AUGEN BEI DEM RÄUMLICHE TIEFE WAHRGENOMMEN WERDEN KANN. VR-SYSTEME KÖNNEN DIESEN 3D-EFFEKT DURCH SPEZIALBRILLEN ERZEUGEN, MIT DENEN AN JEDES AUGE DAS PASSENDE BILD GELANGT.

Eingabegeräte sollten eine möglichst realitätsnahe Steuerung ermöglichen. Bewegungen mit dem Eingabegerät sollten in vergleichbare Bewegungen in der virtuellen Welt umgesetzt werden (Laufen durch eine Bewegung auf ca. 1,6 Meter Höhe über dem Boden). Dazu wird durch einen Sensor die Position und Orientierung des Eingabegerätes überwacht („Tracking"). Um auch die Blickrichtung des Nutzers zu erfassen, werden getrackte Spezialbrillen eingesetzt.

Den größten Einfluss auf die Immersion hat das Ausgabedisplay. Folgende Faktoren beeinflussen das Immersionspotenzial der Technologie (vgl. Bowman/McMahan 2007):

- Sichtfeld (Field of View – FoV): die Diagonale des Gesichtsfeldes, die gleichzeitig (d.h. ohne Bewegung des Kopfes und der Augen) wahrgenommen werden kann
- Blickfeld (Field of Regard – FoV): die Gesamtgröße des Sichtfeldes, welches den Nutzer umgibt
- Displayauflösung: die Auflösung des Displays in Pixel pro Maßeinheit
- Qualität der Lichtberechnung (Realism of Lighting): der Realismus der Lichtverteilung in der Szene
- Bildfrequenz (Frame Rate): Bildrate, die ab einem bestimmten Wert (14 Hertz) den Eindruck einer flüssigen Bewegung vermitteln kann.

Gängige Ausgabesysteme für VR-Anwendungen sind: 3D-Infopoint, 3D-Powerwall, 3D-Projektionsräume/CAVE (Cave Automatic Virtual Environment) und HMDs (Head Mounted Displays). Bei 3D-Infopoint-Systemen wird die VR-Welt auf 3D-fähigen Fernsehern ausgegeben. Sie bieten sich für den flexiblen Einsatz auf Veranstaltungen an. Als Systeme mit größerem Sichtfeld wurden Powerwalls und CAVEs entwickelt. Während eine Powerwall die virtuelle Welt auf einer einzigen Wand abbildet, umschließt die CAVE den Nutzer auf mehreren Seiten. CAVE-Systeme sind häufig stationär, während Powerwalls auch mobil eingesetzt werden können. 3D-Powerwall und CAVE ermöglichen eine annähernd maßstabsgetreue Wahrnehmung der virtuellen Landschaften. Für den stereoskopischen Effekt ist bei allen Systemen die Verwendung einer 3D-Brille (Polfilter- oder Shutterbrille) erforderlich.

DIE CAVE IST IN DER REGEL EIN MEHRSEITIGES STEREO-DISPLAY-SYSTEM MIT 3D-INTERAKTIONSTECHNIKEN, DAS DEN REALEN BEWEGUNGSRAUM DES BETRACHTERS IM MASSSTAB 1:1 MIT DEM VIRTUELLEN RAUM ÜBERLAGERT. DIE CAVE VERMITTELT DEM BENUTZER DEN EINDRUCK, DIREKT IN DER VIRTUAL REALITY ZU SEIN.

Bei einem Head Mounted Display (HMD) wird die virtuelle Welt auf einem augennahen Bildschirm dargestellt oder sogar direkt auf die Netzhaut projiziert.

Moderne HMDs füllen mit bis zu 200 Grad das menschliche horizontale Sichtfeld von ca. 21h Grad fast vollständig aus. Die Blickrichtung wird über eine Erfassung (Tracking) der Kopfbewegung abgeleitet. Eine einfache HMD-Variante sind Cardboards. Das sind Brillen aus Pappkarton mit einer Halterung für ein Smartphone; hier können Inhalte mittels spezieller Apps in 3D gesehen werden.

VR-Systeme sind in der Produktentwicklung und im Produktdesign von Unternehmen (z. B. Automobilbranche) bereits seit längerem eine feste Größe. Seit wenigen Jahren existieren auch Anwendungen für die Landschafts- und Architekturvisualisierung.

AUGMENTED REALITY

Abbildung 7: Augmented Reality mit einem Smartphone (Glogger, lizensiert unter CC BY-SA 3.0)

Unter augmentierter Realität (AR) versteht man die Anreicherung der Realität um einzelne virtuelle Elemente in Echtzeit. Wenn das System (z. B. ein Smartphone mit entsprechender App) eine definierte reale Umgebung erfasst, werden diese Bilder um zusätzliche virtuelle Objekte ergänzt. Die zwei wesentlichen Varianten von Augmented Reality-Technologien sind „Video-see-through“ und „Optisches-see-through“. Beim „Video-see-through“ wird die den Nutzer umgebende Realität durch eine Kamera aufgenommen und dieses Bild durch virtuelle Inhalte überlagert auf Displays wiedergegeben. Übliche Geräte hierfür sind Mobilgeräte wie Tablets oder Smartphones. Beim „Optischen-See-trough“ blickt der Nutzer durch eine Spezialbrille unmittelbar auf die Umgebung; die virtuellen Inhalte werden dann auf die Brillengläser eingeblendet.

Damit die virtuellen Objekte an der richtigen Stelle der Realität eingeblendet werden („Registrierung“), muss der dafür vorgesehene Realitätsausschnitt vom System erkannt werden. Hierzu gibt es verschiedene Möglichkeiten:

- das positionsbasierte Tracking mittels GPS und im Handheld verbauter Lagesensoren
- das Markerverfahren, bei dem auf den realen Objekten Marker hinterlegt sind (ähnlich QR-Codes), die vom System erfasst werden
- merkmalsbasierte Verfahren, bei denen die geometrischen Formen des erfassten Bildes mit einer Datenbank abgeglichen werden.

Augmented Reality bietet interessante Einsatzmöglichkeiten in der Bürgerbeteiligung, zum Beispiel die Überblendung einer grünen Wiese mit einem Bauwerk (z. B. Windkraftanlage) im Rahmen einer Ortsbegehung.

IMPULSE DURCH DIE 3D- BIS 5D-PLANUNG (BUILDING INFORMATION MODELING / BIM)

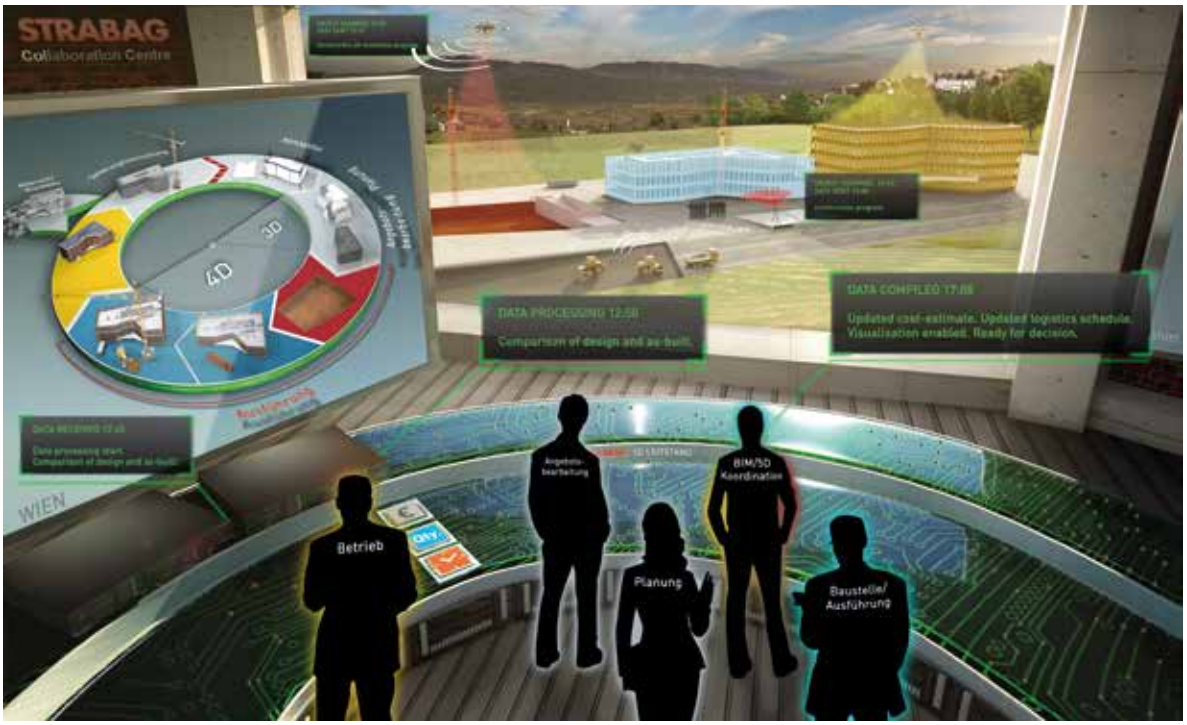


Abbildung 8: Strabag Collaboration Centre, Illustration einer von Informations- und Kommunikationstechnologie unterstützten Zusammenarbeit im Bauwesen (Ed. Züblin AG)

Lange Zeit wurden Bauwerke ausschließlich in 2D-CAD geplant. Dabei werden Grundrisse, Aufrisse und Schnitte erstellt. Angaben u. a. zu Geometrie und zu Oberflächen enthalten sie aber nicht. Solche Angaben werden aber für 3D-Visualisierung benötigt. Sie wurden bislang aufwändig und fehleranfällig extra für Visualisierungen erstellt.

Mittlerweile setzt sich mit dem Building Information Modelling, kurz BIM die 3D-Planung durch. Dabei werden Bauwerke mit all ihren Bauteilen als dreidimensionales Modell erstellt (als Geometrie- und Oberflächenmodelle mit Bauteilattributen). Liegen solche 3D-Modelle vor und wurden die Daten sauber gepflegt, können die Visualisierungen schneller und fehlerfreier erstellt werden. Alle handelsüblichen Planungssoftware-Hersteller bieten mittlerweile die Planung in 3D an. Diese SW-Werkzeuge enthalten auch 3D-Viewer, mit denen Visualisierungen als Renderings, Animationsfilme oder teilweise sogar mittels **GAME-ENGINE** als Echtzeitsimulation erstellt werden können, die 3D-Computerspielen ähneln.

Der nächste Schritt ist die Planung in 5D. Hier wird das Modell um Kosten- und Termindaten erweitert und stets aktuell gehalten. Die bisher oft übliche Praxis, auf Basis von Planungsdaten in einem separaten Arbeitsprozess Visualisierungen zu generieren, bringt einige Probleme mit sich:

DIE VISUALISIERUNGEN SIND OFT SCHNELL VERALTET

Im Planungsprozess kommt es oft zu zahlreichen Änderungen am Bauvorhaben – gerade bei Großprojekten, die politischen Interventionen ausgesetzt sind. In der Öffentlichkeit kursierende Visualisierungen sind dann häufig nicht mehr aktuell, da sie aus einem veralteten Stand des Planungsmodells gewonnen wurden.

EINE GAME-ENGINE IST EINE SOFTWAREUMGEBUNG FÜR COMPUTERSPIELE-ENTWICKLER, DIE SPIELINHALTE INTEGRIERT, DEN SPIELVERLAUF STEUERT UND FÜR DIE VISUELLE DARSTELLUNG VERANTWORTLICH IST.

DIE VISUALISIERUNGEN SIND NICHT MIT DEM PLANUNGSMODELL VERKNÜPFT

Meist werden spezielle Visualisierungs-Agenturen beauftragt, die auf Basis der Planungen einmalig ein 3D-Modell erstellen und daraus Bilder und Filmsequenzen berechnen. In der Regel hält die Agentur das 3D-Modell unter Verschluss und gibt lediglich das Bild oder den Film als Leistung an den Auftraggeber. Dies hat zur Folge, dass bei einem Wechsel der Agenturen im Verlauf eines Bauwerkslebenszyklus eine große Anzahl von immer neuen 3D-Modellen entsteht.

In **BIM** arbeiten die Beteiligten in Fachmodellen, die stets miteinander abgeglichen werden. Die Planung wird dabei auf verschiedene Weisen dargestellt:

- bauwerkszentriert: eingefärbte 3D-Geometrie-Darstellungen des Bauwerksmodells
- terminplanbasiert: 2D-Graph als retrospektive und prognostizierende Soll-Ist-Animationen des Terminplans
- topologisch: 2D-diagrammatische Übersichtsdarstellungen des Fertigstellungsgrades
- baustellenbasiert: 3D-Darstellung als Überblick über den Baufortschritt im georäumlichen Maßstab.

BIM IST EINE MANAGEMENTMETHODE FÜR MODELLBASIERTE, DIGITALE UND INTERDISZIPLINÄRE PLANUNGS- UND KOLLABORATIONSPROZESSE IN BAU- UND IMMOBILIENPROJEKTEN. NEBEN BAUTEILINFORMATIONEN, KOSTEN UND TERMINEN ENTSTEHT MIT DIESER METHODE EIN DETAILLIERTES 3D-BAUWERKSMODELL, AUS DEM SICH MIT GERINGEM AUFWAND BASISMODELLE FÜR VISUALISIERUNGEN ABLEITEN LASSEN.

Die Darstellungen können auf einem beliebigen 2D-Display oder über ein Projektions-System (z. B. CAVE) ausgegeben werden. Der Vorteil: Die Visualisierungen können bei Bedarf aus dem BIM-System „gezogen" werden und sind immer auf dem aktuellen Stand.

Mittlerweile kann das visualisierte 5D-Modell zu einem immersiven Echtzeitmodell weiterentwickelt werden. Dafür werden die Planungsdaten aus der BIM-Welt über standardisierte Formate für den 3D-Datenaustausch in die Echtzeit-Visualisierungswelt überführt. Oft ist zusätzlich eine manuelle Anpassung erforderlich, um die Daten nutzbar zu machen (vgl. Wenzel 2014).

Bislang gibt es jedoch nur wenige Erfahrungen damit, BIM-Modelle für Beteiligungen zu nutzen – Beispiele dafür sind:

- Einbeziehung künftiger Nutzer: Mitarbeiterinformation bei der Planung des des BMBF-Neubaus in Berlin sowie beim Neubau des ZVE in Stuttgart (vgl. Bullinger u.a. 2010)
- Einbeziehung der Öffentlichkeit: Präsentation der Planung für den Würth-Neubau im Gemeinderat von Rorschach.

In diesen Referenzprojekten hat sich gezeigt, dass durch diese Visualisierungen selbst Laien sehr schnell einen objektiven Zugang zu den Planungen finden. Sie sind die Grundlage für fundierte und zielgerichtete Diskussionen (vgl. Brettschneider u.a. 2015).

5. ANFORDERUNGEN AN VISUALISIERUNGEN

Bislang wurde die technische Seite von Visualisierungen betrachtet. Im Folgenden geht es um die Anforderungen, die beteiligte Akteure im Rahmen von Bürgerbeteiligung an Visualisierungen stellen.

AUS SICHT VON FACHLEUTEN UND BÜRGERN

Visualisierungen können Dialoge und Beteiligungsverfahren um Planungsvorhaben konstruktiv unterstützen. Sie sind aber auch ein in der Praxis häufig genutztes Mittel der Kampagnen-Führung und der „platten" PR, sei es für oder gegen ein Projekt.

Visualisierungen werden daher nicht selten erst einmal mit Argwohn und Skepsis begleitet.

Wir haben Praktiker sowie Bürger gefragt, welche Anforderungen Visualisierungen erfüllen müssen, um die Bürgerbeteiligung zu verbessern. In Workshops wurden die Anforderungen an Visualisierungen mit Vertretern von Landes- und Kommunalbehörden, Vorhabenträgern aus der Privatwirtschaft, Umweltverbänden und Bürgerinitiativen diskutiert.

Im Folgenden werden die Meinungen der verschiedenen Gruppen zusammengefasst.

DIE SICHT DER FACHLEUTE

Vertreter der Vorhabenträger äußern die Sorge, dass Visualisierungen eine eigenständige, schwer zu kontrollierende Dynamik entfalten können. Man müsse sich sehr genau überlegen, was und in welcher Form man visualisiere. Mehrere Teilnehmende sprechen sich für zurückgenommene Visualisierungen aus. Nicht das technisch maximal Mögliche, sondern das für den Zweck in der jeweiligen Planungsphase Sinnvolle solle getan werden. Ein wiederkehrendes Problem: Man kann in einer Abbildung „nicht nicht visualisieren". Insbesondere sehr realistische Visualisierungen können fälschlicherweise suggerieren, alles sei schon entschieden. Die Erwartungen, die solche Bilder auslösen, werden nicht selten enttäuscht. In das Dilemma geraten Vorhabenträger schnell, da in der Öffentlichkeit bereits zu einem sehr frühen Zeitpunkt präzise, klare Bilder gewünscht werden, selbst wenn in der Planung viele Parameter noch nicht definiert sind.

Auf Seiten der Zivilgesellschaft ergibt sich eine spiegelbildliche Diskussion. Glaubwürdigkeit wird wiederholt als zentrale Anforderung genannt. Vorhabenträger operierten aus ihrer Sicht zu häufig mit geschönten Bildern. Den Vertretern der Zivilgesellschaft ist zudem wichtig, verständliche und relevante Perspektiven angeboten zu bekommen, ohne das eine strategische Vorauswahl seitens der Vorhabenträger getroffen wird. Insbesondere fordern sie die Darstellung von Planungsalternativen. Auch hier herrscht Unsicherheit, wie in der Planung noch nicht feststehende Aspekte visualisiert werden sollten.

Vorhabenträger (öffentlich, privat)	**Zivilgesellschaft (Umweltverbände, Bürgerinitiativen)**
• Zweckorientierung statt Technikverliebtheit • keine Scheingenauigkeiten • Beschränkung auf wesentliche Informationen • Bezahlbarkeit • relevante und repräsentative Perspektiven offene Frage: Umgang mit Aspekten, die planerisch noch nicht feststehen	• hohe Glaubwürdigkeit (akkurate Darstellungen – keine PR) • relevante und repräsentative Perspektiven • intuitive Verständlichkeit • Darstellung von Alternativen offene Frage: Umgang mit Aspekten, die planerisch noch nicht feststehen

Abbildung 9: Von Praktikern genannte Anforderungen an Visualisierungen

DIE SICHT DER BÜRGER

Den 100 Bürgern haben wir zahlreiche Anforderungen an Visualisierungen vorgelegt, deren Wichtigkeit sie bewerten sollten. Auch hier zeigt sich der besondere Stellenwert glaubwürdiger Visualisierungen, bei gleichzeitiger Forderung nach realistischen Darstellungen. Dabei erwies sich der Realismus einer Visualisierung als ein Indikator für deren Glaubwürdigkeit. Es folgt das Bedürfnis, möglichst interaktiv und flexibel mit dem visuellen Modell umgehen zu können. Gewünscht wird de facto eine Visualisierung wie in einem guten Computerspiel: realistisch, detailreich und mit intuitiver Steuerung. Im Vergleich zu den übrigen Anforderungen weniger wichtig angesehen wurde die Möglichkeit, Visualisierungen bewusst abstrakter zu gestalten und auf Details zu verzichten.

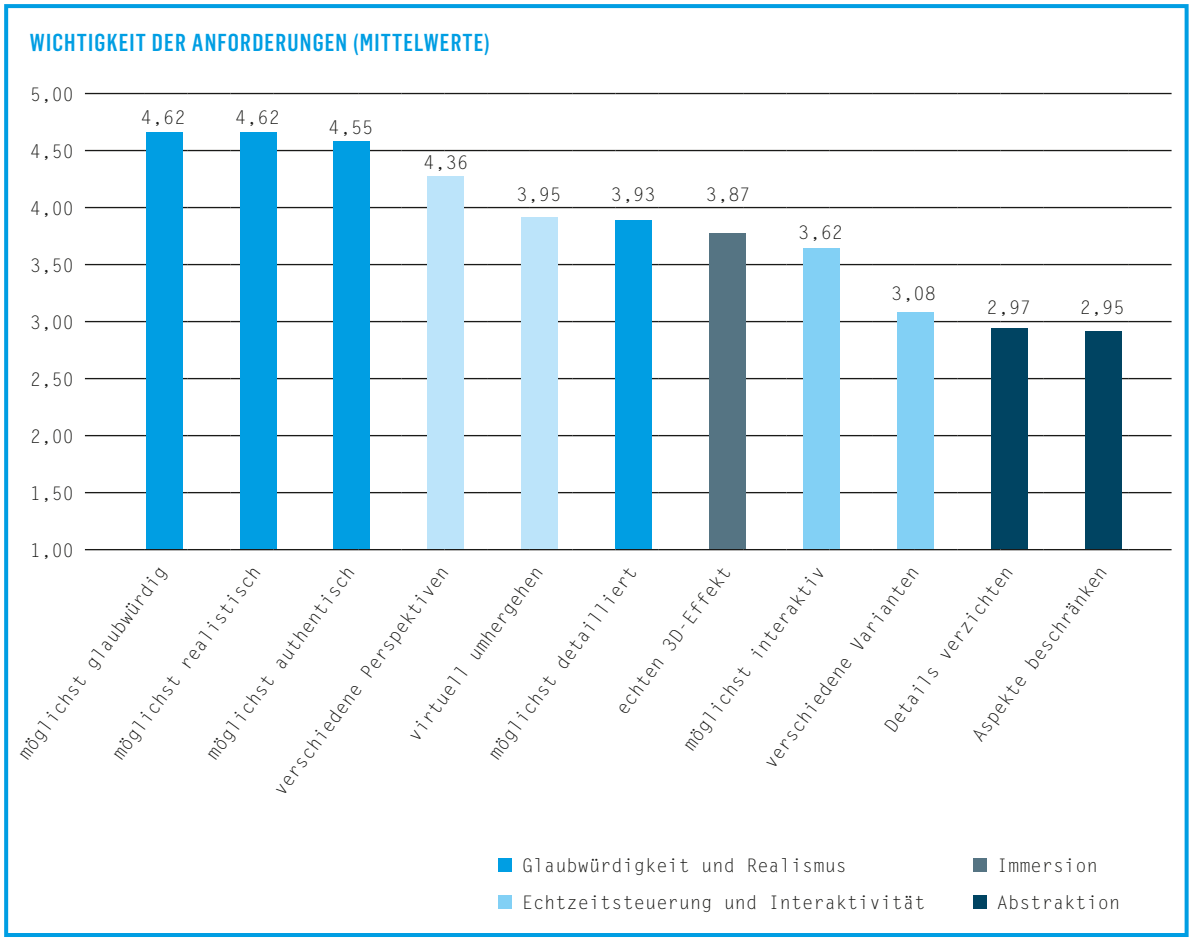


Abbildung 10: Von Bürgern bewertete Wichtigkeit unterschiedlicher Anforderungen (auf einer Skala von 1 = unwichtig bis 5 = sehr wichtig)

Diese Antworten geben die grundsätzlichen Präferenzen wieder. Sie sagen allerdings noch nichts darüber aus, wie Bürger auf verschiedene Formen von Visualisierungen tatsächlich reagieren und was für sie Visualisierungen zu besonders glaubwürdigen und realistischen Visualisierungen macht. Es kommt dabei sowohl auf die Visualisierung selbst an, als auch auf die Art ihrer Einbettung in ein Beteiligungsverfahren. In den folgenden Kapiteln beschreiben wir, welche Aspekte die Glaubwürdigkeit und Verständlichkeit von Visualisierungen beeinflussen. Und wir leiten daraus Empfehlungen für den Einsatz im Rahmen der Bürgerbeteiligung ab.

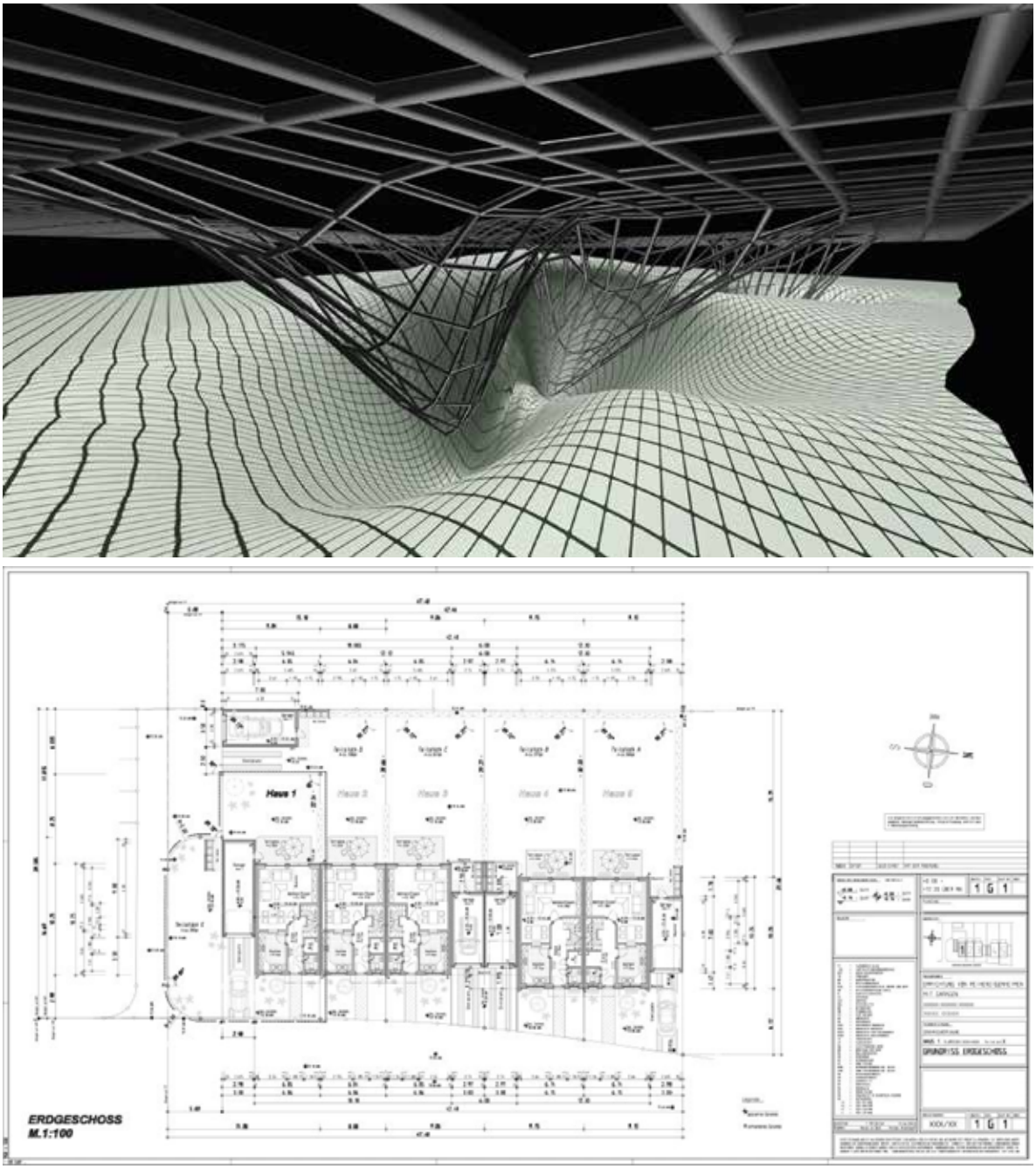


Abbildung 11: Konzeptstudie Science Center phæno in Wolfsburg von Zaha Hadid Architects (oben), Bauzeichnung (unten) – für Laien nur schwer verständliche Darstellungen
(oben: Zaha Hadid Architects, unten: Michael Kleerbaum, lizensiert unter CC BY-SA 3.0)

GUTE UND SCHLECHTE VISUALISIERUNGEN

Visualisierungen in Beteiligungsverfahren sollen Planungen verständlich kommunizieren und realitätsnahe Reaktionen hervorrufen. Die Reaktionen der Bürger auf Visualisierungen sollten möglichst denjenigen ähneln, die sie zeigen würden, wenn das Objekt bereits gebaut wäre. Nur dann kann ein Dialog tatsächlich auch sachgerecht geführt werden. Da das Objekt während der Planung noch nicht existiert, kann man natürlich nicht mit Sicherheit sagen, wie die Bürger auf das fertiggestellte Bauwerk reagieren würden. Aus Analysen bereits realisierter Projekte können aber Kriterien für gute Visualisierungen abgeleitet werden, die es Bürgern ermöglichen, sich das Bauwerk wirklichkeitsnah vorzustellen (vgl. Cash u.a. 2003; Sheppard 2005). Demnach sollten Visualisierungen

- sachlich richtig sein, d. h. keine Fehler beinhalten
- einen angemessenen Grad an Realismus aufweisen
- repräsentativ sein, d. h. die aus Bürgersicht relevanten Fragestellungen und Perspektiven darstellen
- visuell eindeutig sein, d. h. die interessierenden Sachverhalte verständlich vermitteln und nicht überinszeniert sein.

