

Städtebauliches Entwurfstool

Entwerfen im Dialog mit dem Computer

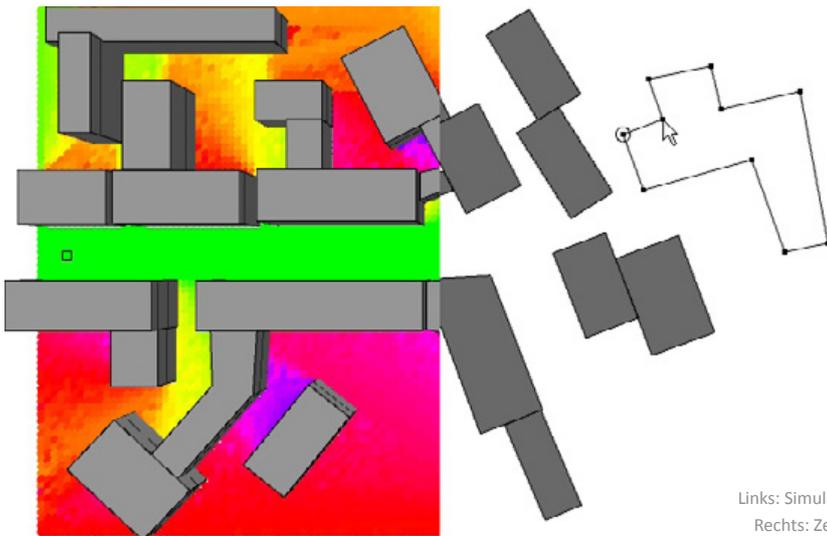


Abb. 1:
Links: Simulationsmodus
Rechts: Zeichenmodus

Mit dem städtebaulichen Entwurfstool haben wir für den Architekten eine innovative Arbeitsumgebung geschaffen. Sie verbindet das kreative Potential des skizzenhaften Entwerfens mit dem Informationsgehalt von Analyse- und Simulationstools. Das Überwachen der planerischen Rahmenbedingungen und baugesetzlichen Vorschriften wird automatisiert. Dadurch richtet sich der Fokus auf den kreativen Prozess des Entwerfens, bei dem der Planer durch vielseitige objektive Simulations- und Analysemethoden unterstützt wird. Visuelles Feedback fließt direkt in neue Entwurfsentscheidungen ein. So entsteht ein kreativer Kreislauf, der sich letztendlich auf die Qualität des Entwurfes niederschlägt.

Bereits 1963 hat der Amerikaner Ivan Sutherland am MIT in Boston mit der Computertechnik dieser Zeit eine Anwendung entwickelt, mit der man Geometrien zeichnen, abspeichern, wieder laden und vervielfältigen konnte. Knapp zwanzig Jahre später, mit der Verbreitung von Computern in Büros, waren solche Programme unter dem Begriff „Computer-Aided-Design“ auch auf erschwinglichen Systemen für jedermann zugänglich. Da die Vorteile digitaler Planung auf der Hand lagen, war es nur logisch, dass sich diese Zeichenwerkzeuge schnell verbreiteten.

Heutzutage ist davon auszugehen, dass fast sämtliche Architekturbüros CAD-Software verwenden. Allerdings muss man sagen, dass sich trotz der sich rasant entwickelnden Computertechnik der Gebrauch und auch der Funktionsumfang der CAD-Software auf das Zeichnen und Ausarbeiten des Entworfenen beschränkt und die größeren Potentiale des Computers, die sich durch stetig wachsende Rechenkapazitäten ergeben, im Entwurfsprozess selbst nicht zur Anwendung kommen. Daher ergibt sich durch den Einsatz verschiedener Softwarelösungen, wie er heutzutage bei Architekten und Stadtplanern üblich ist, zwar eine große Zeitersparnis bei Ausarbeitung und Detaillierung von Entwürfen, allerdings entsteht durch die erhöhte Effizienz der Zeichenwerkzeuge kein ersichtlicher Mehrwert für den Entwurf. Vielmehr besteht die Tendenz, dass die kreative Komponente beim Entwerfen durch eine fortschreitende Zersplitterung in einzelne Fachbereiche und durch die Festlegung auf die begrenzten Möglichkeiten verfügbarer Software an Gewicht verliert. Auf der anderen Seite steht es außer Zweifel, dass die Entwurfsaufgabe kein linear lösbares Problem darstellt, vielmehr bleiben Intelligenz, Idee und Geschmack unabdingbare Lösungsvariablen, welche der Computer allein nicht besitzt.

<http://vimeo.com/16587537>

Link: Video, in dem an einer beispielhaften Gebäudeanordnung der Workflow im Tool dargestellt wird

