

Zeitschrift: Werk, Bauen + Wohnen
Herausgeber: Bund Schweizer Architekten
Band: 98 (2011)
Heft: 5: Entwurfsmaschinen = Machines à concevoir = Design-engines

Artikel: Augmented Architecture : über den sinnlichen Umgang mit digitalen Medien in der Architektur
Autor: Hirschberg, Urs
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-177632>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 15.05.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Augmented Architecture

Über den sinnlichen Umgang mit digitalen Medien in der Architektur

Urs Hirschberg Computer können immer sensibler «sehen», «hören» und sogar «fühlen». Vereint mit der menschlichen Intuition werden sie zunehmend zu Sinneserweiterungsmaschinen, die sich als neuartige Entwurfsinstrumente nutzen lassen.

«To the first machine that can appreciate the gesture» – diese Widmung stellte der Architekt und Computerpionier Nicholas Negroponte an den Anfang seines 1970 erstmals erschienenen Buches «The Architecture Machine». Die erste Maschine, die Gesten schätzen kann – so vom Computer zu sprechen, kommt uns auch heute noch ungewöhnlich vor. Der Computer ist zwar aus dem Architekturbüro nicht mehr wegzudenken. Die poetische Vision von einem dialogischen Miteinander zwischen Mensch und Maschine, die Negroponte mit seiner Widmung suggeriert, hat den Weg in unseren Alltag indes nie gefunden.

In jüngster Zeit fängt jedoch eine neue Art des Umgangs mit digitalen Medien an, sich zu etablieren. Dazu gehören Multi-Touch Bildschirme, die von unseren Fingern komplexere und auch angenehmere Bewegungen verstehen als nur Tippen und Klicken, oder die neue Generation Computerspiele, mit denen man durch die eigenen Körperbewegungen statt nur mittels Knöpfchen und Joystick spielen kann. Der Umgang mit der Digitaltechnologie, die uns immer so abstrakt und technisch vorgekommen ist, bekommt jetzt auf einmal eine körperlich-sinnliche Dimension. Man muss das Apple iPad oder die Nintendo Wii, die mit diesen technischen Innovationen am stärksten verbunden sind (obwohl sie auch von vielen Konkurrenzprodukten angeboten werden), nicht unbedingt mögen, um den da-

hinterliegenden Trend interessant zu finden. Es ist ein Trend, der in eine Richtung weist, die auch für die Architektur vielversprechend ist. Sowohl die Arbeit am Computer als auch die Dinge, die wir bauen und die immer mehr mit digitalen Medien durchsetzt sind, könnten bald in neuer Weise auf unsere Sinne eingehen.

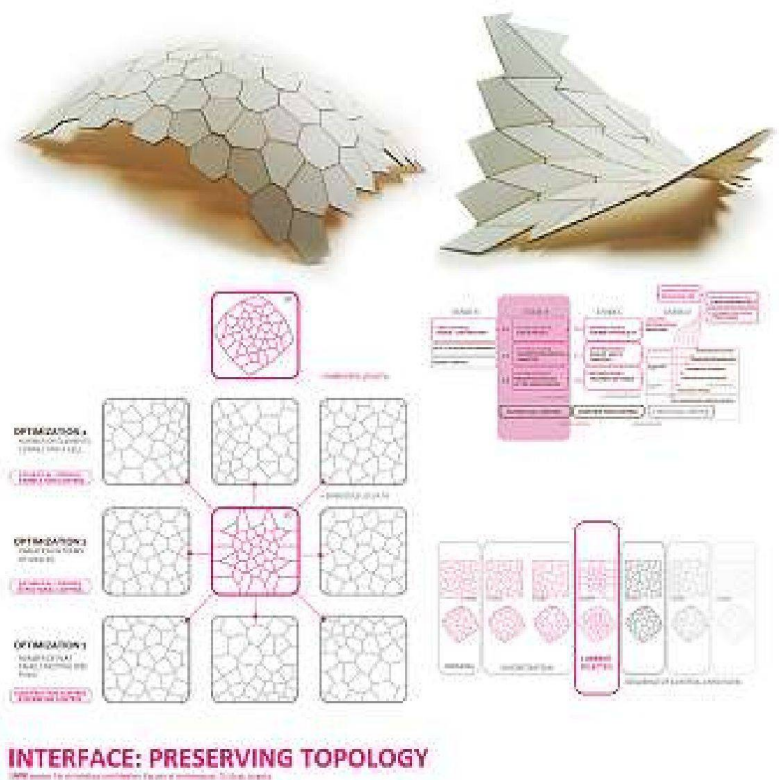
Der vorliegende Text versucht, dem Potenzial dieser neuen Form des Umgangs mit digitalen Medien für die Architektur nachzuspüren. Er postuliert «Augmented Architecture» als Leitmotiv einer zukünftigen Praxis, in welcher der Computer nicht mehr nur als Werkzeug oder Kommunikationsmedium, sondern auch als Sinneserweiterung verstanden wird. Als Illustration werden Projekte aus Forschung und Lehre vorgestellt, die am Institut für Architektur und Medien (IAM) der TU Graz entstanden sind, das der Verfasser seit dessen Gründung im Jahr 2004 leitet.