Diese Qualitätskriterien sollen sicherstellen, dass die Visualisierung nicht dem Zweck folgt, ein Projekt in einem besonders guten oder schlechten Licht darzustellen. Denn Techniken, mit denen der Eindruck eines Bauwerks manipuliert werden kann, gibt es viele. Bei umweltrelevanten Bauvorhaben, wie Stromtrassen, Straßen oder Windrädern, wird von Befürwortern und Gegnern beispielsweise oft angestrebt, die visuellen Auswirkungen auf Mensch und Umwelt als möglichst gering bzw. hoch darzustellen. Durch die Wahl bestimmter Perspektiven oder Aufnahmetechniken kann beispielsweise die wahrgenommene Massigkeit des Objekts beeinflusst werden.

In Kapitel 7 werden Hinweise gegeben, wie die am meisten verbreiteten Techniken der Verzerrung vermieden werden können (für einen Überblick über diese Techniken siehe Tabelle 1):

- *Techniken der Verfälschung* visualisieren Projekte bewusst in einer Form, die nicht der Planungsrealität entspricht. Die Visualisierungen sind in Bezug auf entscheidende Aspekte falsch (z. B. die Relationen oder Größendimensionen des Bauwerks).

- *Techniken pseudorealistischer Darstellungen* versuchen, einem Bauvorhaben ein besonders attraktives Aussehen zu geben. Während eine realistische Darstellung grundsätzlich die Verständlichkeit unterstützt, können durch Renderings Bildstimmungen erzeugt werden, die in der Realität nicht eingelöst werden können. Sie sind ästhetisch, aber nicht unbedingt glaubwürdig.

- Bei der *selektiven Auswahl* bedient man sich bestimmter Perspektiven, die das Objekt in einem bestimmten Licht erscheinen lassen, die aber nicht repräsentativ sind.

- Die *visuelle Inszenierung* bezeichnet die Gesamtanmutung, die man der Visualisierung verleiht. Durch die Inszenierung einer Szenerie mit Menschen oder angenehmen Lichtstimmungen kann eine Darstellung attraktiver wirken, was die Validität der Wahrnehmung beeinträchtigen kann.

Damit eine Visualisierung tatsächlich einen Mehrwert schafft, muss sie in geeigneter Weise in die Bürgerbeteiligung eingebunden werden. Hinweise über die Einbindung in Präsentationen und geeignete Veranstaltungsformate geben wir am Ende von Kapitel 7.

EXKURS: DER FAKTOR GLAUBWÜRDIGKEIT

Visualisierungen können nur dann Informationen vermitteln, wenn sie als vertrauenswürdig eingeschätzt werden. Ein Bild sagt mehr als tausend Worte, heißt es. Die Möglichkeiten, Sachverhalte in Bildern darzustellen, sind durch den Fortschritt der Computertechnologie enorm gestiegen. Doch dieser Fortschritt hat seinen Preis: Nie war es leichter, mit Bildern zu lügen (vgl. Rekittke/Paar 2005). Die Leichtigkeit, mit der Bilder erstellt und manipuliert werden können, und ihre vielfältige Verwendung in politischen und kommerziellen Werbekampagnen hat auch ein neues Misstrauen gegenüber dem Visuellen entfacht. Nicht selten sind Visualisierungen von Planungsvorhaben der Kritik ausgesetzt, sie seien „geschönte Hochglanz-PR".

Abbildung 12: Rendering eines Hotels in Bangkok – ästhetisch, aber auch glaubwürdig? (Roderick Eime, lizensiert unter CC BY 2.0)

In der Bürgerbeteiligung werden Visualisierungen mit Hochglanzästhetik schnell zum Bumerang. Viel Geld wird verbrannt, wenn fundamentale Aspekte der Kommunikationsforschung nicht beachtet werden (siehe Hintergrund-Kasten). Gerade bei größeren Bauvorhaben hat man es mit einer Vielzahl von Menschen zu tun, die dem Projekt ambivalent oder kritisch gegenüberstehen. Sie schauen sehr genau hin, welche Informationen ihnen präsentiert werden. Eine zentrale Erkenntnis ist, dass eine zu einseitige, werbliche Darstellung zu Abwehrreaktionen führt. Je umstrittener ein Bauvorhaben, je mehr Kritiker auf „Hab-Acht-Stellung" sind, desto eher wird eine werblich anmutende Kommunikation abgelehnt (vgl. Friestad/Wright 1994). Visualisierungen zum Einsatz in der Bürgerbeteiligung besitzen eine grundsätzlich andere Funktionslogik als solche, die zu Marketingzwecken eingesetzt werden.

HINTERGRUND: ZWEI WEGE DER INFORMATIONSVERARBEITUNG

Eine wesentliche Erkenntnis der Kommunikationsforschung ist, dass nicht jeder Mensch Kommunikation gleichermaßen verarbeitet. Die Art und Weise, wie Menschen das tun, hängt stark davon ab, wie sehr sie sich bereits mit dem Thema befassen. Sind sie wenig interessiert und besitzen sie kaum Vorkenntnisse, achten Zuhörer/Zuschauer bei der Beurteilung der Glaubwürdigkeit der Kommunikation eher auf sekundäre Aspekte – beispielsweise auf den Expertenstatus des Sprechers oder auf die Attraktivität der Präsentationsform. Die Meinungen dieser Menschen können leichter beeinflusst werden, allerdings sind diese Meinungen nicht sehr stabil. Sind die Zuhörer/Zuschauer hingegen stärker interessiert, bleiben sie von der Präsentationsform eher unbeeindruckt und prüfen die Inhalte kritischer. Besonders kritisch sind sie, wenn sie stark involviert sind und gegenüber dem Kommunikator eine skeptische Grundhaltung besitzen, zum Beispiel bei abweichenden politischen Überzeugungen oder starker eigener Betroffenheit. Eine emotionale, werbliche Darstellung, die bei Menschen, denen das Thema weniger wichtig ist oder die dem Projekt bereits positiv gegenüberstehen, erfolgreich sein kann, wirkt bei Kritikern kontraproduktiv. Sie wittern Beeinflussung und reagieren mit Ablehnung. Diese Zusammenhänge werden unter anderem ausführlich durch Petty und Cacioppo (1986) im Elaboration Likelihood Modell beschrieben, einem der Standardmodelle der Persuasionsforschung.

Kategorie	Unterkategorie	Eher positive Wirkung auf Bildattraktivität	Eher negative Wirkung auf Bildattraktivität
Verfälschung	Verfälschung des Maßstabs	Anschein der Objektgröße der Zielobjekte durch kleineren Maßstab als Umgebung verringern	Anschein der Objektgröße der Zielobjekte durch größeren Maßstab als Umgebung erhöhen
	Form in Abhängigkeit von gewählter Perspektive verfälscht	Anschein der Objektgröße durch Formveränderung mit Verkleinerungswirkung (z.B. Rotorblätter weggedreht, obwohl bei gewählter Perspektive frontal sichtbar)	Anschein der Objektgröße durch Formveränderung mit Vergrößerungswirkung (z.B. Rotorblätter frontal, obwohl bei gewählter Perspektive nur seitlich sichtbar)
	Farbspektrum und -intensität	warme, weiche, satte Farben bzw. helle Farben vor hellem Hintergrund	blasse, monochrome, kalte Farben bzw. dunkle Farben vor hellem Hintergrund
	Umgebende Objekte	störende Objekte weglassen	störende Objekte hinzufügen
Pseudorealismus	Detailgrad/ Texturierung	hohe Ausschmückung mit Details, feine Textur	Weglassen von Details, sehr schlichte Texturierung (z.B. schlichter, grauer Kubus)
	Lichtverteilung	3D-Effekt durch atmosphärische Lichtverteilung (z.B. durch Raytracing): starker Glanz, Lichtreflexionen, Schatteneffekte	2D-Anmutung durch gleichförmige Einfärbung von Flächen, keine Lichtreflexionen, keine Schatten-effekte; einfache Beleuchtungsmodelle (flat-shading)
Selektive Auswahl	Perspektive	positive Perspektivenselektion: Wahl von Perspekti-ven, die den Anschein der Objektgröße verringern (z.B. Schrägluftbild) oder Objekt allgemein in günstigerem Licht erscheinen lassen	negative Perspektivenselektion: Wahl von Perspek-tiven, die den Anschein der Objektgröße erhöhen (z.B. Froschperspektive) oder Objekte allgemein in negativerem Licht erscheinen lassen
	Blickhöhe	sehr hohe Blickhöhe führt zu tendenziell geringerem Anschein der Objektgröße	sehr niedrige Blickhöhe führt zu tendenziell größerem Anschein der Objektgröße (siehe Froschperspektive)
	Bildausschnitt/Format	größerer Bildausschnitt als menschliches Sichtfeld; starkes Breitbildformat	kleinerer Bildausschnitt als menschliches Sichtfeld; Hochformat
	Brennweite (Tiefen-staffelung bei fixiertem Aufnahmeformat)	Anschein der Objektgröße durch kleinere Brennweite verringern, Bildausschnitt vergrößert sich	Anschein der Objektgröße durch größere Brennweite erhöhen, Bildausschnitt verkleinert sich
	Verdeckung	Anschein der Objektgröße durch Perspektiven verrin-gern, die Objekte teilweise verdecken; Anschein der Objektgröße verringern durch Abbildung bei bestimm-ten Jahreszeiten mit hoher Vegetationsdichte	Anschein der Objektgröße durch Perspektiven erhöhen, die Objekt frei, d.h. ohne Verdeckung darstellen; Anschein der Objektgröße erhöhen durch Abbildung bei bestimmten Jahreszeiten mit niedriger Vegetationsdichte
Visuelle Inszenierung	Sekundäre Objekte	Integration (und ggf. Ablenkung) stimmungsvoller Objekte (z.B. lachende Menschen)	Weglassen jeglicher sekundärer Objekte (kalte, distanzierte Anmutung)
	Lichtstimmung	positiv konnotierte atmosphärische Stimmung: z.B. Sonnenaufgang, Abendrot	negativ konnotierte atmosphärische Stimmung: z.B. „Schmuddelwetter“ (Grautöne)

Tabelle 1: Techniken der Beeinflussung der Bildattraktivität (zusammenfassende eigene Darstellung)

6. QUALITÄTSKRITERIEN FÜR VISUALISIERUNGEN UND DEREN NUTZUNG

SACHLICHE RICHTIGKEIT

Das Qualitätskriterium „sachliche Richtigkeit" enthält die Forderung, geplante Bauwerke und ihre Umgebung entsprechend ihrer Größe, Proportion, Form- und Farbgebung sowie Position abzubilden. Irreführende Darstellungen können zu Phantomdebatten führen, die an der Realität vorbeigehen. Sachliche Fehler untergraben zudem die Glaubwürdigkeit der gesamten Visualisierung. Erfahrungen zeigen, dass Bürger bei umstrittenen Vorhaben Visualisierungen kritisch auf ihre Plausibilität überprüfen und kleine Abweichungen als Beleg heranziehen, dass die Visualisierung als Ganzes falsch ist (vgl. Rekittke/Paar 2005; für eine weitergehende Auseinandersetzung siehe Sheppard 1989; Downes/Lange 2014).

EMPFEHLUNGEN

OBJEKTE MASSSTABSGETREU ABBILDEN

Bei einer falschen Größenskalierung des Bauvorhabens wirkt das Objekt im Vergleich zu seiner Umgebung überproportional groß oder klein.

KORREKTE FORM- UND GRÖSSENVISUALISIERUNG VOM GEWÄHLTEN BETRACHTER-STANDORT

Eine falsche Formgebung oder Größe kann stärkere bzw. geringere visuelle Auswirkungen auf die Umgebung suggerieren. Eine verfälschende Technik am Beispiel der Windkraftvisualisierung ist, die Drehung der Rotorblätter nicht an die Perspektive vom Betrachter-Standort anzupassen.

GEPLANTE FARBGEBUNG UND MATERIALIENVERWENDUNG KORREKT ABBILDEN

Warme, weiche und satte Farben wirken grundsätzlich angenehmer, während blasse, kalte Farben ein Objekt eher unattraktiver erscheinen lassen. Bei Verwendung von dunklen Farben für das Objekt, bei gleichzeitig hellem Hintergrund (z.B. blauer/milchiger Himmel) verstärkt sich die visuelle Eingriffswirkung von Objekten. Daher sollten die Farbwerte äquivalent zur geplanten Lackierung bzw. Fassadenfarbe gewählt werden, sofern bekannt.

UMGEBENDE OBJEKTE RICHTIG DARSTELLEN

Nur selten ist der Blick auf ein Bauwerk komplett frei. Parkplätze, Strommasten oder Vegetation sind aus vielen Perspektiven im Bildvordergrund vorhanden und beeinflussen die visuelle Wahrnehmung des Objekts. Forschungen zeigen, dass unruhige Bilder ästhetisch schlechter bewertet werden (vgl. Downes/Lange 2014).

SCHATTENWÜRFE UND LICHTVERTEILUNGEN KORREKT ABBILDEN

Sonnenlicht auf Nordseiten ist ein Indiz dafür, dass mit der Visualisierung etwas nicht stimmt. Bei der korrekten Abbildung von Schattenwürfen sind der Sonnenstand, die Ausrichtung der Objekte und die Größenverhältnisse zu beachten.

Abbildung 13: Visualisierungen von Windkraftanlagen. Im unteren Bild ist die Größe der Anlagen stark übertrieben (oben: Green City Energy AG, unten: shutterstock/ eigene Bearbeitung)

FEHLERURSACHEN

Die Ursachen für falsche Darstellungen sind längst nicht immer manipulative Absichten, sondern können in anderen Faktoren begründet liegen.

LIMITIERUNGEN DES VISUALISIERUNGSINSTRUMENTS

Besonders anfällig sind Fotomontagen, denen keine sorgfältige Geländevermessung und Größenberechnung in Abhängigkeit vom Aufnahmestandort und von Kameraparametern vorweggegangen ist. Dies passiert insbesondere bei Visualisierungen durch Laien. 3D-Visualisierungen, die auf Basis georeferenzierter Gelände- und Objektdaten entstehen, sind weniger fehleranfällig, solange die verwendete Datengrundlage ausreichend präzise ist.

LIMITIERUNGEN DER PLANUNGSDATEN

Oft enthalten die Planungsdaten noch Lücken, insbesondere in frühen Planungsphasen. Dann sind Visualisierer gezwungen, die Leerstellen mit eigener Phantasie zu füllen, sofern kein detailliertes Briefing über den Umgang damit erfolgt ist. Hier sollte ein detailliertes Briefing erfolgen, wie der tatsächliche Stand der Planung aus der Visualisierung glaubwürdig hervorgehen kann.

REALITÄTSNÄHE

Wir bezeichnen visuelle Darstellungen im Allgemeinen als realistisch, wenn sie das abgebildete Objekt in einer Weise zeigen, wie wir es auch in der Realität wahrnehmen würden. Maximal realistisch sind Fotografien. Durch den technischen Fortschritt sind mittlerweile auch Computergrafiken produzierbar, die nicht ohne weiteres von Fotografien unterschieden werden können.

HINTERGRUND

In der Bauwerksvisualisierung können wir verschiedene Visualisierungstypen mit unterschiedlich ausgeprägter abstrakter/realistischer Darstellung unterscheiden:

- Handzeichnungen: stilisierte, stark abstrahierte Darstellung, die Ideen und Grundformen vermitteln soll
- Sketch-Rendering: Rendering auf CAD-Basis im Handzeichnungsstil
- fotorealistisches 3D-Rendering: Renderings auf CAD-Basis mit fotorealistischen Darstellungen
- computergenerierte Fotomontage: Einbettung digital generierter Objekte in eine Fotografie.

Was macht eine Darstellung zu einer „realistischen Darstellung“? Zunächst die Simulation räumlicher Tiefe. Bei herkömmlichen 2D-Darstellungen auf normalen Monitoren oder gedruckten Bildern wird das durch die Nutzung verschiedener Tiefenhinweise erreicht, aus denen das Gehirn einen dreidimensionalen Raum errechnet (vgl. Mehrabi u.a. 2013). Zu diesen gehören:

- Perspektive: Verwendung der Linearperspektive, bei der sich parallele Linien in einem Fluchtpunkt schneiden; Abbildung entfernter liegender Objekte an der Horizontlinie.
- Größe: Unterschiedlich große Abbildung eigentlich gleich großer Objekte; das kleinere Objekt wird als weiter entfernt interpretiert.
- Verdeckung: Entfernter liegende Objekte werden von vorgelagerten Objekten teilweise überdeckt.
- Textur: Bei näherliegenden Objekten sind mehr Details erkennbar.
- Schatten: Schatten von Objekten werden vom Gehirn ebenfalls als Tiefenhinweis herangezogen.

Bei der stereoskopischen 3D-Technologie macht man sich hingegen zu Nutze, dass Menschen mit ihren beiden Augen die Umgebung gleichzeitig aus zwei Blickwinkeln betrachten. Aus diesen abweichenden Betrachtungswinkeln hat das Gehirn gelernt, räumliche Tiefe zu interpretieren. Für den stereoskopischen Effekt werden vom gleichen Motiv zwei Teilbilder erstellt, die die gleichen Sehwinkeldifferenzen wie beim freien Sehen haben. Zur Wiedergabe werden spezielle 3D-Brillen benötigt (vgl. Tauer 2010).

Der Realismus wird weiterhin durch die sehr authentische Gestaltung von Oberflächen gesteigert. Der Visualisierer legt über ein Beleuchtungsmodell den Lichteinfall auf die Szene fest und definiert die Materialeigenschaft der Objekte. Aus diesen Parametern kann für jeden Punkt der Objektoberfläche ein Farbwert berechnet werden. Der Lichtquelle abgewandte Flächen werden dunkler dargestellt, zugewandte Flächen heller und ggf. reflektierend. Diese Effekte verstärken zudem den Eindruck räumlicher Tiefe. Eine weniger rechenintensive Vorgehensweise ist das texture mapping. Dabei werden Volumenkörper mit zweidimensionalen Bildern „beklebt" (vgl. Nischwitz u.a. 2011).

Das hochrealistische Rendering unter Verwendung komplexer Beleuchtungsmodelle (z. B. Raytracing) stellt große Anforderungen an die Hardware und kann sehr lange dauern. Für Echtzeitsimulationen kommt dieses Rendering nicht in Frage. Bei ihnen muss durch verschiedene Techniken der Rechenaufwand begrenzt werden. Zur wichtigsten Technik gehört, die Detailtiefe der Objekte in Abhängigkeit von der Entfernung zu variieren. Das so genannte Level of Detail (LoD) definiert verschiedene Detailstufen (siehe Abbildung 32):

- LOD 0 („Regionalmodell"): 2,5D-Geländemodell mit Relief aus digitalen Höhenmarken (Luftbildtextur)
- LOD 1 („Klötzchenmodell"): Darstellung der auf dem Grundriss hochgezogenen Gebäudekubatur
- LOD 2: 3D-Darstellung der Außenhülle mit Dachaufbauten und einfachen Texturen
- LOD 3 („Architekturmodell"): geometrisch ausdifferenziertes Modell der Außenhülle mit detaillierterer Texturierung wie Fenstern und Türen
- LOD 4 („Innenraummodell"): verfeinertes Modell mit umfangreicher Texturierung; Darstellung u. a. von Wänden, Türen Treppen, Etagen.

GEEIGNETER GRAD AN REALISMUS

Wie realistisch muss eine Visualisierung sein, um möglichst valide zu sein? Diese Frage ist weniger leicht zu beantworten, als es auf den ersten Blick scheint. Einige Erkenntnisse aus der wissenschaftlichen Forschung und Evaluation:

DER REALISMUS EINER VISUALISIERUNG IST FÜR LAIEN EIN WICHTIGER INDIKATOR FÜR DEREN GLAUBWÜRDIGKEIT.

Laien halten eine Darstellung dann für besonders glaubwürdig, wenn sie realistisch ist.

ZU PERFEKTE VISUALISIERUNGEN GELTEN ALS VERDÄCHTIG.

Sehr glatte, emotionalisierende Visualisierungen (z. B. mit schönen Lichtstimmungen) ziehen besonders in einer kritischen Öffentlichkeit schnell den Verdacht auf sich, beschönigende PR zu sein (vgl. Lewis 2012).

ABWECHSLUNGSREICHE, HARMONISCHE DARSTELLUNGEN WERDEN ALS ANGENEHM EMPFUNDEN.

Architekturpsychologische Untersuchungen zeigen, dass Menschen Umwelten bevorzugen, die ein Mindestmaß an Vielfalt aufweisen. Die Komplexität wird insbesondere durch das Hinzufügen von Details (wie Elementen der Fassadengestaltung oder der Vegetation) gesteigert – unter der Voraussetzung, dass Bauwerk und Szenerie visuell kohärent sind (d. h. übersichtlich und gut strukturiert bleiben). Einförmige und farbige Baukörper führen hingegen zu negativen ästhetischen Reaktionen (vgl. Flade 2008).

LAIEN HALTEN COMPUTERGRAFIKEN TENDENZIELL FÜR REALISTISCHER UND GLAUBWÜRDIGER ALS SKIZZEN.

Konfrontiert mit Szenen, die in verschiedenen Realismusgraden gezeigt wurden, bewerteten Laien computerbasierte Fotomontagen am realistischsten und glaubwürdigsten, knapp gefolgt von Renderings. Zeichnungen bewerteten sie, anders als die befragten Architekten, hingegen schlechter (vgl. Lewis 2012; Flade 2008; Jansen u.a. 2012).

HOCHREALISTISCHE DARSTELLUNGEN WIRKEN ÄSTHETISCHER – KÖNNEN ABER AUCH IN DIE IRRE FÜHREN.

Untersuchungen aus dem Bereich der computerbasierten Landschaftsvisualisierung zeigen, dass Landschaften umso ästhetischer bewertet werden, je realistischer sie dargestellt sind (vgl. Pietsch 2000; Bishop/Rohrmann 2003). In frühen Planungsphasen sollte auf zu realistische Visualisierungen aber verzichtet werden, da sie nicht einlösbare Erwartungen wecken.

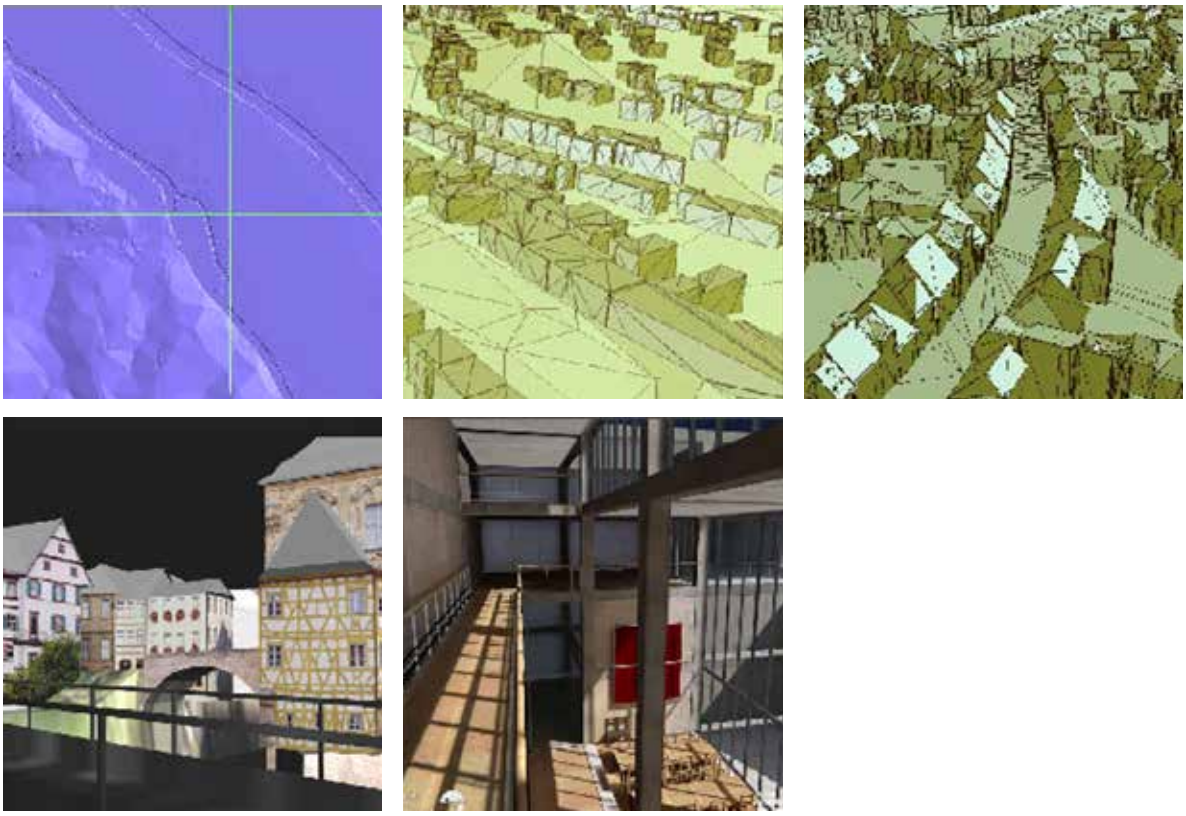


Abbildung 14: Fünf Stufen des Level of Detail (Schildwächter 2006)

AUF ABSTRAKTEN SCHWARZ-WEISSFARBIGEN ZEICHNUNGEN WIRKEN OBJEKTE UNATTRAKTIVER.

Abstraktere Darstellungen werden tendenziell als weniger ästhetisch empfunden. Das gilt insbesondere für solche, die mit schwarz-weiß Kontrasten arbeiten (vgl. Sheppard 1989; Sims 1974).

ZU VIELE DETAILS LENKEN AB.

Visualisierungen mit vielen Details und prominent dargestellten Sekundärobjekten (z. B. Menschen) können Betrachter ablenken und den Gesamteindruck der Visualisierung emotional beeinflussen (vgl. Sheppard 1989; Downes/Lange 2014; Jansen u.a. 2012).

EMPFEHLUNGEN

Der Einblick in die Forschung zeigt: Es ist für Visualisierer verlockend, schicke, vermeintlich fotorealistische Visualisierungen zu entwickeln. Aber: Solche Visualisierungen können mehr Probleme schaffen, als sie lösen. Ein aufwändiges Rendering ist nicht automatisch eine bessere Darstellung. Vielmehr muss die Visualisierung auf die Fragestellung zugeschnitten sein und diese möglichst klar beantworten (vgl. Lovett u.a. 2015; Pietsch 2000; Hayek 2011; Daniel/Meitner 2001; Rohrmann/Bishop 2002). Folgende Leitlinien helfen bei der Orientierung.