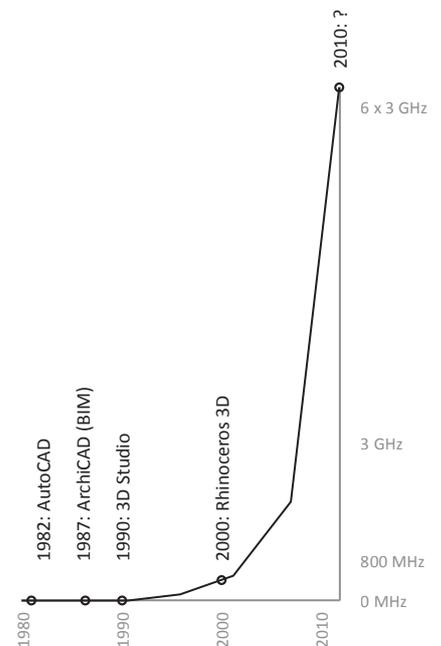
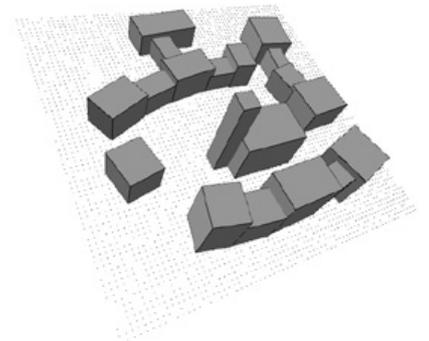
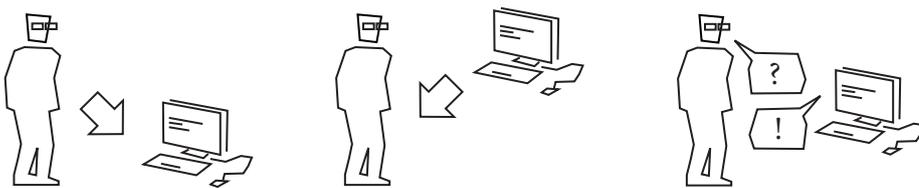


Abb. 2: Computerleistung der letzten 30 Jahre und dazugehörige Innovationen im Bereich der CAD-Software



Motivation und Konzept



Der Computer ist allein nicht in der Lage, subjektiv und situationsbedingt zu urteilen. Es ist der Benutzer, der diese Variablen einbringen muss, was aber nur der Fall sein kann, wenn für ihn die Vorgänge des digitalen Werkzeugs nachvollziehbar und kontrollierbar bleiben. Auch beim parametrischen Entwerfen ist es die konzeptionelle Idee, aus der sich die digitale Ausarbeitung ergeben sollte, nicht umgekehrt.

Wir haben mit unserem Projekt die Frage gestellt, wie der Computer auch für den Entwerfer ohne Programmierkenntnisse Ratgeber und Werkzeug sein kann, ohne dabei die Urhebererschaft über den Entwurf zu übernehmen. Der Schlüssel hierzu ist der Dialog mit dem Computer: das Prinzip von Frage und Antwort, das wir in einem städtebaulichen Entwurfstool realisiert haben. Mit unserer Arbeit stellen wir dem Entwerfer ein Werkzeug zur Seite, das ihm schon in der Konzeptphase des städtebaulichen Entwurfs wichtige objektive Informationen zu Themen wie Lichteinfall, Verschattung, Erreichbarkeit und Nutzbarkeit der gezeichneten Volumen liefert und außerdem zu jeder Anordnung die planerischen Rahmenbedingungen nach der Bauordnung (Geschossflächenzahl, Abstandsflächen, usw.) überwacht. Die Simulationen werden in den Entwurfsprozess integriert. Man hat jetzt die Möglichkeit, in der Simulationsumgebung verschiedene Anordnungen auszuprobieren, während die Analyse in Echtzeit auf Veränderung reagiert. So gibt einem der Computer zwar wichtige Informationen, die Aufgabe des Abwägens und Auslotens verschiedener Gesichtspunkte bleibt aber beim Entwerfer, der so die Kontrolle über seinen Entwurf behält und für den das Resultat daher auch zu jedem Zeitpunkt nachvollziehbar ist. Im Ergebnis entsteht ein kreativer Kreislauf, in dem der Computer in Echtzeit eine objek-

tive Rückmeldung zu verschiedenen Themen liefert, welche dann sofort in die weiteren Entwurfsentscheidungen einfließen können.

Zwar gibt es bereits Softwarepakete, in denen der Stadtplaner auf Simulationen zum Beispiel zur Verschattung zugreifen kann, allerdings steht die Benutzung solcher Programme, da hierfür ein ausgearbeitetes dreidimensionales Modell nötig ist, immer am Ende des Entwurfsprozesses und beansprucht wegen des hohen Funktionsumfangs und der Komplexität solcher Applikationen eine lange Einarbeitungszeit. Stellt sich nun in der Simulation heraus, dass der Entwurf nicht die gewünschten Qualitäten aufweist, muss der Entwerfer, will er ihn verändern, die gesamte Ausarbeitung an diese Veränderungen anpassen (siehe Abb. 4a).

Das entwickelte Entwurfstool, das sowohl als Online-Tool als auch als eigenständige Applikation veröffentlicht und somit einer breiten Nutzergruppe zugänglich gemacht werden wird, verbindet nun die Funktionalität digitaler Simulationswerkzeuge mit einer einfach und intuitiv zu bedienenden Zeichenumgebung. Der Entwerfer kann schnell zwischen den verschiedenen Analyse- und Simulationsmethoden umschalten und direkt auf diese reagieren. Bei der Programmierung wurde darauf geachtet, dass die Simulationen ohne Verzögerungen ablaufen und sich so bei Veränderung der Geometrie in Echtzeit an die neue Situation anpassen können. Sie sind so angelegt, dass sie sofort Ergebnisse anzeigen und sich die Genauigkeit mit fortschreitender Simulationsdauer erhöht. Somit sind auch die Simulationen in einen dynamischen Prozess eingebunden, der Entwerfer bestimmt, ob und wann er sie einsetzen beziehungsweise die Geometrie verändern will.