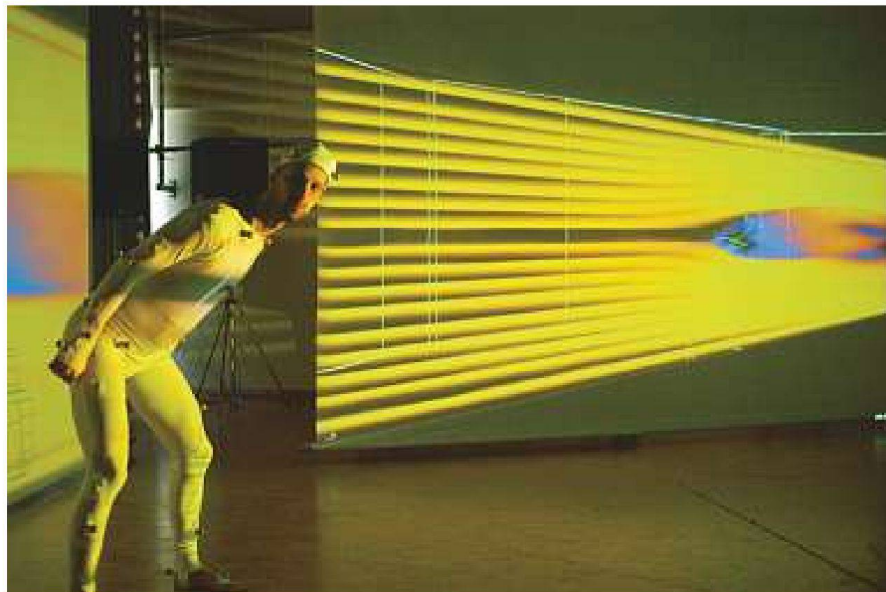
Digitale Intuition

Bekanntlich können Computer heute weit mehr als nur Gesten erkennen. Sie werden immer mehr zu universellen Sinneserweiterungsmaschinen. Dabei setzen die oben erwähnten Multi-Touch- und 3D-Tracking-Systeme nur einen lange bestehenden Trend fort. Optische Sensoren gehören als Herzstücke von digitalen Kameras in immer besserer Qualität zur üblichen Ausrüstung von immer mehr digitalen Geräten. Bildbear-



no_LAB: Das Medienlabor des Instituts für Architektur und Medien (IAM) ist kein traditionelles Labor, sondern eine offene Plattform für digitale Raumexperimente. – Bild: C. Fröhlich, M. Kern





Projekt Spacensing: Raumerfahrung und Bewegung. Tanzbewegungen konditionieren durch projizierte Formen und Farben den Raum, auf den der Tänzer in der Improvisation reagiert. Im Rahmen des Projekts wurde eine Kollektion solcher rückbezüglicher Setups entwickelt, auch unter Verwendung physikalischer Simulationen. – Bilder: S.Zedlacher

beitung, ja Bilderkennung findet heute schon in den Kameras statt. Die Audio-Technik ist ohnehin seit langem digitalisiert, auch die Spracherkennung verbessert sich laufend. Andere Sensoren können aber auch Veränderungen von Luftfeuchtigkeit, Temperatur, Schadstoffen etc. erspüren, die weit unterhalb der menschlichen Wahrnehmungsschwelle liegen. Diese Sensoren und viele weitere, wie etwa Beschleunigungssensoren oder GPS-Empfänger, werden immer häufiger in Alltagsgegenständen eingebaut.