AUF DEN PUNKT VISUALISIEREN.
Viele Fragen der Bürgerbeteiligung haben funktionale Zusammenhänge zum Gegenstand – beispielsweise Schattenwürfe oder Wegeführungen. Inszenierungen und Detaillierungen, die lediglich der Bildästhetik dienen, lenken eher ab und sollten weggelassen werden. Steht hingegen die Bauwerksästhetik im Vordergrund, ist eine detailliertere Darstellung des Bauwerkskörpers sinnvoll, sofern das Bauwerk auch tatsächlich eine Chance hat, in dieser Form realisiert zu werden.

GLEICHE BEDINGUNGEN FÜR KONKURRIERENDE BEITRÄGE.
Da die Darstellungsform die Wahrnehmung beeinflusst, sollte bei einem Vergleich von Alternativen die Visualisierung mit gleichen Bedingungen vorgenommen werden (Beleuchtungsmodell, Detailtiefe, Tageszeitpunkt, Perspektive etc.)

ENTWURFSCHARAKTER VISUELL KOMMUNIZIEREN.
„Perfekte" Visualisierungen suggerieren, dass alle Detailfragen zum Zeitpunkt der Visualisierung schon geklärt sind und das Bauwerk tatsächlich einmal so aussehen wird. Das ist jedoch nur selten der Fall. Unsicherheiten sollten klar benannt werden („Disclaimer"). Der Entwurfscharakter kann durch Sketch-Rendering, bewusste Unschärfe, Transparenz oder eine Darstellung von Objekten als Silhouette unterstrichen werden (vgl. Rekittke/Paar 2005; Paar u.a. 2004). Visualisierungen für die allgemeine Öffentlichkeit sollten eine gute Balance zwischen Entwurfscharakter und Ästhetik finden. Nur den Entwurfscharakter ohne Rücksicht auf das ästhetische Empfinden zu betonen, ist auch keine gute Idee. Ein in das Stadtbild montierter grauer Kubus ohne jegliche Texturierung wirkt kalt und wie ein Fremdkörper.

Abbildung 15: Hochglanzrendering mit schöner Lichtstimmung

Praxisbeispiel – Das Areal Maikammer

Die Gemeinde Maikammer plante, das Gelände eines aufgegebenen Gewerbebetriebs umzuwidmen und ein Pflegeheim sowie dreigeschossige Mehrfamilienhäuser zu errichten. Die Fläche ist von Einfamilienhäusern und Sporthallen umgeben. Vor dem Satzungsbeschluss zum Bebauungsplan sollte das Vorhaben der Bürgerschaft auf Basis eines Vorentwurfs präsentiert werden. Auf Grund der frühen Planungsphase wurden die Einheiten überwiegend in LoD2 visualisiert, bei gleichzeitigem Verzicht auf umfassende fotorealistische Darstellungen. Lediglich einzelne markante Fassaden wurden mit fotorealistischen Texturen belegt. Die Darstellung erfolgte in einer Echtzeitumgebung, die insbesondere die Gebäudehöhen und Abstände zur Bestandsbebauung plastisch machen sollte. In der Gemeinderatssitzung und in einer anschließenden Bürgerversammlung stieß das Projekt auf Zustimmung, die Visualisierung konnte einen Großteil der Bedenken ausräumen (vgl. Zeile 2010).

Abbildung 16: Visualisierungen des Areals Maikammer (Dr. Peter Zeile)

REPRÄSENTATIVITÄT

Abbildung 17: Blick durch den Brunnen – repräsentativer Blickwinkel? (Skidmore, Owings & Merrill, CC BY-SA 2.5)

Das Qualitätskriterium „Repräsentativität" besagt, dass eine Visualisierung typische und relevante Blickwinkel auf das Bauvorhaben einnehmen sollte. Typisch und relevant bedeutet, dass diese Blickwinkel diejenigen sind, die im Alltag besonders häufig eingenommen werden und/oder die von besonderer Bedeutung sind. Beispiele sind der Blick auf einen Windpark von einem für Touristen beliebten Aussichtspunkt oder der Blick auf ein neues Einkaufszentrum vom angrenzenden Marktplatz. Dieses Kriterium ist insbesondere bei statischen Visualisierungen wichtig, bei denen eine Auswahl der Perspektiven vorgenommen werden muss. Werden nur vorteilhafte Perspektiven angeboten, werden die visuellen Auswirkungen möglicherweise unterschätzt. Werden nur unvorteilhafte Perspektiven angeboten, werden sie hingegen überschätzt.

EMPFEHLUNGEN

SORGFÄLTIGE AUSWAHL DER BETRACHTER-STANDORTE.
Vor Erstellung der Visualisierungen sollten die relevanten Blickpunkte definiert und ihre Auswahl nachvollziehbar begründet werden. Ideal ist es, (begründete) Vorschläge von Stakeholdern einzuholen und diese Blickwinkel mit zu visualisieren. Nicht nur die Repräsentativität, sondern auch die Glaubwürdigkeit der Visualisierungen steigt dadurch deutlich (vgl. Roßnagel u.a. 2016).

UNNATÜRLICHE BLICKHÖHEN VERMEIDEN.
Je nach Perspektive verändert sich die wahrgenommene Massigkeit von Objekten. Ein Beispiel: Bei der Schrägluftperspektive verringert sich die Massigkeit, während sie bei der Froschperspektive erhöht wird. Beide Perspektiven sind für das Alltagssehen in der Regel unerheblich und sollten daher höchstens ergänzend eingesetzt werden. Repräsentativ ist eine Blickhöhe von 1,60 Metern (abgeleitet von der durchschnittlichen Größe der deutschen Bevölkerung) (vgl. Roth u.a. 2015).

UNTERSCHIEDLICHE TAGESZEITPUNKTE BERÜCKSICHTIGEN.
Die Lichtverteilung hängt vom Sonnenstand ab. Insbesondere die Darstellung von Schattenwürfen sollte unterschiedliche Tageszeitpunkte berücksichtigen (vgl. Zeile 2010).

RELEVANZ DER JAHRESZEITEN ÜBERPRÜFEN.
Mitunter hängen die visuellen Auswirkungen auch von der Jahreszeit ab, wenn im Sommer starke Vegetation zu einer Verdeckung führt. In einem solchen Fall steigert eine Visualisierung für Sommer und Winter die Validität (vgl. Sheppard 1989).

SICHTFELD DEM FREIEN SEHEN ENTSPRECHEND.
Die Aufnahme sollte mit einer Brennweite erfolgen, die dem Gesichtsfeld des freien Sehens entspricht. Bei einer Kleinbildkamera ist das Äquivalent eine 50 mm-Brennweite. Die Verwendung von kürzeren Brennweiten führt, bei identischem Bildformat, zu einer Verkleinerung der Objekte; größere Brennweiten führen zu einer Vergrößerung. In 3D-Modellierungswerkzeugen können diese Parameter beim Bildexport eingestellt werden. Im Bereich der Landschaftsbild-Visualisierung sprechen sich verschiedene Autoren für den Einsatz von Panoramafotos aus, weil durch ein maximal großes Sichtfeld der Aufenthalt in der Landschaft am realistischsten simuliert wird (vgl. Palmer/Hoffman 2001). Panoramafotos können durch zusammengefügte Einzelbilder oder mit Hilfe von Spezialobjektiven erstellt werden.

Zu berücksichtigen sind weiterhin das Ausgabeformat und der Abstand des Betrachters zum Bild. Breitbildformate in 16:9 kommen dem natürlichen Sehen am nächsten. Der Abstand zum Bild sollte in etwa der Bilddiagonale der Einzelbilder entsprechen.

Abbildung 18: Froschperspektive

Abbildung 19: Schrägluftperspektive
(Holger Buß, CC BY 3.0)

VISUELLE EINDEUTIGKEIT

Das Qualitätskriterium „visuelle Eindeutigkeit“ besagt, dass Visualisierungen möglichst eindeutig und verständlich sein sollten. Auf Bildelemente, die ablenken und verwirren, sollte verzichtet werden; genauso auf visuelle Inszenierungen, die auf starke Emotionalität setzen und eine inhaltliche Auseinandersetzung mit der Visualisierung erschweren.

EMPFEHLUNGEN

ALTERNATIVEN LEICHT VERGLEICHEN KÖNNEN.
Sind mehrere bauliche Alternativen denkbar, sollten diese direkt miteinander verglichen werden können. Können Bilder gleichzeitig wahrgenommen werden, ist der Vergleich leichter, als bei einer seriellen Darstellung. Ideal ist es, Bilder nebeneinander darzustellen (bei statischen Visualisierungen) oder per Mausklick verschiedene Visualisierungen schnell ein- und ausblenden zu können (bei 3D-Simulationen).

INTEGRATION VON MENSCHEN, ABER ZURÜCKHALTEND.
Das Fehlen einer lebendigen Umwelt verleiht der Szene eine kalte, distanzierte Anmutung, die normalerweise nicht der Realität entspricht. Menschen und auch Gegenstände wie Autos oder Fahrräder sind für den Betrachter zudem ein wichtiges Hilfsmittel, um Größenverhältnisse besser erkennen zu können. Allerdings sollten weder zu viele Menschen abgebildet werden, noch sollten sie zu prominent im Vordergrund erscheinen. Sonst lenken sie vom eigentlichen Objekt ab (vgl. Downes/Lange 2014).

DURCHSCHNITTLICHE WETTERLAGE BERÜCKSICHTIGEN.
Die visuelle Inszenierung des Wetters beeinflusst die Anmutung der Visualisierung. Blauer Himmel und Sonnenschein können die Bildwahrnehmung ebenso verzerren, wie ein grauer, verregneter Tag. Besser ist die Visualisierung mit leichter bis mittlerer Bewölkung oder die Visualisierung mehrerer Wettersituationen.

AUF BESONDERS EMOTIONALE LICHTSTIMMUNGEN VERZICHTEN.
Manche Lichtstimmungen verleihen einer Szene eine sehr angenehme Atmosphäre. Die Abbildung von Bauvorhaben bei Sonnenaufgang oder Sonnenuntergang wirkt besonders attraktiv, mit sehr weichen, warmen Farben und angenehmen Kontrasten. Untersuchungen zeigen, dass solche Visualisierungen zwar als sehr ästhetisch wahrgenommen werden, aber auch als vergleichsweise weniger glaubwürdig und ablenkend. Lichtstimmungen zwischen Vormittag und Nachmittag sind neutraler und aussagekräftiger (vgl. Lewis 2012).

BEI ANIMATIONSFILMEN AUF EMOTIONALISIERENDE MUSIK VERZICHTEN.
Animationsfilme werden oft durch angenehme oder dramatische Musik unterlegt. Sie soll den Betrachter in eine positive Stimmung versetzen. Solche Musik wirkt eher ablenkend, nicht wirklichkeitsnah und kann möglicherweise das Urteil beeinflussen. Von Kritikern wird sie als Werbetrick aufgefasst; die gesamte Visualisierung verliert dann an Glaubwürdigkeit.

Abbildung 20: Dasselbe Objekt in vier verschiedenen Inszenierungen. Die Versionen oben rechts und unten links wurden in der Studie als am glaubwürdigsten bewertet (Lewis 2012)

GEEIGNETE EINBINDUNG IN DIE BÜRGERBETEILIGUNG

Die beste Visualisierung nützt nichts, wenn sie nicht in geeigneter Weise in einen guten Bürgerbeteiligungsprozess eingebunden ist.

EMPFEHLUNGEN

FRÜHZEITIGE ABSTIMMUNG DER VISUALISIERUNGEN.
Je konfliktbeladener eine Auseinandersetzung ist, desto sinnvoller ist es, Visualisierungen nicht ad hoc in die Diskussion einzubringen. Es baut viel Vertrauen auf, wenn rechtzeitig erläutert wird, welche Visualisierungen geplant sind, durch wen und wie sie erstellt werden. Muss eine Auswahl von Betrachter-Standorten getroffen werden, sollte hierzu zudem Feedback eingeholt werden. Ideal ist es, wenn die Fachleute, die die Visualisierung vornehmen, den Bürgern direkt Fragen beantworten können. Die vorhergehende Abstimmung der Visualisierung lässt sich am besten mit einem festen Teilnehmerkreis realisieren, beispielsweise im Rahmen einer Begleitgruppe, eines Dialogforums oder einer Bürgerwerkstatt. Ist das nicht möglich, sollte die Visualisierung zumindest glaubwürdig und nachvollziehbar erläutert werden.

VISUALISIERUNGEN TRANSPARENT DOKUMENTIEREN.
Oft ist nicht klar, ob eine Visualisierung die verschiedenen Qualitätskriterien erfüllt – ob sie tatsächlich repräsentativ und sachlich korrekt ist. Es empfiehlt sich, den Visualisierungen einen „Beipackzettel" mitzugeben, auf dem die wichtigsten Parameter beschrieben sind. Im Falle von Fotomontagen sollten u. a. Betrachter-Standort, verwendetes Objektiv, Größenparameter des Bauvorhabens und die Tageszeit genannt sein. Wollen Dritte eigene Visualisierungen erstellen, können Abweichungen anhand dieser Angaben rasch interpretiert werden (vgl. Sheppard 1989).

GUTES VERANSTALTUNGSFORMAT WÄHLEN.
Oft transportieren Visualisierungen die zentrale Botschaft einer Veranstaltung, beispielsweise einen möglichen Korridor einer liniengeführten Infrastruktur oder das Ergebnis eines Architektenwettbewerbs. Dann ist es wichtig, den Visualisierungen ausreichend Raum zu geben. Bei einem „Durchklicken" von Bildern bzw. Karten auf PowerPoint wird von den Bürgern meist nur ein Bruchteil behalten. Das gilt umso mehr bei Massenveranstaltungen mit schlechter Sicht/und oder Akustik in den hinteren Reihen. Der Referent oder die Referentin sollte sich ausreichend Zeit nehmen, die zentralen Visualisierungen zu erläutern. Auch sollte er/sie sich vergewissern, dass die Erläuterungen verständlich waren. Es hilft ungemein, wenn das Veranstaltungsformat auch die Möglichkeit für persönliche Gespräche an Infoständen („Wandelgang") enthält, an denen die Visualisierungen großformatig auf Moderationswänden aufgebracht sind. Handelt es sich um Echtzeitsimulationen oder Animationsfilme, können sie an einem Infopoint mit großformatigem Fernseher gezeigt werden. So kann jeder interessierte Bürger die Visualisierungen noch einmal im eigenen Tempo nachvollziehen.

MIT INTERESSANTEN VISUALISIERUNGEN ZUR BETEILIGUNG MOTIVIEREN.
Visualisierungen sind besonders interessant und motivierend, wenn sie zur Interaktion einladen. Interaktives Arbeiten unterstützt zudem eine vertiefende und konstruktive Auseinandersetzung mit den relevanten Fragestellungen. Besonders interaktiv sind Echtzeitsimulationen, die eine freie Benutzerführung und das Ein- und Ausblenden von Objekten ermöglichen. Aber auch mit statischen Visualisierungen kann im Rahmen von moderierten Workshops interaktiv gearbeitet werden. In Kapitel 7 erläutern wir die Erfahrungen mit dem Einsatz unterschiedlicher Visualisierungen in den VisB+-Workshops.

7. VISUALISIERUNGSMEDIEN IM VERGLEICH: ZENTRALE ERGEBNISSE AUS VISB+

HINTERGRUND

Im Projekt VisB+ haben wir traditionelle und neuartige Visualisierungsmedien mit Blick auf ihren Einsatz in der Bürgerbeteiligung miteinander verglichen. Eine der zentralen Forschungsfragen: Welche Auswirkungen haben freie Navigation und 3D-Effekt auf die Wahrnehmung des visualisierten Bauvorhabens und die Diskussionen im Rahmen der Bürgerbeteiligung? Die Erkenntnisse wurden aus experimentell kontrollierten Rezeptionsstudien und simulierten Bürgerwerkstätten am Beispiel einer Architekturvisualisierung gewonnen. Als Stimulus diente ein zum Zeitpunkt der Drucklegung dieses Leitfadens im Bau befindliches Konzerthaus in Innsbruck. Dieses Bauvorhaben wurde auf Basis realer Planungsdaten als Architekturmodell, Rendering, Animationsfilm, Echtzeitsimulation und immersive Stereoprojektion (CAVE) visualisiert. An der Untersuchung nahmen 100 Frauen und Männer unterschiedlichen Alters teil.

ZENTRALE ERKENNTNISSE

NEUTRALITÄT DER VISUALISIERUNGSMEDIEN WEITGEHEND GEGEBEN, NEGATIVERE BEWERTUNGEN DER RENDERINGS.
Will man aus Visualisierungen valide Erkenntnisse über ein Bauvorhaben gewinnen, darf die Bewertung des Bauvorhabens nicht zu stark vom Visualisierungsmedium beeinflusst werden. Die Ergebnisse zeigen, dass das Bauvorhaben hinsichtlich seiner räumlich und funktionalen Qualität annähernd ähnlich bewertet wird – unabhängig von dem verwendeten Visualisierungsmedium. Eine Ausnahme bilden die Renderings: Sie polarisierten bei der Bewertung des Bauwerks stärker. So gaben 33 Prozent an, dass ihnen das Bauwerks eher schlecht gefällt, ein 2- bis 3-fach so hoher Wert wie bei den anderen Medien. Dies hängt mit der Bewertung von Renderings selbst zusammen: Renderings wurden hinsichtlich Glaubwürdigkeit, Realismus, Verständlichkeit, Attraktivität sowie im Globalurteil etwas negativer bewertet, als die übrigen Medien.

IM DIREKTEN VERGLEICH SCHNEIDEN ECHTZEIT-VISUALISIERUNGEN BESSER AB.
Im direkten Vergleich bevorzugten die Teilnehmenden Echtzeitsimulationen (mit und ohne 3D-Effekt) klar gegenüber den anderen Visualisierungen. Die freie Navigation aus der egozentrischen Perspektive half der Vorstellungskraft und machte die Erkundung des Gebäudes zu einem sehr realistischen Erlebnis. Die Vorzüge traten besonders deutlich zu Tage, wenn die Probanden klassische Medien zum Vergleich heranziehen konnten.

EFFIZIENTE DISKUSSION MIT ECHTZEITSIMULATIONEN.
In den Workshops verlief die Diskussion über das Planungskonzept mit Echtzeitmedien am effizientesten und strukturiertesten, da Alternativen direkt aus verschiedenen Blickwinkeln überprüft werden konnten.

JUGENDLICHE LASSEN SICH VON VIRTUAL REALITY BEGEISTERN.
Besonders positiv reagierten Kinder und Jugendliche auf die Virtual Reality-Simulationen. Sie entwickelten mehr planungsbezogene Empfehlungen und bekundeten mehr Spaß und Motivation als die Gruppen mit analogen Medien.

AKZEPTANZ NEUARTIGER VISUALISIERUNGEN AUCH BEI ÄLTEREN MENSCHEN HOCH.
Neben den Jugendlichen waren gerade auch ältere Menschen gegenüber den technologielastigeren Visualisierungen mit freier Navigation sehr aufgeschlossen. Bei Stereoprojektionen ist jedoch zu beachten, dass manche Menschen körperlich sensibler (Schwindelgefühl) auf den 3D-Effekt reagieren – insbesondere ältere Frauen.

DAS VERANSTALTUNGSFORMAT IST WICHTIG.
Mindestens genauso wichtig wie die Art der Visualisierung ist ihre Einbettung in ein gutes Veranstaltungsformat. Interaktive Formate mit interessanten Aufgabenstellungen motivieren die Teilnehmenden – egal mit welcher Visualisierung gearbeitet wird.

Abbildung 21: CAVE

Abbildung 22: Info-Point

Abbildung 23: Renderings

Abbildung 24: Architekturmodell

DIE VISUALISIERUNGSMEDIEN IM DETAIL

ARCHITEKTURMODELL

STÄRKEN

Das klassische Architekturmodell ist ein nach wie vor beliebtes Visualisierungsmedium, mit dem sich Bürger gerne beschäftigen. Es hat seine Stärken in der übersichtlichen Darstellung von Raumbezügen und in der Formsprache. Miniaturmodelle sind vielen Menschen vertraut und intuitiv verständlich. Das Modell sorgte für eine engagierte Gruppendiskussion. Die Teilnehmenden gruppierten sich stehend um das Modell und erzeugten eine persönliche, lebendige Atmosphäre. Die Präzision von Architekturmodellen lässt sich durch den datenbasierten 3D-Druck mittlerweile deutlich erhöhen, gleichzeitig der Aufwand reduzieren. Vorteilhaft ist zudem, dass für das Zeigen eines Modells kein zusätzliches technisches Medium erforderlich ist.

SCHWÄCHEN

Der grobe Maßstab begrenzt eine realistische Darstellung mit hoher Detaillierung. Die tatsächlichen Größenverhältnisse sind für Laien aus dem Modell schwer abschätzbar. Mit Ausnahme der Formsprache lässt sich die Ästhetik von Entwürfen kaum beurteilen. Die Simulation funktionaler Aspekte (z. B. Schattenwürfe, Gebäudenutzung durch Mitarbeiter) ist nicht möglich. Durch den starren physischen Aufbau ist keine interaktive Vergleichbarkeit von Planungsentwürfen gegeben. So wurde in den Workshops bemängelt, dass sich die einzelnen Elemente des Vorplatzes nicht verschieben ließen und so die Gestaltungsvorschläge der Phantasie überlassen werden mussten. Architekturmodelle sind zudem nicht repräsentativ für das Alltagssehen. Als physisches Medium sind sie nicht kopier- und skalierbar, was den flexiblen Einsatz begrenzt.

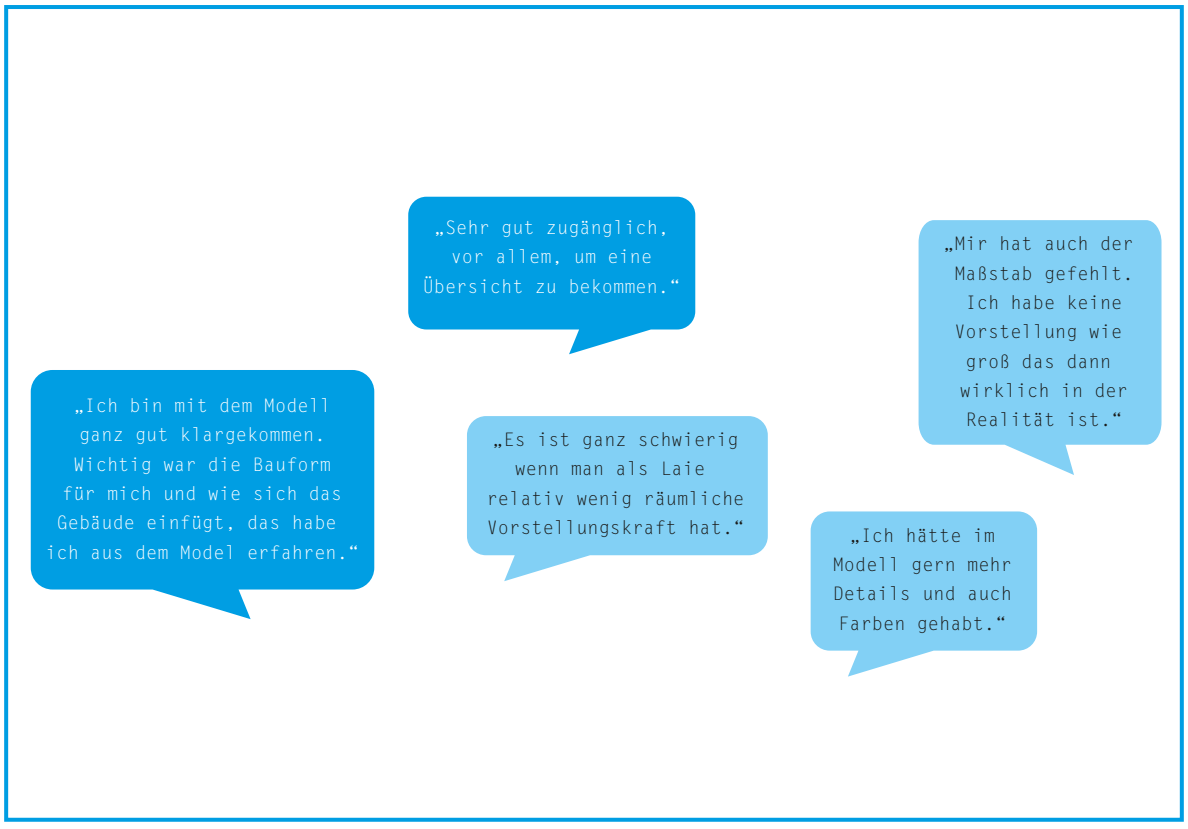


Abbildung 25: Zitate zum Architekturmodell

RENDERINGS

STÄRKEN

Renderings sind weit verbreitet. Vielfältige Software mit ausgereiften Schnittstellen macht es dem Anwender leicht, aus CAD-Daten 3D-Visualisierungen zu erstellen. Die Abbildungen können mit einem hohen Grad an Realismus und Detailreichtum gerendert werden. Sie eignen sich daher gut für architekturästhetische Fragestellungen. In VisB+ wurden Renderings zwar etwas schlechter bewertet als die anderen Visualisierungsmedien, dennoch sind die Akzeptanzwerte auf einem soliden positiven Niveau. Sind Renderings einmal produziert, lassen sie sich leicht vervielfältigen und über das Internet multiplizieren. Für die Presse sind Renderings ein wichtiges Bildmaterial.

SCHWÄCHEN

Die vielen Optionen, mit Software Renderings zu bearbeiten, sind gleichzeitig auch eine Schwäche. Zu verspielte oder auf Hochglanz getrimmte Visualisierungen mögen zwar ästhetisch sein, sind aber nicht unbedingt glaubwürdig und visuell eindeutig. Renderings betonen Oberflächen und Details von Objekten und verleiten zu einer primären Auseinandersetzung mit visuellen Details. Sind diese Details (z. B. Fassaden) noch nicht festgelegt, kann die gewählte Darstellung irreführend sein, da sie nur eine von mehreren Optionen zeigt. Renderings mangelt es zudem an Repräsentativität: Sie bieten nur fixe, vorselektierte Perspektiven und können das Wahrnehmungserlebnis eines sich bewegenden Betrachters nicht wiedergeben. Die Probanden kritisierten die fehlende Interaktivität, was eine effiziente Diskussion erschwere. Zudem empfanden es einige Teilnehmer als geistig anstrengend, der Rendering-gestützten Projektvorstellung zu folgen.