Abb. 3:
Links: Der Computer als Zeichenwerkzeug
Mitte: Der Computer als unverständlicher Formengenerator
Rechts: Der Entwerfer im Dialog mit dem Computer

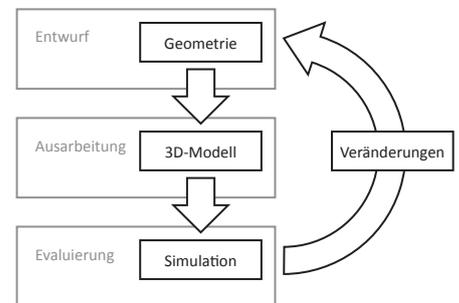


Abb. 4a: Der städtebauliche Entwurfsprozess

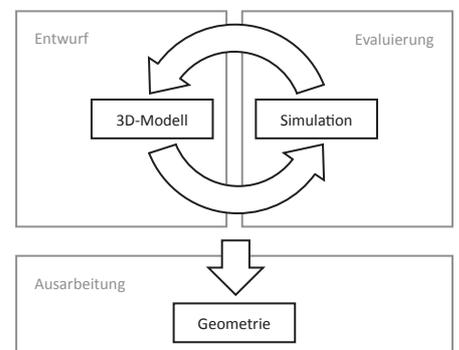
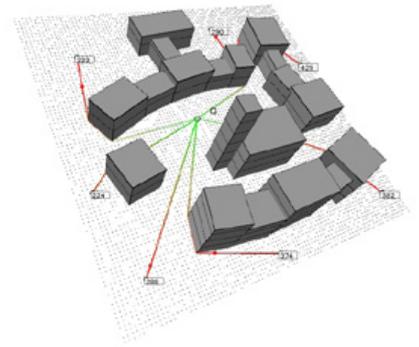


Abb. 4b: Neuer, durch das Entwurfstool ermöglichter Entwurfsablauf



Umsetzung und Ausblick

Die implementierten Analysemethoden lassen sich in drei Gruppen einteilen (Abb. 5). In der ersten Gruppe „Licht und Schatten“ werden die durch Sonnenlicht erzeugte Belichtung und Verschattung der gezeichneten digitalen Skizze simuliert. Hierbei kann entweder eine bestimmte Tageszeit zu einem bestimmten Datum ausgewählt oder der Sonnenverlauf eines gesamten Tages als Farbgradient angezeigt werden. In diese Simulation sind auch die Fassaden der Gebäude einbezogen. Die zweite Gruppe „Erreichbarkeit und Distanzen“ beschäftigt sich mit der Frage, wie schnell, wie einfach und auf welchem Weg sich verschiedene Punkte auf dem gezeichneten Areal erreichen lassen. Mit der dritten Gruppe „Raum und Blickbezüge“ lässt sich visualisieren, welche Punkte besonders öffentlich, also von vielen anderen Stellen aus einsehbar oder abgeschirmt sind. Außerdem können hier die Flussrichtung des Raumes und Raumschwerpunkte angezeigt oder bestimmte Areale auf bestehende Blickbeziehungen hin untersucht werden.

Um dem kollaborativen Charakter von Entwurfsaufgaben gerecht zu werden, muss auch über die Schnittstelle zwischen Mensch und Computer nachgedacht werden. Die Maus, mit der man genau einen Punkt auf einer zweidimensionalen Fläche eingeben kann, erscheint uns als Kommunikationswerkzeug nicht mehr zeitgemäß. Daher ist ein weiteres Potential, unter dessen Fokus das Entwurfstool derzeit weiterentwickelt wird, die Optimierung der Software auf neue Eingabegeräte, wie beispielsweise Multi-Touch-Tables. Hier besteht die Möglichkeit, die gegebene Funktion des Skizzierprogramms durch eine kommunikative Komponente zu erweitern, da mehrere Benutzer gleichzeitig an einer digitalen Skizze arbeiten und sie erweitern können. Es ist zudem technisch auch machbar, Systeme zu entwickeln, die analoge Modelle, die auf den Tisch aufgelegt werden, erkennen und mit in die Simulation einbeziehen. So verschmelzen die Grenzen zwischen Skizze, Simulation, Analyse und Modellbau zu einem geschlossenen, kreativen Gestaltungsprozess (Abb. 5).