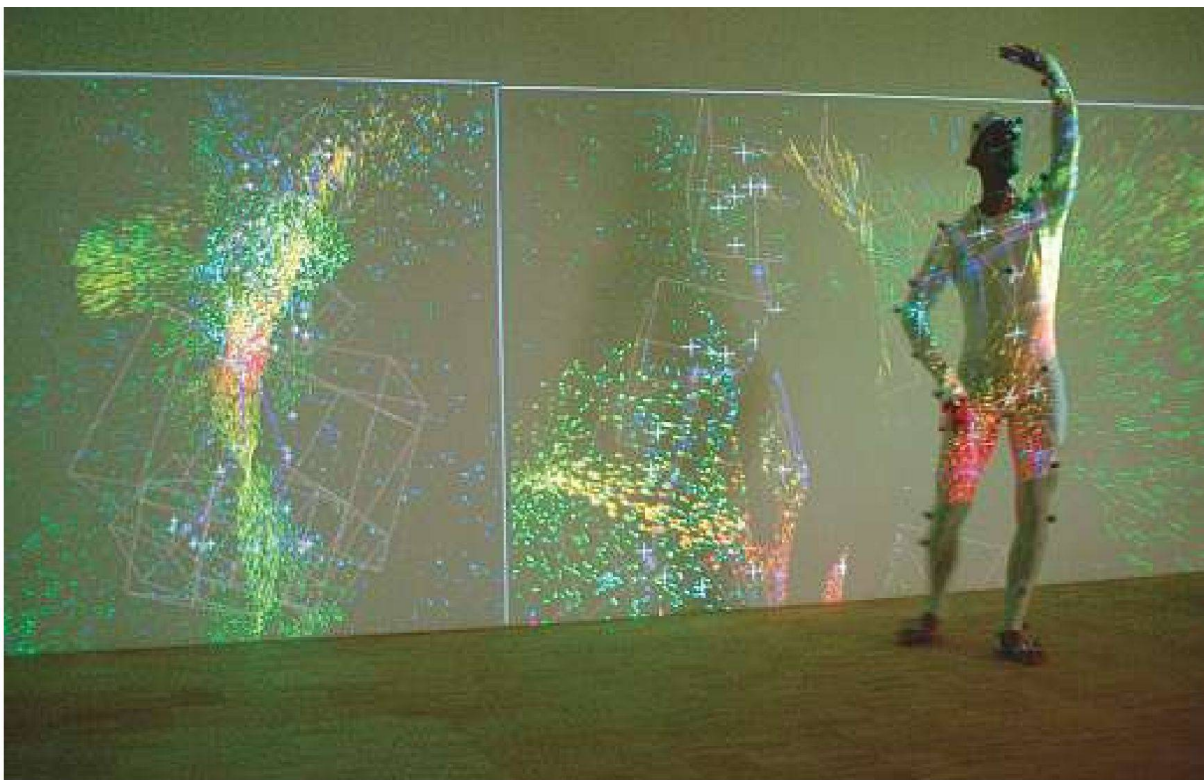
Das Gegenstück zu diesen vielen Sensoren sind die Output-Medien. Diese sind in der Lage, unsere Sinne immer besser zu bedienen. Immer höher auflösende, brillantere Displays, auf denen Bilder detailreich, dynamisch und interaktiv dargestellt werden können, und Beschallungssysteme, mit denen Klang räumlich wird, sind heute Standard. Mit entsprechenden Programmen können wir darauf auch die Performance von Objekten und Situationen darstellen, die nur als physikalische Simulation von digitalen Modellen vorliegen. Komplexeste Formen können nicht nur modelliert, visualisiert und virtuell getestet, sondern auch von digital gesteuerten Maschinen gefertigt werden.

Verwirrend wird es, wenn diese Output-Geräte ihrerseits wieder sensibel werden und zum Beispiel ein Industrie-Roboter durch sogenanntes Force-Feedback dynamisch auf die Beschaffenheit des von ihm bearbei-

teten Werkstoffes reagieren kann. Die terminologische Unterscheidung von Input und Output kommt bei solchen Geräten durcheinander, aber eigentlich ist das nicht verwirrend: Genau solche Feedback-Systeme sind uns am eigenen Leib bestens vertraut und kommen uns deswegen in ihrem Verhalten ganz natürlich vor. Unser Bewegungsapparat vollführt komplexe Steuerungsvorgänge, wenn wir zum Beispiel über ein unebenes Gelände gehen: Das Tasten unserer Füße, das Ausbalancieren, das Abfedern in den Gelenken sind Vorgänge, die unser Körper blitzschnell, automatisch und ohne nachzudenken ausführt.

