

Gebäudesimulation als virtueller Prüfstand

Über das Gebäude auf dem virtuellen Prüfstand: Die Aufbereitung architektonischer IFC Modelle für IDA ICE durch abstractBIM

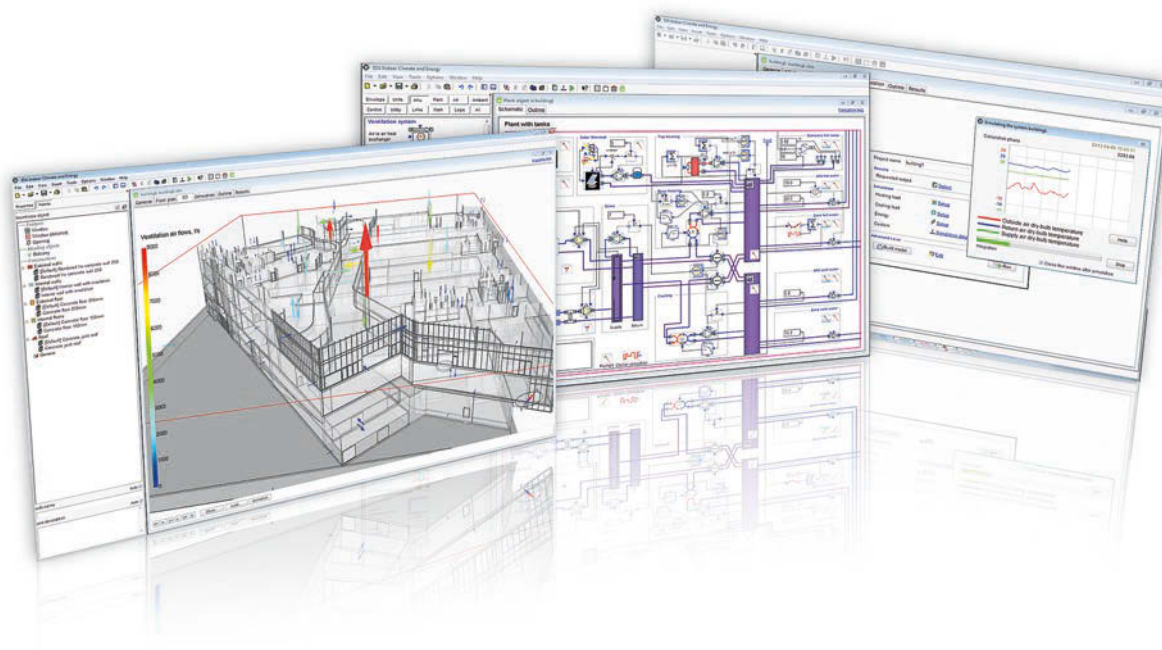


Bild 1. IDA ICE – gekoppelte und realitätsnahe Simulation von Gebäude, Anlage und Regelung (Abb.: EQUA)

Der Megatrend Klimaveränderung mit den damit verbundenen Extremwetterereignissen, die alternden Bevölkerung in Europa, Fachkräftemangel und der Digitalisierung unserer Arbeitswelt, das Tempo der Veränderung ist rasant und das Maß an Voraussagbarkeit minimal. – Schwarzer Schwan-Ereignisse machen die Situation noch schwieriger. Trotzdem haben Architekten und Fachplaner die Aufgabe, in diesem komplexen Umfeld zu arbeiten und unseren Lebensraum für die nächsten 50 Jahre oder mehr zu gestalten.

Viele der eingespielten Arbeitsweisen, Normen und die Ausbildung von Ingenieuren beruhen allerdings auf einem linearen Denken, das Trends nur interpoliert und komplexe Zusammenhänge ignoriert und somit nicht geeignet

Viele der eingespielten Arbeitsweisen, Normen und die Ausbildung von Ingenieuren beruhen auf einem linearen Denken, das Trends nur interpoliert und komplexe Zusammenhänge ignoriert und somit nicht geeignet ist mit dieser komplexen, schnell veränderlichen Welt umzugehen.

ist mit dieser komplexen, schnell veränderlichen Welt umzugehen.

Hier kann das Denken in Szenarien, die Simulation des Gebäudes am virtuellen Prüfstand helfen. Statt linear zu berechnen,

werden mit Simulationsszenarien Lösungsmöglichkeiten überprüft, von Menschen bewertet und so optimierte, zukunftssichere Gebäude geplant.