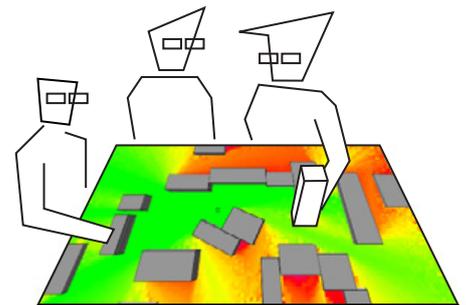
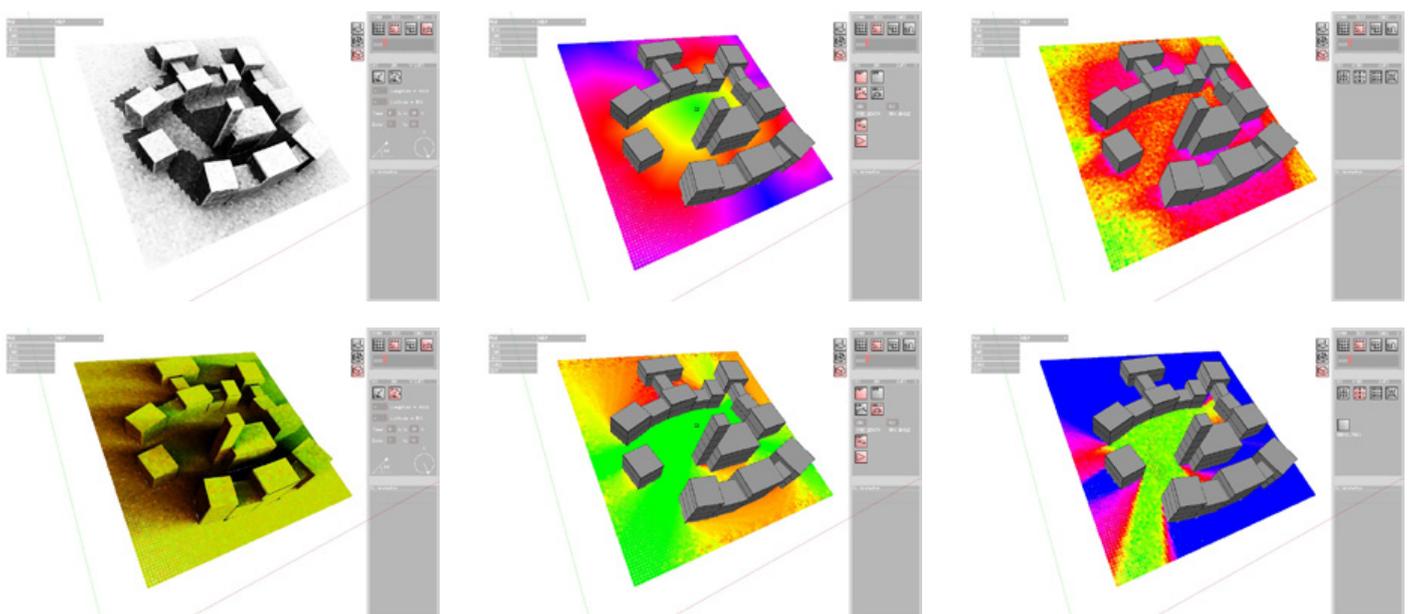
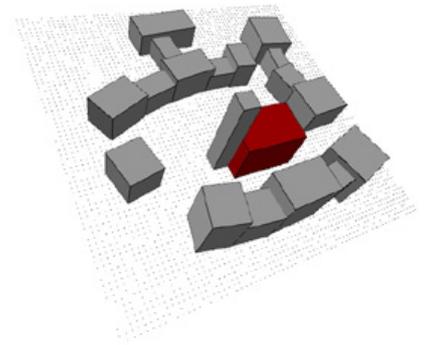


Abb. 5: Benutzung des Entwurfstools auf neuer, kommunikativer Hardware, z.B. Multi-Touch-Tables

Abb. 6: Analysemethoden mit Programmumgebung
Links: Licht und Schatten
Mitte: Erreichbarkeit und Distanzen
Rechts: Raum und Blickbezüge





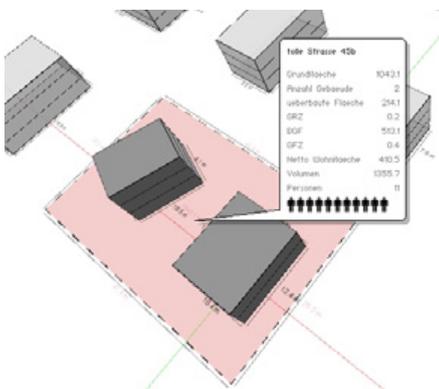
Entwurfsspezifische Informationen und Datenaustausch

Das Entwerfen ist je nach Planungsgebiet in unterschiedlichem Maße durch Bauordnung, Flächennutzungspläne und Gestaltungsvorgaben reglementiert. Gerade bei der Planung von Wohn- und Gewerbegebieten, wo es den Bauherren, meist Investoren, wichtig ist, maximalen Ertrag zu erzielen, muss der Architekt mit seiner Lösung die Grundstücksfläche maximal ausnutzen. Im Entwurfstool wird die Einhaltung der erlaubten Grundflächenzahl, Geschossflächenzahl, der Abstandsflächen und vieler anderer planerischer Rahmenbedingungen automatisch überwacht. Bei einer unzulässigen Überschreitung der Vorschriften wird diese dem Planer visuell angezeigt. Dadurch kann der Entwerfer seine gesamte Aufmerksamkeit seiner planerischen Idee und dem Entwurf widmen. Ständiges Überprüfen und Nacharbeiten gehört somit der Vergangenheit an.

Abstandsflächenanalyse

Der Benutzer hat die Möglichkeit, Umgebungsbebauung und Grundstück aus bestehendem Planmaterial zu importieren. Nachdem er die planerischen Rahmenbedingungen festgelegt hat, werden ihm automatisch die Abstandsflächen der umliegenden Bebauung und der auf dem Grundstück geplanten Gebäude angezeigt (siehe Abb. 8c). Zu allen gezeichneten Elementen kann der Entwerfer sich Vermaßungen und Flächengrößen anzeigen lassen, die dynamisch auf Veränderungen reagieren.

Abb. 8a: Informationsdialog zum Grundstück: Alle entwurfsrelevanten Informationen zu Grundstück und Bebauung auf einen Blick



Informationsdialog

Bei Selektion verschiedener Elemente der digitalen Skizze werden differenzierte Informationen in einem Dialogfenster angezeigt. Zum geplanten Grundstück lassen sich neben weiteren Informationen automatisch errechnete Daten wie Geschossflächenzahl, Grundflächenzahl und Bruttogeschossfläche abrufen. Selektiert man ein oder mehrere Gebäude, werden die dazugehörigen gebäuderelevanten Informationen dargestellt (siehe Abb. 7, 8b). In diesen Informationsdialogen hat der Entwerfer auch die Möglichkeit, Elemente zu beschriften oder Variablen wie Geschosshöhe, Anzahl der Geschosse, Gebäudehöhe und Wohnfläche pro Person per Texteingabe exakt zu definieren. Die digitale Skizze wird dann automatisch an diese Eingaben angepasst.