Die Erweiterung unserer Sinne durch digitale Techniken bzw. die Interaktion mit Geräten, die immer perfekter auf Sensoren-Input oder eben auf unsere Sinne eingehen können, birgt genau aus diesem Grund ein besonderes Potenzial. Sie ermöglicht uns, eine unserer vorzüglichsten Eigenschaften wieder vermehrt einzubringen: unsere Intuition.

Intuition ist ein schillernder Begriff mit vielen Definitionen. Unbestritten ist, dass sie für gestalterische Berufe wichtig ist, ebenso, dass sie gewissermaßen einen Gegenpart zu unserem rationalen Verstand darstellt. Beim französischen Philosophen Henri Bergson sind Intellekt und Intuition zwei entgegengesetzte, sich ergänzende Funktionen unseres Bewusstseins, wobei Intellekt das starre, analytische Prinzip ist, das ausserhalb



der Zeit steht, wohingegen Intuition das Erkennen des handelnden Menschen in der Zeit meint¹. Dazu passt, dass man intuitiv schnell erfassen kann, noch bevor bzw. ohne dass man rational versteht.

Hier soll nun aber kein philosophischer oder erkenntnistheoretischer Diskurs über Intuition eröffnet werden. Der Text geht im folgenden davon aus, dass Intuition eine besondere geistige Fähigkeit ist, die trainiert werden kann, und dass sie in der Tat etwas mit schnellem Erfassen zu tun hat. Ebenso nimmt er an, dass Intuition eine körperlich-sinnliche Dimension hat (Stichwort Bauchgefühl) und dass sie sich leichter auf Sachverhalte anwenden lässt, die sich auf einmal erfassen lassen, und weniger auf solche, die man zuerst entziffern muss. Aus diesen Annahmen lassen sich Kriterien ableiten, wie unsere Intuition auch in der Arbeit mit digitalen Medien wieder vermehrt zum Zug kommen kann. Die folgenden Beispiele sollen ein paar Varianten illustrieren, wie diese Erweiterungen aussehen können.

Mehr ästhetische Kontrolle

Im Rahmen eines vom österreichischen Wissenschaftsfonds FWF geförderten Projektes² entwickeln wir ein Verfahren, wie die Diskretisierung von Freiformflächen, das heißt die Aufteilung in ebene Teilflächen, durch ornamentale Muster gesteuert werden kann. Die Umsetzung von Freiformflächen in gebaute Architektur ist