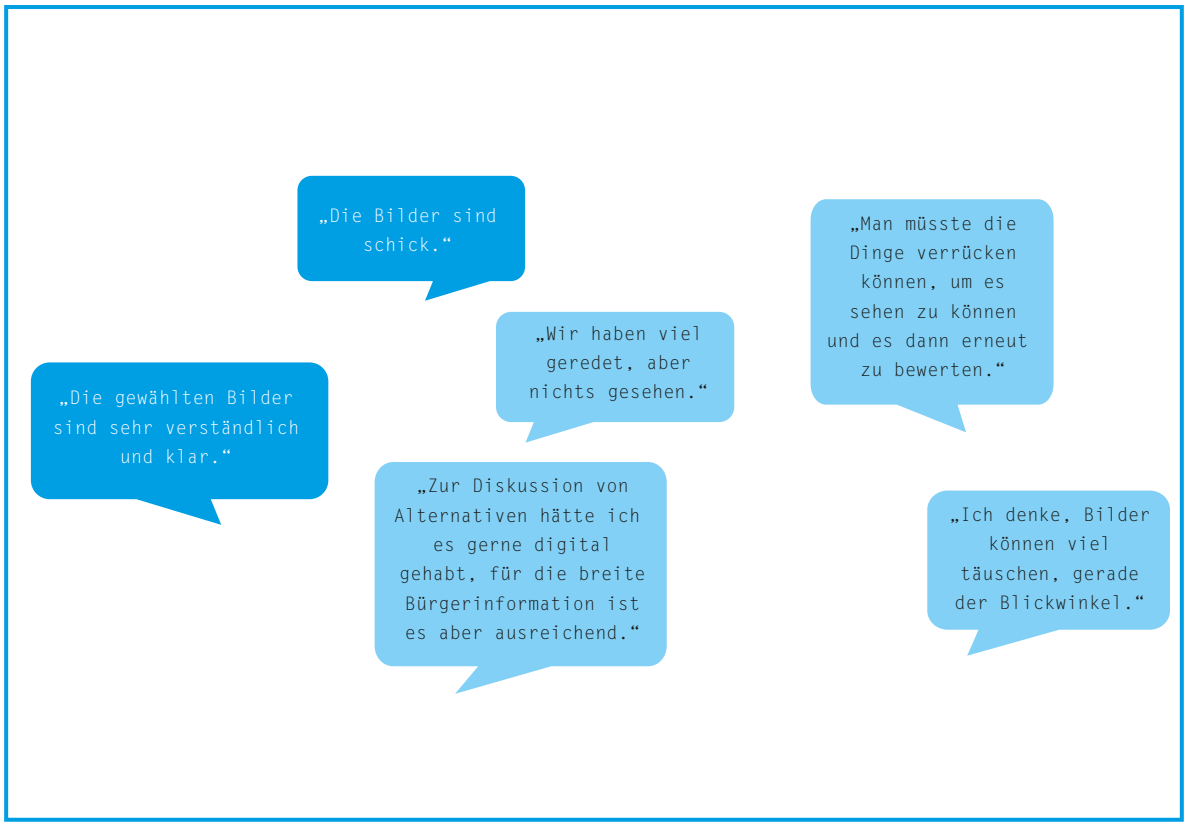


Abbildung 26: Zitate zu den Renderings

ANIMATIONSFILME

STÄRKEN

Genauso wie Renderings können auch Animationsfilme vergleichsweise einfach auf Basis von CAD-Daten mit gängiger Software produziert werden. Ihre Stärke ist das Bewegtbild. Dadurch kann aus der Ich-Perspektive ein Gang durch das Bauwerk simuliert werden. Dementsprechend sind mit Animationsfilmen grundsätzlich auch Fragen der Bauwerksfunktion und -nutzung behandelbar. Sie wecken durch ihre Kameraführung Interesse. Verschiedene Blickpunkte wie Boden- und Luftperspektiven können im Film zusammengeschnitten werden. Mit realistischen Walkthroughs erfüllen Animationsfilme das Kriterium der Repräsentativität besser als Renderings. Da Animationsfilme nicht in Echtzeit gerendert werden müssen, können Objekte bei Bedarf sehr realistisch und detailliert dargestellt werden. Animationsfilme lassen sich leicht auf Webseiten einbetten und auf Veranstaltungen mit Standardequipment abspielen.

SCHWÄCHEN

Animationsfilme folgen einem festgelegten Pfad, der vom Visualisierer vorgegeben wird. Frei zu navigieren ist nicht möglich. Dementsprechend kann Wünschen, bestimmte Blickpunkte einzunehmen oder Routen abzulaufen, nicht entsprochen werden. Auch das Ein- und Ausblenden von Objekten ist nicht interaktiv steuerbar. Für Bürgerwerkstätten erwies sich der Animationsfilm aus diesem Grund als ungeeignet. Die Repräsentativität hängt stark von den definierten Kamerafahrten ab. Die in der Praxis gerne gewählten Fly-throughs sind zwar interessant, für das Alltagssehen aber wenig repräsentativ. Umstritten ist die Hinterlegung mit Musik, welche von einigen Probanden als ablenkend beschrieben wurde.

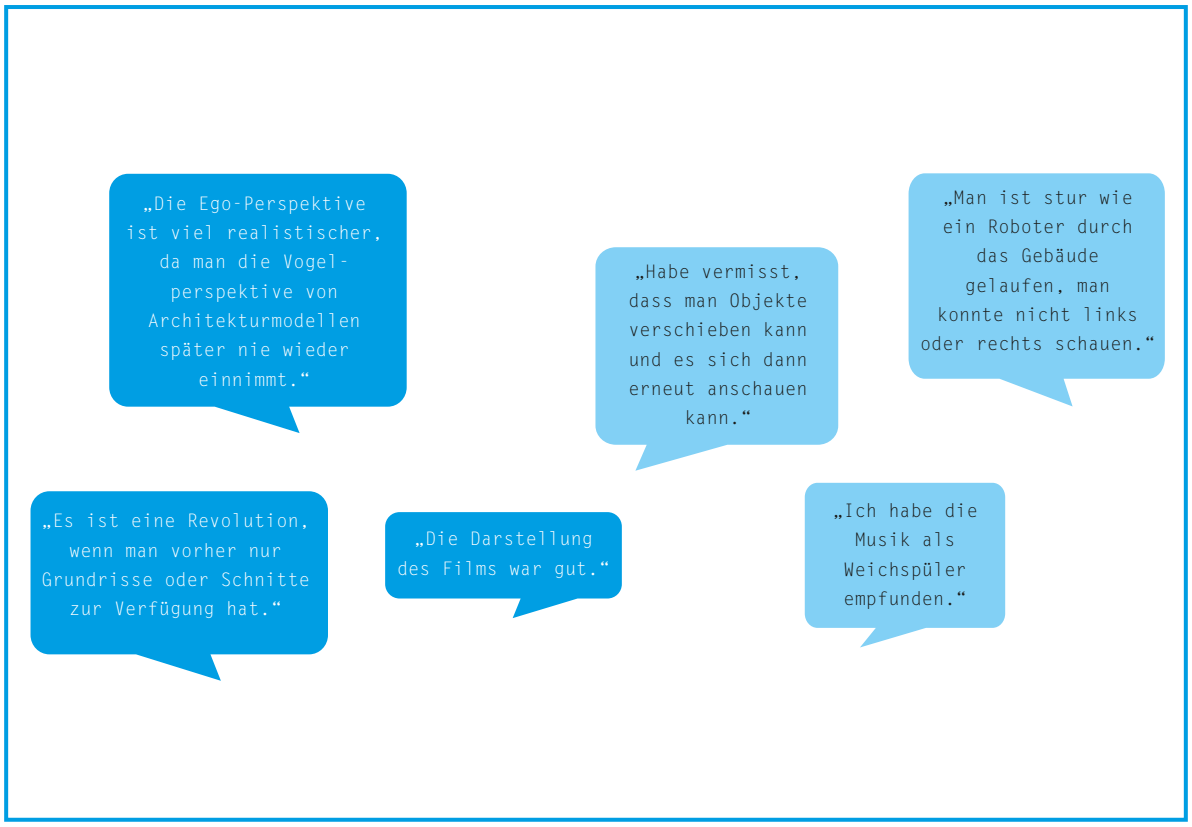


Abbildung 27: Zitate zum Animationsfilm

ECHTZEITSIMULATION (INFO-POINT)

STÄRKEN

Die größten Stärken der Echtzeitsimulation sind die freie Navigation und das interaktive Simulieren verschiedener Szenarien. Diese Stärken spielte die Visualisierung insbesondere in der simulierten Planungswerkstatt aus. Die Interaktivität führte zu einer lebendigen und konstruktiven Diskussion. Es wurden mehrere sinnvolle Verbesserungsvorschläge eingebracht und strukturiert diskutiert. In der Echtzeitsimulation konnte das Konzerthaus einem realistischen Nutzer-Check unterzogen werden. Die Teilnehmenden konnten ihre Eindrücke und Vorschläge schnell und intuitiv überprüfen. Dabei fielen den Teilnehmern auch Details auf, wie beispielsweise ein fehlendes Vordach für Raucherpausen. Und: Die Auseinandersetzung mit dem Modell machte den Probanden Spaß, es wurde als eine innovative Neuerung empfunden, die eine intensive Auseinandersetzung mit der Planung anregt. Die Präsentation auf einem Breitbildfernseher ermöglicht einen relativ flexiblen Einsatz auf Veranstaltungen.

SCHWÄCHEN

Die 3D-Objekte müssen in Echtzeit gerendert werden, ohne dass Nutzer Verzögerungen in der Navigation wahrnehmen. Das schränkt die Möglichkeiten der Licht- und Oberflächensimulation ein. Die visuelle Qualität von Echtzeitmodellen hat in den letzten Jahren zwar deutlich zugenommen, an die Möglichkeiten des Einzelbildrenderings werden sie jedoch auf absehbare Zeit nicht herankommen. Sie eignen sich daher für Fragestellungen der Architekturästhetik nur im Hinblick auf Formsprachen. Die Probanden hatten zudem teilweise Probleme, Größenverhältnisse zu interpretieren und empfanden die Darstellung als „kühl“. Abhilfe schafft die Integration bekannter Objekte wie Menschen und Autos. Auch ist fraglich, wie repräsentativ das „Fliegen“ an normalerweise für den Menschen nicht zugängliche Standorte ist.

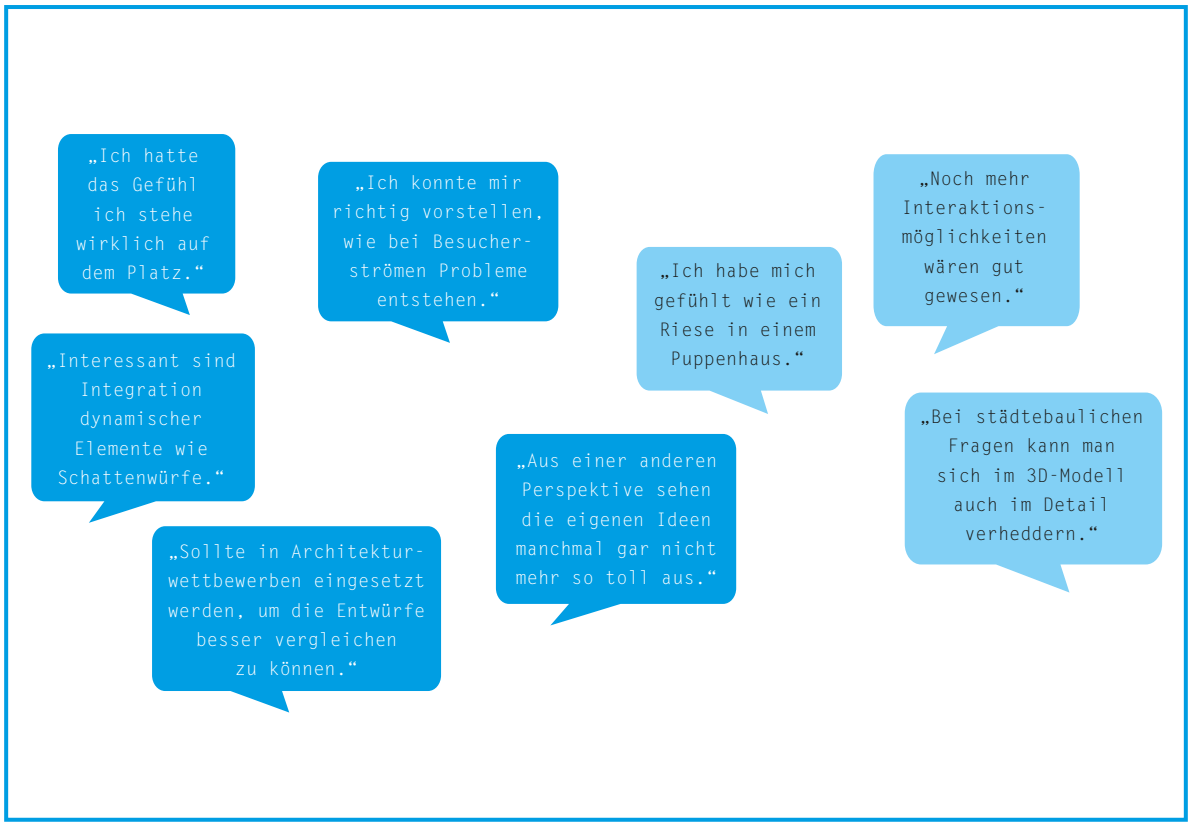


Abbildung 28: Zitate zur Echtzeitsimulation

VIRTUAL REALITY/3D-STEREO-PROJEKTION (CAVE)

STÄRKEN

Genauso wie die Echtzeitsimulation auf dem Info-Point ermöglicht auch das 3D-Modell in der CAVE eine freie Navigation und eine hohe Interaktion mit dem Medium. Zusätzlich wird durch den 3D-Effekt ein annähernd lebensechtes Sehen im Maßstab 1:1 ermöglicht. Das ist insbesondere hilfreich bei einer sehr detaillierten Auseinandersetzung mit dem Entwurf. Ein Beispiel: In der simulierten Planungswerkstatt konnten die Probanden die Sichtqualität von den hinteren Reihen des Konzertsaals überprüfen – welche als unbefriedigend empfunden und eine Erhöhung angeregt wurde. In der CAVE fiel es den Probanden im Vergleich auch am leichtesten, die relative Höhe des Konzerthauses zur Umgebungsbebauung einzuschätzen. Die CAVE wurde von mehreren Teilnehmenden als ein Erlebnis beschrieben; auch von solchen, die sich bislang nicht für 3D-Filme interessiert haben. Zusammen mit dem Info-Point schnitt sie im direkten Vergleich in punkto Realismus, Glaubwürdigkeit und Attraktivität am besten ab.

SCHWÄCHEN

Die größten Nachteile der CAVE sind die stationäre Gebundenheit und die hohen Hardware-Kosten. Ein Einsatz vor Ort ließe sich nur als fest installierter „Informations-Pavillon“ realisieren. Ein flexibler Einsatz auf Veranstaltungen ist nicht möglich, hierfür eignen sich der Info-Point und ggf. eine Powerwall. Der visuelle Effekt der CAVE ist sehr dominant und kann wenig erfahrende Zuschauer einschüchtern. Der 3D-Effekt wird nicht von jedem als angenehm empfunden. Nicht zu unterschätzen ist auch das Risiko von Cybersickness: Zwischen fünf und zehn Prozent der Probanden berichteten körperliches Unwohlsein auf Grund des 3D-Effektes, insbesondere Frauen über 60 Jahre. Es ist wichtig, die Simulation sehr behutsam zu starten und Zeit zur Eingewöhnung zu lassen.

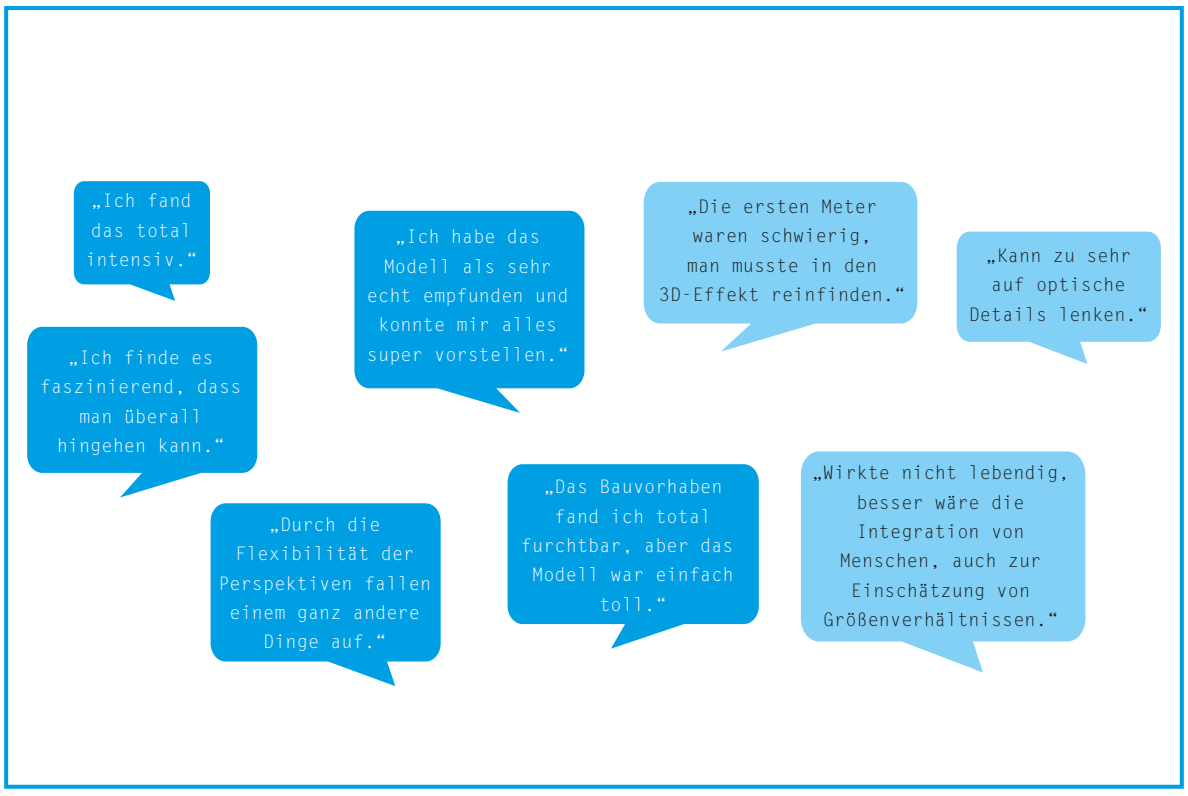


Abbildung 29: Zitate zum VR-Modell

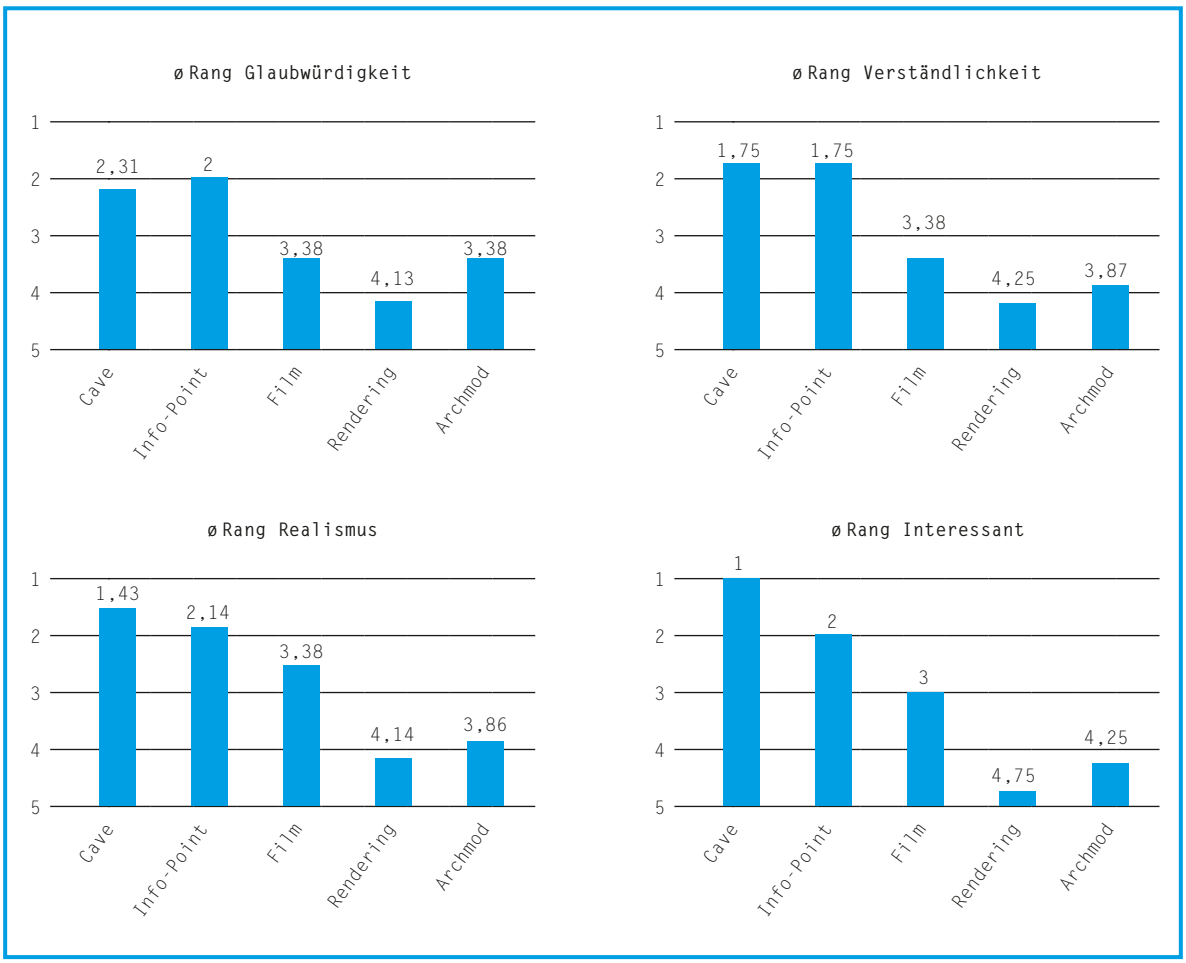


Abbildung 30: Bewertung aller Visualisierungsformen im Vergleich durch die Studienteilnehmer

	Architekturmodell	Pläne (2D, Papier)	Renderings (Bilder)	
Gegenstand der VisB+-Studie	x		x	
Vorteile	• übersichtliche Darstellung von Raumbezügen • bekanntes Medium, intuitive Grundverständlichkeit • kein separates Ausgabemedium erforderlich • begünstigt soziale Interaktion	• Akkurat • für geübte Leser sehr informativ	• sehr verständlich, da realistische, dreidimensionale Darstellung • da kein Echtzeit-Rendering nötig, sehr detaillierte und hochrealistische Darstellungen möglich • einfache Produktion über Standard-CAD-Werkzeuge • webbasierter Einsatz auch bei geringen Bandbreiten möglich	
Nachteile	• Vogelperspektive – nicht repräsentativ für Alltagsehen • schwierigere Verständlichkeit von Größenverhältnissen • niedriger Detaillierungsgrad/kein Zoom • physisches Modell, kein webbasierter Einsatz	• für Laien schwer verständlich • nicht interaktiv • unübersichtlich, wenn nicht stark schematisiert	• Selektion der Blickwinkel durch Visualisierer – Repräsentativität fraglich • geringeres Blickfeld, keine Stereoskopie – kein maßstäbliches Sehen wie in der CAVE • keine Dynamik • keine Interaktion mit dem Medium möglich (keine individuelle Begehung und Interaktion mit Objekten) • unübersichtlicher als Bewegtbilder • verleitet zur Überbetonung visueller Details	
Eignung für Bürgerbeteiligung	Projektüberblick auf Bürgerveranstaltungen und in Informations-Pavillons	vor Allem für Präsentationen (Powerpoint, PDF) oder für Themeninseln geeingent (Wandelgang)	Projektvorstellung im Internet und auf Veranstaltungen (Klein- und Großgruppen); vor allem für Präsentationen (Powerpoint, PDF) oder für Stände auf Bürger-/Infomessen geeignet; insbesondere zur Diskussion ästhetischer Aspekte sinnvoll.	
Daten	bei 3D-Druck 3D-Modelle der Bauwerke und der Umgebung	pdf	3D-Modelle der Bauwerke und er Umgebung, die als Grundlage für Computervisualisierung dienen	
Aufwand (Kosten)*	mittel – höhere Grenzkosten als bei digitalen Medien (können durch 3D-Drucker reduziert werden)	gering – Aufbereitung der Expertenpläne ist empfehlenswert	mittel (vor Allem bei einmaligem oder seltenem Bedarf sinnvoll, da meist durch externe Dienstleister für den konkreten Anlass erstellt.)	
Aufwand (Zeit)	relativ langer Vorlauf, da meist externe Dienstleister eingebunden werden müssen.	zeitnah	relativ langer Vorlauf, da meist externe Dienstleister eingebunden werden müssen.	
Eignung für Bürgerbeteiligung Kleingruppe	mittel	weniger geeignet	mittel	
Eignung für Bürgerbeteiligung Großgruppe	mittel	weniger geeignet	mittel	
Eignung für Planungschecks/Kollisionsprüfungen	weniger geeignet	mittel	weniger geeignet	

* **Eine pauschale Abschätzung ist nicht möglich. Zu den wichtigsten Einflussfaktoren siehe Kapitel 8.**