Datenaustausch

Für die Weiterverwendung der Daten ist es möglich, sie als Exceltabelle zu exportieren, wodurch man eine übersichtliche Auflistung aller Planungsobjekte mit dazugehörigen Informationen erhält. Diese kann dann als Grundlage für Finanzierungspläne oder weitere wirtschaftliche Planungen dienen. Auch Pläne und Volumen der gezeichneten Gebäude lassen sich zur Weiterverarbeitung in klassischen CAD- und Visualisierungsprogrammen exportieren (*.dxf, *.pdf und *.obj).

Abb. 8b: Informationsdialog zu einem Gebäude: Differenziertere Informationen zu selektierten Gebäude (Mehrfachselektion möglich)

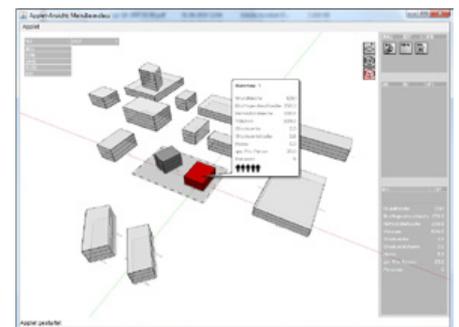
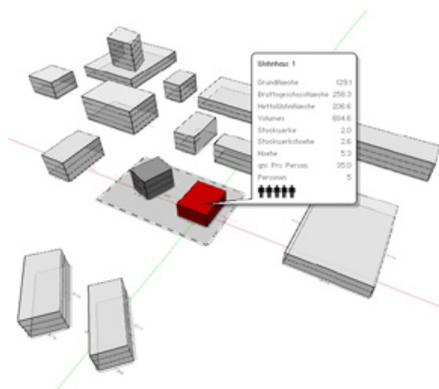
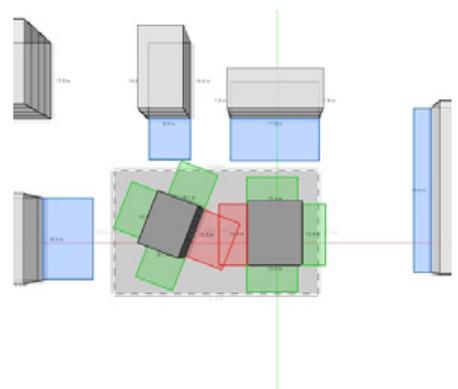
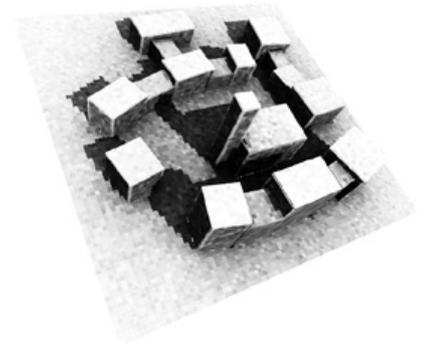


Abb. 7: Screenshot des Entwurfstools als Windows-Applikation im Informationsmodus, geöffneter Gebäude-dialog mit Einstellungsmöglichkeiten.

Abb. 8c: Abstandsflachenanalyse: Abstandsflächen von angrenzenden Gebäude (blau), von geplanten Gebäude (grün), bei Konflikt (rot)





Licht und Schatten

„Architektur ist das kunstvolle, korrekte und großartige Spiel der unter dem Licht versammelten Baukörper.“ - Le Corbusier

Doch auch für das menschliche Wohlbefinden spielt das Sonnenlicht eine herausragende Rolle. Auch die Bauordnung trägt dieser Tatsache Rechnung, so heißt es unter anderem „Aufenthaltsräume müssen ausreichend belüftet und mit Tageslicht belichtet werden können.“ Trotzdem zeigt sich in der heutigen entwerferischen Praxis, sowohl beim Zeichnen mit Stift und Papier, als auch bei der Arbeit mit CAD-Software, dass die Lichtverhältnisse zu verschiedenen Jahres- und Tageszeiten nur schwer abgeschätzt werden können. Die letztendliche Wirkung des Sonnenlichts auf den Entwurf lässt sich erst mit einem analogen oder digitalen Volumenmodell simulieren. Mit dem Entwurfstool geben wir dem Entwerfer die Möglichkeit, schon zu einem Zeitpunkt, bei dem wichtige konzeptionelle Entscheidungen getroffen werden, den Verlauf des Sonnenlichts mit in die Planung einzubeziehen. Um ein möglichst differenziertes Bild der Lichtverhältnisse zu bekommen, bietet das Entwurfstool zwei unterschiedliche Visualisierungsmethoden an.

Belichtung zu einer bestimmten Tageszeit

Bei der Betrachtung des Modells zu einer bestimmten Tageszeit wird sowohl die direkte Sonneneinstrahlung, als auch das diffuse Umgebungslight berücksichtigt, um eine möglichst realitätsnahe Belichtungssituation zu simulieren. Neben der Möglichkeit, die Sonne mittels Brei-

ten- und Längengrad, sowie Datum und Uhrzeit genau zu fixieren, hat der Benutzer auch die Freiheit, die Lichtquelle nach Belieben zu bewegen. So kann er die digitale Skizze wie ein Modell unter einer Lampe unter allen möglichen Lichtsituationen betrachten.