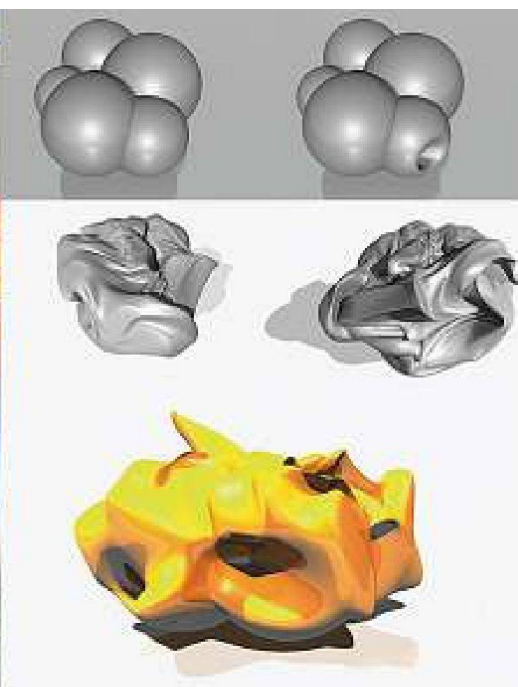
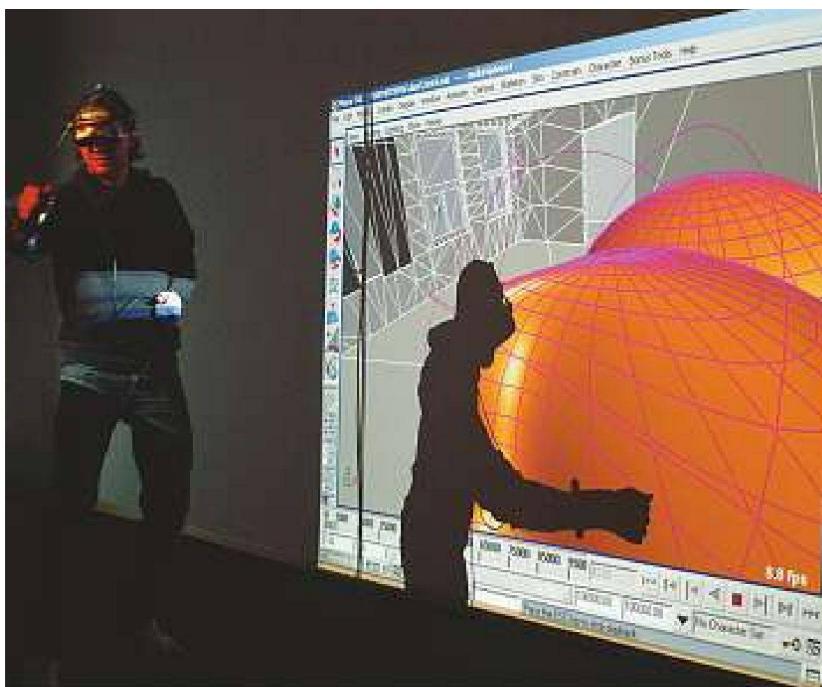
in jüngster Zeit üblich geworden, stellt aber immer noch eine bautechnische Herausforderung dar, die zu hohen Kosten führt. Das Aufteilen solcher Formen in einzelne flache Teilelemente ist sinnvoll, weil sehr viele Baustoffe (im Projekt konzentrieren wir uns auf Brettsperrholz) als Platten produziert werden. Fügetechnisch sind Muster ideal, bei denen sich immer nur drei Elemente in einem Punkt treffen. Diese Aufteilung bedarf aber aufwändiger Optimierungsrechnungen, bei denen ein gewähltes Muster so abgewandelt wird, dass es als Diskretisierungsmuster taugt – eine Berechnung, die nur ein Computer leisten kann. Dem menschlichen Operateur kommt die Rolle zu, im theoretisch unendlichen Raum der möglichen Lösungen diejenige zu wählen, die formal am überzeugendsten ist, etwas, was wiederum der Computer nicht zu leisten vermag. Die ästhetische (intuitive) Kontrolle dieser Optimierungsverfahren soll durch die Unterstützung des Rechners wieder in einen Bereich ausgedehnt werden, den Architekten derzeit den Spezialisten überlassen müssen.

Mehr Körperlichkeit

Im no_Lab, dem Medienlabor des IAM, steht uns ein 3D Motion Tracking System zur Verfügung, wie es auch in der medizinischen Forschung oder in der Filmindustrie verwendet wird. Durch spezielle Hardware können Bewegungen im Raum millimetergenau und fast latenz-

¹ Henri Bergson, *Creative Evolution*, Dover Publications, 1998 (Originaltitel *L'Evolution créatrice*, 1907).

² FWF Projekt I695: Non-standard architecture using ornaments and plane elements, (vgl. <https://iam2.tugraz.at/fwf/freeform/>).



Projekt Formotions: Studierende entwickeln gestische Entwurfswerkzeuge. Während das lineare Übersetzen von Bewegung in Form zwar interessante Resultate, aber wenig praktische Anwendungsmöglichkeiten bringt (linkes Bild), entsteht durch die zusätzliche Einbindung simulierter physikalischer Kräfte wie zum Beispiel Wind eine neue Dimension in der Interaktion. Der Einfluss der Bewegung auf eine Form kann damit sehr subtil gesteuert werden. Die Verwendung solcher immersiven Modellierungswerkzeuge (im rechts abgebildeten Beispiel sprach der Student von einem virtuellen Föhn) ist überraschenderweise auf Anhieb verständlich und natürlich. – Bilder: S. Zedlacher, M. Frühwirth, U. Hirschberg

frei verfolgt werden. Wir verwenden das System unter anderem dafür, mit neuen Interaktionsformen zu experimentieren. Das Projekt Spacensing³ untersucht in Kooperation mit einem Tänzer die Beziehung zwischen Raumerfahrung und Bewegung, während im Projekt Formotions⁴ Studierende neue gestische Entwurfswerkzeuge entwickelt haben.

