

„RE-SKINNING“

“Wenn der Wind der Erneuerung weht, dann
bauen die einen Menschen Mauern und die
anderen Windmühlen.”

Chinesisches Sprichwort

„RE-SKINNING“

Diplomarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades eines
Diplom-Ingenieurs

Studienrichtung: Architektur

von Sinisa Vugrin

Betreuer:

Ao.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Peter Hammerl
Institut für Architekturtechnologie

Graz, Januar 2012

Beschluss der Curricula-Kommission für Bachelor-, Master- und Diplomstudien vom 10.11.2008;
Genehmigung des Senates am 1.12.2008

EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen/Hilfsmittel nicht benutzt, und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommene Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, 10. Januar 2012

Sinisa Vugrin

STATUTORY DECLARATION

I declare that I have authored this thesis independently, that I have not used other than the declared sources / resources, and that I have explicitly marked all material which has been quoted either literally or by content from the used sources.

Graz, 10th of January 2012

Sinisa Vugrin

„RE-SKINNING“

Einleitung	
Konzept	16
Elisabethhochhaus	18
Analysen	54
Kalkulationen	116
OPV Organische Photovoltaik	120
ETFE Ethylen tetrafluorethylen	126
Entwurf	132

Einleitung

„Re-Skinning“: Neu-Häuten, so könnte man diesen Ausdruck formulieren. Normalerweise findet man diesen Ausdruck eher in der Tierwelt, in der sich Schlangen, Spinnen ihr Wachstum in Form von Häuten, anpassen. Bei den Insekten ist es auch mit einer Wandlung in eine neue Gestalt verbunden. Wenn es um Architektur geht, meine ich, dass wir uns im permanenten Wandel befinden, in dem sich ständig neue Technologien, in Bezug auf die Materialentwicklungen, die unsere gebaute Welt bestimmen, entwickeln. Dieser „Fortschritt“ ist in den letzten Jahren sehr stark mit dem Klimawandel in Verbindung gebracht worden. Wenn man heute ein neues Gebäude baut, das aus komplexen Materialkomponenten besteht und es zusammenfügt, ist es oft schwer den Überblick, was das Angebot an energiesparenden Materialien und Systeme, die uns der Markt bietet, nicht zu verlieren. Entweder sind wir als Architekten dazu verdammt, die Materialien, mit denen uns der Baumarkt täglich zuschüttet, zusammenzufügen oder nützen wir die Möglichkeit, Alternativen hinsichtlich der Materialien und Systeme zu entwickeln. Hier komme ich zu einem Begriff, der manchmal missverstanden wird - Nachhaltigkeit:

“Worin liegen nun, angesichts der ökologischen und klimatischen Herausforderungen sowie einer im Zeichen von Fukushima stark gewachsenen Angst vor Atomkraftwerken, die Möglichkeiten einer zukunftsweisenden Architektur?... Bei allen Fortschritten, die sich in Neubauten schon haben verwirklichen lassen, darf man nicht übersehen, dass das größte ökologische Potenzial im Bereich der Bestandsanierung liegt. Was aber nicht heißt, dass das Bestehende unantastbar ist. Vielmehr geht es um Strategien des Umbaus: um neue

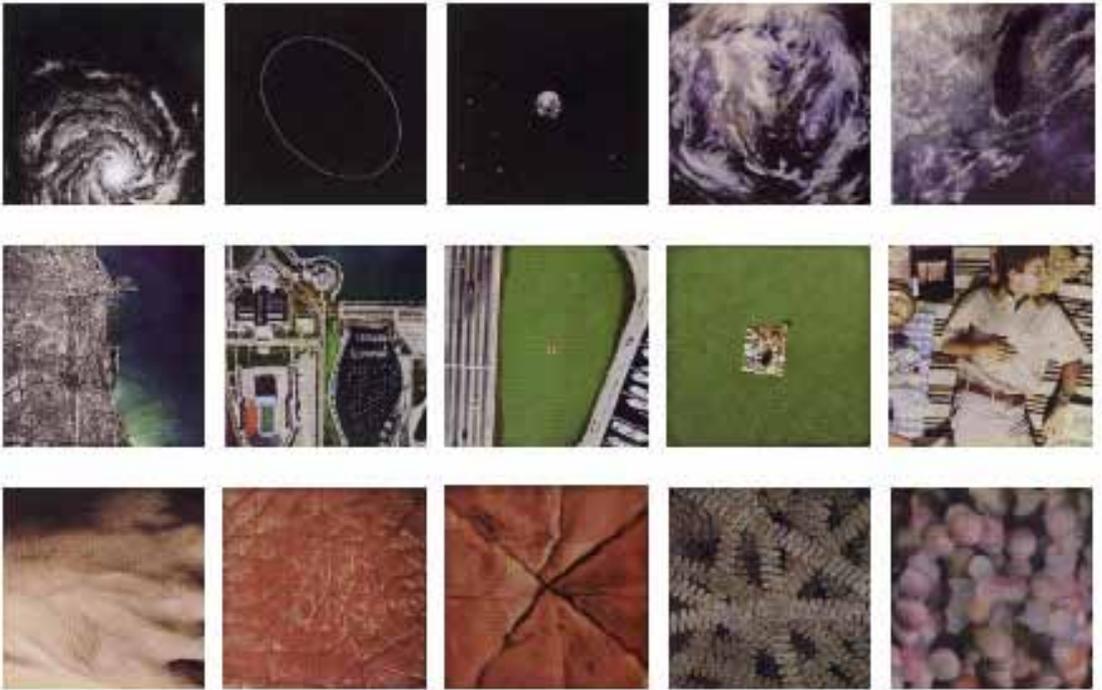
Funktionen in, um moderne Strukturen, an und auf bestehenden Gebäuden... .Das Wesen der Architektur wird heute weniger denn je von ihrer physischen Gestalt bestimmt. Materialien stehen im – von lokalen oder regionalen Bedingungen losgelösten – Überfluss zur Verfügung, ebenso die wählbaren Techniken. Allerdings darf eine Architektur, die wirklich nachhaltig sein will, sich nicht in technischen Ansätzen oder innovativen Bauprodukten erschöpfen....¹“

Mit diesem Auszug aus der NZZ, möchte ich sagen, dass es nicht nur um das Einsetzen von Materialien, die einen Wert von 0,03 W/(m K) oder weniger haben, geht, sondern auch darum, innovative Systeme zu schaffen, die mehr können als „nur Wärme eindämmen“. Was passiert, wenn wir beginnen Energie zu produzieren, nicht nur in neuen Strukturen, sondern, auf was ich mich fokussieren möchte, auch bei der großen Masse an bestehenden Gebäuden, die besonders in Städten vorhanden sind. Es sind Gebäude, die in den 50er bis 70er Jahren entstanden sind und für die damaligen Anforderungen ausreichend waren. Die Problematik, die diese Baumasse heute mit sich bringt, ist nicht nur, dass bauphysikalische Mindestwerte nicht mehr den heutigen Standards entsprechen, sondern viel mehr, dass auch nach einer Sanierung die gewünschte Behaglichkeit nicht vorhanden ist.

1

Dr.Kaltenbrunner, Robert, 12.04.2011:Grün ist die Zukunft,http://www.nzz.ch/nachrichten/kultur/kunst_architektur/gruen_ist_die_zukunft_1.10214722.html (14.04.2011)

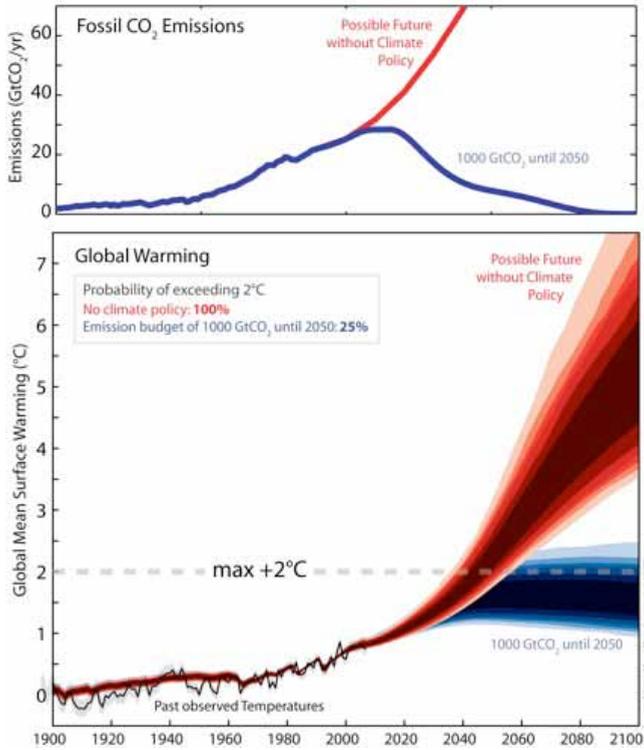
Einleitung



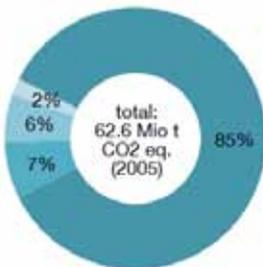
1 Eames - The Power of Ten

Die Behaglichkeit ist in den meisten Fällen das zu erreichende Ziel, was sich ein Architekt überlegen sollte, wenn er ein Gebäude entwirft und konstruiert, in dem Menschen überwiegend und einen großen Teil ihrer Zeit angenehm verbringen möchten. Es sind nach dem 2. Weltkrieg eine Masse von Wohn und Gewerbebauten entstanden, die auf Kosten eines hohen Energieaufwandes eine gewisse Behaglichkeit gewährleisten konnten. Mit der Ölkrise in den 70er Jahren wurde den Menschen das erste Mal bewusst, wie zerbrechlich, die auf tierische Fossilien aufbauende Energiegewinnung ist. Es ist nicht alles schlecht, was die Erdölgewinnung und die Erfindung aus den Nebenprodukten gebracht hat, aber die Abhängigkeit vom Erdöl spüren wir letztlich, wenn Energiekonzerne wie Gasprom die Pipeline zu Europa für kurze Zeit zumachen. Die Folgen der Preiserhöhung erreichen uns schließlich bis zum Kauf von unseren Grundnahrungsmitteln im Laden nebenan. Die aus der Ölkrise resultierende Entwicklung und der Einsatz von Dämmstoffen haben natürlich dazu beigetragen, dass der Energie- bzw. CO₂-Ausstoß primär zuerst ein wenig eingedämmt wurde, aber der Kern der Problematik wurde nicht behandelt. Unser „Fortschritt“ basiert auf Energie. Die Produktion davon basiert auf der Verbrennung von Erdöl, Kohle und Erdgas. Das Endprodukt ist in den meisten Fällen Strom, das uns Licht und Fortschritt gegeben hat. Links sieht man ein Bild, das das zusammenhängende System von Mikro- und Makrokosmos darstellen soll. Unser für Menschen wahrnehmbares System ist primär das Sonnensystem und die Erde auf der wir leben. Wir Menschen betrachten uns seit Jahrtausenden als unmittelbares Zentrum von Allem was existiert. Es gab schon Zeiten, in denen wir dachten, dass sich die Sonne und Sterne um unseren Planeten drehen würden. Diese Sichtweise führte unter anderem dazu, dass wir vergessen haben, dass wir uns eigentlich nur irgendwo zwischen Mikro und Makro be-

finden und dass das, was unmittelbar vor und hinter uns stattfindet, eigentlich einen großen Einfluss auf unsere Behaglichkeit hat. Mit dem „vor uns“ meine ich unser Klima, das wir seit der überproportionalen Belastung durch den CO₂ Ausstoß unmittelbar nicht zu unseren Gunsten beeinflussen. Die Folgen sind uns durch die Medien auch schon für den Laien bekannt geworden. Mit dem „hinter uns“ meine ich, wie wir dem ganzen vorbeugen können. Als Architekten befassen wir uns in diesem Fall mit Möglichkeiten, auf der einen Seite die kostbar erzeugte Wärme und Kühl- Energie mit Dämmsystemen für die Gebäude einzusetzen, aber vergessen andererseits darauf, dass die Herstellung wiederum auf der Verarbeitung von Erdöl basiert. Natürlich haben wir Systeme entwickelt, die die Wiederverwertung fördern und dadurch Produkte im Kreislauf bleiben. Aber nicht alle Stoffe lassen sich so einfach und problemlos wiederverwerten. Vor allem Verbundsysteme sind nur mit großem Aufwand zu betreiben. Aus diesem Grund ist die Produktforschung in die Richtung gegangen, nachhaltige Produkte und Systeme zu entwickeln, die über einen längeren Zeitraum funktionieren und somit die CO₂-Produktion reduzieren. Ich werde später in meiner Arbeit die Details, die ich meine, näher beschreiben. Wie schon im Artikel von der NZZ beschrieben, müssen wir als Architekten unseren Beitrag nicht nur zur Reduktion des CO₂ leisten, sondern auch Systeme in Zusammenhang mit der Forschung entwickeln, die uns aus der Erdölabhängigkeit langsam aber sicher emanzipieren.