– i –

BIM und Gebäudesimulation als Lösungsansatz

In den letzten Jahren wurden mit BIM und dynamischer Gebäudesimulation Ansätze entwickelt, die genau dieses agile Arbeiten ermöglichen. BIM wird seit nunmehr neun Jahren in dieser Sonderheftreihe thematisiert und wird dem Leser vertraut sein – Trotzdem hier eine kurze Zusammenfassung:

BIM wird oft als Sammelbegriff für die Digitalisierung verstanden. Insbesondere geht es darum:

1. Die Zusammenarbeit mit Besteller Planungsteam und Ausführenden Unternehmer durch Visualisierung zu verbessern.
2. Effizienter automatisierte Workflow aufzubauen
3. Bessere nachhaltigere Gebäude mittels Simulationen zu planen und zu erstellen.

– ii –

Was ist Gebäudesimulation?

Gebäude sind im Laufe eines Jahres unterschiedlichsten internen und externen Einflüssen ausgesetzt. Statische Berechnungen oder Monatsbilanzverfahren berücksichtigen

diesen Wechsel gar nicht oder nur in viel zu geringer Auflösung und vereinfachen oder vernachlässigen wichtige

Gebäude sind im Laufe eines Jahres unterschiedlichsten internen und externen Einflüssen ausgesetzt. Statische Berechnungen oder Monatsbilanzverfahren berücksichtigen diesen Wechsel gar nicht oder nur in viel zu geringer Auflösung und vereinfachen oder vernachlässigen wichtige Zusammenhänge.

Zusammenhänge. Die Ergebnisse sind unzuverlässig und Anlagen müssen deswegen z. B. stark überdimensioniert werden. Die Folge sind zu hohe Investitions- und Betriebskosten sowie verminderter Komfort.

Sobald von Planungswerkzeugen in Ihren Berechnungen solche dynamischen Effekte berücksichtigt sind, spricht man von Gebäudesimulation.

IDA ICE

Die Simulationsumgebung IDA ICE ist eine äußerst breit aufgestellt Applikation, die das Gebäude, die Anlage und die Regelungen extrem realitätsnah und gekoppelt berechnen kann. Der Vorteil liegt auf der Hand, das Modell ist ein virtueller Prüfstand des realen Gebäudes:

- Genaue physikalische, mit Messdaten validierte Modelle
- Dynamische Berücksichtigung aller wichtigen physikalischen Effekte
- Automatische Berechnung und Ausgabemöglichkeit aller physikalischen Einflussgrößen
- Hoher Detaillierungsgrad/ adaptiver Zeitschritt (Was passiert zu welchem Zeitpunkt?)
- Echte und auch automatische Parameteroptimierung (Was ist das optimale Sonnenschutzsystem/die optimale Raumkühlung, etc.)

Dies bringt vielfältigen Nutzen mit sich:

- Maximale Planungssicherheit
- Ersparnis Baukosten/ Investition
- Ersparnis Betriebskosten
- Erhöhter Komfort
- Optimale Lösung für Bauherren/ Betreiber
- Schnelle und einfache Normnachweise per Mausklick, als Nebenprodukt der Simulation

- iii -

Die heutige Anwendung von Gebäudesimulation und die heutige Normwelt

Auch aufgrund der oben beschriebenen Wasserfallpraxis in der Planung wird Gebäudesimulation heutzutage häufig nur zum Nachweis der Erfüllung von Normanforderungen am Ende des Planungsprozesses verwendet, und das Potential von Gebäudesimulation noch nicht einmal im Ansatz erschlossen.

Zudem – die Normierung selber muss sich ändern! Es braucht die richtige Art von Normen. Normen in denen

Die Normierung selber muss sich ändern! Es braucht die richtige Art von Normen. Normen in denen vereinfachte Berechnungsverfahren – die für ein analoges Vorgehen sehr nützlich waren – vorgeschrieben werden, sind nicht mehr zielführend.