Farbverlaufsdigramm

Am Farbverlaufsdigramm lassen sich Informationen zum Sonnenverlauf ablesen. Die Farbe von rot über gelb nach grün gibt an, zu welcher Tageszeit ein bestimmter Punkt belichtet wird. Die Helligkeit wiederum gibt Aufschluss über die Intensität der Einstrahlung. Mit den Einstellungsmöglichkeiten dieser Simulationsmethode lassen sich beispielsweise einzelne Monate, Jahreszeiten oder auch das ganze Jahr gesondert betrachten, da die Lichtverhältnisse mitunter stark schwanken können. Auch die Betrachtung bestimmter Tageszeitabschnitte ist möglich, wenn der Benutzer beispielsweise bei der Planung eines Hotels den Sonneneintrag zur Frühstückszeit im Winter betrachten möchte.

Die digitale Skizze kann bei laufender Simulation verändert werden, während diese sich automatisch an die neue Geometrie anpasst. Möchte der Benutzer seinen Entwurf von der Simulation ausgehend weiter ausarbeiten, kann er für alle Fassaden Belichtungsdiagramme exportieren, aus denen er die diffuse beziehungsweise direkte Sonneneinstrahlung zum Beispiel für die Planung von Fenstern oder Photovoltaik-Elementen ablesen kann.

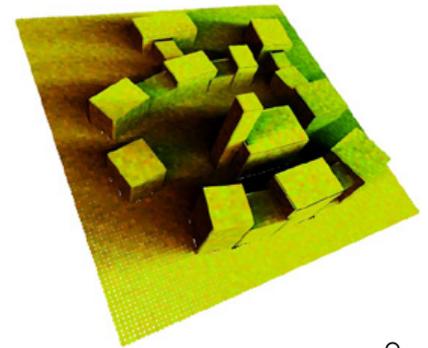
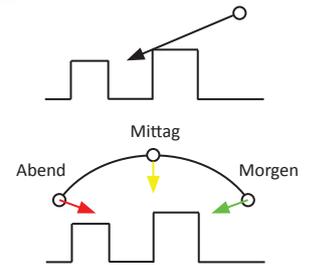


Abb. 9:
1. Fester Sonnenstand



2. Tagesverlauf der Sonne

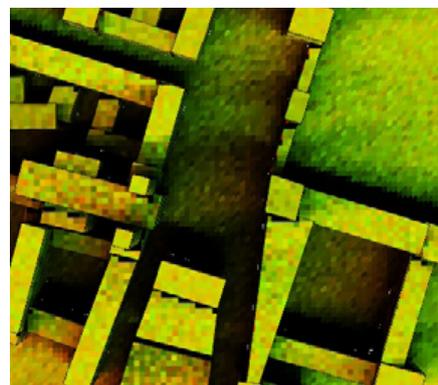
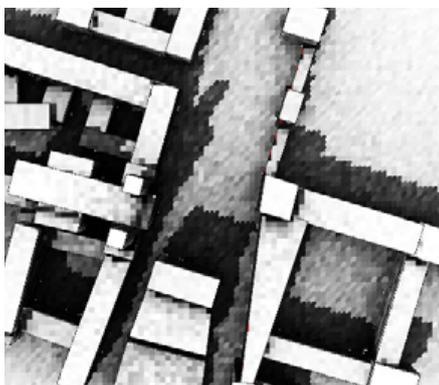
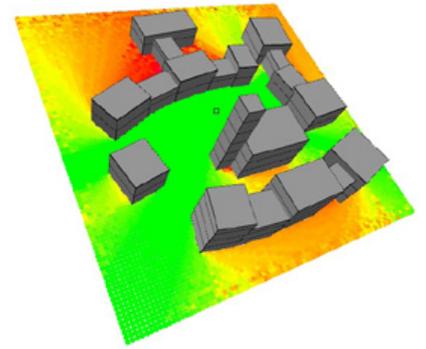


Abb. 10:
München, Feldherrenhalle am Odeonsplatz
Links: Sonnenstand, 03. September, 15:00 Uhr
Rechts: Jahresverlaufsdigramm



Erreichbarkeit und Distanzen

Die Analyse und Überlegung zu der Erreichbarkeit von Orten ist ein essenzieller Bestandteil eines städtebaulichen Entwurfs. Darunter fallen zum Beispiel die Einzugsgebiete von Stationen des öffentlichen Nahverkehrs oder die Erreichbarkeit öffentlicher Gebäude. Auch die Sicherstellung der Nahversorgung in einem Quartier ist ein zentrales Thema beim Entwerfen. Dabei ist für den Entwerfer insbesondere die Frage interessant, wie schnell oder wie einfach sich bestimmte Punkte auf dem Planungsgebiet von Bewohnern oder Besuchern erreichen lassen. Im Entwurfstool sind hierfür zwei verschiedene Analysemethoden vorgesehen. Zum einen die Erreichbarkeit nach Distanz, die die tatsächliche Entfernung als Kriterium heranzieht, und zum anderen die Erreichbarkeit nach Komplexität, welche visualisiert, wie viele Richtungswechsel nötig sind, um zum gewünschten Ziel zu gelangen.