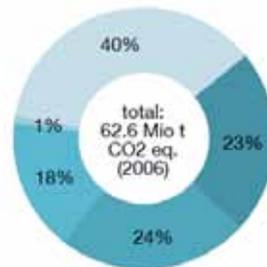
2 Quelle IPCC 2007



Green House Gasses

Source: BFE 2007

- CO₂
- CH₄
- N₂O
- synthetic gases



CO₂ Emissions / Sectors

Source: BFE 2007

- residential
- commercial
- industry
- rest
- traffic

„Scientists calculate that we need to stabilize the concentration of carbon dioxide in the atmosphere at no more than 350 parts per million (ppm) to prevent runaway global warming. We are already at 390 ppm, and adding to this at roughly 2 ppm a year. In other words, we not only have to halt the increase of global carbon emissions, we have to turn the process around, and fast. We have to reduce global carbon emissions by 80 percent or more. It's also clear that there is a lot we can do. When we look at the major sources of carbon emissions and where the efforts are currently directed, there is one area where we have barely scratched the surface: our buildings.

Forty percent of total energy consumption and greenhouse gas emissions in the United States can be attributed to operating buildings – heating them, cooling them, lighting them and providing hot water. The emissions are most intense in cities. Buildings are responsible for almost 80 percent of New York's carbon footprint. For Hong Kong, the figure is over 70 percent, and for London, 52 percent. To put this in perspective, SUVs account for just 3 percent of emissions in North America. If we are to successfully tackle global warming, it's clear we have to do something about the carbon footprint of our buildings. Over 90 percent of buildings in most cities are old, and most of them will still exist in 2050. It is this aging, energy inefficient residential and office stock that we need to tackle.

Tearing down all the old inefficient buildings and replacing them with new high-performance ones is not affordable or practical. For a start, it would cause enormous environmental damage. Already, one third of all waste in North America is building waste. If London alone were to demolish just its high-rise towers it would generate around 40 million tonnes of building rubble. Rebuilding would also consume resources at an almost unimaginable level, including vast amounts of cement whose manufacture is one of the most carbon intensive of all industries. Importantly, it would also take decades, if not centuries to accomplish – far longer than we have to turn things around...²

Mit diesen ausgesuchten Textstellen aus der Internetseite <http://reskinningawards.com/>, wird die Situation in Nordamerika beschrieben, die zum größten Teil zum CO₂-Ausstoß beitragen. Aus dieser Problematik sind neue Initiativen in den letzten Jahren geschaffen worden, um im Bausektor einen Beitrag zu leisten, der den Anspruch auf eine nachhaltige und emissionsarme Architektur stellt und das nicht nur für Nordamerika.

zerofootprint™ re-skinning awards 2010



For more information:

Zerofootprint
+1.416.365.7557
+1.866.795.5146
info@zerofootprint.net

www.zerofootprintprize.org



WORLD URBAN CAMPAIGN



Ontario Centres of
Excellence

UN HABITAT
FOR A BETTER URBAN FUTURE

ONTARIO
COLLEGE
OF ART &
DESIGN



UNIVERSITY OF TORONTO
JOHN H. DANIELS FACULTY OF ARCHITECTURE, LANDSCAPE, AND DESIGN

Daniels
LANDSCAPE AND DESIGN

Konzept

„The Zerofootprintprize“ ist der inhaltliche Ansatz für meine Arbeit, den ich in den letzten Monaten für meine Idee herangezogen habe. Es handelt sich um einen Wettbewerb der jährlich ausgeschrieben wird und mit 1 Mio. Dollar dotiert ist. Das Ziel ist, bestehende Gebäude in den unterschiedlichsten Kategorien, vom Einfamilienhaus bis hin zu gewerblichen Großbauten, die ihren CO₂-„footprint“ nachweislich reduzieren, nachdem Sie von den ausführenden Architekten revitalisiert wurden, zu verbessern. Es handelt sich also um reale Projekte, die vor dem Wettbewerb umgebaut und anschließend für den Wettbewerb in den verschiedenen Kategorien eingereicht werden. Es muss für die Jury nachgewiesen werden, dass der Energiehaushalt optimiert wurde. Natürlich geht es nicht nur darum die bauphysikalischen Parameter zu erreichen, die zeigen, dass es CO₂ einspart, sondern auch natürlich um den architektonisch-künstlerischen Aspekt, der eine wichtige Rolle spielen sollte. Das soll aber nicht heißen, dass gewisse Entwurfsprozesse willkürlich passieren, sondern sehr stark an der Idee „form follows energy and function“ hängen, auf die ich später in meinem Entwurf eingehen werde. Da ich noch kein in echt umgebautes Gebäude nachweisen kann, möchte ich für dieses Jahr (2012) meinen Beitrag als Wettbewerb in der Kategorie „Future of Re-Skinning“ einreichen. Den Namen für meine Diplomarbeit habe ich davon abgeleitet. In dieser Sparte geht es vor allem um zukunftsweisende Ideen, die vielleicht umgesetzt werden könnten. Für mich galt von Anfang an, ein sehr realistisches Projekt zu erarbeiten, das in naher Zukunft realisierbar ist. Mit diesen Gedanken bin ich auf die Suche nach einem Gebäude gegangen, das allen Voraussetzungen entspricht und ich wollte ein Objekt wählen, das in allen Punk-

ten, was die bauphysikalischen Parameter betrifft, übereinstimmt. Die Wahl eines Gebäudes habe ich ziemlich rasch und gezielt getroffen. Es hat mich auch nicht davon abgehalten, dass es für manche quasi unantastbar ist, was wahrscheinlich auch ein Argument war, genau dieses Gebäude zu wählen, weil ich der Meinung bin, dass es in vielen Punkten die Kriterien erfüllt um saniert zu werden. Diese Meinung teilt mit mir auch die Hausverwaltung, die das Gebäude in den nächsten Jahren sanieren wird und muss. Ich werde später noch näher in meiner Arbeit beschreiben wie die Informationen, die ich von der Hausverwaltung bekommen habe, die sehr kooperativ und hilfreich in jeglicher Hinsicht war, weiterverarbeitet wurden. Zurückgreifend auf die Ausgangssituation, die dieser Problematik darstellt und auf welches Zielgebiet es sich konzentriert, hat mich nicht davon abgehalten dieses Objekt zu wählen, obwohl es sich nicht um eine Großstadt wie New York, London, Mexiko City oder andere vergleichbare Städte handelt. Das Gebäude, das ich gewählt habe, wirkt im ersten Moment vielleicht einfach und als Solitär uninteressant, aber es ändert nichts an der Situation, dass es saniert werden muss und als Fallbeispiel passend herangezogen werden kann. Das Fallbeispiel, das ich für meine Diplomarbeit ausgewählt habe, ist das „Elisabethhochhaus“ in der Hugo Wolf Gasse 10 in Graz.



Elisabethhochhaus

Elisabethhochhaus



Elisabethhochhaus



„Auch wenn das erste Grazer Wohnhochhaus in Thondorf von Steyr-Daimler-Puch gebaut wurde, so ist das „Elisabeth-Hochhaus“ jenes Objekt, das die erste Debatte um Hochhäuser in Zusammenhang mit der Altstadt in Graz ausgelöst hat. Schon 1948 reagierten Bleich-Ehrenberger-Gallowitsch auf den für Graz neuen Typus des Hochhauses, indem sie einen auf die Eigenheiten der Topografie abgestimmten Plan für die Festlegung von Hochhaus-freien Zonen entwarfen. Auch Karl Raimund Lorenz war der Ansicht, dass das Hochhaus keine Einzelerscheinung in Graz bleiben würde, dass es zusammen mit anderen Gebäuden dem Stadtbild von Graz ein neues interessantes Gepräge geben könnte und die Sicht vom Grazer Schlossberg dadurch durchaus nicht unharmonisch sein müsste. Die Frage „Hochhaus an dieser Stelle und mit dieser Höhe“ war für Lorenz weniger eine Frage des Heimatschutzes als vielmehr eine Frage der lebendigen Entwicklung der Stadt Graz und ihres Zentrums. 1954 bekommt Karl Raimund Lorenz gemeinsam mit Friedrich Zotter von der AWG, der Alpenländischen Wohnbaugemeinschaft Graz, den Auftrag, einen bereits bestehenden Entwurf eines 18-geschossigen Gebäudes mit bis zu 100 Wohnungen an der Elisabethstraße zu überarbeiten. Der ursprüngliche Entwurf eines Hochhauses mit Y-förmigem Grundriss war wegen grundsätzlicher formaler Mängel massiver Kritik ausgesetzt. Vom Standpunkt des modernen Städtebaus ausgehend sah Karl Raimund Lorenz den Baukomplex als Kompromisslösung, um einen harmonischen Ausgleich der typischen Korridorstraße der Elisabethstraße mit modernen zeitgemäßen Baugedanken zu erreichen und bezeichnet das Projekt keineswegs als „radikal modern“. So gliedern Lorenz und Zotter den Komplex in ein 24-geschossige Hauptgebäude mit vier Wohneinheiten mit flexiblen Grundrissen je Geschoss, einen Verbindungsteil mit 5 Geschossen als Bindeglied und einen straßenseitigen, ebenso 5-geschoßigen Baublock mit je

3 Wohneinheiten als Garçonnerien mit Laubengängerschließung, das Profil der Elisabethstraße in seiner Einheitlichkeit der Gebäudehöhen aufnehmend. Sowohl das ursprüngliche Dach - eine große Welle - als auch die Tiefgarage unter dem Vorplatz für 100 Fahrzeuge für 138 Wohnungen, wurden aus Kostengründen nicht ausgeführt. Dafür wurden um 6 Geschosse mehr ausgeführt als ursprünglich geplant. In eingehenden Modellversuchen in Bezug auf Baumassenverteilung, Gesamtproportion, Baukörper- und Fassadengliederung wurde versucht, die Baumasse durch eine feine Gliederung soweit wie möglich aufzulockern, um ihr den Eindruck der Schwere und der Massigkeit zu nehmen. ³⁴

ARCHITEKTIN

Karl Raimund Lorenz
Friedrich Zotter

BAUHERRIN

AWG Alpenländische
Wohnbaugemeinschaft Graz

FUNKTION

Wohnbau

PLANUNGSBEGINN

1954

AUSFUEHRUNG

1962 - 1964

3

<http://www.nextroom.at/building.php?id=18986&sid=13038&inc=pdf>, (03.09.2011)





Elisabethhochhaus



Die Bestandsaufnahme und nähere Betrachtung des Elisabethhochhauses, hat für mich das schon bekannte Hochhaus, noch bessere Erkenntnis und Einblicke gegeben, wie filigran und detailliert die Formsprache ist. Das Gebäude ist sehr „ehrlich“ mit seiner Formgebung, die sich von der Statik bis hin zur Konstruktion nach außen präsentiert und dadurch sehr angenehm zu betrachten ist. Die Balkone betonen die horizontale Richtung und nehmen so die „Schwere“ und geben dem Ganzen eine gewisse Leichtigkeit.