Beispiel abstract

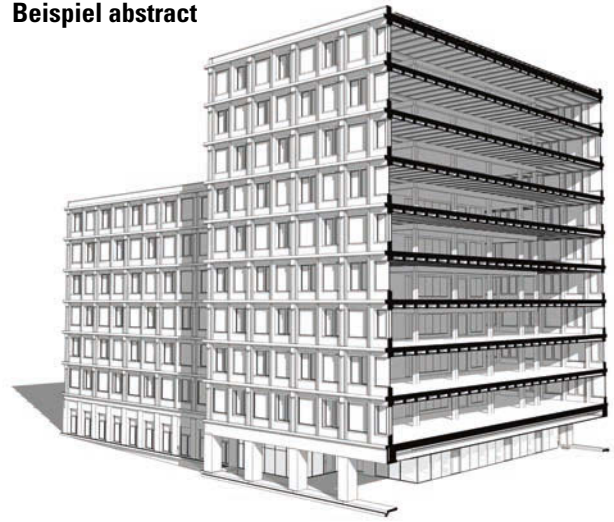


Bild 2. Das Bild zeigt das sehr gut modellierte und attributierte architektonische BIM-Modell (LOD300) des Projekts S22 von Burkhard Partner Architekten. Der hohe Detaillierungsgrad und kleine Inkonsistenzen – welche für die architektonischen Anwendungsfälle keine Rolle spielen – verhinderten die sinnvolle Weiternutzung des Modelles in IDA ICE. (Abb.: © abstract)

vereinfachte Berechnungsverfahren – die für ein analoges Vorgehen sehr nützlich waren – vorgeschrieben werden, sind nicht mehr zielführend. Zudem können Ingenieure, die weiterhin nur diese Standardverfahren anwenden, sehr einfach „wegdigitalisiert“ werden. Normen, die Datenstandards und Zielwerte vorgeben, werden dafür unbedingt benötigt!

- iv -

Ein neuer Planungsansatz

Mit BIM und Gebäudesimulation wurden in den letzten Jahren die Grundlage, Arbeitsweisen und Frameworks erarbeitet, um planerisch souverän in einer komplexen „unsicheren“ Welt zu agieren. Es liegt an den heutigen Führungskräften, diese Veränderungen einzuleiten. Die Auseinandersetzung und das Einlassen auf die Unsicherheit ist dabei eine Schlüsselkompetenz, die wir bewusst erwerben müssen. Dies sollte gelingen, wenn wir uns bewusst machen, dass BIM und Simulationen hierfür, sofern intelligent eingesetzt, gut geeignete Werkzeuge sind. Es geht darum, schnell konzeptionell Lösungen aufzuzeigen, mittels automatisierter Prozesse die Leistungsfähigkeit in Bezug auf Product-Market Fit, Kosten (Erstellungs- und Lebenszykluskosten) und Behaglichkeit interdisziplinär zu simulieren, mit Fachkompetenz zu bewerten sowie auf dieser Grundlage Entscheidungen zu treffen. Kurz zusammengefasst, das Gebäude muss auf den virtuellen Prüfstand!

Die Auseinandersetzung und das Einlassen auf die Unsicherheit ist eine Schlüsselkompetenz, die wir bewusst erwerben müssen. Dies sollte gelingen, wenn wir uns bewusst machen, dass BIM und Simulationen hierfür, sofern intelligent eingesetzt, gut geeignete Werkzeuge sind.

Konkret bedeutet dies, dass in Projekten Simulationen nicht nur als Nach-

weis am Ende der Projektphase genutzt werden, sondern diese als integralen Bestandteil der Projektierung und Optimierung zu betrachten sind. Anstatt dass der Architekt eine „schöne“ Fassadenansicht entwirft und die Machbarkeit vom Ingenieur nachgewiesen wird, arbeiten beide Hand in Hand und suchen interdisziplinär das Optimum

Anstatt dass der Architekt eine „schöne“ Fassadenansicht entwirft und die Machbarkeit vom Ingenieur nachgewiesen wird, arbeiten beide Hand in Hand und suchen interdisziplinär das Optimum für das konkrete Projekt.

für das konkrete Projekt. Dabei werden die widersprüchlichen Anforderungen aus Tageslichteintrag, sommerlichen Wärmeschutz, winterlichen Wärmeeintrag, Gebäudetechnik, Schachtfächen und Vermietbarkeit getestet und abgewogen.