Farbverlaufsdigramm nach Distanz

Um die Erreichbarkeit eines oder mehrerer Punkte im geplanten Areal abzufragen, müssen diese lediglich als Ausgangspunkte oder Ausgangsbereiche definiert werden. Ausgehend von diesen Punkten wird ein Farbverlaufsdia-

gramm errechnet, an dem sich die Distanz zum nächsten Ausgangspunkt ablesen lässt. Ein Anwendungsszenario hierfür wäre die Planung von Stationen des öffentlichen Nahverkehrs. Markiert man alle schon vorhandenen Stationen, erkennt man im Farbverlaufsdigramm die Stellen im Planungsgebiet, die am schlechtesten angebunden sind (siehe Abb. 12a).

Farbverlaufsdigramm nach Komplexität

Die Erreichbarkeit nach Komplexität ist interessant, wenn für Menschen geplant wird, welche mit der Umgebung nicht vertraut sind. Kann ein Besucher sein Ziel erreichen, indem er auf seinem Weg nur einmal an einer Kreuzung abbiegen muss, ist es für ihn unabhängig von der Distanz einfacher zu erreichen, als wenn er mehrmals seine Richtung ändern müsste (siehe Abb. 11).

Wegfindung

Die Wegfindung ermöglicht es dem Entwerfer, den tatsächlichen kürzesten oder einfachsten Weg zwischen zwei Punkten im geplanten Gebiet abzufragen. So kann er Wege von vornherein nach rationalen Gesichtspunkten planen und damit vermeiden, dass diese später in der Realität nicht angenommen werden (siehe Abb. 12c).

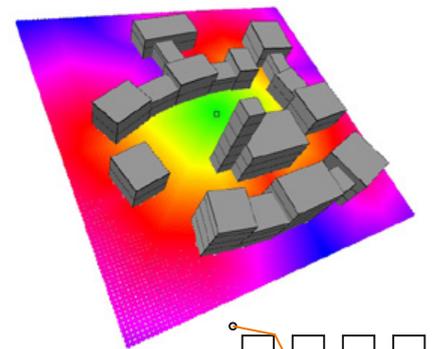
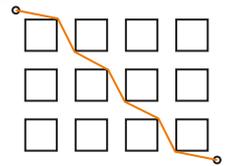


Abb. 11:

1. Der kürzeste Weg zwischen zwei Punkten



2. Der einfachste Weg zwischen zwei Punkten

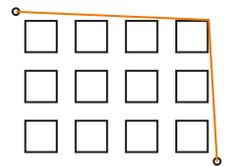


Abb. 12a: Erreichbarkeit nach Distanzen:

Es soll ein neuer Lebensmittelladen geplant werden. Dabei stellt sich die Frage, an welchen Stellen in der Stadt Bewohner sehr weit von den schon bestehenden Einkaufsmöglichkeiten (grün) entfernt wohnen.

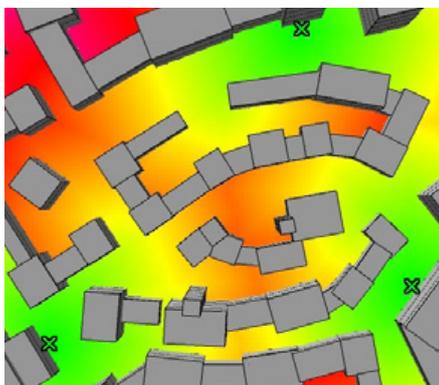


Abb. 12b: Erreichbarkeit nach Komplexität:

Ein Zentrum für Touristeninformation ist für die Stadt in Planung. Dieses soll vom Bahnhof (unten links) aus möglichst einfach zu erreichen sein. Welche Gebäude kommen für eine solche Einrichtung in Frage?

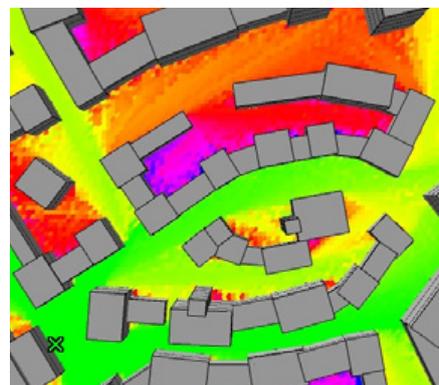
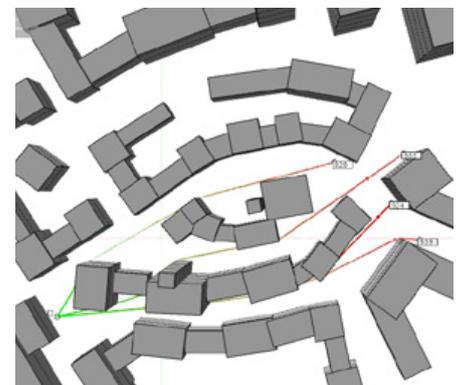
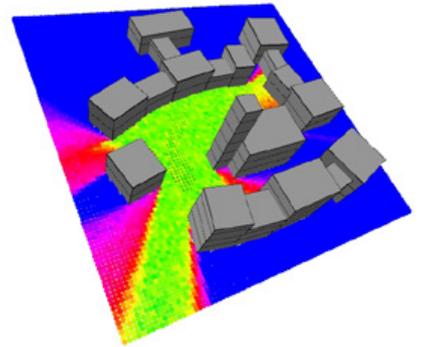


Abb. 12c: Direkte Wegfindung:

Eine neue U-Bahnstation ist in Planung. Dafür kommen vier mögliche Einstiegspunkte in Frage. Welchen Weg werden die Menschen durch die Stadt nehmen, wenn sie von dort zum Bahnhof gelangen möchten?