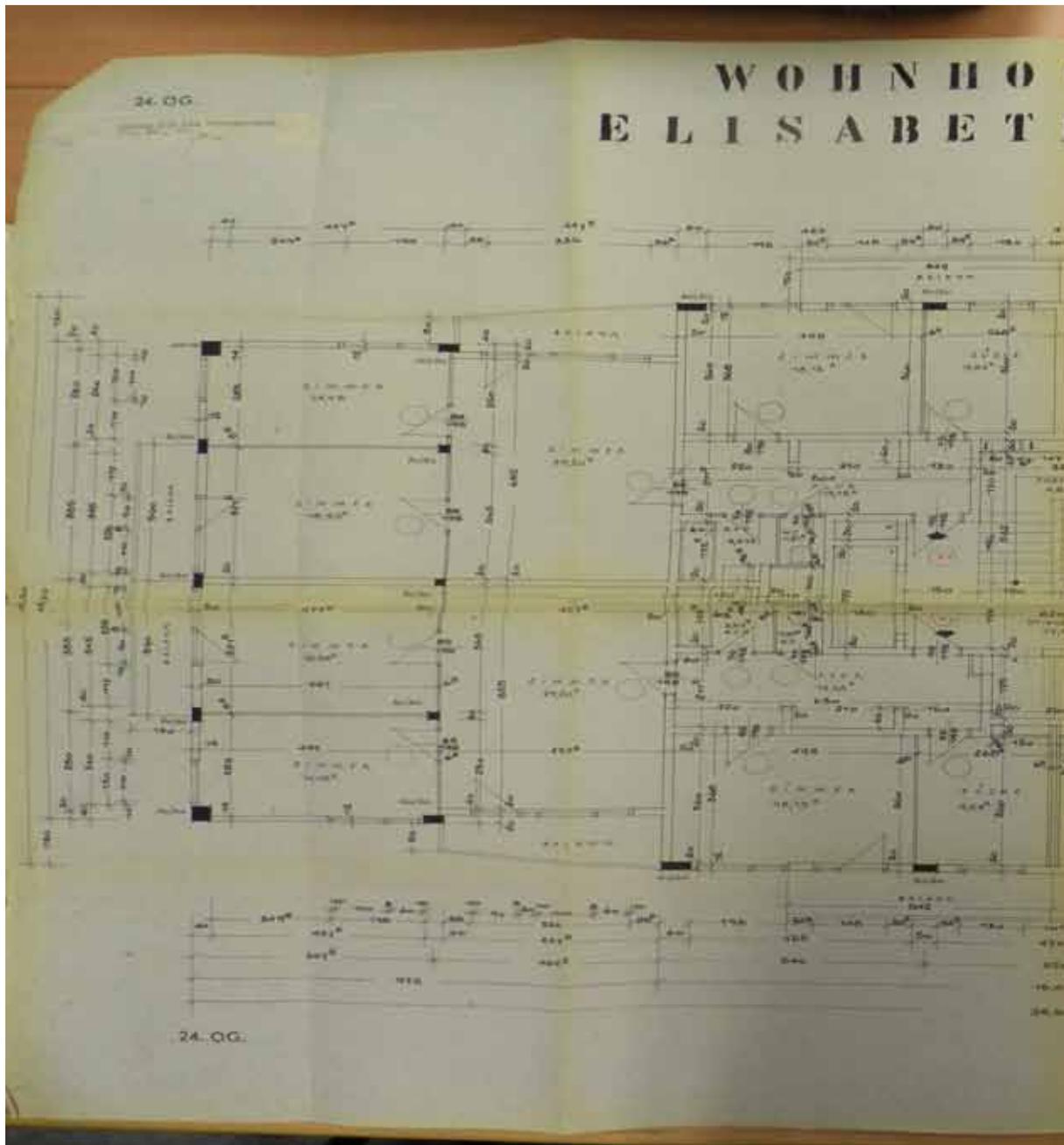
Das Hochhaus hat 25 Etagen mit insgesamt 100 Wohnungen und eine Dachterrasse mit Technikraum für die Liftanlage und Haustechnik.



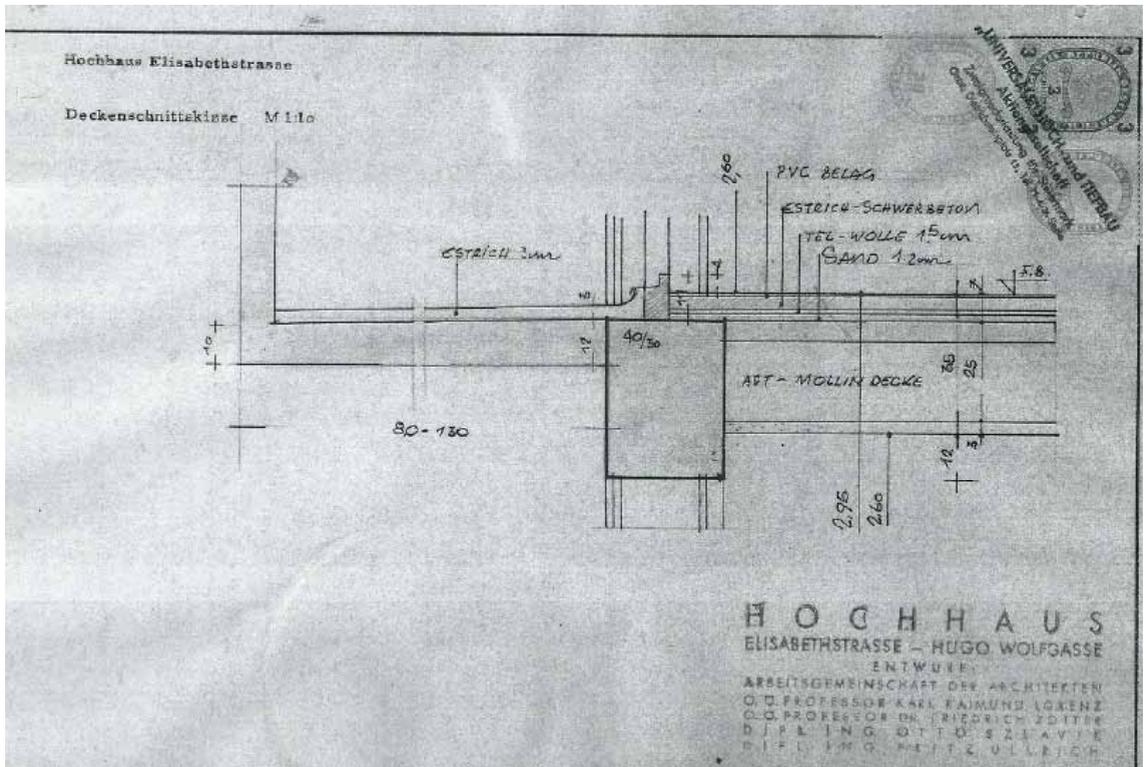
Elisabethhochhaus

Der weitere Schritt war Informationen über Grundrisse und Schnitte zu bekommen und die dazugehörige Hausverwaltung, die das Hochhaus verwaltet. Die STIWOG Immobilien GmbH betreut das Gebäude und war sehr hilfreich und hat Informationen, die ich für die Analyse brauchte, weitergegeben.





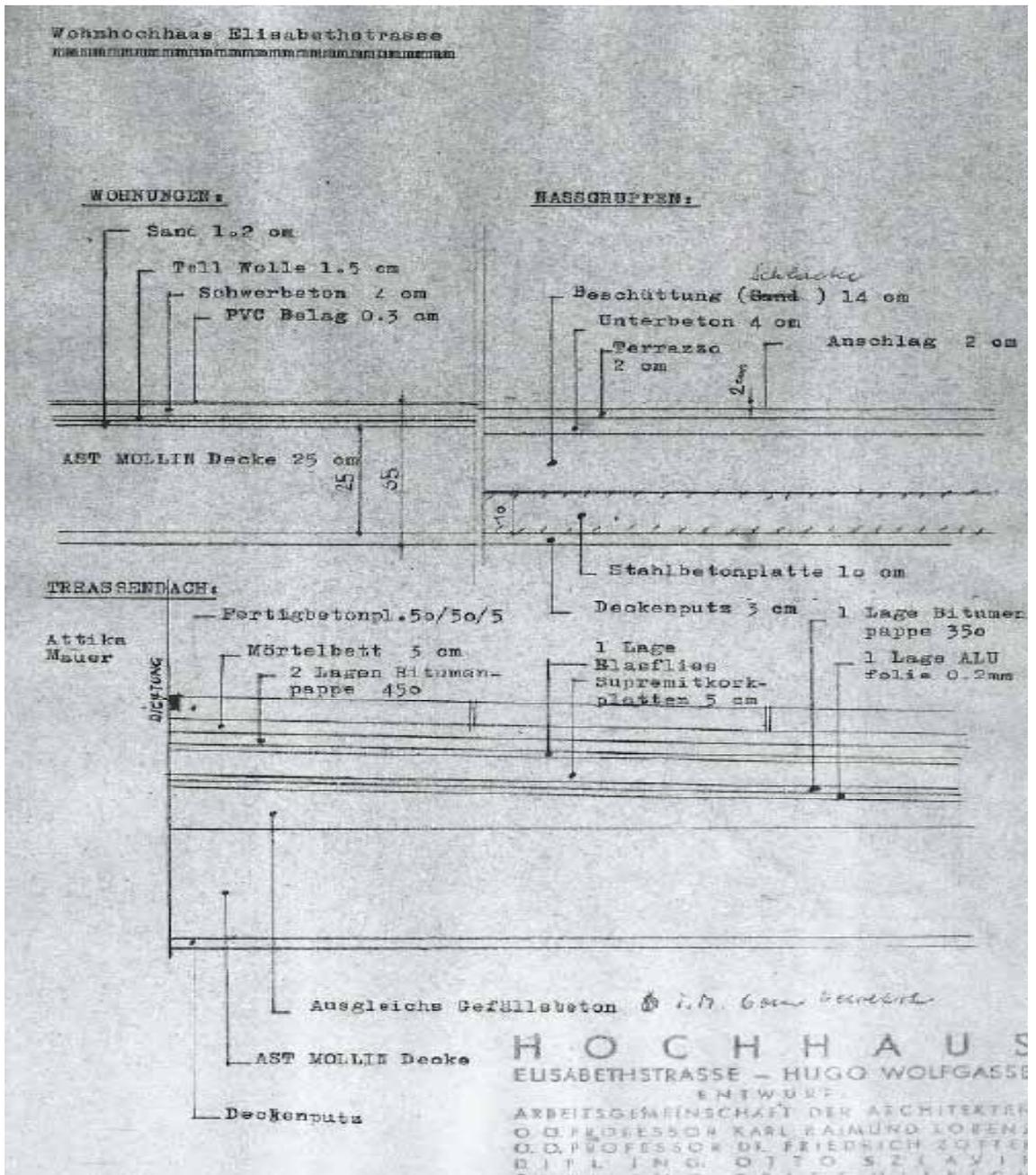




Das Stadtarchiv in der Schiffgasse 4 in Graz hat mir sämtliche Grundrisse, Schnitte und Details zum Gebäude geben können, die ich für die Rekonstruktion in den CAD-Programmen benötigt habe. Dadurch konnte ich eine sehr gute Basis für die weiteren Arbeitsschritte schaffen.

6 Pläne Stadtarchiv

Auf den zwei Ausschnitten, die Details zeigen, war es möglich genaue und präzise Simulationen, die bauphysikalische Abläufe beinhalten, darzustellen.