Der breiten Nutzung stand bisher der extreme Aufwand entgegen, die Planung in das Simulationswerkzeug zu bringen. Umfragen von abstract zeigen, dass bis zu 50 % des Simulationsaufwands in der Grundlagenaufbereitung liegt. Bis jetzt waren dies meist manuelle Arbeitsschritte, ausgeführt von einem Ingenieur. Um den Zeitaufwand zu minimieren, wurde diese manuelle Aufarbeitung erst am Ende des Projektes ausgeführt. Gewinner des Arbeitsoptimierungsspiels war immer derjenige, der so spät wie möglich mit seiner Arbeit beginnen konnte.

abstractBIM

Mit der breiteren Nutzung von BIM und dem OpenBIM Datenstandard IFC und gbXML ist zumindest die technische normative Grundlage geschaffen, Daten strukturiert zwischen den Modellierungssoftwareprodukten des Architekten und den Simulationstools auszutauschen. Es besteht allerdings immer noch die Herausforderung, dass Architekten mit einem anderen Fokus mo-

dellieren als ihn die Simulationstools benötigen. So sind Architekturmodelle in frühen Projektphasen oft zu rudimentär und werden in späteren Phasen schnell zu detailliert. Je nach Arbeitsweise des Modellierers sind die Modelle auch zu unstrukturiert für den Import in Simulationswerkzeuge.

Um das zu lösen, gibt es zwei Möglichkeiten:

1. Fachplaner können versuchen Architekten zum ingenieurmässigen Modellieren zu erziehen.
2. Automatisierte Prozesse, wie wir diese mit dem abstractBIM entwickelt haben, können implementiert werden.

Die Möglichkeit 1 stößt bei vielen Architekten – zu Recht – auf Widerstände. Die Kernaufgabe des Architekten speziell in frühen Projektphasen ist die, Wünsche des Bauherren in Anforderungen und gute Lösungen zu übersetzen und nicht Datenmanager zu sein.

– V –

AbstractBIM als Enabler, der die Lücke schließt

Mit dem abstractBIM kann dieser Interessenkonflikt zwischen Ingenieuren und Architekten gelöst werden. Architekten müssen nur einen minimalen Modellierungsstandard einhalten. Konkret heißt das, dass nur die Raumgeometrie – also das, was zwischen den Bauteilen liegt – modelliert werden muss. Das Interessante daran ist, dass dies der Arbeitsweise von Architekten in frühen Projektphasen entspricht sowie auch die Bedürfnisse des Bauherren widerspiegelt. Architekten drucken z. B. das Raumprogramm auf Papier aus und arrangieren dies zu Gebäude-Layouts. (Dies ist z. B. ein perfekter Anwendungsfall von AR/VR in der Planung).

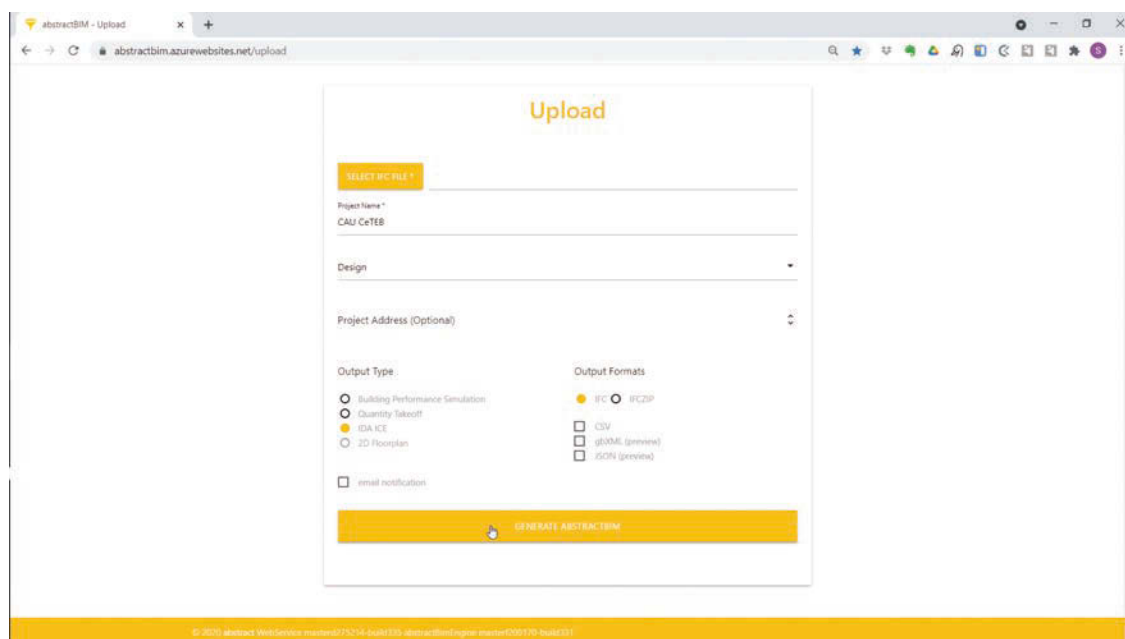


Bild 3. Das architektonische Modell kann hochgeladen und automatisch abstrahiert werden. Somit steht es wenige Minuten später als reduziertes abstractBIM für den import in IDA ICE zur Verfügung. Das Bild zeigt das automatisch generierte abstractBIM im LOD 100. (Abb.: © abstract)