Raum und Blickbezüge

Die dritte Analysegruppe befasst sich mit der Visualisierung der kognitiven Wirkung der Geometrie. Verschiedene Raumsituationen haben einen starken Einfluss auf das Verhalten und die Behaglichkeit des Menschen. Die erzeugte Stimmung, also ob man sich an einem Ort besonders sicher, gehetzt, wohl oder unwohl fühlt, ist ein Faktor, den der Architekt beim Entwerfen zwar bewusst, aber meist intuitiv einsetzt. Wie ein Raum von Menschen akzeptiert und genutzt wird, hängt in starkem Maße von seinen geometrischen Eigenschaften ab. Besonders Übergänge zwischen Räumen sind für die kognitive Wahrnehmung von hoher Bedeutung, ohne direkt sichtbar zu sein.

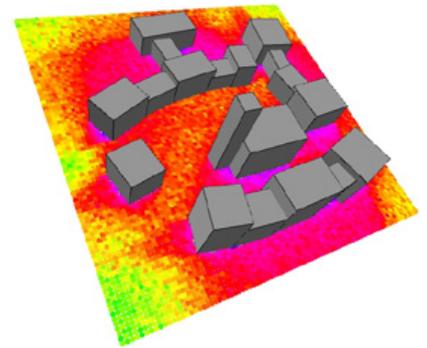
Sichtbarkeit und Blickbezüge

Mit Hilfe eines Farbverlaufdiagrammes, welches auf der Grundfläche der digitalen Skizze dargestellt wird, lässt sich ablesen, wie stark verschiedene Bereiche vom Rest des Areals einsehbar sind. So lassen sich genaue Aussagen über die Prominenz oder Abgeschirmtheit verschiedener Orte treffen. Um ein differenzierteres Bild zu bestimmten Bereichen im Entwurf zu erhalten, lässt sich die Sichtbarkeitsanalyse

auch auf diese eingrenzen. So kann visualisiert werden, von welchen Orten aus Blickbezüge zu den gewählten Bereichen bestehen.

Kognitives Raumempfinden

Die menschliche Wahrnehmung des Raumes hängt in starkem Maße mit der Orientierung zum empfundenen Raumschwerpunkt zusammen. Die Aufmerksamkeit des Menschen richtet sich, wenn er nicht abgelenkt ist stets in die Richtung, in der er den größten Teil seiner Umgebung überblicken kann. So orientiert sich eine Person, die in der Ecke eines Raumes steht instinktiv zum empfundenen Raumschwerpunkt. Dieses Verhalten lässt sich grafisch mit Vektoren darstellen. So können gefühlte Raumübergänge klar abgelesen werden (siehe Abb. 13c).



Raumschwerpunkte

Der Schwerpunkt eines Raumes ist der Punkt, auf den sich der restliche Raum orientiert. Auch in fließenden Raumsituationen ist ein Ort auszumachen, an dem sich der Mensch im empfundenen Zentrum des Raumes befindet. Diese Zentren werden in der Simulation nach ihrer Öffentlichkeit bewertet angezeigt (siehe Abb. 13b).

Abb. 13a: Sichtbarkeit und Blickbezüge:

Das Beispiel zeigt eine exemplarische Platzfolge. Bei der Nutzung der Plätze stellt sich die Frage, wie offen einsehbar oder abgeschirmt sie sind. Es ist deutlich sichtbar, dass das Gebiet unten links (grün) sehr exponiert gelegen ist.

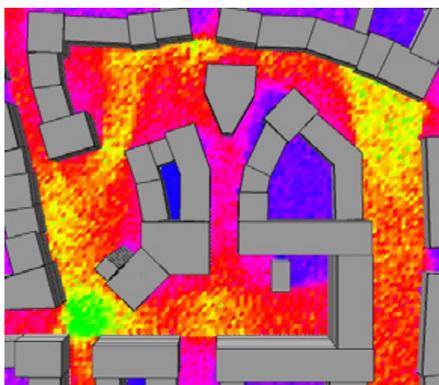


Abb. 13b: Raumschwerpunkte:

Vor der Kirche (unten links) kann man einen Platz erkennen. Aus dem Farbverlaufdiagramm lässt sich ablesen, dass dieser einen deutlichen Schwerpunkt hat und sehr gut einsehbar ist (Die Einsehbarkeit lässt sich wie bei Abb. 13a an den Farben erkennen).

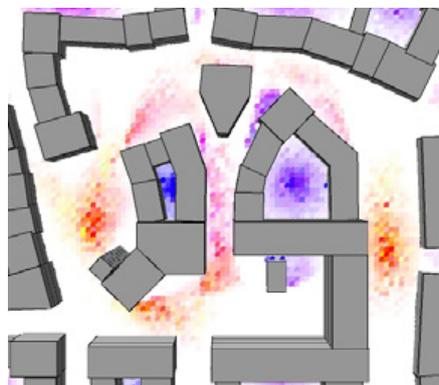


Abb. 13c: Kognitives Raumempfinden:

Bei der Einrichtung öffentlicher Aufenthaltsorte spielt die Ausprägung von Raumschwerpunkten eine große Rolle. Der gezeigte Platz lässt eine starke Ausrichtung, aber auch eine deutliche Bewegungszone erkennen (schneller Richtungswechsel der Vektoren).