	Renderings (Film)	interaktiver Plan (2D/3D; Beispiel: Google Earth)	Augmented Reality mit Handy/Tablet	Echtzeitsimulation/ InfoPoint	CAVE
	x			x	x
	• Zeigt im Gegensatz zu statischen Renderings Raumbezüge verständlicher • kann Abläufe simulieren • da kein Echtzeit-Rendering nötig, sehr detaillierte und hochrealistische Darstellungen möglich • einfache Produktion über Standard-CAD-Werkzeuge • webbasierter Einsatz auch bei geringen Bandbreiten möglich	• interaktiv (Echtzeit) • keine speziellen Hardware-Voraussetzungen • Software frei verfügbar (Google Maps/ Earth) • CAD-Geometrien importierbar • detailliertes GIS-Modell durch Laserscanbefliegungen	• Kombination Echtbild mit virtuellem Modell • besonders für Ortsbegehungen geeignet • handelsübliche Endgeräte ausreichend • vielfältige Informationen verknüpfbar	• realistische Anmutung • individuelle Begehung in Echtzeit, freie Perspektivenwahl • einfacher Alternativenvergleich durch Ein- und Ausblenden von Objekten • unterstützt strukturierte Diskussionsverläufe • flexibler Aufbau (z.B. über Großbildfernseher) • Standard-Hardware reicht aus • webbasierter Einsatz möglich	• lebensechte Anmutung durch Stereoskopie und Positionstracking • individuelle Begehung in Echtzeit, freie Perspektivenwahl • einfacher Alternativenvergleich durch Ein- und Ausblenden von Objekten • Simulation des natürlichen Sehens annähernd maßstabsgetreu • umfassender Planungscheck aus Nutzerperspektive (zum Beispiel Simulation von Arbeitsabläufen) • unterstützt strukturierte Diskussionsverläufe
	• Selektion der Blickwinkel durch Visualisierer - Repräsentativität fraglich • geringeres Blickfeld, keine Stereoskopie - kein maßstäbliches Sehen wie in der CAVE • keine Interaktion mit dem Medium möglich (keine individuelle Begehung und Interaktion mit Objekten) • unübersichtlicher als Bewegtbilder • verleitet zur Überbetonen visueller Details	• 3D-Bebauung bislang nur für städtische Gebiete • begrenzte Auflösung • Internetzugang erforderlich • keine Anpassung der GIS-Daten möglich • Import von CAD-Geometrien über spezielle Asoftware (z.B. Sketchup)	• nur für spezielle Einsatzzwecke, auf klassischen Veranstaltungen nicht einsetzbar • für Smartphone-Display evtl. zu klein	• geringeres Blickfeld, keine Stereoskopie - kein maßstäbliches Sehen wie in der CAVE • Echtzeit-Rendering setzt allzu detaillierter Darstellung Grenzen • ohne Integration von bekannten Referenzobjekten (Menschen, Autos etc.) Größenverhältnisse schwieriger abschätzbar	• Cybersickness bei 5-10% der Teilnehmenden • sehr dominantes Medium, kann soziale Interaktion hemmen • ortsgebunden; da Multi-Projektionsraum benötigt • teure Hardware • Echtzeit-Rendering setzt allzu detaillierter Darstellung Grenzen
	Projektvorstellung im Internet und auf Veranstaltungen (Klein- und Großgruppen); vor allem für Präsentationen (Powerpoint, PDF) oder für Stände auf Bürger-/Infomessen geeignet.	Jederzeit verwendbar (Internetzugang nötig)	Sehr sinnvoll für Vor-Ort Begehungen mit Überlagerung Virtueller Modelle -> Teilnehmer benötigen dafür App und mobile Endgeräte; hohe Benutzerfreundlichkeit der Anwendung nötig, da meist ohne Moderation.	Nutzerbeteiligung (z.B. Optimierung der Planung durch Simulation von Arbeitsabläufen); Bürgerbeteiligung (Simulation von Sichtbeziehungen, Schattenwürfen, Wegeführungen etc.); Interaktivität kommt am besten in Kleingruppen zur Geltung oder als Station auf einer Bürger-/Infomesse; Moderator ist empfehlenswert; unter Umständen (mit guter Benutzeranleitung) auch unmoderiert einsetzbar.	Nutzerbeteiligung (z.B. Optimierung der Planung durch Simulation von Arbeitsabläufen); Kollisionsprüfung verschiedener Gewerke durch Planungsbeteiligte (Vorteil Maßstab 1:1); Eignung für Gruppen von bis zu 15 Personen; bei Großgruppen Vorführung in 3D-Multiplexkinos möglich.
	3D-Modelle der Bauwerke und er Umgebung, die als Grundlage für Computervisualisierung dienen	Beispiele: Google Maps, Google Earth, OpenStreetMap -> Qualität und Detaillierung der Bestandsdaten je nach Lage (Tendenz: Städtisch = gut, ländlich = wenig detailliert). Online verfügbar. Neuplanung kann vorab integriert werden (z.B. bei Google im Format .kml)	3D-Geometrie sowie Zusatzinfo zu Neuplanungen, die über Apps auf mobile Endgeräte übertragen werden.	3D-Geometrie (GIS, BIM), die in 3D-Viewern (z.B. für Computer-Spiele-Plattformen) interaktiv erlebbar ist.	siehe Echtzeitsimulation/ Info-Point. Der Maßstab 1:1 bedingt einen tendetiell höheren Detaillierungsgrad.
	mittel (vor Allem bei einmaligem oder seltenen Bedarf sinnvoll, da meist durch externe Dienstleister für den konkreten Anlass erstellt.)	kein bis geringer Aufwand (falls nur der Bestand präsentiert wird). Mittel (falls die Neuplanung integriert wird. Diese kann auch grob detailliert sein. Sie kann mit geringem Aufwand aktualisiert werden)	gering (falls in der App Panoramen enthalten sind); mittel bis hoch (falls interaktive 3D-Modelle für mobile Endgeräte aufbereitet werden müssen. Dann sind externe Dienstleister nötig)	mittel bis hoch (je nach Datengrundlage werden interaktive echtzeittaugliche Modelle für 3D-Viewer erstellt. Die Detaillierung geht von niedrig bis hochdetailliert)	mittel bis hoch (s. 3D-InfoPoint - tendetielle höhere Kosten für detaillierte Daten - zusätzliche Kosten für die Miete des VR-Systems)
	relativ langer Vorlauf, da meist externe Dienstleister eingebunden werden müssen.	sofort verfügbar (falls nur Bestand präsentiert wird), zeitnah (falls grobe 3D-Modelle der Neuplanung verfügbar sind).	relativ langer Vorlauf, da meist externe Dienstleister eingebunden werden müssen.	relativ langer Vorlauf, da meist externe Dienstleister eingebunden werden müssen.	relativ langer Vorlauf, da meist externe Dienstleister eingebunden werden müssen.
	mittel	gut	gut (nur Ortsbegehung)	gut	mittel
	mittel	gut	weniger geeignet	gut	weniger geeignet (außer Kino)
	weniger geeignet	mittel (Kollisionsprüfung Umfeld)	weniger geeignet	mittel	gut

8. AUFWAND UND NUTZEN IM VERGLEICH

AUFWAND

Bei der Auswahl des geeigneten Visualisierungswerkzeugs spielen neben der Funktionalität auch ökonomische und terminliche Kriterien eine wichtige Rolle. Konkrete Kosten lassen sich nur schwer nennen. Das liegt an einem sich technologisch rasant verändernden Umfeld. Und es liegt an einer Dienstleistungsbranche für Visualisierungen, die sich nach und nach auf die neuen Ansprüche anpasst. Kosten ändern sich daher schnell. Gleichwohl soll an dieser Stelle ein Überblick über die wesentlichen Kosten- und Zeitfaktoren gegeben und deren Zusammenwirken erläutert werden.

Folgende Faktoren haben dabei Einfluss auf die Kosten- und Terminplanung:

- Analyse der Anforderungen
- Konzeption der Visualisierung
- Akquisition der Datengrundlagen
- Erstellung des Datenmodells
- Investitions- oder Mietkosten für das Visualisierungssystem oder der Server-Infrastruktur
- Räumlichkeit für die Präsentation
- Personal für Projektmanagement und Präsentation.

Die Erläuterungen beziehen sich auf Visualisierungen, die mit 3D-Computermodellen erstellt und größtenteils als interaktive Anwendung aufbereitet werden.

ANALYSE DER ANFORDERUNGEN

Im Detail werden die Bedarfe an Kommunikationsinhalten und -Werkzeugen im Kapitel 9 entlang der HAOI-Leistungsphasen beschrieben. Allgemein lässt sich jedoch feststellen, dass ein von Anfang an durchgängiges Management der Kommunikationsbedarfe in Summe wirtschaftlicher ist, als eine von Bedarf zu Bedarf immer wieder neu zu erstellende Planung (mit der damit verbundenen Analyse der zu vermittelnden Inhalte).

KONZEPTION DER VISUALISIERUNG

In diesem Leistungspaket werden die Möglichkeiten der Visualisierung unter Berücksichtigung von Budgets, Terminplänen, verfügbaren Ausgangsdaten, verfügbaren Visualisierungssystemen, Möglichkeiten des Visualisierungs-Dienstleisters und Personalverfügbarkeit zu einem ganzheitlichen Konzept integriert. Ziel ist es, ein Optimum der Anforderungen aus der Analyse zu erreichen. Idealerweise sollten an diesem Leistungspaket all diejenigen beteiligt werden, die am Prozess mitwirken. Es empfiehlt sich, diesen Aufwand frühzeitig im Kommunikationsmanagement einzuplanen und über alle HOAI-Phasen zuerst in einem Grobkonzept und später sequentiell in Detaillierungen mitzuführen. Der zeitliche und finanzielle Aufwand rechtfertigt sich durch eine präzise, gegenseitig abgestimmte und terminlich planbare Leistungsbeschreibung für alle Beteiligten.

AKQUISITION DER DATENGRUNDLAGE

Aus Anforderungen und Möglichkeiten wurden die genauen Inhalte der Visualisierung ermittelt. Die Szene setzt sich dabei aus verschiedenen Teilen zusammen, die aus folgenden Quellen stammen können:

Gelände- und Umgebungsmodell aus GIS-Systemen in verschiedenen „Levels of Details“ (LOD) bestehen aus einem 3D-Gelände, aus Objekten (wie Gebäuden, Infrastruktur-Bauwerken) oder der Vegetation (Wälder, Einzelbäume). Diese Daten können von öffentlichen Stellen bezogen werden und müssen gegebenenfalls noch durch zusätzliche Methoden der Bestandserfassung detailliert und aktualisiert werden.

Das Infrastruktur- oder Bauwerksmodell oder auch ein städtischer Planungsabschnitt werden aus den Daten der Planer abgeleitet. Idealerweise stammen diese aus Prozessen, bei denen in 3D oder mit der Methode des Building Information Modelling (BIM) geplant wird. Sollten nicht alle Daten in 3D vorliegen, können diese mit zusätzlichem Aufwand aus der 2D-Planung in 3D-Geometrien überführt werden.

Erklärende und erläuternde Elemente wie beispielsweise im 3D-Modell verortete Texte oder Volumen (Frischluftschneisen, Sichtbezüge, Verschattungsräume etc.) werden in Abstimmung mit den jeweiligen Fachplanungsdisziplinen übernommen.

ERSTELLUNG DES DATENMODELLS

Die Modellteile werden in der Regel in einem Modellierungswerkzeug zusammengeführt und entsprechend der Anforderungen der gewählten Visualisierungstechnik angepasst. Eine wesentliche Rolle bei der Funktionalität aber auch bei den Kosten spielen dabei die Komplexität, die Datenstruktur und -Qualität. Da ein großer Teil der Daten über die Visualisierungsanlässe entlang aller Leistungsphasen auch von unterschiedlichen Visualisierungs-Dienstleistern verwendet werden kann, empfiehlt es sich, von Anfang an, nicht nur die Ergebnisse (Bild, Film, interaktive Anwendungen), sondern auch alle Teilmodelle als Teil der zu erbringenden Leistung zu definieren. Diese Teilmodelle bilden ein Basismodell, das jederzeit aktualisiert und ergänzt werden kann. Aus ihm heraus sollten die Anpassungen für die jeweiligen Visualisierungssysteme erfolgen.

VISUALISIERUNGSSYSTEM

Die Zahl der Visualisierungssysteme wird mit der rasanten technischen Entwicklung immer größer. Aus wirtschaftlicher Sicht empfiehlt es sich, frühzeitig zu analysieren, welche Visualisierungs-Szenarien im Verlauf des Projektes benötigt werden. Auf dieser Basis sollte eine Vorauswahl aus den Zielsystemen getroffen werden. Diese können sowohl dauerhaft beschafft oder zeitweise gemietet werden. Neben den Kommunikationsanforderungen und den Kosten für Beschaffung oder Miete spielen auch Raumverfügbarkeit, Mobilitätsansprüche und die Expertise des betreuenden Personals eine Rolle bei der Auswahl. Für interaktive Visualisierungen können bereits herkömmliche Projektoren

oder Displays verwendet werden. Dazu ist lediglich ein leistungsstarker Grafik-PC erforderlich. 3D-Brillen oder kleine 3D-Displays mit Interaktionsgeräten aus dem Entertainment-Bereich werden bereits für wenige Tausend Euro angeboten. Die Investitionskosten für Virtual Reality Systeme wie Powerwalls oder gar mehrseitige Stereoprojektionssysteme (CAVE) reichen derzeit in guter und sehr guter Qualität von 50.000 Euro bis zu 500.000 Euro. Parallel zu den Investitionskosten steigt der Aufwand für den Betrieb und die Wartung dieser Systeme. Es gibt bereits Dienstleister, die Visualisierungssysteme leihweise oder als Leasing anbieten.

RÄUMLICHKEIT FÜR DIE PRÄSENTATION

Je nach Größe der Beteiligungsveranstaltung und je nach Visualisierungssystem werden Räumlichkeiten benötigt, die diesen Anforderungen gerecht werden. Dabei sind sowohl dauerhafte Installationen als auch temporäre Veranstaltungen denkbar. Idealerweise gibt es ab einer bestimmten Projektgröße oder Häufigkeit an Visualisierungsbedarfen eine dauerhaft verfügbare Räumlichkeit, in der auch Tests und Planungsbesprechungen mit den Visualisierungssystemen abgehalten werden können.

PERSONAL

Neben einem guten Überblick über verfügbare Visualisierungssysteme und über Datenerstellungsprozesse ist im Rahmen eines Visualisierungsprojektes auch die Kompetenz im Betrieb und in der Wartung nötig. Vor allem bei mittleren und großen Visualisierungsprojekten sollten diese technischen Qualifikationen durch eigenes Personal abgedeckt werden. Darüber hinaus sind besondere Erfahrungen und teilweise auch Systemkenntnisse bei der Moderation und Präsentation im Umgang mit den Visualisierungssystemen nötig. Das Personal sollte dahingehend frühzeitig geschult werden.

NUTZEN

Den Kosten für den Einsatz von Visualisierungen in der Bürgerbeteiligung stehen jedoch zahlreiche Nutzen gegenüber. Die Vorzüge von Visualisierungen sind Gegenstand dieses Leitfadens. An dieser Stelle sollen nur wenige Punkte hervorgehoben werden:

- Visualisierungen helfen, Planungen zu bereichern. Denn: Sie versetzen auch Laien in die Lage, ihr Alltagswissen in die Planung einzubringen.
- Visualisierungen helfen, eine sachliche Grundlage für Diskussionen über das Für und Wider eines Projektes zu schaffen. Dadurch verringert sich die Gefahr eines stark emotionalisierten Konfliktes.
- Visualisierungen können, wenn sie in eine gute Bürgerbeteiligung eingebettet sind, einen Beitrag dazu leisten, mögliche Einwände und Klagen von Projekt-Gegnern zu verhindern. Dadurch sparen sie Zeit (weniger Verzögerungen) und Geld (u. a. für Rechtsanwälte, Nachplanungen).
- Visualisierungen können einen Beitrag dazu leisten, dass der Vorhabenträger keinen Reputationsschaden durch eine Auseinandersetzung nimmt. Im besten Fall helfen sie, Reputation aufzubauen.

Es wäre daher zu kurz gegriffen, Visualisierungen vor allem unter dem Aspekt der damit verbundenen Aufwände zu betrachten. Sinnvoller ist es, die Kosten in Relation zum Nutzen zu sehen.

9. EINSATZ VON VISUALISIERUNGEN JE NACH HOAI-LEISTUNGSPHASE

Der Entscheidung über den Einsatz von Visualisierungen, welche Kommunikationsinstrumente geeignet sind und wann der richtige Zeitpunkt für einen Einsatz ist, sollte eine profunde Analyse des Projektes und seiner Wahrnehmung in der Öffentlichkeit vorausgehen. Die VDI 7001 empfiehlt, bei der Situationsanalyse auf die folgenden Faktoren für die Planung der Kommunikationsinstrumente und des Beteiligungsangebotes zu achten:

- das Konflikt- und Eskalationspotenzial
- den in der öffentlichen Debatte wahrgenommenen Nutzen des Bauvorhabens
- die vorhandenen Verhandlungsspielräume
- die zur Verfügung stehenden finanziellen und personellen Ressourcen.

Die gesetzlichen Vorgaben lassen Vorhabenträgern große Freiheiten, mit welchen Kommunikationsmitteln sie das Bauvorhaben jenseits der vorgeschriebenen Formate der Öffentlichkeitsbeteiligung kommunizieren. Was sinnvoll ist, ergibt sich vor allem aus der jeweiligen Planungsphase. In der Grundlagenermittlung und der Vorplanung stehen nur grobe Eckpunkte fest. Die Planung hat dort noch größere Freiheitsgrade als in den späteren Planungsphasen. Das beeinflusst den Rahmen der Bürgerbeteiligung und dessen, was visualisiert werden kann. Im Folgenden werden Möglichkeiten der Visualisierung je nach HOAI-Planungsphase skizziert.

VON DER ERSTEN IDEE BIS ZUM PLANUNGSKONZEPT: DIE LEISTUNGSPHASEN 1 BIS 3

LEISTUNGSPHASE 1 – GRUNDLAGENERMITTLUNG

Grundlagenermittlung aus fachlicher Sicht: Gegenstand der Grundlagenermittlung ist es, die Aufgabenstellung zu klären, den Leistungsbedarf zu erfassen sowie festzulegen, wer alles an der fachlichen Planung beteiligt werden soll.

Geeignete Visualisierungen für die Grundlagenermittlung: In der Phase der Grundlagenermittlung sollten bereits die Weichen für eine Verzahnung der Planungsmedien mit den für die Außenkommunikation benötigten Visualisierungen gestellt werden. Dies setzt eine enge und interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Fachplanern, Gutachtern und Kommunikationsverantwortlichen voraus. Die fach- und themenbezogenen Planungsschritte sind mit den Anforderungen an eine gute Beteiligung so in einer Projektstruktur zu verknüpfen, dass ein kooperativer, transparenter und dialogischer Planungsprozess ermöglicht wird. Dies schließt auch die Überlegungen zur Visualisierung von Beginn an mit ein, welche auf die im Planungsschritt relevanten Fragen fokussieren sollten.

ZU KLÄRENDE PUNKTE IN DER LEISTUNGSPHASE 1:

- Wird nach BIM verfahren und mit einem virtuellen Prototyp gearbeitet?
- Wer ist für die Erstellung und Kommunikation der Visualisierungen zuständig?
- Wie sieht der Prozess aus, der sicherstellt, dass die für die Außenkommunikation relevanten Visualisierungen auf den jeweils aktuellen Planungsdaten beruhen?
- Wer ist für die Definition der Anforderungen an Visualisierungen zuständig und wie werden diese reibungslos an die für die Erstellung zuständigen Stellen übermittelt?

LEISTUNGSPHASE 2 – VORPLANUNG

Vorplanung aus fachlicher Sicht: In der Vorplanung werden die grundsätzlichen Anforderungen an das Bauvorhaben herausgearbeitet und die Aufgabenstellung definiert. Im Mittelpunkt steht ein erstes Planungskonzept einschließlich Untersuchungen alternativer Lösungsmöglichkeiten sowie, im Fall von Hochbauwerken, der Klärung städtebaulicher, gestalterischer, funktionaler und anderer Fragen. Bei linienförmigen Infrastrukturvorhaben entspricht die Vorplanung der Phase der Linienfindung, die in der Regel mit der Festlegung einer Vorzugsvariante endet.

Geeignete Visualisierungen für die Vorplanung: Im Rahmen der Vorplanung werden verschiedene Schnitt-, Ansichts- und Grundrissskizzen erstellt. Sie illustrieren Form, Größe und Funktionen des Projektes. So ist beispielsweise bei Gebäuden zu beantworten, welche Form und wie viele Geschosse das Bauwerk haben soll. Bei der Straßenplanung ist der Linienverlauf zu klären und bei Ingenieurbauwerken, ob eine Brücke oder ein Tunnel sinnvoll ist. Ziele und Anforderungen an Visualisierungen in der Vorplanungsphase sind:

- Sie sollen die grundlegenden Ideen des Planungskonzeptes deutlich machen und gegebenenfalls mögliche Alternativen aufzeigen.
- Sie sollen kein Recycling technischer Pläne sein, sondern eine für Laien verständliche visuelle Sprache einnehmen.
- Keine Scheingenauigkeiten vortäuschen und nicht mit Details verwirren, die noch nicht Gegenstand des Planungskonzeptes sind.
- Bei Konfliktdialogen kann die Akzeptanz der Visualisierungen deutlich erhöht werden, wenn Eckpunkte im Vorfeld mit den Stakeholdern abgestimmt wurden.

Die Wahl des Realismus- und Detailgrades ist eine Gratwanderung zwischen einer attraktiven, plastischen Darstellung einerseits und einer auf das Wesentliche fokussierten, planerisch akkuraten Darstellung andererseits, die die Diskussionen nicht in die falsche Richtung lenkt. Eine Möglichkeit, diesem Dilemma zu entkommen, ist ein „Min-Max-Prinzip“: Demnach werden mindestens diejenigen Informationen visualisiert, die in der jeweiligen Planungsphase zentraler Gegenstand der Diskussion sind; aber maximal nur so viele Informationen, wie sie zur Entscheidung der jeweils relevanten Fragen notwendig sind. Der Zweck der Visualisierung prägt die Entscheidung vor.

Die Anforderungen hängen des Weiteren von der Art des Bauvorhabens und dem Leistungsbild der HOAI ab.

FLÄCHENPLANUNG

Pläne zur Flächennutzung (zum Beispiel Bebauungspläne) müssen diverse formelle Darstellungs- und Bezeichnungsvorgaben erfüllen. Pläne dieser Art sind für Bürger jedoch nicht unbedingt verständlich. Die Einzeichnung von Flächen sollte in Laien vertrauten Kartenschemata erfolgen (zum Beispiel Straßenkarten, Google Earth). Eine Darstellung der Gebäude in 3D befördert ein intuitives Verständnis (z. B. in 3D-Bebauungsplänen). Idealerweise ist ein Zuschalten von Informationsebenen flexibel möglich (zum Beispiel Grünflächen, Parkräume). Dabei sind vor allem solche Informationen wichtig, die für die späteren Flächennutzer auch tatsächlich von Belang sind.

GEBÄUDEPLANUNG / STÄDTEBAULICHE ENTWÜRFE

Gebäudevisualisierungen sollten ein grundlegendes Verständnis von Form und Größe des Bauwerks sowie der räumlichen Beziehung zur Umgebung geben. Besonders übersichtlich sind Schrägluftperspektiven mit dreidimensionaler Gebäudedarstellung. Die Objekte sollten zurückhaltend texturiert werden, um nicht mit visuellen Oberflächendetails von den eigentlich interessierenden räumlichen Zusammenhängen abzulenken. Die Umgebungsbebauung kann mit einfachen Kubaturen in LoD2 dargestellt werden. Die Präzision und Vergleichbarkeit der Vorentwürfe ist besonders hoch, wenn auf die Geodaten gut gepflegter 3D-Stadtmodelle zurückgegriffen wird, welche von vielen Kommunen aufgebaut werden.

LINIENFÖRMIGE BAUWERKE

Herausforderung der Visualisierung ist hier die Darstellung der Trassenkorridore. Mehrere klassische Missverständnisse behindern dabei oft die Kommunikation:

- Mögliche Trassenkorridore werden mit dem erst später festzulegenden exakten Trassenverlauf verwechselt. Die räumliche Betroffenheit wird dann überinterpretiert.
- Die Einzeichnung möglicher Trassenführungen auf Karten im größeren Maßstab ist immer illustrativ und nicht maßstabsgetreu. Auch das kann zu einer Überschätzung der räumlichen Betroffenheit führen und sollte daher vermieden werden.
- Eingezeichnete mögliche Korridor- bzw. Trassenverläufe werden als bereits bestehende Festlegungen fehlinterpretiert.

Um Fehlschlüsse dieser Art zu vermeiden, sollten Linienverläufe so eingezeichnet werden, dass es sich lediglich um aktuell betrachtete Alternativen handelt (z. B. durch Schraffur). Außerdem sollten in jeder Karte wichtige Hinweise und eine Legende fixiert sein (Verankerung im Kartenfeld). Als Kartenformat für Präsentationen bieten sich stärker schematisierte Karten an, um den Betrachter nicht mit Information zu überfrachten (z. B. Google Maps bzw. Open Street Map). Detaillierte Karten sollten nur im Rahmen von Themenecken eingesetzt werden.

UNTERSUCHUNGSRAUM SUEDOSTLINK IN BAYERN

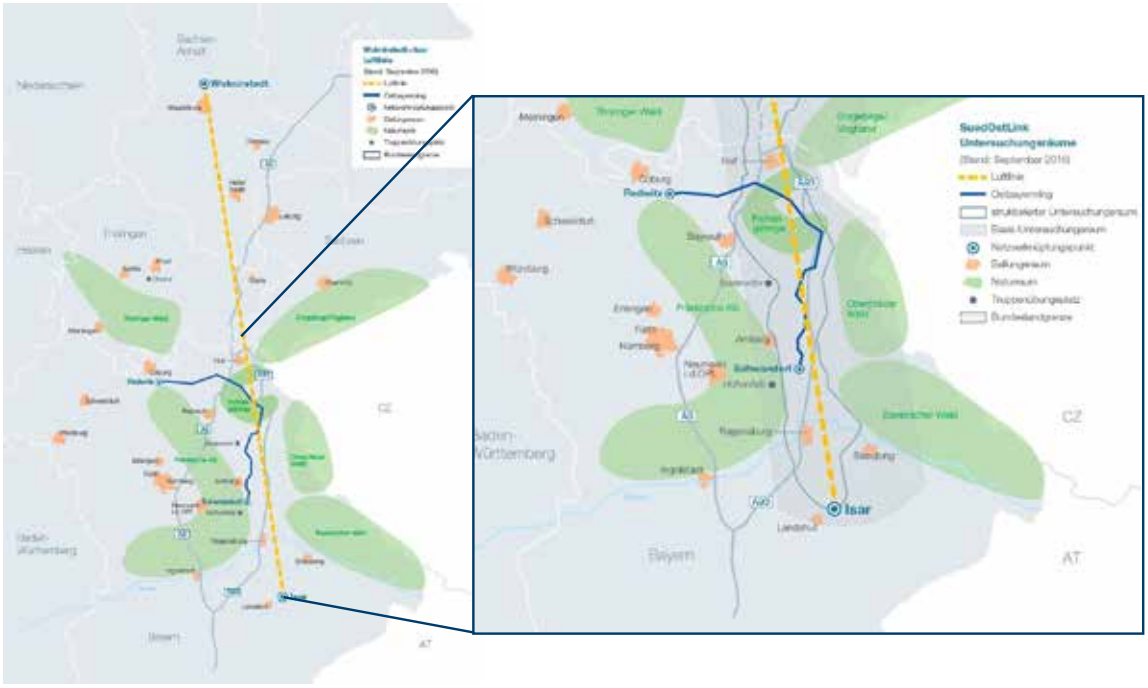


Abbildung 31: Beispiel einer schematisierten Karte mit fixierter Legende am Beispiel einer geplanten Stromtrasse (Verwendung der Karte in Präsentationen und auf Postern). Positiv: Die Karte zeigt sowohl den ganzen räumlichen Kontext als auch einen detaillierteren Ausschnitt, ohne dabei unübersichtlich zu sein (TenneT TSO GmbH)

Praxisbeispiel – Interaktive 3D-Modelle für den städtebaulichen Ideenwettbewerb

Im Rahmen des Projektes Neubau Flugfeldklinikum Böblingen-Sindelfingen wurden in einer sehr frühen Projektphase die drei Siegerentwürfe des städtebaulichen Ideenwettbewerbs für Mitarbeiter- und Bürgerinformationsveranstaltungen visualisiert. Im interaktiven 3D-Modell können vordefinierte Standorte ausgewählt werden. Es kann bei Bedarf frei an jeden beliebigen Standort navigiert werden. Es können die drei Entwurfsvarianten ausgewählt werden. Und es können je Variante zusätzliche erklärende Beschriftungen (wie beispielsweise die Parkmöglichkeiten, der Haupteingang) eingeblendete werden. Damit ist es möglich, die Vor- und Nachteile aller Varianten selbst für Laien verständlich darzustellen und diese eingebunden in eine Präsentation vorzustellen. Es ist aber auch möglich, individuell auf Fragen einzugehen und entsprechende Standorte einzunehmen oder Informationen einzublenden.

Technischer Hintergrund:

- 3D-Umgebungsmodell aus Geoinformationssystemen (GIS) und 3D-Kubaturen der Baukörper aus 2D-Planunterlagen
- keine besonderen Anforderungen an Grafik-PC und Display
- einfache Bedienung durch Moderator mit 2D-Mouse und Tastatur oder 3D-Mouse und Tastatur

Abbildung 32: Mitarbeiterinformationsveranstaltung Flugfeldklinikum Böblingen-Sindelfingen mit 3D-Modell

ZU KLÄRENDE PUNKTE IN DER LEISTUNGSPHASE 2:

- Ist die Bedarfsfrage so weit geklärt, dass in der Öffentlichkeit eine konstruktive Diskussion über Alternativen/Varianten geführt werden kann?
- Besteht ein Überblick über die wesentlichen Fragen, die von Stakeholdern und Bürgern voraussichtlich vorgebracht werden?
- (Wie) können Antworten auf diese Fragen in der Visualisierung berücksichtigt werden? Sind unterschiedliche Szenarien zu entwickeln (zum Beispiel Tag/Nacht)? Ist durch die Visualisierung in einer 3D-Echtzeigumgebung eine Erleichterung der Kommunikation zu erwarten?
- Bei Echtzeitmodellen: Liegen 3D-Daten der Stadtgeometrie vor, die den an Wettbewerben teilnehmenden Büros zur Verfügung gestellt werden können? Welches Format wird benötigt, um eine Integration in Echtzeitumgebung zu ermöglichen?
- Ist die Präsentation der Visualisierungen in einen systematischen Kommunikationsplan eingebettet, mit einer Festlegung, wem was wann kommuniziert wird?