Zudem werden die Räume in den meisten BIM-Werkzeugen auch automatisch mit dem „Raumstempelwerkzeug“ erzeugt – was die Datenkonsistenz sicherstellt.

Aus den Beziehungen zwischen den Räumen berechnet abstract automatisch ein neues abstractBIM, welches die perfekte Grundlage für die Simulationen des Ingenieurs bildet. Die Logik hinter dem Algorithmus ist, dass eine Innenwand eine Wand zwischen zwei Räumen ist, eine Außenwand nur auf einer Seite einen Raum hat. Dito hat eine Decke zwei Räume, ein Dach nur einen angrenzenden Raum. Diese Beziehungsdaten erlauben die Berechnung eines konsistenten Building Information Models, ohne dass Menschen manuell eine Außenwand als Außenwand „labeln“ müssen.

Die Logik hinter dem Algorithmus ist, dass eine Innenwand eine Wand zwischen zwei Räumen ist, eine Außenwand nur auf einer Seite einen Raum hat. Dito hat eine Decke zwei Räume, ein Dach nur einen angrenzenden Raum. Diese Beziehungsdaten erlauben die Berechnung eines konsistenten Building Information Models, ohne dass Menschen manuell eine Außenwand als Außenwand „labeln“ müssen.

zwischen zwei Räumen ist, eine Außenwand nur auf einer Seite einen Raum hat. Dito hat eine Decke zwei Räume, ein Dach nur einen angrenzenden Raum. Diese Beziehungsdaten erlauben die Berechnung eines konsistenten Building Information Models, ohne dass Menschen manuell eine Außenwand als Außenwand „labeln“ müssen.

Im frühen konzeptionellen Projektphasen kann der abstractBIM Algorithmus- die zusätzlich Geometrie von Wänden, Decken und Dächern erzeugen in späteren Projektphasen wird die detaillierte Geometrie, welche alle Schichten für die Produktion enthält und somit sehr kompliziert ist, für das Simulationswerkzeug abstrahiert/reduziert.

In frühen konzeptionellen Projektphasen kann der abstractBIM Algorithmus- die zusätzlich Geometrie von Wänden, Decken und Dächern erzeugen in späteren Projektphasen wird die detaillierte Geometrie, welche alle Schichten für die Produktion enthält und somit sehr kompliziert ist, für das Simulationswerkzeug abstrahiert/reduziert.

– vi –

Immer 100%ige Datenkonsistenz

Durch die automatisierte Erstellung des abstractBIM, ist die Datenkonsistenz immer zu 100 % gegeben – egal wer modelliert und in welcher Projektphase man sich befindet. Somit können effiziente projektübergreifende Simulationsworkflows aufgebaut werden.

Dies ist auch ein gutes Beispiel wie sich Arbeit verändern muss. Bis jetzt startet der Architekt, definiert in den Zeichnungen oder Modellen die Konstruktionsart z. B.

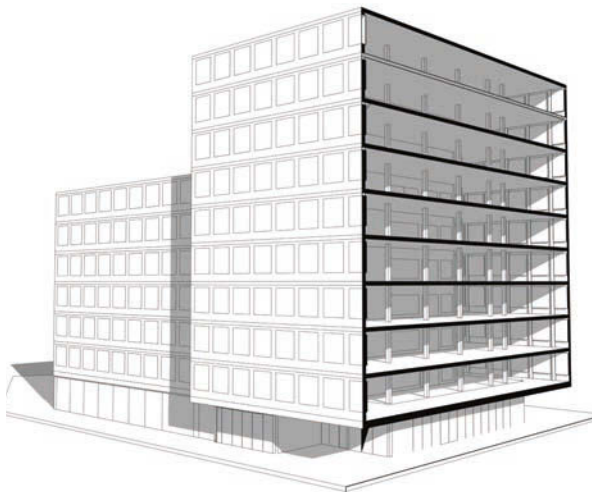


Bild 4. Das automatisch erzeugte abstractBIM ist auf die Hauptbauteile, Wände, Böden, Decken, Dächer, Fenster und Türen reduziert, garantiert aber die Konsistenz der Metadaten. Damit ist es die perfekte Grundlage für automatisierte Simulationen. (Waechter & Waechter Architekten)