Elisabethhochhaus

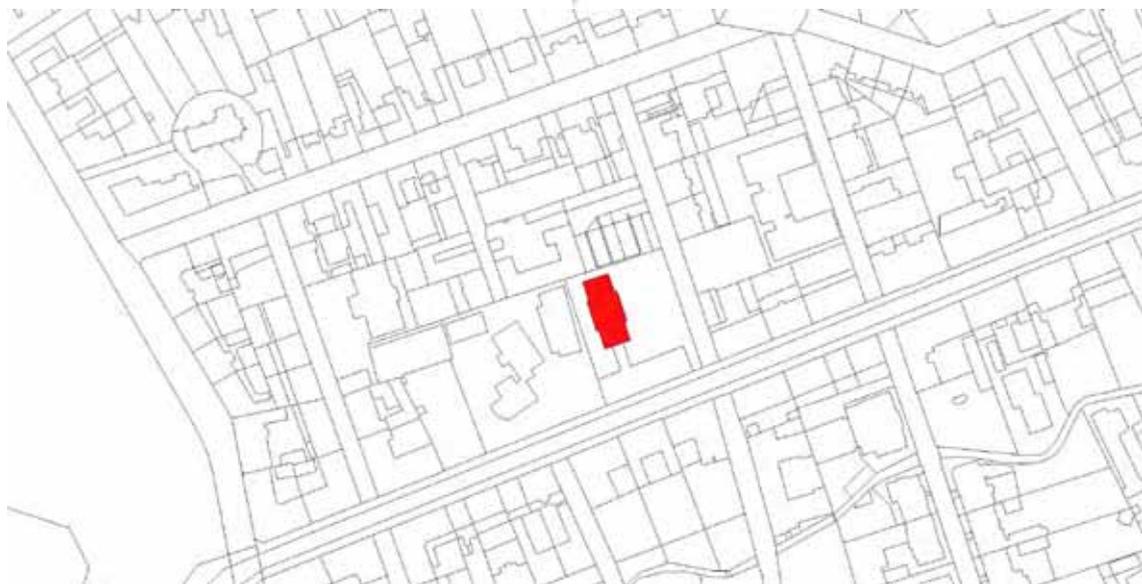
Elisabethhochhaus Lageplan



Elisabethhochhaus Lageplan



Elisabethhochhaus Lageplan



Elisabethhochhaus Lageplan



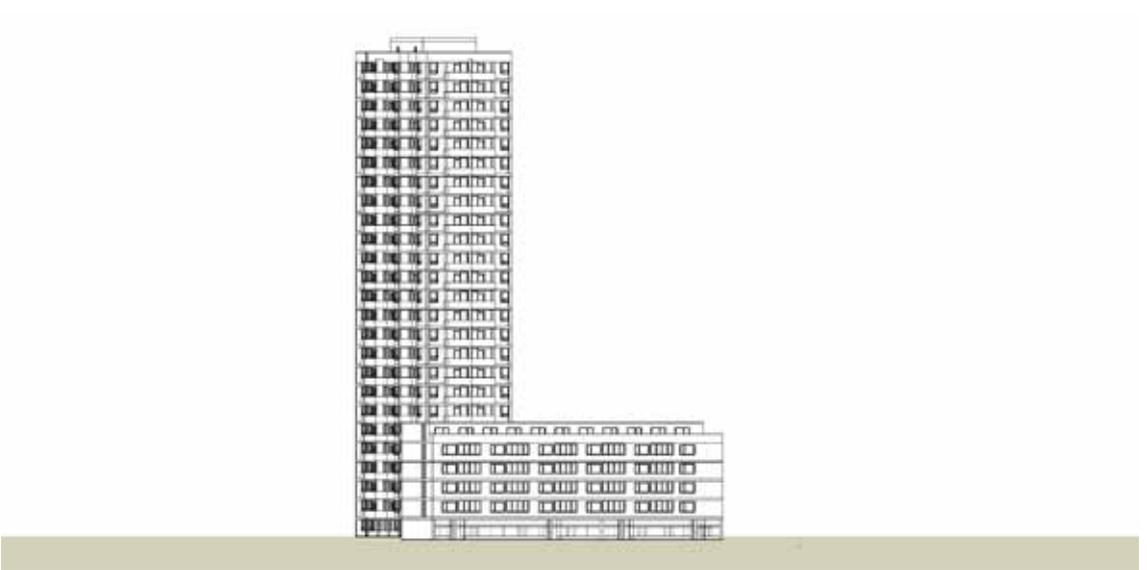
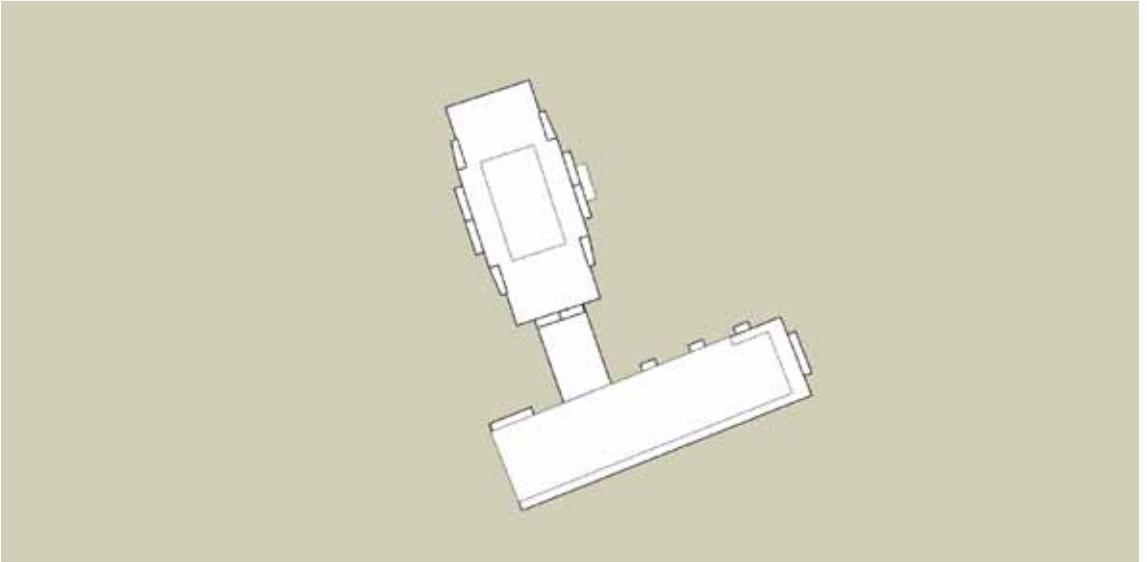
Elisabethhochhaus

47° 4 56 N 15° 26 26 E

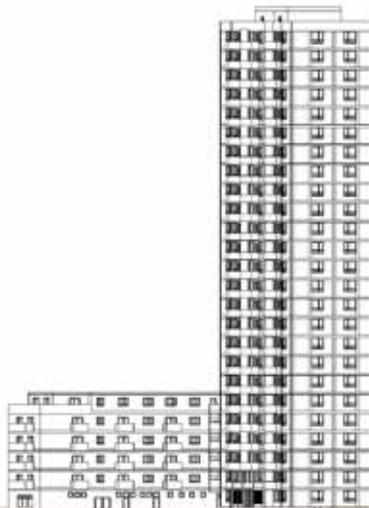
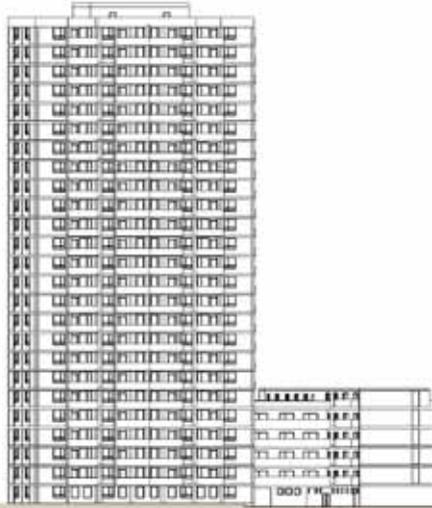
Das Elisabethhochhaus befindet sich in Graz Geidorf und sticht natürlich durch die Größe heraus. Die Ausrichtung ist Ost - West, die Südseite mit Balkonen und die Nordseite ohne ausgebildet. Die Position ist sehr markant, da sich zur Südseite die Elisabethstraße entlang zieht und dadurch in der Straßenflucht jeweils die breite Gebäudeseite für den Betrachter präsentiert.

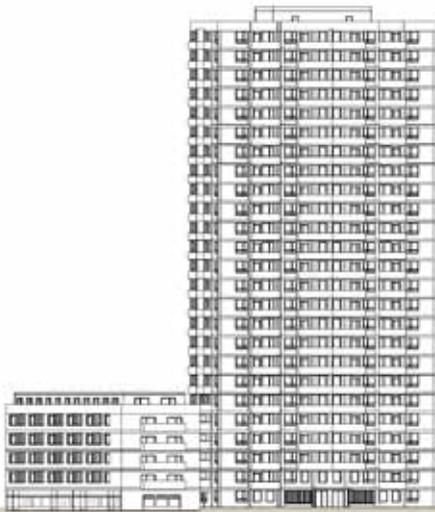
Die folgenden Pläne sollen den Ablauf der digitalen Rekonstruktion darstellen und sind quasi chronologisch in statischer bzw. konstruktiver Weise zu betrachten, die auch in der weiteren Folge zu sehen sind. Die Grundlagen haben die Informationen aus dem Stadtarchiv gegeben.

Es ist mir wichtig erschienen, die Abläufe für den Bestand wie auch für den Entwurf in Form einer Bildfolge darzustellen, die angefangen von der Statik über die Konstruktion und die Details Schritt für Schritt dargestellt werden.