Eine Art Kombination aus den visuell-analytischen und den haptischen Aspekten der ersten Beispiele ist der interaktive Planungstisch, der im Rahmen eines Projektstudios über die Zersiedlung der Steiermark entstand⁵. Einerseits werden komplexe Sachverhalte (hier eine durch die Studierenden mit über einer Million Einträge gefüllte Datenbank mit demografischen, verkehrstechnischen und topografischen Informationen) zusammengeführt und visuell verständlich dargestellt. Andererseits wurde für die Interaktion mit diesen Daten eine eigene Präsentations- und Interaktionsform entwickelt. Der Tisch ermöglicht die Diskussion und interaktive Erkundung komplexer Zusammenhänge mit mehreren Personen.

Mehr Gefühl

Im Projektstudio Papier Peint⁶ wurde einem Industrieroboter beigebracht, Tapeten zu bemalen. Die Maltechnik ebenso wie die Werkzeuge für die Fabrikation der jeweils auf eine bestimmte räumliche Situation mass-

geschneiderten Tapeten wurden von den Studierenden selbst entwickelt.

Nicht nur unsere Planungswerkzeuge, auch die Räume, die wir bauen, können medial erweitert werden. Auch hier gilt es, Potenziale auszuloten, um herauszufinden, welche medialen Erweiterungen tatsächlich auch sinnvoll sind. Das Projekt Sensitive Voxel⁷ fragt danach, warum unser Tastsinn zwar immer mehr zur Eingabe, aber so gut wie gar nicht als Rezipient von digitaler Information erprobt wurde. Der im Rahmen einer Diplomarbeit entwickelte Prototyp eines multi-dimensionalen Tastrasters ist aus identischen Zellen aufgebaut, die mit Wärme, Kälte und Vibration auf unseren Tastsinn wirken können.

Augmented Architecture als kritischer Begriff

Die vorgestellten Beispiele sind bewusst sehr unterschiedlich – sowohl was ihre Nähe zur Praxis als auch was ihren Bezug zur Architektur bzw. ihre Verortung innerhalb des Architekturschaffens angeht. Wir verwenden dennoch den Begriff Augmented Architecture als gemeinsames Motto dieser höchst unterschiedlichen Forschungen. Dazu sind ein paar abschliessende Bemerkungen angebracht.

«Augmented Architecture» ist eine Abwandlung des bekannteren Begriffes «Augmented Reality». Letzterer wird in der Computerwissenschaft als Oberbegriff für

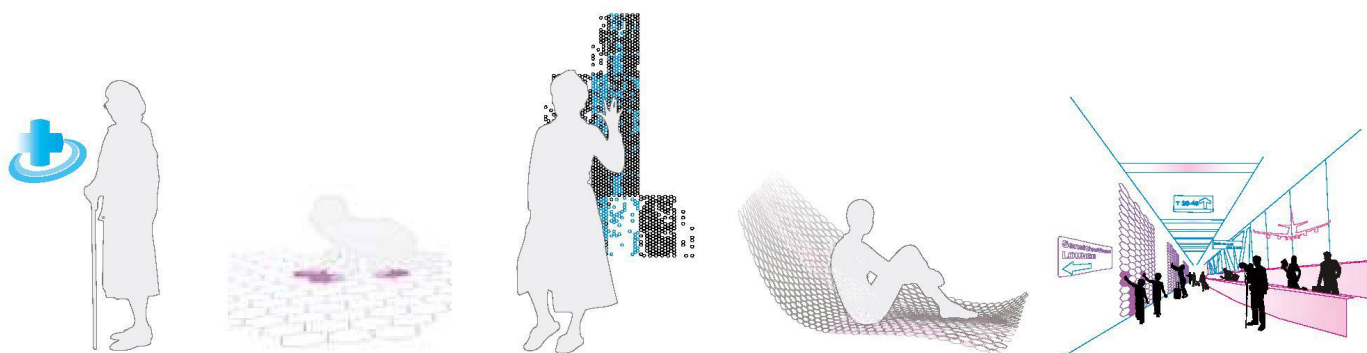
³ Spacensing ist 2007 als Diplomarbeit von Stefan Zedlacher und in Kooperation mit dem Tänzer Klaus Seewald am IAM entstanden (vgl. <http://spacensing.net>).

⁴ Formotions war ein einwöchiger Workshop, der unter der Leitung von Martin Frühwirth und Stefan Zedlacher im November 2006 am IAM stattgefunden hat (vgl. <http://iam.tugraz.at/dm4/wo6/>).