Bild 5. Entwurf Stadtarchiv Köln, Waechter & Waechter Architekten, Darmstadt (Abb.: Waechter & Waechter Architekten, Darmstadt)

Gipskarton, Mauerwerk, usw. Danach berechnet der Bauphysiker was die genauen Anforderungen an die Wand sind und oft kommt es hier zu Abweichungen. Die vom Architekten gewählte Wand erfüllt die Anforderungen nicht. Um das zu bereinigen, braucht es andere Konstruktionen, andere Dimensionen. Diese Koordination ist arbeitsintensiv, für Fehler- und Konflikte anfällig.

Ein für die Zukunft einfacherer Prozess ist, dass der Architekt das Grundlegende funktionale Layout klärt, erste Ideen zur generellen Materialisierung entwickelt und diese mit den Ingenieuren bespricht.

Da durch kann der Modellierungs- und Informationsaufwand auf ein Minimum reduziert werden. Stattdessen wird die genaue Konstruktion auf Basis der Raumanforderungen und mittels Simulationen iterativ vom Team bestimmt und sobald sich der Entwurf stabilisiert hat, in das Modell des Architekten übernommen.

Ein für die Zukunft einfacherer Prozess ist, dass der Architekt das Grundlegende funktionale Layout klärt, erste Ideen zur generellen Materialisierung entwickelt und diese mit den Ingenieuren bespricht.

In der Schweiz gibt es mit der SIA Norm 2024 eine sehr gute Grundlage für Nutzungsprofile. Diese können als Grundlage für die ersten Simulation und für die Abstimmung mit den Nutzern und Bauherren herangezogen werden. In Deutschland können über die Nutzungsprofile der DIN 18599-10 vergleichbare Datensätze zur Verfügung gestellt werden. Schlussendlich ist es aber zukünftig eine Kernaufgabe des Planerteams, das passende Konzept und die passenden Annahmen für die Simulation aus den Wünschen und Bedürfnissen des Bauherren abzuleiten. Die eigentliche Berechnung kann immer mehr automatisiert werden.

Diese neuen Arbeitsweisen und Prozessautomatisierungen können weitreichende Folgen für die Geschäftsmodelle und die Kompetenzen von Ingenieuren und Architekten haben. So wird, der Anteil der „stillen“ Berechnungsarbeit abnehmen oder automatisiert werden. Die interdisziplinäre kommunikative Arbeit und das navigieren in dem komplexen Umfeld sowie der Umgang mit Zielkonflikten wird immer wichtiger.

Die Chance sind nicht zu unterschätzen: Konflikte im Team können durch intelligent gestaltete Workflows und Rollenbilder minimiert werden und mittels Simulationen optimierte Gebäude sind wirtschaftlicher und nachhaltiger. Wir freuen uns auf eine Zukunft in der Simulationen die neue Norm sind!

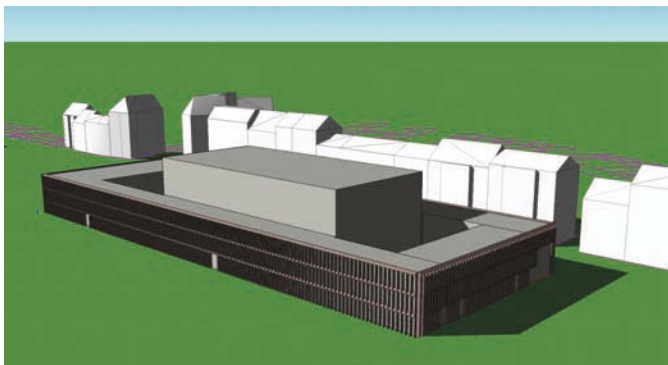


Bild 6. Simulationsmodell – Gebäudekörper und Nachbarbebauung
(Abb.: Müller BBM GmbH)

– vii –

Beispiel IDA ICE: Stadtarchiv Köln

Das Projektbeispiel des Neubaus des Stadtarchiv Köln, bearbeitet durch das Ingenieurbüro Müller-BBM GmbH, soll verdeutlichen, wie anhand von Simulationen durch Ausschöpfen passiver Maßnahmen und durch Nutzung natürlicher Ressourcen sowohl der Technikaufwand als auch der Energieverbrauch gesenkt werden können. Dies führt sowohl bei den Investitions- als auch bei den Betriebskosten zu erheblichen Einsparungen.