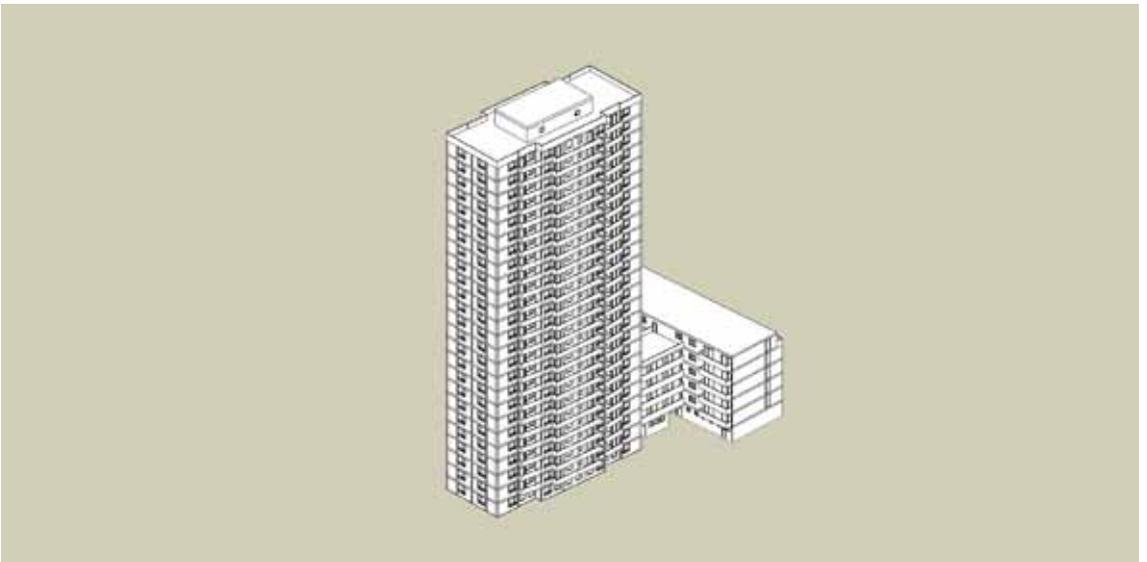


Elisabethhochhaus Rekonstruktion

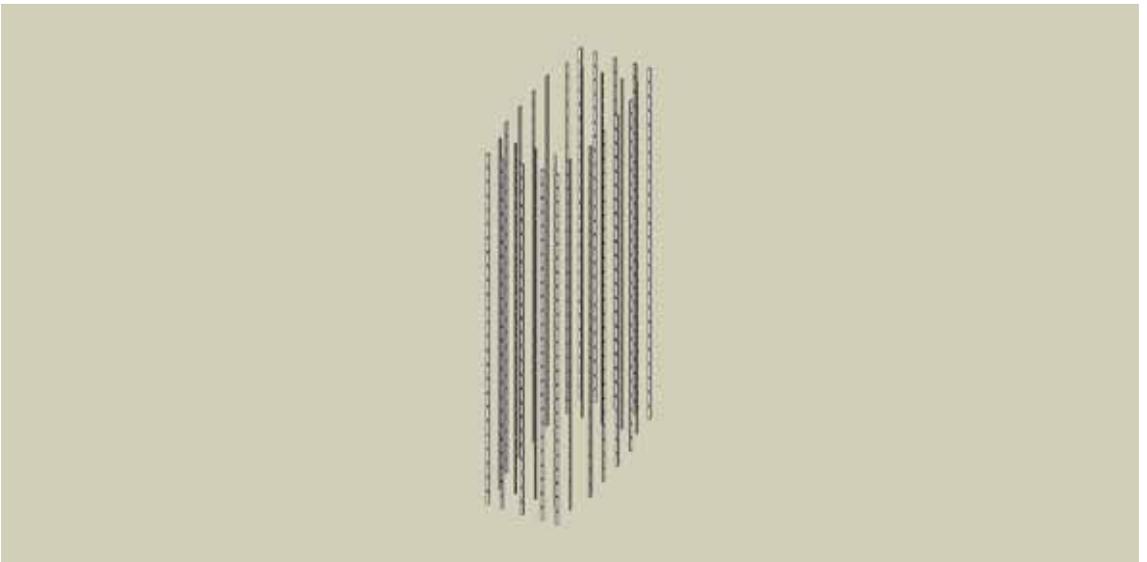
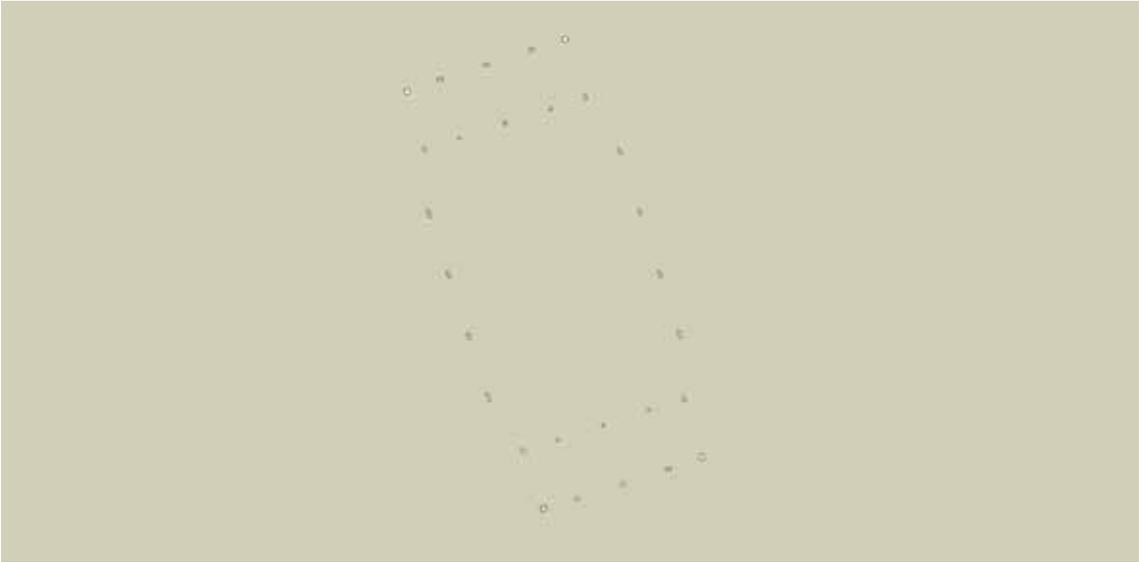




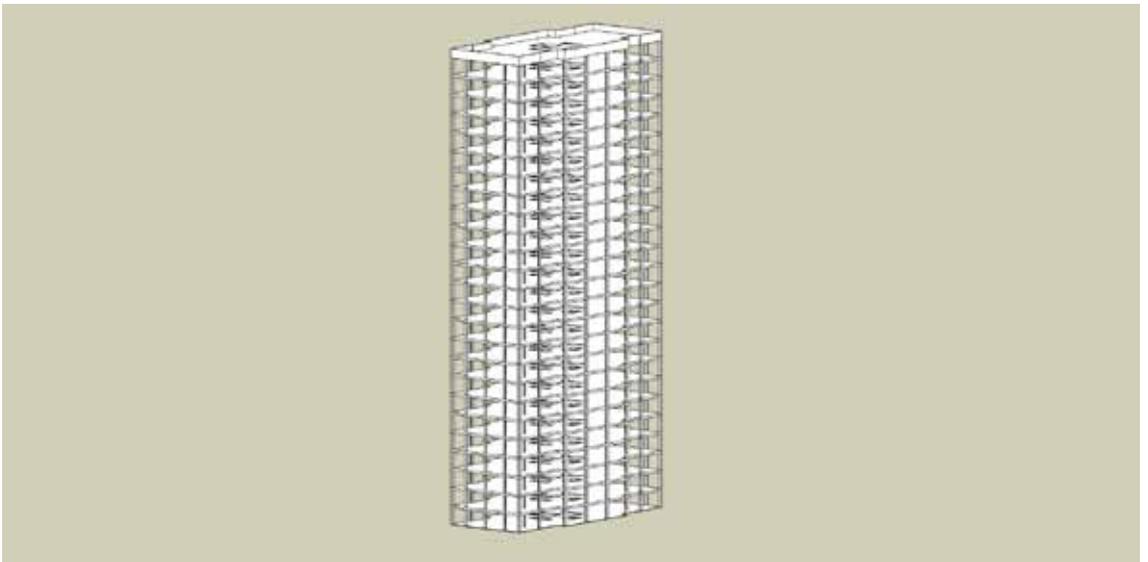
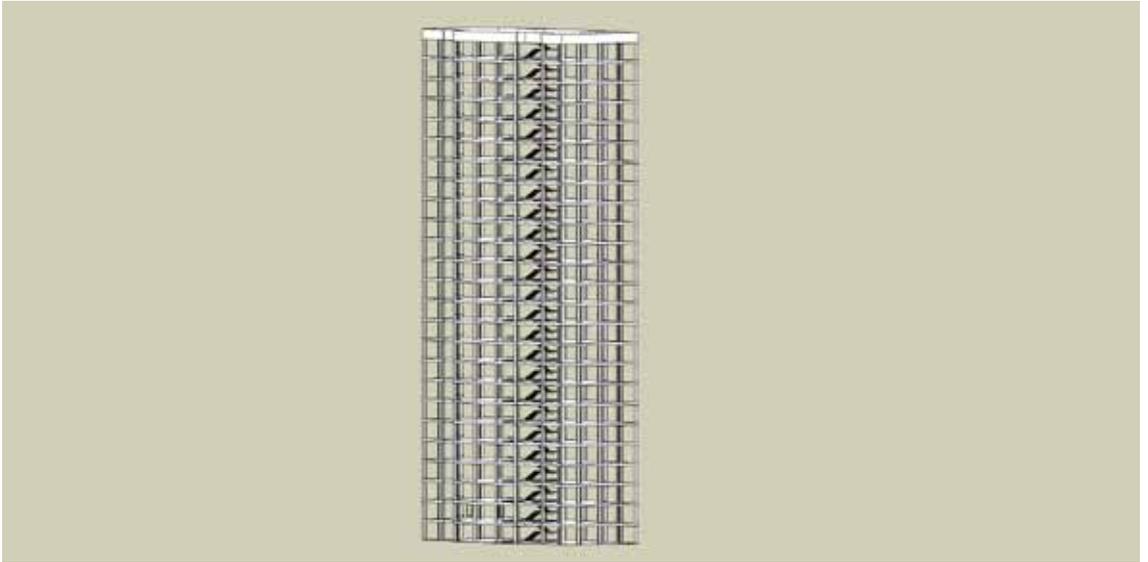
Elisabethhochhaus Rekonstruktion



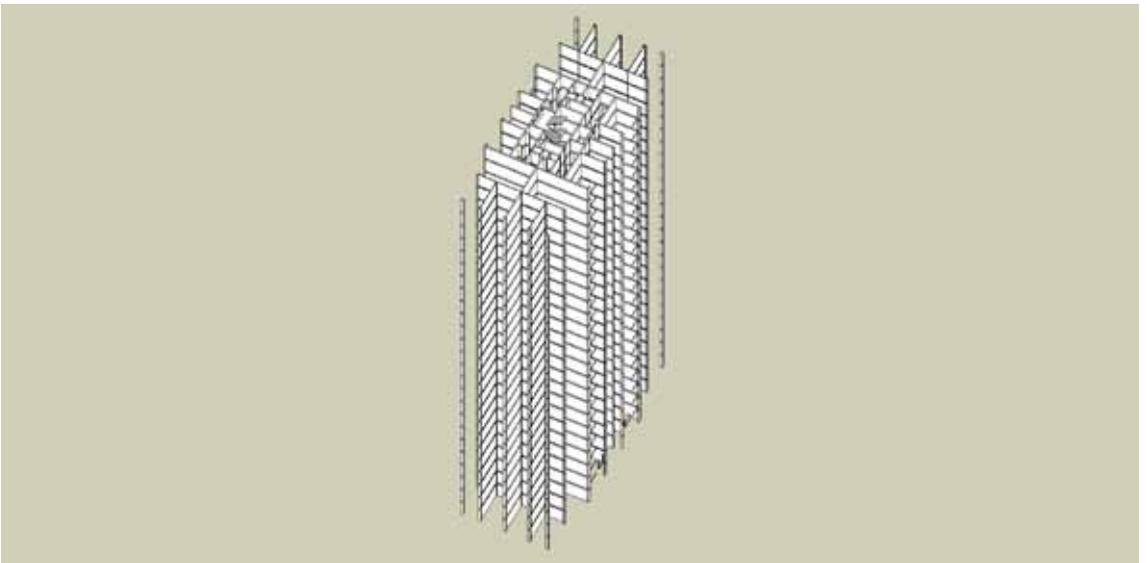
Elisabethhochhaus Stützen



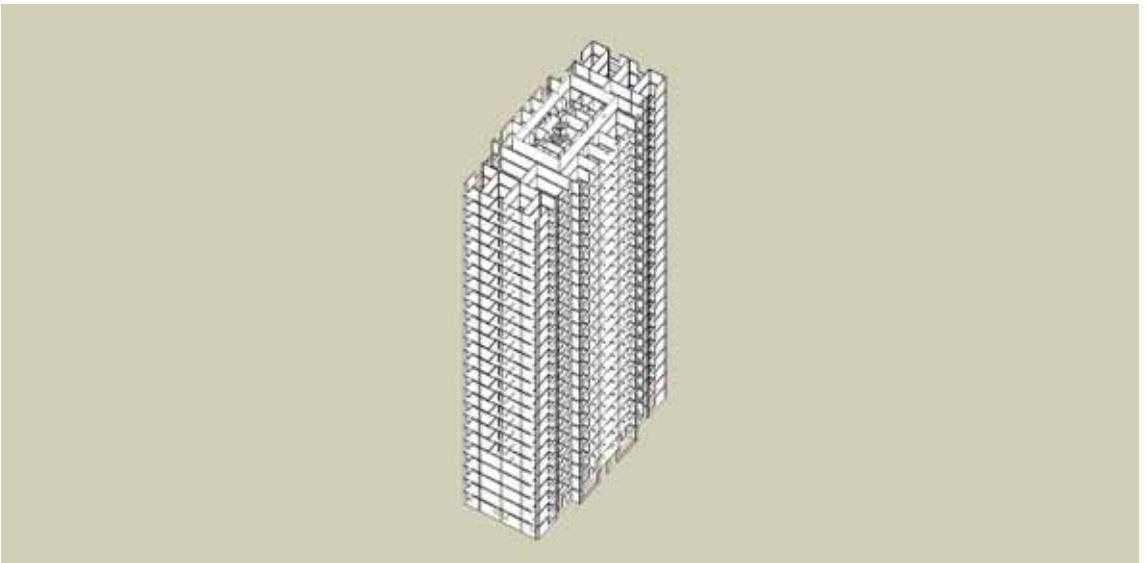
Elisabethhochhaus Decken

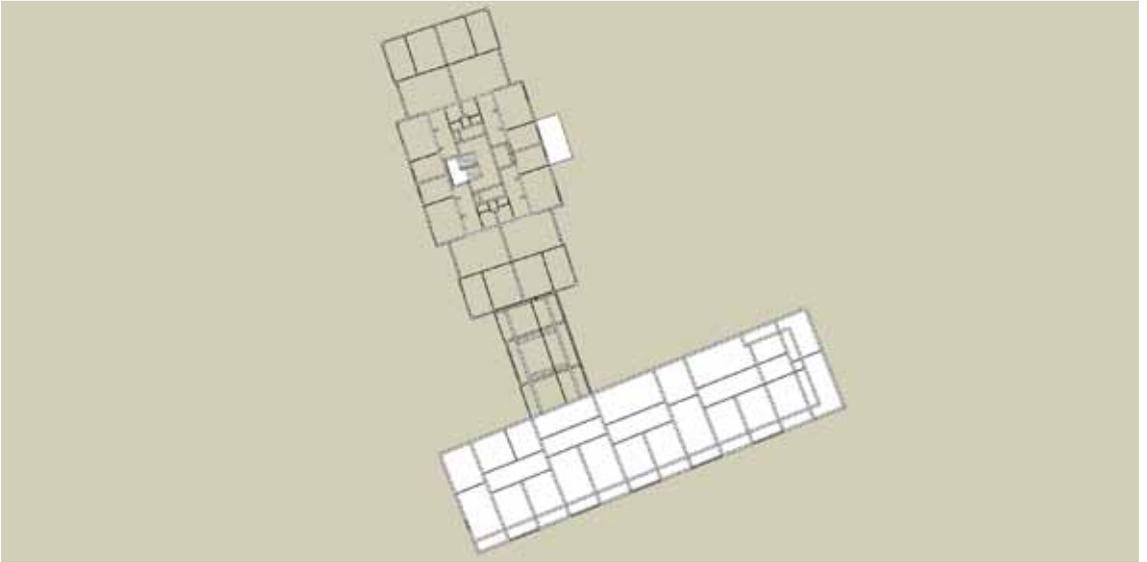


Elisabethhochhaus Innenwände



Elisabethhochhaus Aussenwände





Die gezeigten Pläne beschreiben das statische Grundkonzept über die Stützen, die sich im äußeren Bereich des Gebäudes befinden. Sie sind im weiteren Kräfteverbund mit den Geschossdecken und äußeren STB-Trägern mit dem Gebäudekern, der die Treppenanlagen sowie haustechnischen Anlagen, verbunden.