LEISTUNGSPHASE 3 – ENTWURFSPLANUNG

Entwurfsplanung aus fachlicher Sicht: Aufgabe der Entwurfsplanung ist die Konkretisierung der Vorplanung hin zu einem fertigen Planungskonzept. Grundleistungen sind nach HOAI unter anderem maßstabstreue Entwurfszeichnungen, bei Gebäuden in der Regel im Maßstab 1:100, unter Berücksichtigung unter anderem von städtebaulichen und landschaftsökologischen Anforderungen. Dadurch sind in dieser Phase auch präzise Kostenberechnungen möglich.

Geeignete Visualisierungen für die Entwurfsplanung: Durch die stärkere Konkretisierung der Planung treten die Gestalt und die räumliche Lage des Objektes deutlich zu Tage. Visualisierungen sollten nun die unterschiedlichen Varianten/Ausführungsmöglichkeiten adressieren. Bei Gebäuden betrifft das beispielsweise die Lage von Türen und Fenstern, sanitären Einrichtungen oder die Aufteilung der Außenanlagen. Bei liniengeführter Infrastruktur wird die Vorzugsvariante planerisch konkretisiert. Und es werden die Auswirkungen, zum Beispiel auf Schutzgebiete, ausführlich dargelegt. Zudem werden die notwendigen Bauwerke (z. B. Unterführungen), die für Anwohner große Relevanz besitzen können, im Detail entworfen. Entsprechend der planerischen Konkretisierung sollten in dieser Phase auch die Visualisierungen einen höheren Detailgrad aufweisen. Aus den Visualisierungen sollte deutlich hervorgehen, welche Parameter des Projektes bereits festgelegt, und welche noch veränderbar sind.

Fragen der Bürgerschaft in dieser Phase beziehen sich oftmals auf die visuellen Auswirkungen auf die Umgebung: Wie nah rückt das Bauvorhaben an die Nachbarschaft heran? Wie verhält es sich mit Schattenwürfen? Werden Sichtbeziehungen beeinträchtigt? Solche Fragen können sehr gut in Echtzeitmodellen oder Renderings mit wohl definierten Perspektiven beantwortet werden. Dafür genügt eine generalisierte Darstellung der Gebäude im LoD 2 oder 3.

Praxisbeispiel – Planungs-Check aus Nutzersicht im BIM-geplanten Krankenhaus

Die neugebaute Østfold-Klinik in Südnorwegen wurde konsequent mittels Building Information Modeling (BIM) geplant. Mit Hilfe des virtuellen Prototyps wurden die Mitarbeiter frühzeitig in die Planung eingebunden. Sie gaben Empfehlungen für die Gestaltung der Arbeitsplätze und zentralen Einrichtungen, damit das Gebäude möglichst optimal zu den Arbeitsabläufen passt. Zudem wurde ein Computerspiel entwickelt, mit dem alle Mitarbeiter noch vor dem Umzug ihren neuen Arbeitsplatz kennenlernen konnten. Heute üben mit dem Spiel neu eingestellte Mitarbeiter Arbeitsroutinen ein. Walk-through der Simulation:

http://www.stuttgarter-zeitung.de/inhalt.oslo-boeblingen-von-den-fuenf-dimensionen-des-klinikbaus.3e1f445a-201e-4640-8ca8-cd23255cc3af.html [Zugegriffen am 14. Juli 2017]

Für ein ähnliches Projekt mit frühzeitiger Nutzerbeteiligung siehe Wahlström u. a. 2010).

Abbildung 33: Erkundung eines virtuellen Krankenhauses durch Patienten in einer CAVE (Wahlström u.a. 2010)

GENEHMIGUNG DES VORHABENS UND VORBEREITUNG ZUM BAU: DIE LEISTUNGSPHASEN 4 BIS 7

In den Leistungsphasen 4 bis 7 stehen die Genehmigungsfähigkeit und die Vergabe im Mittelpunkt. Planungsänderungen sind aufwändig, ihre Auswirkungen auf andere Komponenten oft nicht sofort ersichtlich und daher teurer als in den vorhergehenden Leistungsphasen.

LEISTUNGSPHASE 4 – GENEHMIGUNGSPLANUNG

Genehmigungsplanung aus fachlicher Sicht: Aufgabe der Genehmigungsplanung ist es, aus dem Entwurf entsprechend der formellen Anforderungen einen genehmigungsfähigen Bauantrag auszuarbeiten. Zu den formellen Erfordernissen gehören unter anderem der Eingabe- und Lageplan sowie Wärmeschutz- und Standsicherheitsnachweise.

Geeignete Visualisierungen für die Genehmigungsplanung: Im Rahmen des Genehmigungsverfahrens ist meist die öffentliche Auslage der Planungsunterlagen vorgeschrieben. Diese Planungsunterlagen sind meist komplex und sehr ausführlich – und für Laien nicht verständlich. Sie sollten durch verständliche Visualisierungen ergänzt werden. Gebäudevsualisierungen sollten nun möglichst realistisch und exakt sein; linienförmige Visualisierungen sollten den exakten Trassenverlauf kennzeichnen. Interaktive Einblendungen können die verschiedenen Bauwerkselemente (z. B. Leitungssysteme, Aufzüge, Fluchtwege) und Auswirkungen auf Schutzgüter plastisch darstellen.

LEISTUNGSPHASE 5 – AUSFÜHRUNGSPLANUNG

Ausführungsplanung aus fachlicher Sicht: Gegenstand der Ausführungsplanung ist die Ausarbeitung des Entwurfs in eine Darstellung, die exakte Angaben für die Bauausführung enthält.

Geeignete Visualisierungen für die Ausführungsplanung: Visualisierungen des Bauvorhabens selbst spielen in dieser Phase nur noch eine untergeordnete Rolle. Stattdessen werden nun Darstellungen benötigt, die mögliche Auswirkungen für die Anwohner verständlich machen – zum Beispiel die Abbildung von Umleitungsstrecken im Zuge des Baus.

LEISTUNGSPHASEN 6 UND 7 – VORBEREITUNG UND MITWIRKUNG BEI DER VERGABE

Vorbereitung und Mitwirkung bei der Vergabe aus fachlicher Sicht: Gegenstand dieser Leistungsphasen sind die Erstellung von Leistungsbeschreibungen und Leistungsverzeichnissen für die Ausschreibungen sowie die spätere Vergabe von Bauaufträgen und Dienstleistungen.

Geeignete Visualisierungen für die Vorbereitung und Mitwirkung bei der Vergabe: Schwerpunkt der Kommunikation ist die Erläuterung der Rahmenbedingungen der Vergabe und der wesentlichen Entscheidungskriterien. Visualisierungen spielen in diesen Phasen nur eine untergeordnete Rolle.

BAU UND BETRIEB: DIE LEISTUNGSPHASEN 8 UND 9

An der Planung gibt es nun nichts mehr zu rütteln. Der Spatenstich hat stattgefunden, die Bagger rollen. Für die Öffentlichkeit rückt jetzt ein reibungsloser Bauablauf mit wenigen Beeinträchtigungen in den Mittelpunkt, bevor der Bau schließlich vollendet und genutzt werden kann.

LEISTUNGSPHASE 8 – BAUAUSFÜHRUNG/ OBJEKTÜBERWACHUNG

Bauausführung aus fachlicher Sicht: Gegenstand der Bauausführung ist die Koordination und Überwachung der Baumaßnahmen.

Geeignete Visualisierungen für die Bauausführung: Wie weit ist die Tunnelbohrmaschine schon vorgestoßen? Wie sieht es in der Baugrube aus? Mit spannenden Visualisierungen können Bereiche des Baus sichtbar gemacht werden, die für Bürger sonst nicht sichtbar sind. Das können interaktive Karten im Internet sein, Webcams oder gar immersive 360°-Live Bilder von der Baustelle. Solche Materialien können auch in Online-Nachrichtenportale eingebunden werden. Für die klassische Tageszeitung benötigt man aber nach wie vor verständliche 2D-Darstellungen (z. B. Karten mit Umleitungsstrecken).

LEISTUNGSPHASE 9 – OBJEKT BETREUUNG UND DOKUMENTATION

Objekt-Betreuung aus fachlicher Sicht: Hier ist zu überprüfen, ob Mängel an der Bauausführung aufgetreten sind. Auch ist eine Dokumentation zu erstellen.

Geeignete Visualisierungen für die Objektbetreuung: Das Projekt ist realisiert und steht vor der Inbetriebnahme – in der Kommunikation sollte dieser Anlass entsprechend zelebriert werden, zum Beispiel mit Eröffnungsfeiern und Begehungen beziehungsweise Probefahrten. Herausragende architektonische oder ingenieurtechnische Leistungen sollten angemessen gewürdigt werden. Visualisierungen können Nutzern über virtuelle Begehungen das Gebäude näherbringen.

Praxisbeispiel – Stuttgart21 in Virtual Reality

Der Verein Bahnprojekt Stuttgart-Ulm bietet in den Ausstellungsräumen am Stuttgarter Hauptbahnhof die Möglichkeit, den zukünftigen Tiefbahnhof in einem VR-Modell virtuell zu erkunden. Zudem kann mit einem Head Mounted Display Bauarbeitern in den Tunneln in 360°-Sicht über die Schulter geschaut werden. Von zu Hause ist das stereoskopische Erleben mit einer Cardboard möglich.

Abbildung 34: Ausschnitt aus dem VR-Modell des neuen Stuttgarter Hauptbahnhofs (www.s21erleben.de)

10. DIE ZEHN WICHTIGSTEN TIPPS FÜR DEN EINSATZ VON VISUALISIERUNGEN IN DER BÜRGERBETEILIGUNG

1. BETRACHTEN SIE VISUALISIERUNGEN NICHT ALS LÄSTIGES ANHÄNGSEL, SONDERN ALS KERN IHRER KOMMUNIKATION.

Ein Bild sagt mehr als tausend Worte, heißt es zu Recht. Was Menschen von Bürgerveranstaltungen und Broschüren am besten verinnerlichen, sind die Bilder.

2. BENUTZEN SIE KLARE, KORREKTE UND VERSTÄNDLICHE VISUALISIERUNGEN.

Bilder ziehen gerade bei umstrittenen Themen schnell den Verdacht der Schönfärberei auf sich. Verwenden Sie schnörkellose Visualisierungen, die auf die zentralen Fragestellungen zugeschnitten sind. Und verzichten Sie auf werbliche Inszenierungen – keine Hochglanzoptik!

3. SPRECHEN SIE MIT DEN BÜRGERN ÜBER DIE VISUALISIERUNGEN, NOCH BEVOR SIE ERSTELLT WERDEN.

Sammeln Sie Themen, Fragestellungen und gewünschte Betrachter-Standorte (siehe Steckbrief Windkraft), bevor Sie die Visualisierungen in Auftrag geben. So wissen Sie, welche Perspektiven wirklich interessieren (Repräsentativität!). Lassen Sie die Visualisierer sich persönlich im Bürgerforum vorstellen und erläutern, welche Daten und Methoden sie einsetzen. Das schafft Vertrauen.

4. FÜHREN SIE MIT DEN VISUALISIERERN EIN UMFASSENDES BRIEFING DURCH.

Besprechen Sie mit den Visualisierern alle Details der Visualisierung, auch vermeintliche Nebenaspekte wie die Integration von Menschen, Vegetation und Hintergrund. Sprechen Sie darüber, welche GIS-Daten verwendet werden können – je exakter, desto besser. Operationalisieren Sie gemeinsam die Qualitätskriterien aus Kapitel 7.

5. HALTEN SIE SICH BEI DER VISUALISIERUNG AN DEN STAND DER PLANUNTERLAGEN UND ERFINDEN SIE MÖGLICHST WENIG DAZU.

Visualisierungen „ins Blaue“ wecken Erwartungen, die meist nicht erfüllt werden. Müssen Sie Annahmen treffen (z. B. Fassadengestaltung), machen Sie das deutlich und hinterlegen Sie einen „Disclaimer“.

6. NEHMEN SIE SICH BEI DER PRÄSENTATION AUSREICHEND ZEIT FÜR DIE ERLÄUTERUNG UND MACHEN SIE DIE PARAMETER TRANSPARENT.

Setzen Sie wenige, gut ausgesuchte Visualisierungen ein. Und erläutern Sie die wichtigsten Bildparameter (bei Fotomontagen u. a. Aufnahmezeitpunkt, Betrachter-Standort, Brennweite; bei GIS-Modellen Herkunft des Datensatzes). Weisen Sie aktiv auf Unschärfen hin. Mit google earth kann sich jeder ein eigenes Bild machen – Abweichungen zu Ihrem Modell können zu Misstrauen führen.

7. VERMEIDEN SIE MÖGLICHST DEN EINSATZ TECHNISCHER ZEICHNUNGEN AUS DEN PLANUNGSUNTERLAGEN.

Diese Zeichnungen sind für Laien verwirrend und schwer verständlich. Wenn keine 3D-Visualisierungen erstellt werden können, reduzieren Sie zumindest deutlich ihren Informationsgehalt durch Schematisierung.

8. STELLEN SIE BEI DER PRÄSENTATION EINE AUSREICHENDE SICHTBARKEIT DER VISUALISIERUNGEN SICHER.

Sorgen Sie für einen lichtstarken Beamer und eine große Leinwand, so dass auch in der letzten Reihe noch alles gut erkannt wird. Produzieren Sie Visualisierungen für Ausstellungen (z. B. Karten) ausreichend groß.

9. NUTZEN SIE DIE VORZÜGE INTERAKTIVER MEDIEN BEI DER ERLÄUTERUNG KOMPLEXER THEMEN.

Ob schichtweises Einblenden oder das Durchfahren in Echtzeit: Interaktivität fördert die Verständlichkeit enorm. Nehmen Sie das Einblenden bzw. Durchfahren langsam vor und wiederholen Sie es mehrmals. So bleibt es besser in Erinnerung.

10. BIETEN SIE DEN MENSCHEN DIE GELEGENHEIT, SELBST AKTIV ZU WERDEN. UND SCHAFFEN SIE ZEIT FÜR GESPRÄCHE.

Hängen Sie die wichtigsten Visualisierungen im Foyer aus und integrieren Sie eine „Wandelgang-Phase“ in die Veranstaltung, in der man sich die Visualisierungen auch noch einmal persönlich erklären lassen und diese mit eigenem Tempo betrachten kann. Haben Sie Echtzeitsimulationen, zeigen Sie diese auf großen Bildschirmen im Wandelgang. Ermöglichen Sie Interessierten, das Modell selbst aktiv zu durchlaufen.

11. THEMENSTECKBRIEFE

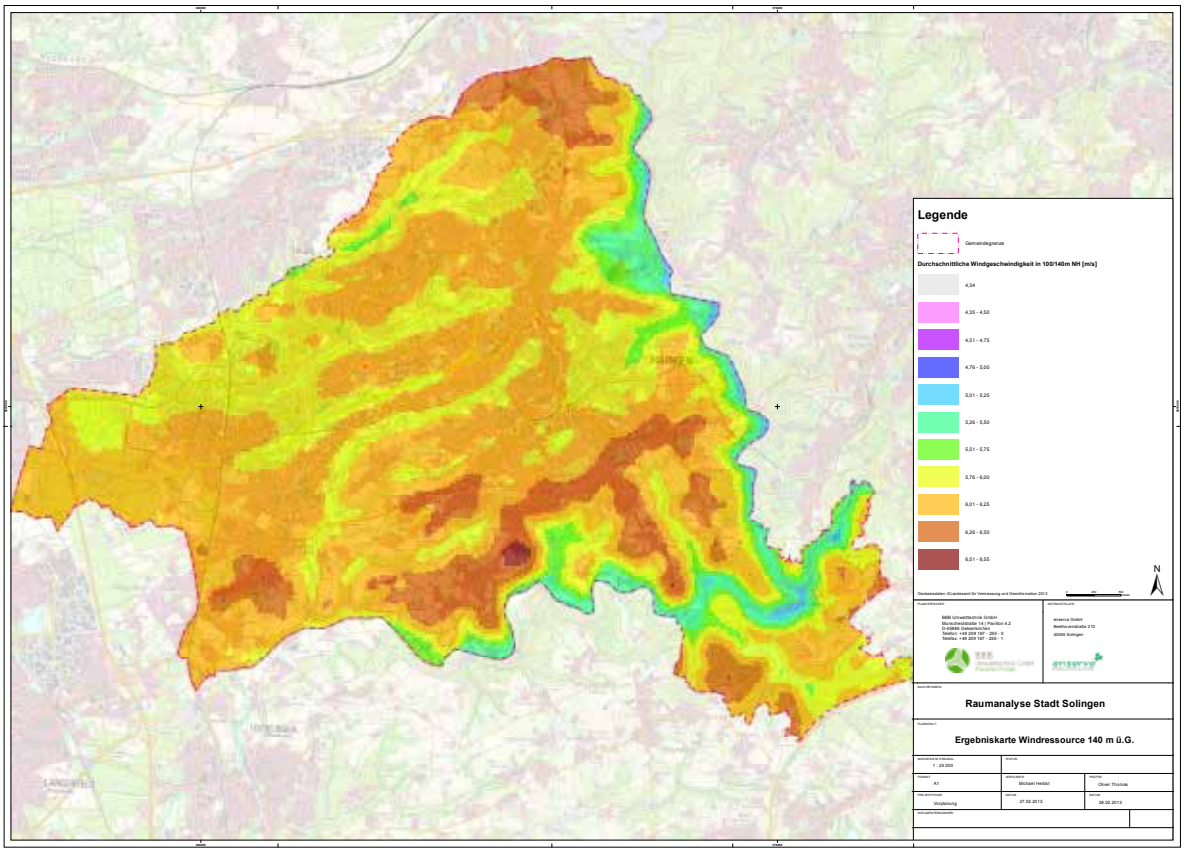


Abbildung 35: Darstellung von Windkraftpotenzialen auf vertrautem Straßenkartenformat. Die Farben könnten etwas transparenter sein (Stadtwerke Solingen)

VISUALISIERUNGEN VON WINDKRAFTANLAGEN

Während die gesellschaftliche Akzeptanz der Windenergie grundsätzlich sehr hoch ist, ist die Planung einzelner Windkraftanlagen (WKA) vor Ort häufig umstritten. Anwohner befürchten meist eine Beeinträchtigung des Landschaftsbildes und ihrer Lebensqualität. Visualisierungen spielen in der Auseinandersetzung um die Anlagenplanung häufig eine prominente Rolle. In der Öffentlichkeit kursieren häufig unterschiedliche Darstellungen, die je nach Urheber sehr harmonisch oder bedrohlich wirken und bei denen nicht klar ist, ob sie die Planungsrealität akkurat abbilden. Werden Visualisierungen nach bestimmten Qualitätskriterien erstellt und sinnvoll in einen Bürgerdialog eingebettet, ermöglichen sie eine sachliche und faktengeleitete Debatte. Vor allem die Auswahl geeigneter Standorte und die möglichen visuellen Auswirkungen (Sichtbezüge, Landschaftsbild, Schattenwürfe) einer Windkraftanlage lassen sich mit Visualisierungen erörtern.

AUSWAHL GEEIGNETER STANDORTE

Die Auswahl geeigneter Standorte für Windkraftanlagen ist Gegenstand der Regionalplanung und der Bauleitplanung. Die Standorte müssen zum einen eine ausreichende Windhöffigkeit aufweisen, um einen

wirtschaftlichen Betrieb zu ermöglichen. Zum anderen dürfen ihnen keine Ausschlusskriterien entgegenstehen. Zu diesen Kriterien zählen beispielsweise bestimmte Mindestabstände zu Wohnbebauungen und Infrastrukturen sowie wertvolle Naturschutzgebiete. Da Bürger diese Kriterien meist nicht in Gänze kennen bzw. nicht wissen, auf welche Räume sie zutreffen, können sie die Auswahl der Standorte oft nur schwer nachvollziehen.

Die Diskussion über Potenzialflächen kann gut mit GIS-basierten, interaktiven 2D-Karten unterstützt werden. Als Grundlage dienen Daten des amtlichen Liegenschaftsinformationssystems und des amtlichen topographisch-kartographischen Informationssystems, Regionalpläne, Landesentwicklungs- und Landschaftsrahmenpläne, weitere relevante Planwerke sowie Daten zur Windhöffigkeit. Auch sollten Flächen und Bauwerke mit einer hohen Bedeutung für die Menschen vor Ort (z. B. Denkmäler) in der Karte verzeichnet sein. Windgeschwindigkeiten sollten flächig mit Farben eingezeichnet werden – aber ausreichend transparent, so dass die räumliche Zuordnung der Flächen möglich ist. Die Karte sollte in einem aus dem Alltag vertrauten Format dargestellt werden und das interaktive Ein- und Ausblenden von GIS-Layern ermöglichen – zu viele Informationen auf einer Ebene verwirren den Betrachter. Eine solche interaktive Karte wird idealerweise auch im Internet bereitgestellt. Die Karten können zudem auch mit fixierten Layern großformatig ausgedruckt und aufgehängt werden.

Abbildung 36: Windkraftanlage, Aufnahme mit Normal- und mit Weitwinkelobjektiv (Andreas Bahde)

VISUELLE AUSWIRKUNGEN

Bürger vor Ort interessieren sich fast immer für die voraussichtlichen visuellen Beeinträchtigungen durch die Windkraftanlage: Wird sie vom Balkon sichtbar sein? Wird die beliebte Sichtachse vom Schlosshügel beeinträchtigt? Wie weit reicht der Schlagschatten? Dieses Interesse spiegelt sich in §1 (6) des BauGB, nach dem die Belange des Orts- und Landschaftsbildes bei der Aufstellung von Bauleitplänen zu berücksichtigen sind. Visualisierungen sind das zentrale Hilfsmittel zur Prüfung visueller Auswirkungen von Windkraftanlagen. In Frage kommen Fotomontagen und GIS-basierte 3D-Modellierungen.

FOTOMONTAGEN

Fotomontagen sind nach wie vor die am häufigsten gewählte Darstellungsweise für Windkraftanlagen. Dazu werden die Anlagen mittels eines Grafikprogramms in reale Landschaftsbilder eingesetzt. Diese Methode ist einfach, kostengünstig und die produzierten Visualisierungen sind im Allgemeinen sehr verständlich. Sie sind jedoch auch anfällig für Manipulationen. Zur Transparenz und Nachvollziehbarkeit sollten die gewählten Betrachter-Standorte und Bildparameter offengelegt und der Visualisierung beigefügt werden. Beispielhafte realitätsverfremdende Techniken sind: zu starker Bildkontrast, falscher Positionswinkel der Rotorblätter in Bezug auf den Betrachter-Standort, falsche Farbgebung, nicht zum Betrachter-Standort passende Anlagenhöhe oder eine nicht dem menschlichen Sichtfeld entsprechende Kamerabrennweite (siehe Kapitel 7).

Zur Nachvollziehbarkeit sollten in der Bilddokumentation idealerweise folgende Parameter offengelegt werden:

- Aufnahmezeitpunkt
- Wetterbedingungen zum Aufnahmezeitpunkt (ideal sind verschiedene Bedingungen; sonst: leichte bis mittlere Bewölkung)
- GPS-Koordinaten und Höhe des Betrachter-Standortes (Verzicht auf Standorte, die Menschen im Alltag nicht einnehmen)
- Eigenschaften der verwendeten Kamera (Modell, horizontaler und vertikaler Kamerawinkel)
- Brennweite des Objektivs (empfohlen: ca. 50 mm bei Kleinbildkamera)
- Eigenschaften der abgebildeten Windkraftanlage (Höhe, Rotordurchmesser, Farbgebung)
- Augenhöhe der Aufnahme (empfohlen: 1,60 Meter)
- gegebenenfalls relevante Bildbearbeitungen

Fotomontagen werden von Bürgern leicht verstanden und sind flexibel einsetzbar. Sie können auch als Ausdrucke im Rahmen von Ortsbegehungen in die reale Landschaft gehalten oder auf Bürgerveranstaltungen ausgehängt werden. Fotomontagen können auch mit einem großen Betrachtungswinkel als Panoramabilder produziert werden. Im Falle von 360°-Panoramen spricht man auch von Rundbildern. Damit der visuelle Eindruck dem natürlichen Sehen entspricht, werden Spezialobjektive verwendet oder Einzelbildern zusammengesetzt. Ihr Vorteil ist, dass räumliche Gesamtzusammenhänge leichter erfasst werden können.

GIS-BASIERTE 3D-MODELLIERUNGEN

Geoinformationssysteme verwalten und visualisieren raumbezogene Daten. Für die Analyse visueller Auswirkungen benötigt man eine möglichst exakte Repräsentation der Erdoberfläche und der auf ihr befindlichen Objekte. Das gilt insbesondere für die Prüfung von Sichtverdeckungen, wofür hochauflösende Höhenmodelle nötig sind. Frei verfügbar sind zumeist digitale Geländemodelle (DGM), die die Erdoberfläche ohne Vegetation und Bauwerke abbilden. Sie können mit 3D-Gebäudemodellen auf Basis der Liegenschaftskataster in verschiedenen LoD-Stufen kombiniert werden. Genauer als DGM sind digitale Oberflächenmodelle (DOM). Sie werden üblicherweise durch Laserscan-Befliegung erzeugt und enthalten die tatsächliche Landschaft sowie alle zum Zeitpunkt der Befliegung existierenden festen und beweglichen Objekte. Gebäudeobjekte müssen dennoch meist manuell nachbearbeitet werden. Roth et al. empfehlen für Sichtbarkeitsanalysen DOM mit Minimum 10m-Gitterweite (vgl. Roth u. a. 2015). In Baden-Württemberg stellt das Landesamt für Geoinformation und Landesentwicklung DOM mit Gitterweiten ab 5 Meter und DGM mit Gitterweiten ab 1 Meter zur Verfügung. Zudem wurde ein landesweites 3D-Gebäudemodell in LoD2 aufgebaut.

Mit gängiger GIS-Software (z. B. ArcGIS, GRASS GIS, QGIS) können die Daten als anschauliches 3D-Modell visualisiert werden. Auch Game Engines können dazu verwendet werden (vgl. Mat u. a. 2014). Der große Vorteil der Visualisierung als 3D-Modell ist die Echtzeitfähigkeit: Nutzer können sich in den digitalen Landschaften frei bewegen und verschiedene Betrachter-Orte auswählen, um die visuellen Auswirkungen der Anlagen zu überprüfen. Auch ist es möglich, Videosequenzen zu erstellen (Walk- bzw. Fly-throughs). Je kleiner das Gitternetz bzw. je mehr Datenpunkte, desto höher sind die Rechenanforderungen an die Visualisierung der Landschaften. Hier ist eine sinnvolle Balance zu schaffen. Für Sichtbarkeitsanalysen sind eine akkurate Abbildung der Sichtbezüge und eine freie Navigation wichtiger als eine hohe Detailstufe der 3D-Objekte.

Die 3D-Visualisierungen sind jedoch nur so valide, wie das zu Grunde liegende Datenmodell. Zudem gibt es je nach verwendeter GIS-Software Abweichungen (vgl. Roth u. a. 2015). Ungenaue Datengrundlagen sollten transparent kommuniziert und die auf ihnen basierenden Modelle im Zweifelsfall sehr zurückhaltend eingesetzt werden. Weiterhin können Sichtbezüge auf Basis von Geodaten auch mathematisch berechnet werden (vgl. Täuber/Roth 2015).