⁵ Atlas Zersiedlung Steiermark, Projektstudio im Sommersemester 2010 unter der Leitung von Richard Dank, Stefan Zedlacher und Urs Hirschberg (vgl. <https://iam2.tugraz.at/studio/s10/>).

⁶ Papier Peint, Projektstudio im Wintersemester 2010/11 unter der Leitung von Richard Dank, Christian Freissling und Urs Hirschberg (vgl. <https://iam2.tugraz.at/studio/w10/>).

⁷ Sensitive Voxel ist 2010 als Diplomarbeit von Ingrid Pohl entstanden.



Anwendungen verwendet, welche die Erweiterung der Wirklichkeit durch zusätzliche Information bezwecken, in der Regel indem diese Information dem sichtbaren Bild überlagert wird. Auch der davon abgeleitete Begriff der Augmented Architecture meint eine mediale Erweiterung. Aber die Erweiterung bezieht sich nicht auf die wahrgenommene Wirklichkeit, sondern auf das Architekturschaffen insgesamt. Augmented Architecture umfasst in unserer Interpretation sowohl die Erweiterung von Entwurfsinstrumenten als auch von Planungs- und Bauprozessen. Ja, selbst das gebaute Werk kann – etwa durch die Verwendung von Sensoren und Aktoren – in diesem Sinne medial erweitert sein. Zwischen diesen strikt zu unterscheiden ist nicht sinnvoll, weil das Wesen der Erweiterung solche genauen Unterscheidungen unterwandern will. Wesentlich für den Begriff Augmented Architecture ist vielmehr, dass wie in der Augmented Reality eine kognitive oder sensorische Erweiterung erreicht wird, die auch eine neue Qualität darstellt: ein fundierteres Verständnis, eine neue Dimension der Wahrnehmung oder eine erweiterte Form der Interaktion.

So verstanden wird der Begriff zum kritischen Instrument. Nicht jede Erweiterung des Architekturschaffens, die technisch machbar ist, ist auch sinnvoll. Es gilt das Kriterium: Solange sie sich nicht ganz natürlich mit unserer Wahrnehmung verbindet und zu einer Verbes-



Projekt Sensitive Voxel: Prototyp eines multi-dimensionalen Tastrasters aus identischen Zellen, die mit Wärme, Kälte und Vibration auf unseren Tastsinn wirken können. Die Wirkung der darauf abspielbaren Muster ist verblüffend. Welche neuartigen Interaktions- und Kommunikationsformen sich mit solchen, sich überlagernden Mustern eröffnen, und ob neben therapeutischen auch Anwendungen im Bereich der interaktiven Architektur sinnvoll sind, soll nun mit einem interdisziplinären Forschungsprojekt untersucht werden. – Bild: I. Pohl



Projekt Papier Paint: Studierende programmieren einen Industrieroboter, um Tapeten zu bemalen. Die Maltechnik ebenso wie die Werkzeuge für die Fabrikation der jeweils auf eine bestimmte räumliche Situation massgeschneiderten Tapeten wurden im Rahmen des Studios von den Studierenden selbst entwickelt – eine digital erweiterte Handwerksarbeit. Hier: Tropfen von Bleichmittel auf dunkel gefärbtem Baumwollstoff. – Bild: <http://iam.tugraz.at/studio/w10/>

serung führt, ist es keine echte Erweiterung. Paradoxerweise kann man also nur dann von Augmented Architecture sprechen, wenn die Erweiterung gar nicht als solche empfunden, sondern von Benutzern als ganz natürlich akzeptiert wird. Die digitale Technik soll unsere Welt bereichern und unser Verständnis erweitern, ohne unsere Sinne zu überfordern. Nur dann bietet sie auch neue Einsatzmöglichkeiten für unsere Intuition.

In Bezug auf die Aufwertung der Intuition sei ein weiterer Hinweis erlaubt. Die hier gemachten Ausführungen sollten nicht zu der naiven Hoffnung verleiten, dass die digitalen Medien bald einmal kinderleicht zu bedienen sein werden und dass wir Architekten uns in Ruhe zurücklehnen und darauf warten können, dass es soweit ist. Bei den kurz vorgestellten Beispielen handelt es sich um Eigenentwicklungen, die nur durch erhebliche Programmierkenntnisse entstehen konnten. Die möglichst einfache, intuitive Interaktion ist ein wichtiges Ziel. Angesichts der Komplexität unseres Faches kann dieses Ziel aber nur erreicht werden, wenn wir die medialen Funktionen ganz präzise und individuell auf unsere Bedürfnisse anpassen können. Das dafür notwendige Mass an Kontrolle kann auch in Zukunft nur erreicht werden, indem man diese Werkzeuge bis zu einem gewissen Grad mitgestaltet. Dafür sind grundlegende Kenntnisse im Scripting – der Lingua franca der digitalen Medien – weiterhin unabdingbar, wes-