Es ergeben sich so zwei Zonen:

Die Innere mit Lift, Treppe, Haustechnik und den Wohnbereichen Küche, Bad, Korridor.

Die Äußere mit Wohn und Schlafzimmern, die jeweils Zugang zu den Balkonen haben.

So wird dann auch die „Leichtigkeit“ die vom Kern zum Äußeren zunimmt, auch in der Fassade wahrgenommen.

Die weiteren Pläne zeigen eine vereinfachte Sicht des Hochhauses mit der Umgebung, die noch mehr Einblick geben soll, wie das Gebäude im Ganzen zu sehen ist.

Mit diesem Schritt ist die Bestandsaufnahme beendet und so sind alle Voraussetzungen geschaffen, um in die nächste Phase meiner Arbeit zu gehen, die sich mit der ausführlichen Analyse beschäftigt, die weiter die Grundlage für den Entwurf und weitere Entscheidungen bezüglich Form - Konstruktion und Material geben sollten.

Elisabethhochhaus Lageplan Gesamt



Elisabethhochhaus





Elisabethhochhaus



Elisabethhochhaus



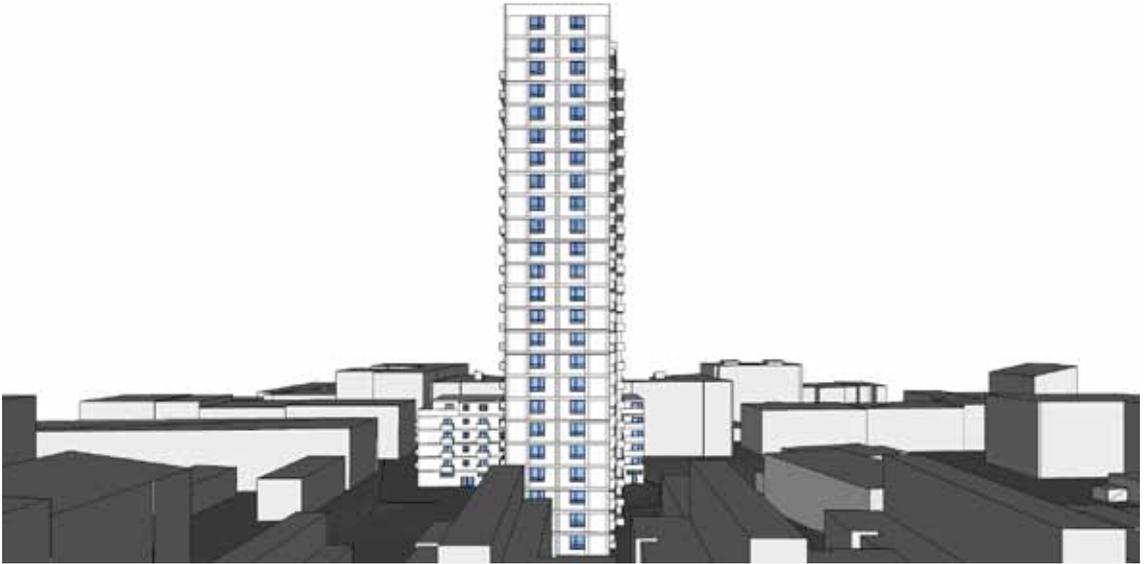
Elisabethhochhaus



Elisabethhochhaus



Elisabethhochhaus



Analysen

Analysen

In diesem Schritt wird der Bestand mit einigen Simulationsprogrammen geprüft, um die Notwendigkeit einer Sanierung zu zeigen, das dem Gebäude, unabhängig von meiner Arbeit, bevorsteht. Die weiteren Untersuchungen sollen zeigen, dass die Entscheidungen für den Entwurf auf der Analyse basieren und als logischer Schritt gesehen werden sollen.

Mit den Klimadaten sollen zuerst gezeigt werden, welchen Umständen das Hochhaus ausgesetzt ist. Als weiterer Schritt wird die Windlast simuliert, die auf den Bestand im Laufe des Jahres einwirkt und aus welchen Richtungen der Wind bläst. Die Resultate sind für die Berücksichtigung des Entwurfs wichtig und fließen in ihn hinein. So wie das Klima ganzheitlich gesehen werden muss, so ist auch die ganzheitliche Einwirkung und Beanspruchung auf das Gebäude zu betrachten.

Die Resultate von den Windanalysen, sind dann von der Entscheidung der äußeren Hülle bzw. der 2. Haut, welche der Kern meiner Arbeit ist, unter folgenden Parametern abhängig:

Die Geometrie des Entwurfs stellt statische Anforderungen, die durch den Wind entstehen und sich hinsichtlich Proportion und Gliederung, die weiter auf die Herstellung und Fertigung schließen, anpassen. Die Lasten des Winddrucks und –sogs bestimmen die Dimensionierung der Unterkonstruktion.

Am Ende stellt sich heraus, welches Oberflächenmaterial für diesen spezifischen Entwurf relevant ist.

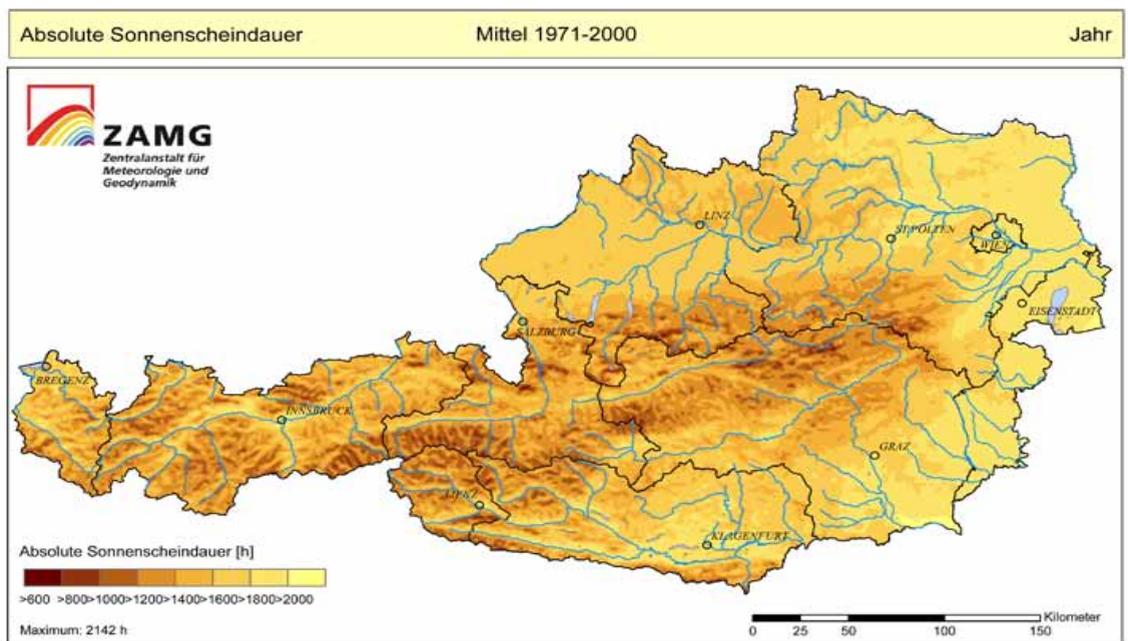
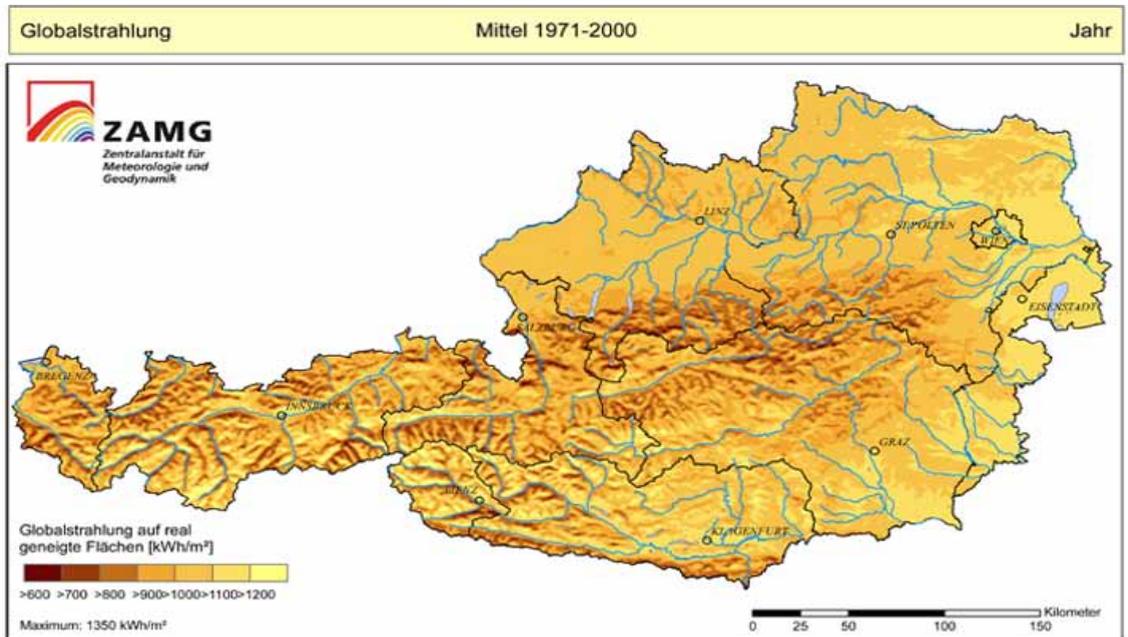
Die nächste Analyse beschäftigt sich mit der Studie der solaren Energie, die auf die Fassaden

einwirkt und welche Schattenbildung sich durch den Bestand auf die eigene Fassade ergibt. Diese Analyse wirkt sich auf die Wirtschaftlichkeit, die der Entwurf geben soll, aus. Nicht nur der Aspekt der Investitionskosten soll dadurch betrachtet werden, sondern auch die Nachhaltigkeit, die in der Einleitung beschrieben wurde, die gewährleistet werden und ein Anspruch auf die Gesamtlösung stellen soll. Die Idee ist es eine finale Oberfläche zu schaffen, die sogar Energie produzieren soll und den CO₂-Ausstoß auf lange Sicht nachhaltig reduzieren soll. Diese Maßnahme wird im Entwurf genauer dargestellt.

In den letzten Analysen beschäftige ich mich mit dem Energiehaushalt des Hochhauses, den ich mittels Energieausweis herstellen werde. Zuerst wird der IST-Zustand berechnet und dann zum Vergleich der Zustand nach einer konventionellen Sanierung mittels Wärmedämmverbundsystem.

Der Anspruch meines Entwurfs ist es, eine Alternative zum WDVS zu zeigen, die auf lange Sicht nicht nur wirtschaftlicher und nachhaltiger ist, sondern auch innovativer und einen Anstoß auf alternative Lösungen im Bereich von Gebäuden, die den Bedarf einer Sanierung haben, zu beschreiben.

Die Analysen waren eine große Hilfe um weitere Entscheidungen, die den Entwurf beeinflussen, zu treffen und die künstlerischen Entscheidungen nicht willkürlich zu fällen, sondern gezielt mit großer Rücksicht auf den Bestand, der eine hohe „architektonische“ Qualität aufweist, zu setzen.