EINBINDUNGEN VON VISUALISIERUNGEN IN BÜRGERBETEILIGUNGSVERFAHREN ZU WINDKRAFTANLAGEN

Visualisierungen können eine Debatte über die Planung von Windkraftanlagen maßgeblich beeinflussen. Entsprechend sollten sie bei der Konzeption des Beteiligungsverfahrens unbedingt mitgedacht werden. Ziel sollte sein, möglichst früh korrekte und glaubwürdige Visualisierungen zu besitzen, die von allen

Beteiligten gleichermaßen als Referenz genutzt werden. Um das zu erreichen, empfiehlt sich folgende Vorgehensweise:

1) In Frage kommende Potenzialflächen erläutern
Im ersten Schritt sollte, unterstützt durch GIS-Karten, verständlich erklärt werden, welche Flächen grundsätzlich für Windkraftanlagen in Frage kommen und welche Flächen ausgeschlossen werden müssen. Dieser Diskussion ist ausreichend Zeit einzuräumen.

2) Betrachter-Standorte für die Analyse visueller Auswirkungen gemeinsam auswählen
Die Glaubwürdigkeit und Repräsentativität der Visualisierungen wird deutlich erhöht, wenn in einem vorgeschalteten Schritt Rückmeldung von den Bürgern eingeholt wird, welche Sichtbezüge visualisiert werden sollten.

3) Qualitätskriterien beachten
Die Erstellung der Visualisierungen sollten klar vom Ziel einer möglichst akkuraten und repräsentativen Darstellung geleitet werden. Die Nachvollziehbarkeit wird durch Beachtung der Qualitätskriterien und eine Dokumentation der Visualisierungsparameter gewährleistet. Auf wenig alltagsrepräsentative Darstellungen (z. B. Luftbildaufnahmen, Weitwinkel) sollte verzichtet werden. Liegen keine ausreichend präzisen Höhenmodelle für 3D-Visualisierungen vor, sollten unbedingt auch Fotomontagen eingesetzt werden. Möchten Stakeholder (z. B. Bürgerinitiativen) eigene Visualisierungen erstellen, sprechen Sie das Thema Qualitätskriterien rechtzeitig und offen an. Bitten Sie um eine Offenlegung der Visualisierungsparameter. Nur so sind verschiedene Visualisierungen am Ende überprüfbar und vergleichbar.

4) Verständliche Präsentation
Die Präsentation sollte mit lichtstarkem Beamer und großer Leinwand erfolgen und ausreichend Zeit für Erläuterung und Diskussion bieten. Bewährt haben sich auch Ortsbegehungen mit ausgedruckten Fotomontagen, die in das Sichtfeld gehalten werden.

Praxisbeispiel: GIS-basierte 3D-Windkraftvisualisierung

Im Projekt VisAsim wurde eine interaktive GIS-basierte 3D-Visualisierung mit hohem Detailgrad erstellt. Der entwickelte Prototyp ist eine 3D-Landschaftssimulation, die auf einem digitalen Höhenmodell und einem Orthophoto basiert. 3D-Objekte von Landschaftselementen wie der Vegetation und 3D-Modelle von Windturbinen wurden entsprechend der Koordinaten hinzugefügt. Darüber hinaus können die Belichtung und die Tageszeit interaktiv verändert werden. Der Nutzer kann sich im virtuellen Landschaftsmodell frei bewegen. Zudem wurden Audiodateien von Geräuschausbreitungen mit unabhängiger Kontrolle des relevanten Signalattributspektrums, der Modulation und der tonalen Komponenten erzeugt. So konnten Geräusche und ihre Ausbreitung in Abhängigkeit vom Windturbinentyp, der Windgeschwindigkeit und den räumlichen Gegebenheiten in die virtuellen Landschaften integriert werden.
http://www.visasim.ethz.ch

Abbildung 37: Ausschnitt aus VisAsim (Madeleine Manyoky, VisAsim)

VISUALISIERUNGEN VON INFRASTRUKTURPROJEKTEN AM BEISPIEL STRASSENBAU

Viele Bürger haben zu geplanten Straßen viele Fragen, die mit Visualisierungen gut erörtert werden können.

BEDARFSPLANUNG

Der erste Schritt der Verkehrs- und Wegeplanung ist die Feststellung des Bedarfs (z. B. im Bundesverkehrswege- oder Landesstraßenbedarfsplan). Bedarf resultiert klassischerweise aus einer Überlastung bestehender Straßen oder aus der Anbindung neuer Bebauung. Die Frage nach dem Bedarf ist, genauso wie Fragen zu Lärm und Schadstoffen, ein in der Bürgerbeteiligung immer wiederkehrender Aspekt. Visualisierungen können die Begründung verständlicher und nachvollziehbarer gestalten. Belastungen von Verkehrswegen können gut über vereinfachte Straßenkarten dargestellt werden. Besonders verständlich ist die Repräsentation der Verkehrsdichte durch ein Farbspektrum von grün nach rot (nicht empfehlenswert ist es hingegen, die Breite der Straße zu variieren). In gleicher Weise können auch Lärm- und Schadstoffemissionen dargestellt werden. Resultiert der Bedarf aus Schäden, werden am besten Fotografien verwendet (z. B. Risse im Asphalt).

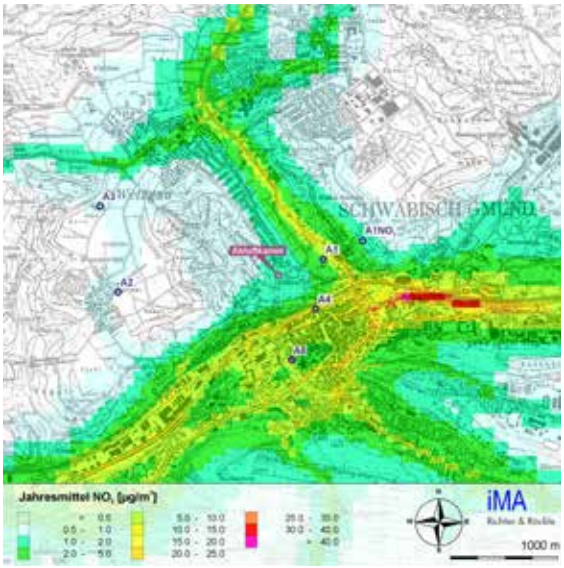


Abbildung 38: Visualisierung von Schadstoffbelastungen im Stadtgebiet Schwäbisch-Gmünd (iMA Richter & Röckle GmbH & Co. KG)

Wie stark man den Bedarf auch mit einfachen Visualisierungen veranschaulichen kann, zeigt eindrucksvoll die „Sendung mit der Maus“: Das Fernsehteam begleitet in seiner bislang längsten Sachgeschichte den Neubau der Leverkusener Rheinbrücke (Teil 1 unter http://www.ardmediathek.de/ tv/Die-Sendung-mit-der-Maus/Leverkusener-Auto-bahnbrücke-Teil-1/DasErste/Video?bcastId=1458&documentId=32855764).

LINIENFINDUNG UND LINIENBESTIMMUNG

Gegenstand der Linienfindung ist die Findung eines optimalen Korridors für den Verlauf der Straße. Dazu werden verschiedene Voruntersuchungen durchgeführt (u. a. Umweltverträglichkeitsstudie, Verkehrsuntersuchung) und die in Frage kommenden Alternativen miteinander verglichen. Zur Darstellung des Linienverlaufes sollten überblicksgebende 2D-Karten verwendet werden. Die Karten sollten auch Laien vertraut sein und besonders interessierende Räume (z. B. Wohngebiete, Schutzgebiete) deutlich erkennbar sein. Als Grundlage können Orthofotos oder Google Maps/Google Earth genutzt werden. Mit dem Programm Sketchup können in Google Earth selbst erstellte Geometriemodelle implementiert werden. Die Planer sollten vor der Visualisierung überlegen, welche Themen und Räume die Bürger besonders interessieren dürften. Dann können sie in den Darstellungen darauf Bezug nehmen. Für linienförmige Bauwerke sind besonders die Visualisierungshinweise auf S. 55 zu beachten.

ENTWURFS- UND GENEHMIGUNGSPLANUNG

Ist die Linie gefunden, rückt die konkrete Planung der Straße und Ingenieurbauwerke (z. B. Brücken) in den Vordergrund. Zentrale Themen der Bürgerschaft, die durch Visualisierungen angesprochen werden können, sind die visuellen und verkehrlichen Auswirkungen von Bauwerken, Fragen der Verkehrsführung und Grundstücksfragen.

Zu den visuellen Auswirkungen zählt beispielsweise die Sichtbarkeit der Straße und assoziierter Bauwerke von Wohngebäuden und Freizeitarealen aus. Können die relevanten Betrachter-Standorte klar und punktgenau definiert werden, ist eine Sichtbarkeitsanalyse mittels Fotomontagen möglich. Vorher- und Nachher-Zustand sollten zur besseren Vergleichbarkeit unmittelbar nebeneinander visualisiert werden. Die Bildparameter der Fotomontage (Aufnahmezeitpunkt, Kamerawinkel/Brennweite, Planungsvariante des abgebildeten Bauwerks etc.) sollten zur besseren Nachvollziehbarkeit offengelegt werden (vgl. Steckbrief Windkraft). Genauso ist die Visualisierung als Rendering oder Animation möglich. Die Bauwerksdaten aus dem Fachplanungswerkzeug (z. B. CARD/1) werden dazu über eine Schnittstelle an 3D-Viewer übergeben. Je üblicher es wird, in 3D zu planen, desto leichter und kostengünstiger lassen sich 3D-Visualisierungen für Vorentwurfsplanungen erstellen.

Dabei ist zu beachten: Vorhabenträger sollten genau prüfen, auf welche GIS-Daten sie zurückgreifen können. Je nach Herkunft liegen diese in unterschiedlich akkurater Form vor. Identifizieren Laien Abweichungen zur Situation vor Ort oder zum frei verfügbaren Google Earth, kann das Misstrauen fördern. Besser sind möglichst genaue Daten oder zumindest eine transparente Kommunikation, auf welchen Grundlagen die Visualisierung beruht und wo ihre Grenzen sind.

Interessierende verkehrliche Auswirkungen sind insbesondere resultierende Verkehrsaufkommen und -verlagerungen sowie veränderte Verkehrsführungen. Die Simulation des Prognosefalls kann, analog zur Darstellung der Ist-Situation bei der Bedarfsbegründung, in einfacher Form als farblich variierte 2D-Karte für repräsentative Tageszeitpunkte dargestellt werden. Wesentlich komplizierter ist es, die Leistungsfähigkeit der Verkehrsanlagen, Fahrwege und Verkehrsflüsse zu erläutern. Am anschaulichsten, aber auch aufwändigsten ist eine 3D-animierte mikroskopische Verkehrsflusssimulation. Diese kann mit gängiger Software auch in 3D-Echtzeit dargestellt werden (z. B. PTV Vissim). Setzt man diese im Rahmen der Bürgerbeteiligung ein, ist es wichtig, vorher konkrete Szenarien zu definieren (insbesondere Tag und Uhrzeit) und die Simulation mehrfach zu wiederholen. Bestehen Fragen zur Nutzung der Verkehrswege durch Verkehrsteilnehmer, z. B. hinsichtlich Sicherheit oder Beschilderung, können auch Animationsfilme eingesetzt werden, die eine Durchfahrung simulieren. Inzwischen gibt es Möglichkeiten, Verkehrsflussdaten an Fahrsimulatoren zu überspielen und die

Abbildung 39: Echtzeitsimulationstool „The Waymaker“ zur Straßenneugestaltung (Cupolamedia)

Praxisbeispiel: Ausbau der A7 – Hamburger Deckel

Die A 7 im Westen Hamburgs stellt nördlich des Elbtunnels bis zur Landesgrenze zu Schleswig-Holstein einen der meist belasteten Autobahnabschnitte Deutschlands dar. Und sie führt durch dicht bebaute Gebiete. Aufgrund aktueller Verkehrsprognosen wurde der 8-streifige Ausbau in den „Vordringlichen Bedarf" eingestuft. Drei Tunnel als Hamburger Deckel sorgen zukünftig für Lärmschutz. Basierend auf über eine CARD/1 DWG-/DXF Schnittstelle übermittelten Planungsdaten wurde ein 3D-Modell der Tunnelbauwerke und Lärmschutzwände erstellt. Mit dem Modell konnten auch verschiedene Varianten der Gestaltung der Tunneloberflächen verglichen werden. Auch der Bauablauf wurde über ein 3D-Modell erläutert (3d-Studio Max). Dort konnten interaktiv zur Planungsphase gehörende Lagepläne, Querschnitte und Bauwerkspläne eingeblendet werden. Beide Modelle wurden intensiv in der Bürgerbeteiligung eingesetzt und halfen, wesentliche Fragen zu beantworten. Zudem wurde ein Virtual Reality-Fahrsimulator mit Eye-Tracking System eingesetzt, um die notwendige Größe der Verkehrsanzeigen zu ermitteln.

http://www.card-1.com/produkt/projektbeispiele/hamburger-deckel-in-sicht/

http://www.vkon-media.de/news_hamburg.html

Abbildung 40: Fahrsimulator zur Größenbestimmung der Verkehrsanzeigen (© www.interoffice.de 2017)

Durchfahrung in Echtzeit zu simulieren (siehe Praxisbeispiel: Ausbau der A 7). Dadurch können Bürger neue Verkehrsführungen sehr plastisch nachvollziehen. Und Planer können die Ausführungen der Verkehrsanlagen, wie Beschilderung und Beleuchtung, validieren. Eine einfachere, aber auch weniger akkurate Variante ist die Darstellung typischer Situationen als Animationsfilm.

Anders gelagert ist der Fall bei der Umgestaltung innerstädtischer Straßenräume, die immer häufiger auch partizipativ angegangen werden. Bürger werden ermuntert, eigene Ideen einzubringen und Alternativen zu vergleichen. Die dort eingesetzten klassischen Visualisierungsmedien sind Fotomontagen und Zeichnungen. Allerdings: Ihre Erstellung benötigt Zeit, die Perspektiven sind limitiert und eine ad hoc Veränderung ist nicht möglich. Hier können 3D-Simulationen auf Basis von Game Engines Abhilfe schaffen. Sie sind in der Regel intuitiv zu bedienen. Und Veränderungen sind schnell per Mausklick umsetzbar. Durch sie sind insbesondere funktionale Aspekte wie resultierende Fahrbahnbreiten leicht ersichtlich.

AUSFÜHRUNGSPLANUNG

Ist das Projekt beschlossen und durchgeplant, interessieren sich die Bürger häufig für die Auswirkungen während der Bauphase. Werden Strecken oder Fahrspuren gesperrt? Bis wann ist mit Einschränkungen zu rechnen? Diese Entscheidungen werden im Rahmen der Bauablaufplanung getroffen. Ein grober Überblick über Einschränkungen, Termine und Ausweichstrecken lässt sich gut mit klassischen Kartendarstellungen geben. Gerade bei komplexen Bauwerken ist es darüber hinaus sehr interessant, den exakten Bauablauf visuell zu simulieren. Eine solche Visualisierung befriedigt nicht nur technisches Interesse, sondern weckt auch Verständnis für den Umfang der Arbeiten. Darüber hinaus ist sie auch für die unterschiedlichen Planungsbeteiligten von Nutzen, die ihre Gewerke aufeinander abstimmen müssen.

Abbildung 41: Ausschnitt aus Animationsfilm zum Bauablauf des Neubaus der Lennetalbrücke (Straßen.NRW, abrufbar unter https://www.strassen.nrw.de/projekte/a45/neubau-der-lennetalbruecke.html)

Praxisbeispiel: Ludwigshafen diskutiert – Umbau innerstädtischer Verkehrswege

Das Ludwigshafener Stadtbild ist stark durch seine Hochstraßen geprägt. Da eine Sanierung der Bauwerke technisch sehr komplex und teuer ist, hat die Stadtverwaltung entschieden, Alternativen auszuarbeiten und städtebauliche Potenziale zu prüfen. 2014 wurden vier Varianten vorgestellt und in einem Bürgerbeteiligungsverfahren diskutiert. Hier wurden 3D-Animationen aller vier zur Debatte stehenden Brücken- und Straßenverlaufsvarianten für ein großes Infrastrukturprojekt online gezeigt. Gleichzeitig gab es auf Veranstaltungen die Möglichkeit, das Areal selbst über Joystick-Steuerung zu durchfliegen. Die Visualisierung wurde auf einem Bildschirm auch in einem Einkaufszentrum Passanten präsentiert.

http://www.ludwigshafen-diskutiert.de/past-information

Abbildung 42: Ausschnitt aus der Echtzeitvisualisierung eines Planungskonzeptes zum Hochstraßen-Neubau (V-KON.Media GmbH)

VISUALISIERUNGEN VON VERFAHRENSABLÄUFEN

Nicht nur die Visualisierung von Planungskonzepten ist für die Öffentlichkeit von Belang, sondern auch die Visualisierung von Verfahrensabläufen. Beispielsweise ist der Ablauf der Öffentlichkeitsbeteiligung häufig Gegenstand von Missverständnissen. Zu den zentralen Fragen gehören unter anderem:

- Welche Planungs- und Genehmigungsphasen gibt es? Und was wird dort jeweils entschieden?
- Welche Möglichkeit der Beteiligung gibt es in der jeweiligen Phase? Und was passiert mit den Beteiligungsergebnissen?
- Wie sieht der Rahmen der Beteiligung aus? Welche Fragen sind Gegenstand der Beteiligung?
- Wer ist für die Beteiligung verantwortlich und wer ist Ansprechpartner?

Diese Informationen lassen sich sehr gut mit übersichtlichen Prozessschaubildern erläutern, die für Präsentationen, Flyer und Plakate verwendet werden können. Damit die Schaubilder verständlich sind, sollte man Grundregeln des Informations- und des Multimediadesigns beherzigen (vgl. Tufte 1990; Clark/Mayer 2016):

1) Zielgruppe richtig einschätzen – Fluch des Wissens vermeiden
Experten neigen in der Kommunikation mit Laien dazu, Hintergrundwissen für selbstverständlich zu erachten und Laien zu überfordern. Die Kommunikationswissenschaft nennt das den „Fluch des Wissens". Gerade für Bürgerveranstaltungen sollten Informationen über Planungs- und Genehmigungsverfahren in eine für Laien verständliche Sprache übersetzt werden. Die allermeisten Aussagen lassen sich deutlich vereinfachen, ohne sie grob zu verfälschen. Es kommt nicht auf jedes Detail an.

2) Kernbotschaften definieren
Auch in der Kommunikation gilt: Weniger ist oft mehr. Lange Ausführungen mit vielen verschiedenen Themen überfordern viele Zuhörer – gerade auch dann, wenn man nicht vom Fach ist. Um sich nicht zu verzetteln, sollten im Vorfeld einer Präsentation maximal drei Kernbotschaften definiert und alle Erläuterungen darauf ausgerichtet werden.

3) Visuelle Darstellungen in den Mittelpunkt rücken
Für PowerPoint, Broschüren, Plakate und Webseiten gilt: Wenige Bilder und übersichtliche Grafiken, die mit fein dosierten textlichen Erläuterungen synchronisiert werden, sind weitaus effektiver als lange Textwüsten. Sie bleiben den Zuhörern/Zuschauern am ehesten in Erinnerung („Multimediaprinzip"). Der erste Schritt bei der Gestaltung der Informationsmaterialien sollte sein, visuelle Darstellungen zu entwickeln, die die Kernbotschaften verständlich vermitteln und im Zentrum des Vortrags bzw. von Broschüre/Plakat stehen. Text hat dann die Aufgabe, die Grafiken zu erläutern – nicht andersherum.

4) Bild und Text gleichzeitig präsentieren
Informationen sind besonders verständlich, wenn Bild und Text gleichzeitig und in unmittelbarer räumlicher Nähe zueinander präsentiert werden („Kontiguitäts-Prinzip").

5) Auf überflüssige Informationen verzichten
Jegliche Information, die nicht zu den Kernbotschaften passt (und sei sie noch so attraktiv präsentiert), lenkt ab und beeinträchtigt das Verstehen und Behalten („Kohärenz-Prinzip").

6) Audiovisuelle Darstellungen verwenden
Informationen, die gleichzeitig bildlich und mit gesprochener Sprache präsentiert werden, sind am verständlichsten. Der Verständlichkeit abträglich ist hingegen die gleichzeitige Präsentation von gesprochener Sprache und schriftlichem Text, wie es bei vielen PowerPoint-Präsentationen gemacht wird („Redundanz-Prinzip").

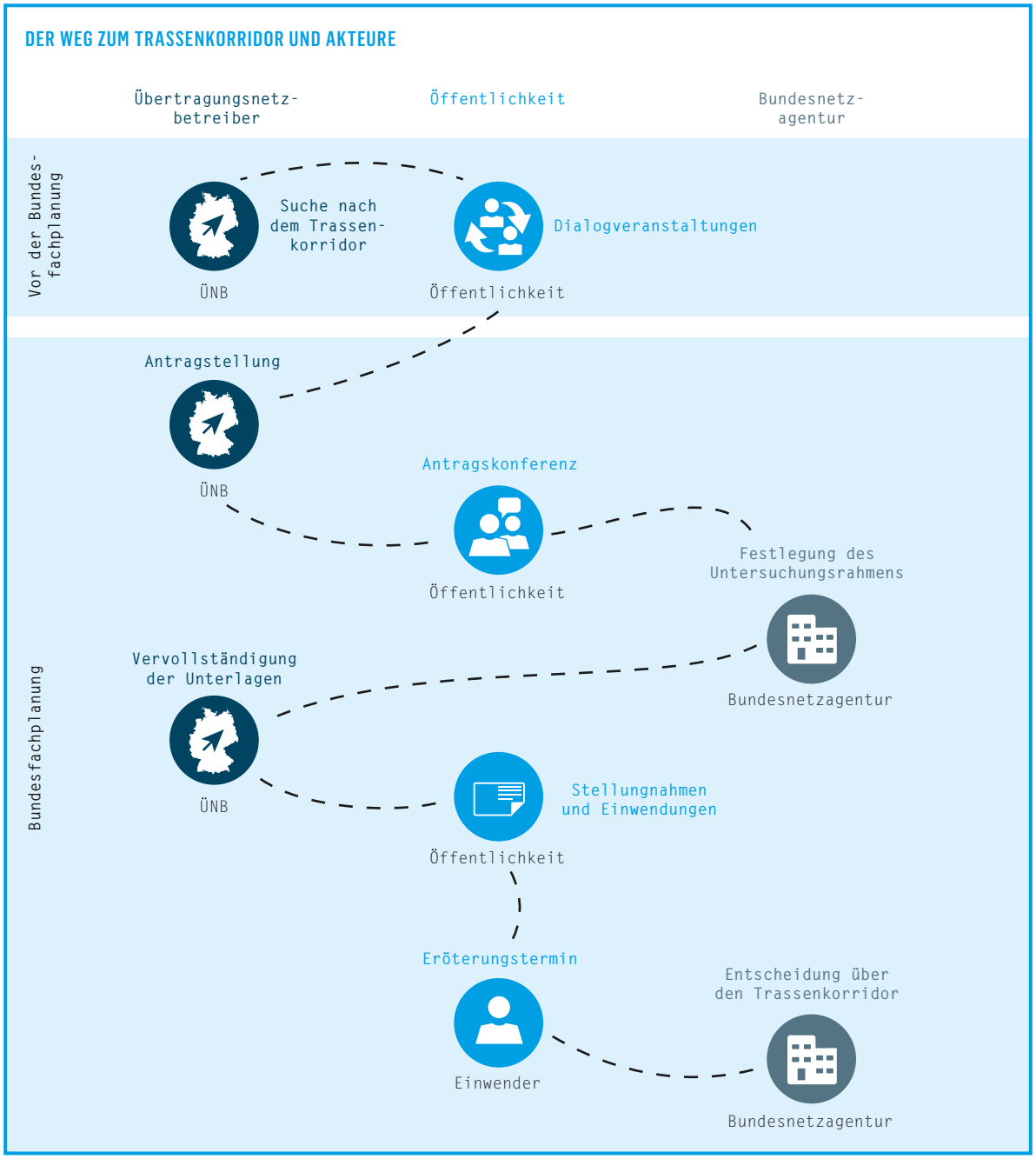


Abbildung 43: Einfach und übersichtlich – Grafik zum Verfahrensablauf im Netzausbau (Bundesnetzagentur)

7) Piktogramme verwenden
Piktogramme ermöglichen es einem Betrachter, einen Sachverhalt sehr schnell wahrzunehmen und zu begreifen (weswegen sie gerne als Verkehrswarnzeichen eingesetzt werden). Piktogramme können ideal mit kurzen Textabsätzen kombiniert werden und eignen sich daher gut für Prozessschaubilder.

8) Daten mit Farben und Größen visualisieren
Es gibt weit mehr Möglichkeiten, Datenpunkte zu visualisieren, als in nüchternen Tabellen oder Diagrammen. Ein sehr anschauliches Vorgehen ist, ein Analogiebild zu finden und Zahlenwerte durch eine Variation von Farben oder Größen zu vermitteln.

9) Visualisierungen mehrfach zeigen
Visualisierungen werden umso besser erinnert, je öfter sie wahrgenommen werden. Effektiv ist es, in Präsentationen, Broschüren, Plakaten und Webseiten stets dieselben zentralen visuellen Abbildungen zu zeigen.

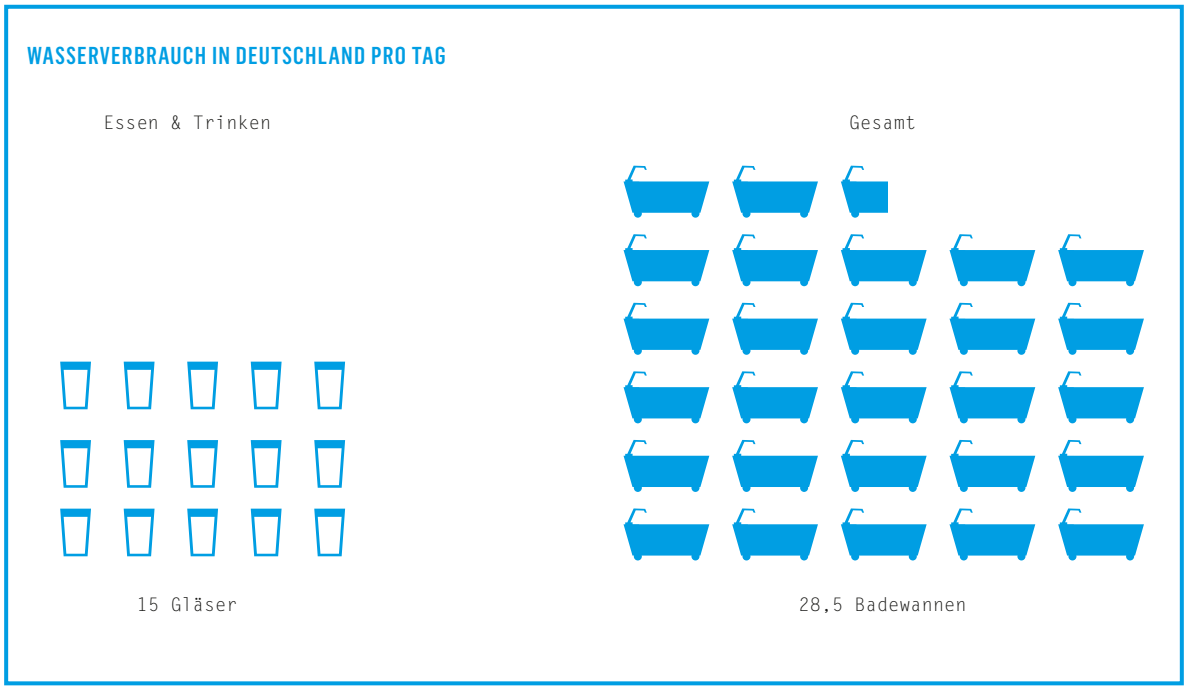
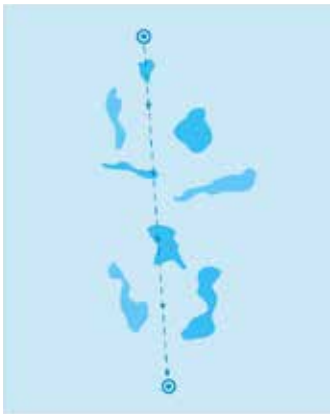


Abbildung 44: Datenvisualisierung in Info-Grafik (eigene Darstellung)

Ermitteln der Raumwiderstände



- Entwicklung des Untersuchungsraums entlang der Luftlinie von innen nach außen

Geradlinigkeitsprinzip
Das Greadlinigkeitsprinzip steht für eine möglichst kurze, gerade Verbindung zwischen Start- und Endpunkt einer Leitung.