Während das konventionelle Normauslegungsverfahren der Haustechnikplanung zu dem Ergebnis kam, dass zur Vermeidung unzulässig hoher Raumlufttemperaturen ein mindestens zweifacher Raumluftwechsel mit gekühlter Zuluft erforderlich wird, konnten die Simulationen belegen, dass die anfallenden Wärmelasten bereits allein durch das üppige thermische Speichermassenaufkommen und den guten Kontakt zum kühlen Erdreich ausreichend gedämpft werden und in klimatisch durchschnittlichen Jahren eine unterstützende Gebäudekühlung nicht erforderlich

wird. Dank der Simulationen konnte die Lüftungsanlage somit von einem 2-fachen auf einen 0,2-fachen Raumluftwechsel reduziert werden. Darüber hinaus konnte aufgezeigt werden, dass nicht für jeden Magazinraum eine eigene Lüftungsanlage erforderlich wird.

Dank der Simulationen konnte die Lüftungsanlage von einem 2-fachen auf einen 0,2-fachen Raumluftwechsel reduziert werden. Darüber hinaus konnte aufgezeigt werden, dass nicht für jeden Magazinraum eine eigene Lüftungsanlage erforderlich wird.

werden, dass nicht für jeden Magazinraum eine eigene Lüftungsanlage erforderlich wird. Aufgrund der bauphysikalisch günstigen Rahmenbedingungen fallen die Temperaturunterschiede zwischen den einzelnen Magazinräumen sehr gering aus, so dass die Anzahl der erforderlichen Lüftungsanlagen deutlich reduziert werden konnte.

In den Simulationen wurde das Gebäude von der Bauphase bis zur späteren Nutzung über einen Zeitraum von 20 Jahren betrachtet. Nach dem Abklingen der Baufeuchte muss die mechanische Lüftung nur noch sporadisch betrieben werden. Beim vorliegenden, passiven Klimatisierungskonzept kann zudem auf eine energieintensive Zuluftkonditionierung im Normfall komplett verzichtet werden; eine Belüftung der Magazine erfolgt dann nur zu Zeiten, wenn das Außenklima dem Innenraumklima zuträglich ist.

Das Ergebnis ist ein Gebäude, dessen Bauteile bestmöglich zur Raumklimakonditionierung beitragen. Die Technik selbst hat nur noch einen unterstützenden Cha-

rakter. Diese weitgehende Unabhängigkeit des Gebäudes gegenüber der Technikausstattung stellt einen wichtigen Aspekt zum Schutz des Archivgutes dar. Auch bei einem Technikausfall kann die Funktion des Gebäudes noch über einen relativ langen Zeitraum aufrechterhalten werden.

Insgesamt konnten somit durch den Einsatz genauerer Planungswerkzeuge allein beim Magazinbau Einsparungen bei den Investitionskosten für die Technik in Höhe eines siebenstelligen Betrags erzielt werden. Das Ergebnis ist ein klimatisch optimiertes Archiv, das ein stabiles Raumklima mit geringstem Technik- und Energieaufwand erreicht. Der Heizwärmebedarf für den Magazinbaukörper mit einer Magazinfläche von ca. 8.700 m² liegt beispielsweise gerade einmal in der Größenordnung eines modernen Einfamilienhauses. Die zu erwartenden, sehr geringen Betriebskosten des Gebäudes sind insbesondere auch vor dem Hintergrund der voraussichtlich auch in Zukunft angespannten finanziellen Situation der öffentlichen Haushalte sehr zu begrüßen.

Die Technik selbst hat nur noch einen unterstützenden Charakter. Diese weitgehende Unabhängigkeit des Gebäudes gegenüber der Technikausstattung stellt einen wichtigen Aspekt zum Schutz des Archivgutes dar.

*Simon Dilhas, abstract ag;
Christoph Morbitzer, EQUA Solutions AG*

www.abstractbim.ch; www.equa.se