Analysen Klimadaten



Graz-Universität
Klimadaten
(ab Jänner 2003)



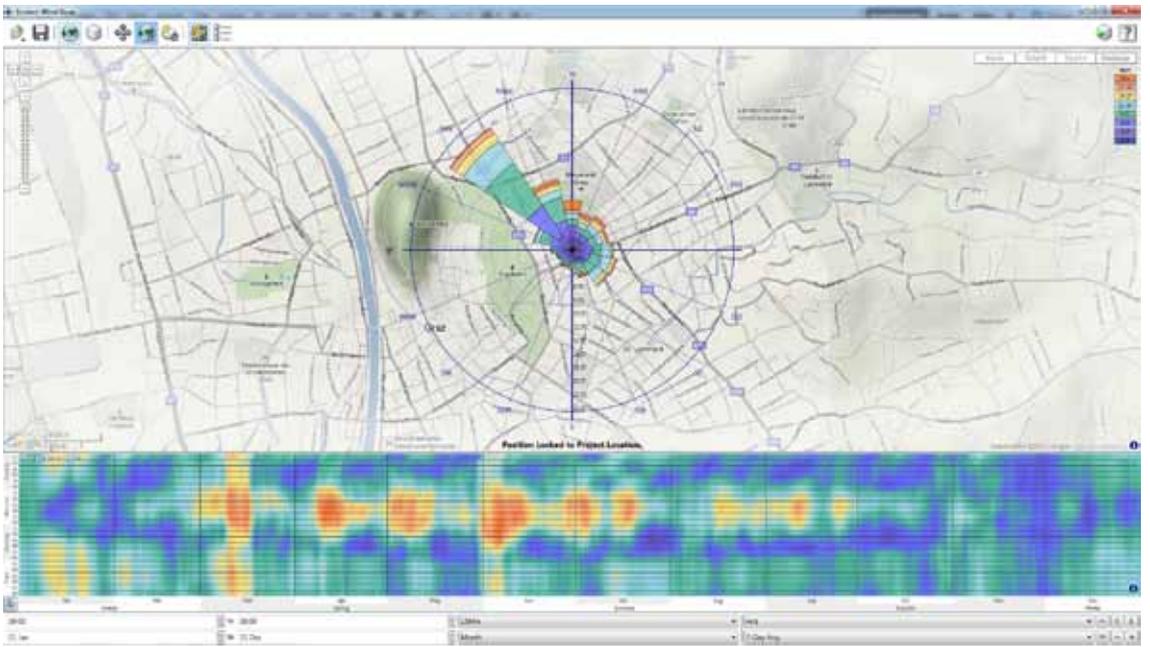
© Landesrechnerzentrum

Messwerte	Lufttemperatur in °C				Niederschlag in mm		Schneehöhe in cm	Zahl der Tage mit:					Sommerschneedauer			
	Jahr/Monat	Höchste	Tiefste	Monatsmittelwert	Langjähriges Monatsmittel	Monatssumme	Mittlerer Niederschlag*	Maximale Schneehöhe	Niederschlag > 1 mm	geschlossener Schneedecke	Frost-tage ¹⁾	Eis-tage ²⁾	Sommer-tage ³⁾	Tropen-tage ⁴⁾	Monatssumme in Stunden	Mittlere Sonnenscheindauer*
2011				2,9	3,4	104	919		21	11	91	12	16	9	962	1.896
Jänner	14,1	-9,3	0,0	-1,0	10	24	1	2	4	23	8	0	0	100	90	
Februar	17,6	-9,6	0,3	1,0	8	30	5	2	5	24	4	0	0	108	118	
März	20,8	-7,1	6,0	5,1	47	44	1	4	2	14	0	0	0	215	148	
April	28,0	2,0	12,7	9,6	41	49	0	6	0	0	0	2	0	236	166	
Mai	26,6	2,2	15,0	14,6	56	66	0	7	0	0	0	14	0	304	210	
Juni				17,7											213	
Juli				19,5											234	
August				16,9											227	
September				14,7											174	
Oktober				9,4											140	
November				3,7											93	
Dezember				0,1											79	

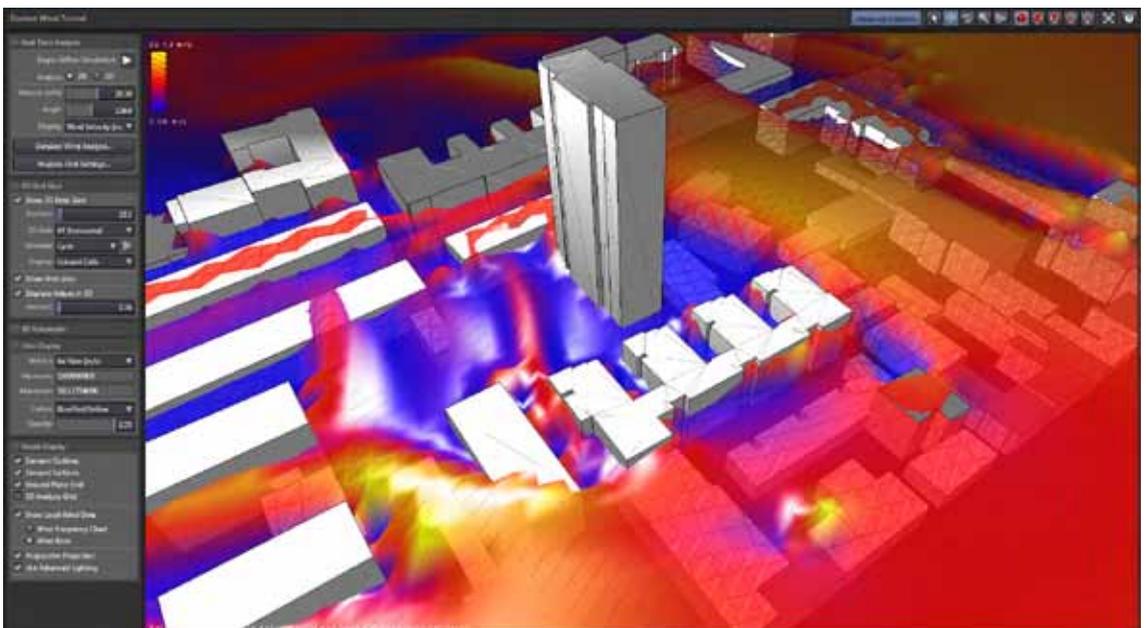
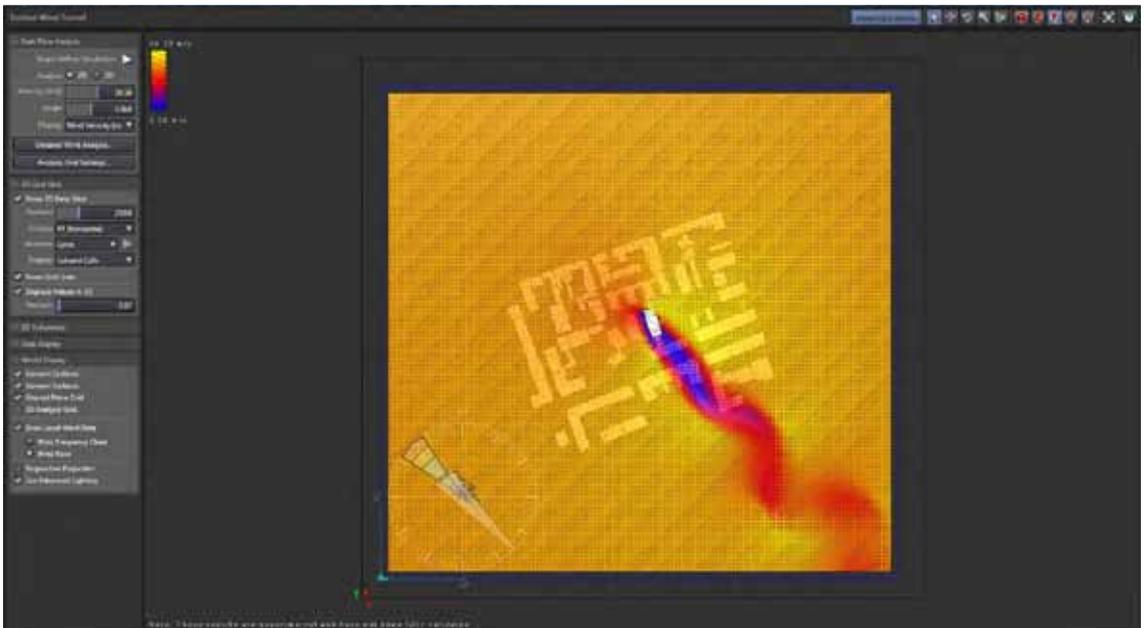
Messwerte	Lufttemperatur in °C				Niederschlag in mm		Schneehöhe in cm	Zahl der Tage mit:					Sommerschneedauer			
	Jahr/Monat	Höchste	Tiefste	Monatsmittelwert	Langjähriges Monatsmittel	Monatssumme	Mittlerer Niederschlag*	Maximale Schneehöhe	Niederschlag > 1 mm	geschlossener Schneedecke	Frost-tage ¹⁾	Eis-tage ²⁾	Sommer-tage ³⁾	Tropen-tage ⁴⁾	Monatssumme in Stunden	Mittlere Sonnenscheindauer*
2010				9,8	9,4	916	919		104	80	108	33	62	18	1.867	1.896
Jänner	-7,1	-13,1	-1,9	-1,0	34	24	16	7	26	29	17	0	0	40	90	
Februar	15,6	-8,4	0,6	1,0	39	30	33	6	25	22	4	0	0	98	118	
März	20,7	-6,6	5,7	5,1	26	44	6	6	3	13	0	0	0	174	148	
April	28,7	0,4	10,6	9,6	32	49	0	7	0	0	0	1	0	165	166	
Mai	28,5	4,5	15,3	14,6	121	66	0	14	0	0	0	4	0	157	210	
Juni	34,3	9,4	19,3	17,7	123	118	0	13	0	0	0	15	5	240	213	
Juli	34,3	11,1	22,4	19,5	69	125	0	0	0	0	0	26	12	207	234	
August	30,2	5,8	19,1	16,9	195	113	0	14	0	0	0	16	1	207	227	
September	23,9	5,8	13,8	14,7	116	81	0	6	0	0	0	0	0	163	174	
Oktober	17,0	-1,7	8,0	9,4	43	62	0	6	0	5	0	0	0	127	140	
November	21,1	-3,8	6,7	3,7	70	52	9	9	2	6	0	0	0	91	93	
Dezember	9,2	-13,5	-1,6	0,1	48	35	26	6	24	25	12	0	0	98	79	