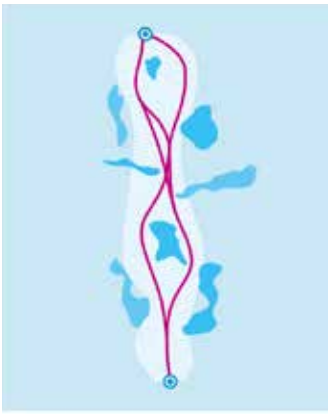
Abgrenzung des strukturierten Untersuchungsraums und fachplanerische Überprüfung

- Aufweiterung des Untersuchungsraums, soweit großflächige Raumwiderstände dies erfordern, um alle in Frage kommenden Trassenkorridore finden zu können
- Eingrenzung des Untersuchungsraums, wo es möglich ist, um eventuelle Betroffenheiten zu minimieren

Raumwiderstände
Raumwiderstände bezeichnen Gebiete, die für Planung und Umsetzung eines Bauvorhabens nicht in Frage kommen
- aufgrund ihrer
- Art (z.B. Schutzgebiete, Militär, Deponie)
- Nutzung (z.B. Siedlungsflächen, Rohstoffgewinnung)
- Bedeutung (z.B. Tourismus)

Bautechnische Widerstände
Beispielsweise
- Hangneigung
- Felsuntergrund

Identifikation möglicher Trassenkorridore



- Entwicklung sinnvoller Trassenkorridore durch möglichst konfliktarme Räume
- Zusätzliche Berücksichtigung kleinräumiger Kriterien
- Weitere Ausdifferenzierung des Kriteriensets (regionale Besonderheiten)
- Trassenkorridorbreite: 1.000 m

Netzverknüpfungspunkt

Luftlinie zwischen den Verknüpfungspunkten

Strukturierter Untersuchungsraum

Hoher Raumwiderstand

Mögliche Trassenkorridore

Abbildung 45: Erklär-Poster zu den Prüfschritten im Vorfeld der Bundesfachplanung zum Netzausbau (TenneT TSO GmbH)

12. LITERATURVERZEICHNIS

Bishop, I.D.; Rohrmann B. (2003): Subjective responses to simulated and real environments: a comparison. In: Landscape and Urban Planning 65, S. 261-277.

Bowman, Doug A.; McMahan, Ryan P. (2007): Virtual Reality: How Much Immersion Is Enough? In: Computer 40, S. 36-43.

BMVI (2014): Handbuch für eine gute Bürgerbeteiligung. Planung von Großvorhaben im Verkehrssektor. Berlin: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur.

Brettschneider, Frank (2016): Erfolgsbedingungen für Kommunikation und Bürgerbeteiligung bei Großprojekten. In: Glaab, Manuela (Hrsg.): Politik mit Bürgern – Politik für Bürger. Praxis und Perspektiven einer neuen Beteiligungskultur. Wiesbaden: Springer VS, S. 219-238.

Brettschneider, Frank; Wenzel, Günter; Steinhagen, Peter; Hiel, Lynn; Früh, Nikolas (2015): Visualization for Public Participation Procedures in Major Infrastructure and Industrial Projects. Proceedings Lake Constance 5D-Conference 2015.

Bullinger, Hans-Jörg; Bauer, Wilhelm; Wenzel, Günter; Blach, Roland (2010): Towards user centred design (UCD) in architecture based on immersive virtual environments. In: Computers in Industry 61, S. 372-379.

Cash, David W.; Clark, William C.; Alcock, Frank; Dickson, Nany M.; Eckley, Noelle; Guston, David H.; Jäger, Jill; Mitchell, Ronald B. (2003): Knowledge systems for sustainable development. In: Proceedings National Academy of Science USA PNAS 100, S. 8086-8091.

Clark, Ruth Colvin; Mayer, Richard E (2011): E-Learning and the Science of Instruction. Proven Guidelines for Consumers and Designers of Multimedia Learning. 4. Auflage. Hoboken: John Wiley & Sons.

Daniel, Terry C.; Meitner, Michael M. (2001): Representational validity of landscape visualizations: The effects of graphical realism on perceived scenic beauty of forest vistas. In: Journal of Environmental Psychology 21, S. 61-72.

DIN – Deutsches Institut für Normung: DIN-Norm 18205:2016-11 – Bedarfsplanung im Bauwesen. Berlin: Beuth Verlag.

Dörner, Ralf; Broll, Wolfgang; Grimm, Paul; Jung, Bernhard (2014): Virtual und augmented reality (VR/AR): Grundlagen und Methoden der Virtuellen und Augmentierten Realität. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.

Downes, Melanie; Lange, Eckart (2014): What you see is not always what you get: A qualitative, comparative analysis of ex ante visualizations with ex post photography of landscape and architectural projects. In: Landscape and Urban Planning 142, S. 136-146.

Flade, Antje (2008): Architektur – psychologisch betrachtet. Bern: Verlag Hans Huber.

Friestad, Marian; Wright, Peter (1994): The Persuasion Knowledge Model: How People Cope with Persuasion Attempts. In: Journal of Consumer Research 21, S. 1-31.

Hayek, Ulrike Wissen (2011): Which is the appropriate 3D visualization type for participatory landscape planning workshops? A portfolio of their effectiveness. In: Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science 38, S. 921-939.

Jansen, Sylvia J. T.; Boumeester, Harry J. F. M.; Coolen, Henny C. C. H.; Goetgeluk, Roland W.; Molin, Eric J.E. (2011): The effect of presentation: What you see is what you value. In: Journal of Architectural and Planning Research 28, 181-193.

Kähler, Gert (2001): Statusbericht Baukultur in Deutschland. Ausgangslage und Empfehlungen. Berlin: Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen.

King, Ross (2014): Das Wunder von Florenz. Architektur und Intrige: Wie die schönste Kuppel der Welt entstand. München: Pantheon Verlag.

Kroeber-Riel, Werner (1993): Bildkommunikation: Imagerystrategien für die Werbung. München: Vahlen.

Lewis, John L. (2012): More art than science: the sources and effects of stylistic variation in visualization for planning and design. In: Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science 39, S. 551-565.

Lovett, Andrew; Appleton, Katy; Warren-Kretzschmar, Barty; Von Haaren, Christina (2015): Using 3D visualization methods in landscape planning: An evaluation of options and practical issues. In: Landscape and Urban Planning 142, S. 85-94.

Mat, Ruzinoor Che; Shariff, Abdul Rashid Mohameed; Zulkifli, Abdul Nasir; Rahim, Mohd Shafry Mohd; Mahayudin, Mohd Hafiz (2014): Using game engine for 3D terrain visualisation of GIS data: A review. In: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 20, S. 1-11.

Mehrabi, Mostafa; Peek, Edward M.; Wuensche, Burkhard C.; Lutteroth, Christof (2013): Making 3D Work: A Classification of Visual Depth Cues, 3D Display Technologies and Their Applications. In: AUIC '13 Proceedings of the Fourteenth Australasian User Interface Conference – Volume 139, S. 91-100.

Nanz, Patrizia; Fritsche, Miriam (2012): Handbuch Bürgerbeteiligung. Bonn: Bundeszentrale für politische Bildung.

Nischwitz, Alfred; Fischer, Max; Haberäcker, Peter; Socher, Gudrun (2011): Computergrafik und Bildbearbeitung. Wiesbaden: Springer Fachmedien.

Paar, Philip; Schroth, Olaf; Wissen, Ulrike; Lange, Eckart; Schmid, Willy A. (2004): Steckt der Teufel im Detail? Eignung unterschiedlicher Detailgrade von 3D-Landschaftsvisualisierung für Bürgerbeteiligung und Entscheidungsunterstützung. In: CORP 2004 & Geomultimedia04, S. 535-541.

Palmer, James F.; Hoffman, Robin E. (2001): Rating reliability and representation validity in scenic landscape assessments. In: Landscape and Urban Planning 54, S. 149-161.

Petty, Richard E.; Cacioppo, John T. (1986): The Elaboration Likelihood Model of Persuasion. In: Advances in Experimental Social Psychology 19, S. 123-205.

Pietsch, Susan M. (2000): Computer visualisation in the design control of urban environments: A literature review. In: Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science 27, S. 521-536.

Rekittke, Jörg; Paar, Philip (2005): Enlightenment Approaches for Digital Absolutism. Diplomatic Stepping-Stones Between the Real and the Envisioned. In: Buhmann, Erich; Paar, Philip; Bishop, Ian; Lange, Eckart (Hrsg.) Trends in Real-time Landscape Visualization and Participation. Heidelberg: Herbert Wichmann Verlag, S. 210-224.

Rohrmann, B; Bishop, I.D. (2002): Subjective responses to computer simulations of urban environments. In: Journal of Environmental Psychology 22, S. 319-331.

Roßnagel, Alexander; Birzle-Harder, Barbara; Ewen Christoph; Götz, Konrad; Hentschel, Anja; Horelt, Michel-André; Huge, Antonia; Stieß, Immanuel (2016): Entscheidungen über dezentrale Energieanlagen in der Zivilgesellschaft. Vorschläge zur Verbesserung der Planungs- und Genehmigungsverfahren. Kassel: Universität Kassel.

Roth, Michael; Junker, Sina; Tilk, Christian; Haubaum, Christina; Schulte-Braucks, Kathrin (2015): To See or not to See: A Critical Investigation of Validity in Visibility Analysis for Assessing Landscape Impacts of Energy Infrastructure. In: Peer Reviewed Proceedings of Digital Landscape Architecture 2015 at Anhalt University of Applied Sciences, S. 82-89.

Schildwächter, Ralph; Zeile, Peter (2008): Echtzeitvisualisierung in städtebaulichen Entscheidungsprozessen. In: Real Corp 008 Proceeding, S. 235-241.

Sheppard, Stephen R. J. (1989): Visual Simulation. A User's Guide for Architects, Engineers, and Planners. New York: Van Nostrand Reinhold.

Sheppard Stephen R. J. (2005): Validity, reliability, and ethics in visualization. In: Bishop, Ian; Lange, Eckart (Hrsg.): Visualization in Landscape and Environmental Planning. Technology and Applications. London: Taylor & Francis, S. 79-97.

Sims, William Riley (1974): Iconic simulations. An evaluation of their effectiveness as techniques for simulating environmental experience along cognitive, affective, and behavioral dimensions. Boston: Massachusetts Institute of Technology.

Staatsministerium Baden-Württemberg (2014): Leitfaden für eine neue Planungskultur. https://beteiligungsportal.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/beteiligungsportal/StM/ 140717_Planungsleitfaden.pdf. Zugegriffen: 25. Juli 2017.

Täuber, Marc-André; Roth, Michael (2011): GIS-basierte Sichtbarkeitsanalysen. Ein Vergleich von digitalen Gelände- und Landschaftsmodellen als Eingangsdaten von Sichtbarkeitsanalysen. In: zfv – Zeitschrift für Geodäsie, Geoinf und Landmanagement 5/2011, S. 293-301.

Tauer, Holger (2010): Stereo-3D: Grundlagen, Technik und Bildgestaltung. Berlin: Fachverlag Schiele & Schoen.

Tufte, Edward R. (1990): Envisioning information. Cheshire: Graphics Press.

VDI – Verein Deutscher Ingenieure (2014): VDI-Richtlinie 7001 – Kommunikation und Öffentlichkeitsbeteiligung bei Planung und Bau von Infrastrukturprojekten. Standards für die Leistungsphasen der Ingenieure. Berlin: Beuth Verlag.

Verwaltungsverfahrensgesetz (VwVfG): Verwaltungsverfahrensgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 23. Januar 2003 (BGBl. I S. 102), das zuletzt durch Artikel 5 des Gesetzes vom 29. März 2017 (BGBl. I S. 626) geändert worden ist. https://www.gesetze-im-internet.de/vwvfg/VwVfG.pdf. Zugegriffen: 25. Julit 2017.

Wahlström, Mikael; Aittala, Miika; Kotilainen, Helinä; Yli-Karhu, Tiina; Porkka, Janne; Nykänen, Esa (2010): CAVE for collaborative patient room design: analysis with end-user opinion contrasting method. In: Virtual Reality 14, S. 197-211.

Wenzel, Günter (2014): Effizientes Zusammenspiel. In: Bauen Aktuell 1/2014, S. 26-29.

Zeile, Peter (2010): Echtzeitplanung – Die Fortentwicklung der Simulations- und Visualisierungsmethoden in der städtebaulichen Gestaltungsplanung. Dissertation. Kaiserslautern: Technische Universität Kaiserslautern.

Zimmermann, Stefan (2014): Methoden der Erfassung und Archivierung von Gebäuden. Ein historisch technischer Überblick. Berlin: epubli GmbH.

SCHRIFTENREIHE DER BADEN-WÜRTTEMBERG STIFTUNG

NR.	TITEL	ERSCHIENEN
86	**Bauprojekte visualisieren – Leitfaden für die Bürgerbeteiligung**	2017
85	**Advances in Nanotechnology – Fundamentals and Applications of Functional Nanostructures**	2017
84	**Nachhaltigkeit Lernen II – Kinder gestalten Zukunft** Ergebnisse der wissenschaftlichen Begleitung	2017
83	**INNOPÄD U3 – Innovative Pädagogische Angebote für Kinder Unter 3 Jahren** Ergebnisse der wissenschaftlichen Begleitung	2017
82	**Inklusionsbegleiter bauen Brücken** Ergebnisse der wissenschaftlichen Begleitung des Programms	2017
81	**Schulbegleitung als Beitrag zur Inklusion** Bestandsaufnahme und Rechtsexpertise	2016
80	**An die Hand nehmen – Kulturlotsen für Kinder** Ergebnisse der Begleitforschung	2016
79	**10 Jahre Boris – Berufswahlsiegel Baden-Württemberg** Eine Erfolgsgeschichte	2015
78	**Vielfalt gefällt! 60 Orte der Integration** Ergebnisse der wissenschaftlichen Begleitung	2015
77	**Nachhaltigkeit lernen – Kinder gestalten Zukunft** Ergebnisse der Evaluation des Programms	2015
76	**Sucht im Alter** Ergebnisse der Evaluation des Programms	2014
75	**Ältere Menschen mit Behinderung** Ergebnisse der Evaluation des Programms „Förderung der Selbstständigkeit älterer Menschen mit Behinderung“	2014
74	**Therapie bei Demenz** Dokumentation zu Effekten körperlichen Trainings bei Menschen mit Demenz	2014
73	**Sprachliche Bildung für Kleinkinder – Sprachförderansätze:** Erfahrungen und Reflexionen über die Projekte der Baden-Württemberg Stiftung zur Sprachförderung	2014
72	**Gleichartig – aber anderswertig?** Analyse zur künftigen Rolle der (Fach-) Hochschulen im deutschen Hochschulsystem	2013
71	**Evaluation COACHING4FUTURE** Ergebnisse der wissenschaftlichen Untersuchung des Programms zur MINT-Nachwuchssicherung	2013
70	**Strategische Forschung Analyse der operativen Schwerpunkte im Bereich Forschung**	2013
69	**Nanotechnology – Advances in Nanotechnology**	2013
68	**Botschafter für Nachhaltigkeit – die Ausbildung von Kulturlandschaftsführern in Baden-Württemberg**	2013
67	**Kinder psychisch kranker oder suchtkranker Eltern**	2012
66	**Medienwerkstatt Kindergarten**	2012
65	**Gartenland in Kinderhand**	2012
64	**Aktionsprogramm Familienbesucher**	2012
63	**Gesundheitsförderung in der Grundschule – Evaluation des Programms „Komm mit in das gesunde Boot"**	2012
62	**Evaluation „Ferienzeit – Gestaltungszeit“**	2012
61	**Da sein! Könnt ich das? Abschlussbericht des Programms Kinder- und Jugendhospizarbeit**	2012
60	**BioLab on Tour**	2011

NR.	TITEL	ERSCHIENEN
59	**Gesundheitsförderung im Kindergarten – Evaluation des Programms „Komm mit in das gesunde Boot“**	2011
58	**Kompetenzen fördern – Erfolge schaffen**	2011
57	**Sag’ mal was – Sprachförderung für Vorschulkinder**	2011
56	**Nanotechnology – Fundamentals and Applications of Functional Nanostructures**	2011
55	**Wiedereinstieg „Chancen = Gleichheit“**	2010
54	**„Neue Brücken bauen … zwischen Generationen, Kulturen und Institutionen“** Programmdokumentation	2010
53	**Erzähl uns was! Kinder erzählen Geschichten und hören einander zu** Evaluation des Programms der Stiftung Kinderland	2010
52	**Leitfaden mikromakro**	2010
51	**Nachhaltigkeit macht fit für die Zukunft – Energie nutzen, Umwelt schützen**	2010
50	**Männer für erzieherische Berufe gewinnen: Perspektiven definieren und umsetzen**	2010
49	**Studie Strategische Forschung**	2010
48	**Expeditionsziel: Nachhaltigkeit – Ihr Reiseführer in die Zukunft**	2010
47	**Familiärer Einsatz als prägender Faktor – Herausforderung für die Suchtprävention** Wie Familien für die familienorientierte Suchtprävention zu gewinnen und welche Veränderungen möglich sind	2010
46	**Qualifizierung von ehrenamtlichen Prüfern** Vorstellung der innovativen Weiterbildungskonzepte „Pädagogisch-didaktische Qualifizierung von ehrenamtlichen Prüfern“ und „Prüfertraining online“	2010
45	**Neue Generationennetzwerke für Familien** Evaluationsbroschüre des Förderprogramms der Stiftung Kinderland, das 2007 bis 2010 statt fand	2010
44	**Kinder und ihr Umgang mit Geld und Konsum** Dokumentation und Evaluation des Förderprogramms der Stiftung Kinderland Baden-Württemberg	2009
43	**Musisch-ästhetische Modellprojekte in Kindergärten und anderen Tageseinrichtungen für Kinder** Dokumentation des Programms der Stiftung Kinderland Baden-Württemberg	2009
42	**Training bei Demenz** Dokumentation der Ergebnisse des Kongresses „Training bei Demenz“ im Dezember 2008	2009
41	**Hilfen und schulische Prävention für Kinder und Jugendliche bei häuslicher Gewalt** Evaluation der Aktionsprogramme „Gegen Gewalt an Kindern“ 2004 – 2008 in Baden-Württemberg	2009
40	**Dokumentation/Evaluation „Zukunftsforen Baden-Württemberg“ (StaLa – FaFo Familienforschung Baden-Württemberg)**	2009
39	**Evaluation „Naturwissenschaftlich-technische Modellprojekte in Kindergärten“**	2008
38	**Erfolgsgeschichten – Nachwuchswissenschaftler im Portrait** Ergebnisse des Eliteprogramms für Postdoktorandinnen und Postdoktoranden der Landesstiftng Baden-Württemberg	2008
37	**Evaluation „Kinder nehmen Kinder an die Hand – Hilfen für benachteiligte und kranke Kinder“**	2008
36	**Zeit nutzen – Innovative pädagogische Freizeitangebote für Kinder und Jugendliche während der Ferienzeit** Dokumentation des Projekts der Stiftung Kinderland Baden-Württemberg	2008
35	**E-LINGO – Didaktik des frühen Fremdsprachenlernens** Erfahrungen und Ergebnisse mit Blended Learning in einem Masterstudiengang (erschienen im gnv Gunter Narr Verlag Tübingen)	2008
34	**Visionen entwickeln – Bildungsprozesse wirksam steuern – Führung professionell gestalten** Dokumentation zum Masterstudiengang Bildungsmanagement der Landesstiftung Baden-Württemberg (erschienen im wbv W. Bertelsmann Verlag Bielefeld)	2008

33	**Forschungsprogramm „Klima- und Ressourcenschutz“** Berichte und Ergebnisse aus den Forschungsprojekten der Landesstiftung Baden-Württemberg	2008
32	**Nanotechnology – Physics, Chemistry, and Biology of Functional Nanostructures** Results of the first research programme “Competence Network Functional Nanostructures”	2008
31	**„Früh übt sich...“ Zugänge und Facetten freiwilligen Engagements junger Menschen** Fachtagung am 21. und 22. Juni 2007 in der Evangelischen Akademie Bad Boll	2008
30	**beo – 6. Wettbewerb Berufliche Schulen** Ausstellung, Preisverleihung, 2007 Gewinner und Wettbewerbsbeiträge	2007
29	**Forschungsprogramm „Mikrosystemtechnik“** Berichte und Ergebnisse aus den Forschungsprojekten	2007
28	**Frühe Mehrsprachigkeit – Mythen – Risiken – Chancen** Dokumentation über den Fachkongress am 5. und 6. Oktober 2006 in Mannheim	2007
27	**„Es ist schon cool, wenn man viel weiss!“ KOMET – Kompetenz- und Erfolgstrainings für Jugendliche** Dokumentation der Programmlinie 2005–2007	2007
26	**Jugend und verantwortungsvolle Mediennutzung – Medien und Gesellschaft** Untersuchungsbericht des Tübinger Instituts für frauenpolitische Sozialforschung TIFS e. V.	2007
25	**jes – Jugend engagiert sich und jes|connection – Die Modellprojekte der Landesstiftung Baden-Württemberg** Bericht der wissenschaftlichen Begleitung 2002-2005	2007
24	**Suchtfrei ins Leben** Dokumentation der Förderprogramme zur Suchtprävention für vorbelastete Kinder und Jugendliche	2007
23	**Häusliche Gewalt beenden: Verhaltensänderung von Tätern als Ansatzpunkt** Eine Evaluationsstudie von Monika Barz und Cornelia Helfferich	2006
22	**Innovative Familienbildung – Modellprojekte in Baden-Württemberg** Abschlussdokumentation des Aktionsprogramms „Familie – Förderung der Familienbildung“	2006
21	**Förderung der Selbständigkeit und Eigenverantwortung von Menschen mit Behinderung** Dokumentation der Projekte der Ausschreibung der Landesstiftung Baden-Württemberg 2002 – 2006	2006
20	**Raus aus der Sackgasse!** Dokumentation des Programms „Hilfen für Straßenkinder und Schulverweigerer“	2006
19	**Erfahrungen, die‘s nicht zu kaufen gibt! – Bildungspotenziale im freiwilligen Engagement junger Menschen** Dokumentation der Fachtagung am 16. und 17. Juni 2005	2006
18	**beo – 5. Wettbewerb Berufliche Schulen** Dokumentation über die Wettbewerbsbeiträge der Preisträgerinnen und Preisträger 2006	2006
17	**Forschungsprogramm Nahrungsmittelsicherheit** Berichte und Ergebnisse aus den Forschungsprojekten der Landesstiftung Baden-Württemberg	2006
16	**Medienkompetenz vermitteln – Strategien und Evaluation** Das Einsteigerprogramm start und klick! der Landesstiftung Baden-Württemberg	2006
15	**Forschungsprogramm Optische Technologien** Zwischenberichte aus den Forschungsprojekten der Landesstiftung Baden-Württemberg	2005
14	**Jugend. Werte. Zukunft. – Wertvorstellungen, Zukunftsperspektiven und soziales Engagement im Jugendalter** – Eine Studie von Dr. Heinz Reinders	2005
13	**4. Wettbewerb Berufliche Schulen** Dokumentation des Wettbewerbs 2005 mit den Preisträgerinnen und Preisträgern	2005
12	**Beruf UND Familie – Wie gestalten wir das UND?** Ein Leitfaden für Praktiker und Praktikerinnen aus Unternehmen und Kommunen	2005
11	**Strategische Forschung in Baden-Württemberg** Foresight-Studie und Bericht an die Landesstiftung Baden-Württemberg	2005

NR.	TITEL	ERSCHIENEN
10	**Jugend und verantwortungsvolle Mediennutzung – Medien und Persönlichkeitsentwicklung** Untersuchungsbericht des Tübinger Instituts für frauenpolitische Sozialforschung TIFS e. V.	2005
9	**Dialog Wissenschaft und Öffentlichkeit** Ein Ideenwettbewerb zur Vermittlung von Wissenschaft und Forschung an Kinder und Jugendliche	2005
8	**Selbstvertrauen stärken – Ausbildungsreife verbessern** Dokumentation innovativer Projekte im Berufsvorbereitungsjahr 2001/2002	2005
7	**Faustlos in Kindergärten** Evaluation des Faustlos-Curriculums für den Kindergarten	2004
6	**Hochschulzulassung: Auswahlmodelle für die Zukunft** Eine Entscheidungshilfe für die Hochschulen	2005
5	**3. Wettbewerb Berufliche Schulen** Dokumentation des Wettbewerbs 2004 mit den Preisträgerinnen und Preisträgern	2004
4	**Jugend und verantwortungsvolle Mediennutzung – Medien und Persönlichkeitsentwicklung** Dokumentation des Fachtags am 4.12.2003	2004
3	**2. Wettbewerb Berufliche Schulen** Dokumentation des Wettbewerbs 2003 mit den Preisträgerinnen und Preisträgern	2003
2	**Neue Wege der Förderung freiwilligen Engagements von Jugendlichen** Eine Zwischenbilanz zu Modellen in Baden-Württemberg	2003
1	**1. Wettbewerb Berufliche Schulen** Dokumentation des Wettbewerbs 2002 mit den Preisträgerinnen und Preisträgern	2002

Kontakt:

Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft
und Organisation IAO
Nobelstr. 12
70569 Stuttgart
Tel +49 (0) 711 970-01
www.iao.fraunhofer.de

Universität Hohenheim
Schloss Hohenheim 1
70599 Stuttgart
Tel +49 (0) 711 459-0
www.uni-hohenheim.de

Fraunhofer IAO

UNIVERSITÄT HOHENHEIM

DIE BADEN-WÜRTTEMBERG STIFTUNG setzt sich für ein lebendiges und lebenswertes Baden-Württemberg ein. Sie ebnet den Weg für Spitzenforschung, vielfältige Bildungsmaßnahmen und den verantwortungsbewussten Umgang mit unseren Mitmenschen. Die Baden-Württemberg Stiftung ist eine der großen operativen Stiftungen in Deutschland. Sie ist die einzige, die ausschließlich und überparteilich in die Zukunft Baden-Württembergs investiert – und damit in die Zukunft seiner Bürgerinnen und Bürger.

Platzhalter Papierzertifizierung

Platzhalter Papierzertifizierung

Baden-Württemberg Stiftung gGmbH
Kriegsbergstraße 42, 70174 Stuttgart
Tel +49 (0) 711 248 476-0 · Fax +49 (0) 711 248 476-50
info@bwstiftung.de · **www.bwstiftung.de**

Baden-Württemberg Stiftung
WIR STIFTEN ZUKUNFT