wegen wir an der TU Graz den angehenden Architektinnen und Architekten diese Kenntnisse schon in der Bachelorausbildung vermitteln. Die medialen Erweiterungen unserer Sinne und die potentielle Aufwertung der Intuition sollten uns Ansporn sein, diese Entwicklungen selbst mitzugestalten. Es ist wichtiger denn je, dass wir auch die Art, wie wir entwerfen, entwerfen.

Urs Hirschberg ist Professor für Darstellung der Architektur und Neue Medien an der Technischen Universität Graz. Er leitet das von ihm gegründete Institut für Architektur und Medien und ist Dekan der Fakultät für Architektur. Er hat an der ETH Zürich Architektur studiert und doktoriert. Bevor er an die TU Graz berufen wurde, war er (bis 2000) wissenschaftlicher Assistent und Dozent am Lehrstuhl für Architektur und CAAD der ETH Zürich und danach drei Jahre Assistant Professor of Design Computing an der Harvard Graduate School of Design.

résumé **Augmented Architecture** De l'utilisation sensorielle des médias digitaux en architecture Une dimension corporelle et sensorielle est en train de s'ajouter à notre rapport à la technologie digitale, qui nous a toujours paru tellement abstraite et technique. C'est une tendance qui montre une direction très prometteuse pour l'architecture. Aussi bien le travail à l'ordinateur que les objets que nous construisons et qui s'imposent toujours plus grâce aux médias digitaux pourraient bientôt marquer nos sens de manière différente. C'est pour cette raison que l'élargissement du spectre de nos



Projekt Atlas Zersiedlung Steiermark: Planungsrelevante Daten unterschiedlichster Herkunft werden auf den Tisch mit dem topografischen Relief der Steiermark projiziert. Die Steuerung der projizierten Daten geschieht mit Hilfe eines Zeigestabes und mit grafischen Elementen, die vom System erkannt und verfolgt werden. Hier dargestellt: Pendlerströme abhängig von Städteprofilen. – Bild: U. Hirschberg

perceptions par des techniques digitales, respectivement par l'interaction avec des appareils qui réagissent de manière toujours plus parfaite à des inputs de senseurs ou qui stimulent justement nos sens, recèle un potentiel particulier. Il nous permettra de tenir davantage compte d'une de nos facultés les plus précieuses: l'intuition. Dans notre interprétation, Augmented Architecture englobe aussi bien l'élargissement d'outils de conception que de processus de planification et de construction. En ce sens, on peut même élargir médialement un ouvrage déjà construit – en utilisant par exemple des senseurs et des acteurs. Mais au vu de la complexité de l'architecture, cet objectif ne peut être atteint que si les fonctions médiales sont capables de s'adapter très précisément et individuellement à nos besoins. Et même dans le futur, on ne pourra atteindre le degré de contrôle qui y est nécessaire qu'en participant dans une certaine mesure à la conception de ces outils. Il est donc aujourd'hui plus important que jamais de concevoir aussi la façon dont nous allons concevoir.

summary Augmented Architecture On the sensual use of digital media in architecture The use of digital technol-

ogy, which always seems to us so abstract and technical, is increasingly acquiring a physical, sensual dimension. This trend points in a direction that is promising for architecture, too. Both work on a computer as well as the things we build, which are increasingly permeated by digital media, could soon respond to our senses in a new way. Precisely for this reason the expansion of our senses by means of digital techniques or the interaction with appliances that can react in increasingly better ways to sensor input or to our senses harbours a particular potential. It allows us to once more make increasing use of one of our best qualities: our intuition. In our interpretation augmented architecture includes the expansion of both design instruments as well as design and building processes. Indeed even the built work can – for example through the use of sensors and protagonists – be expanded medially in this sense. Given the complexity of architecture this goal can be achieved only when the media functions can adapt precisely and individually to our needs. The degree of control necessary for this can, also in the future, only be achieved by getting involved in the design of these tools to a certain extent. It is therefore more important than ever before that we should also design the way in which we design. ■