9 Graz Uni Klimadaten

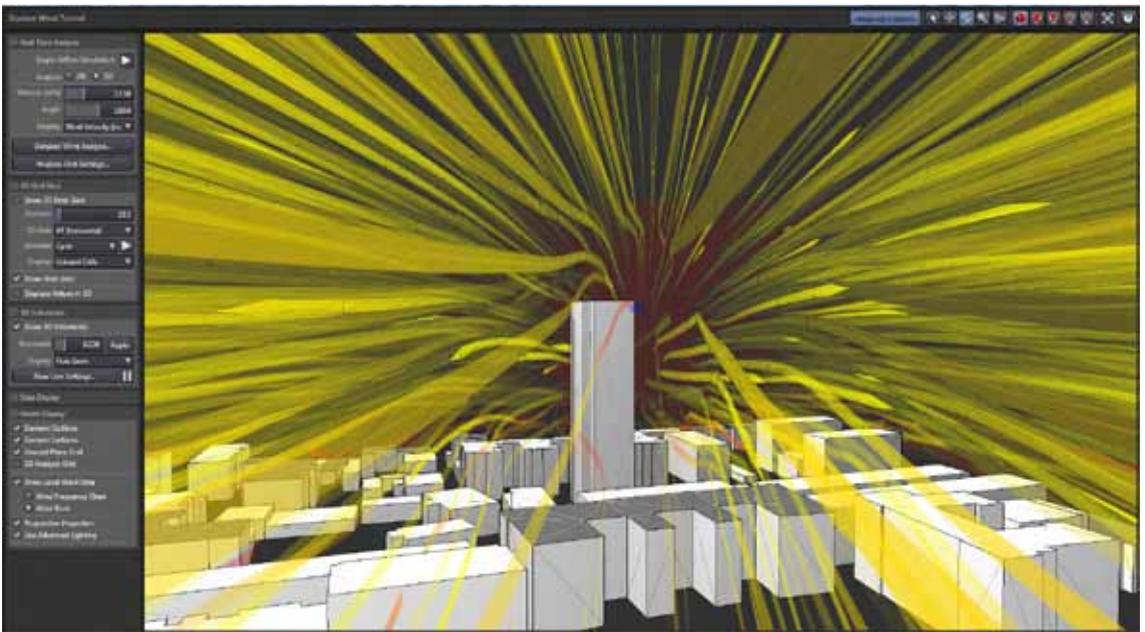
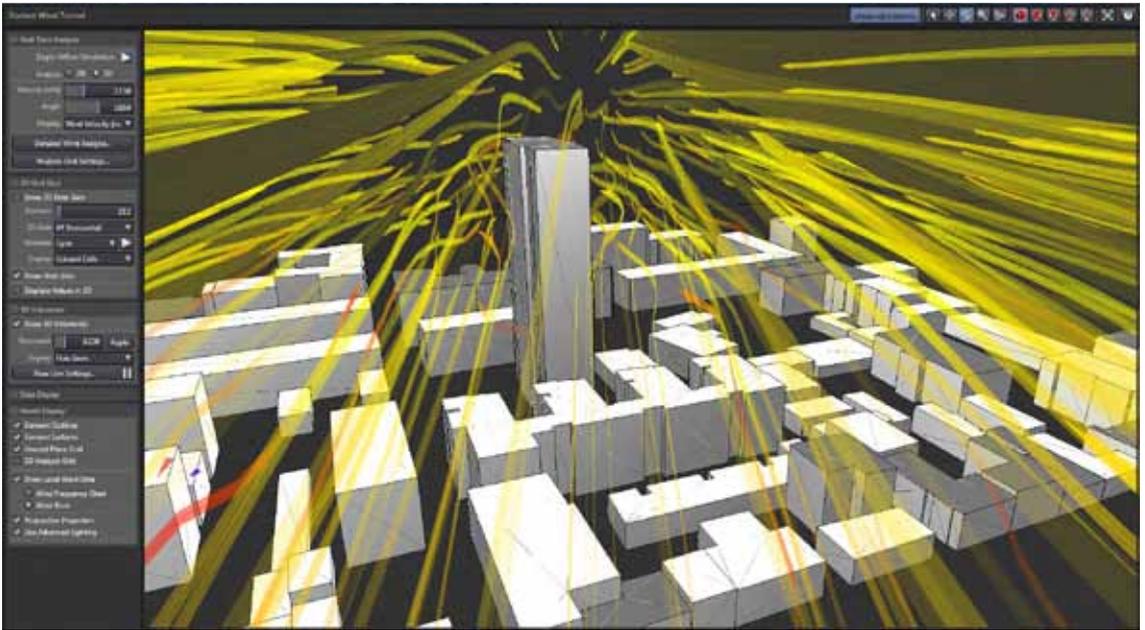
Analysen Wind Jahresdurchschnitt



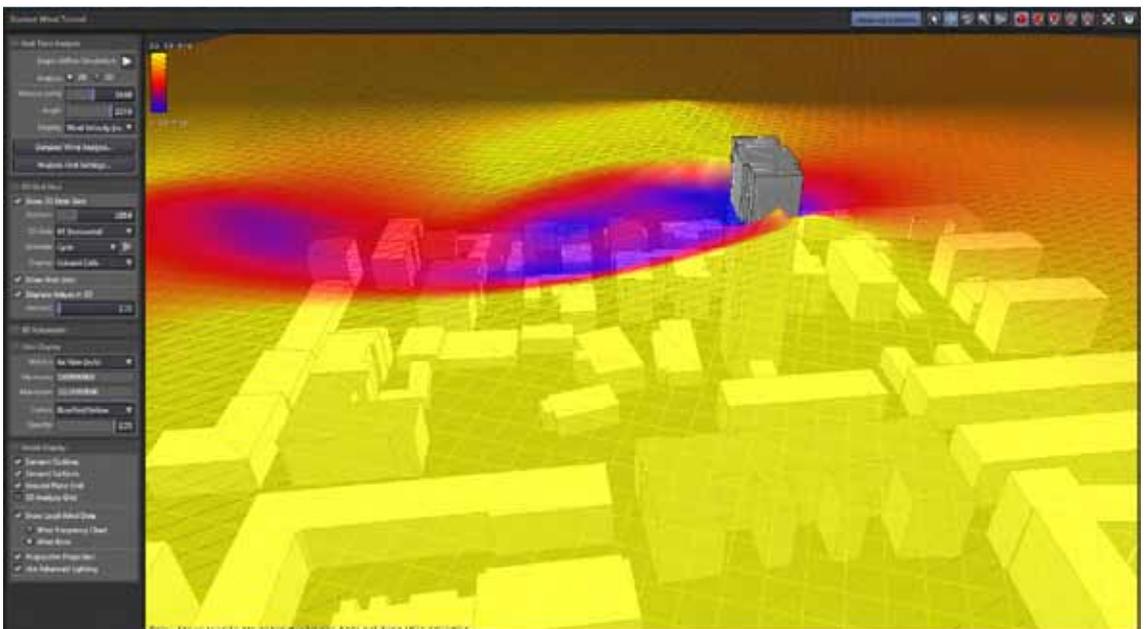
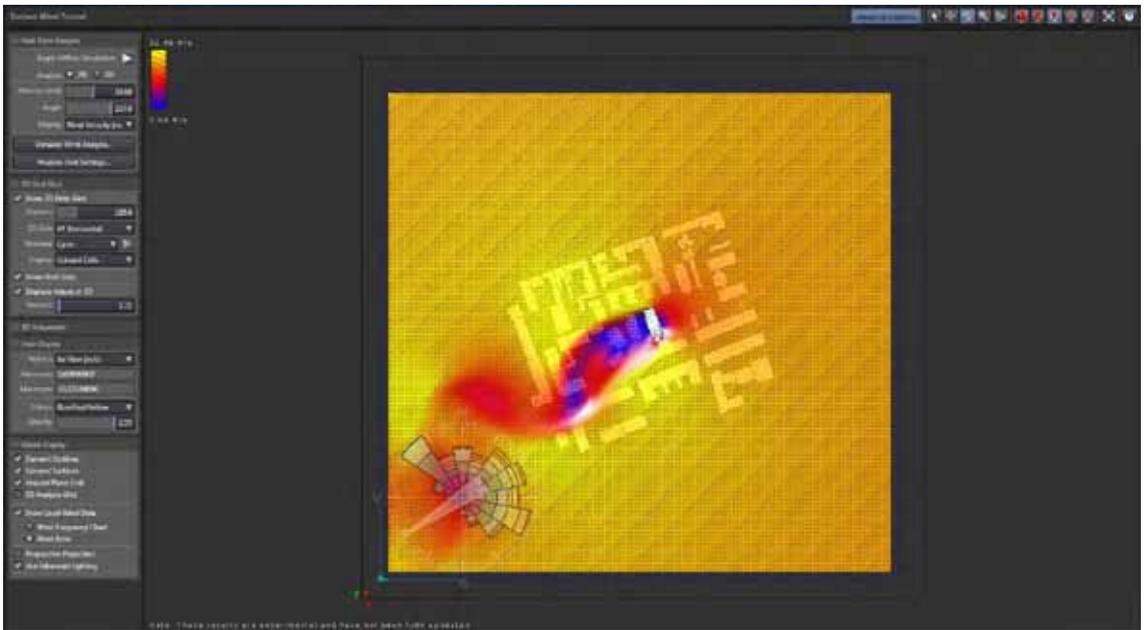
Analysen Wind Januar



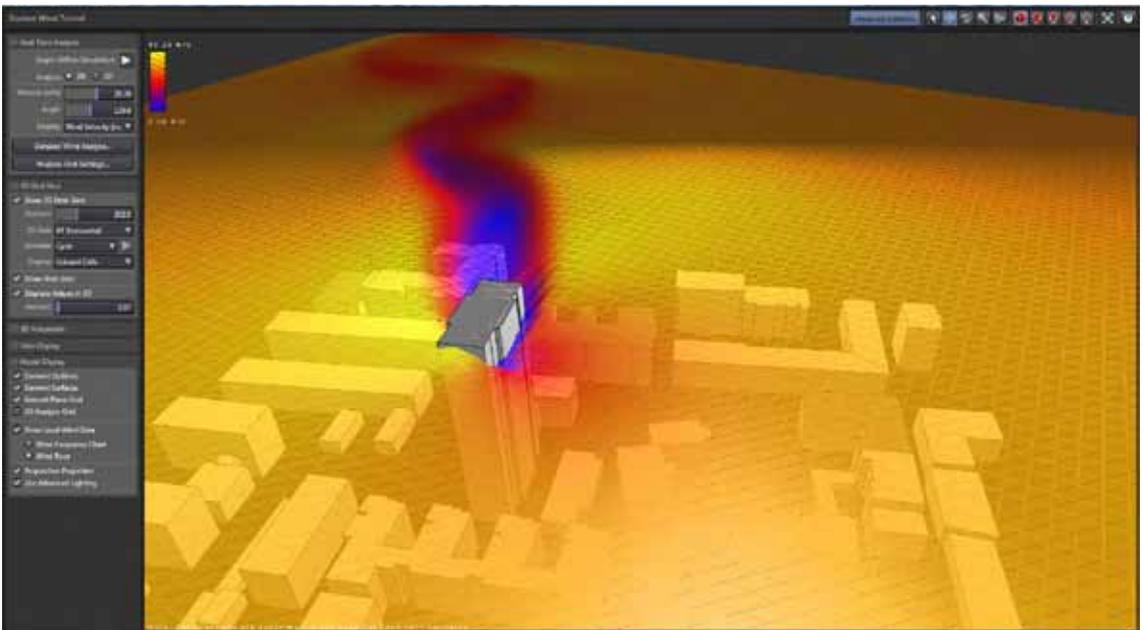
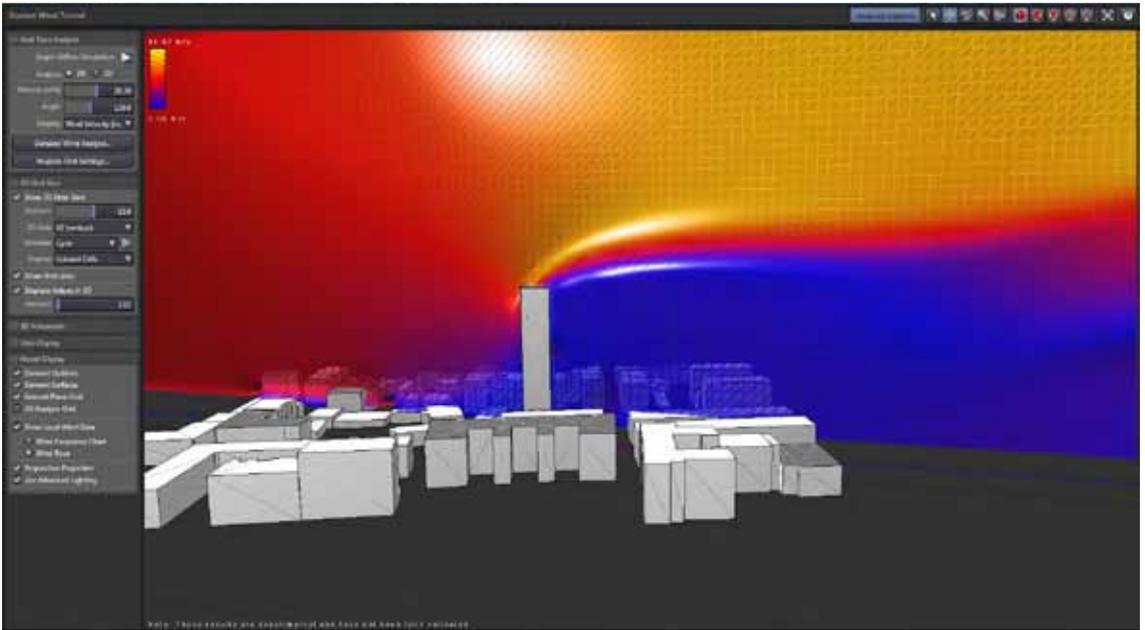
Analysen Wind März



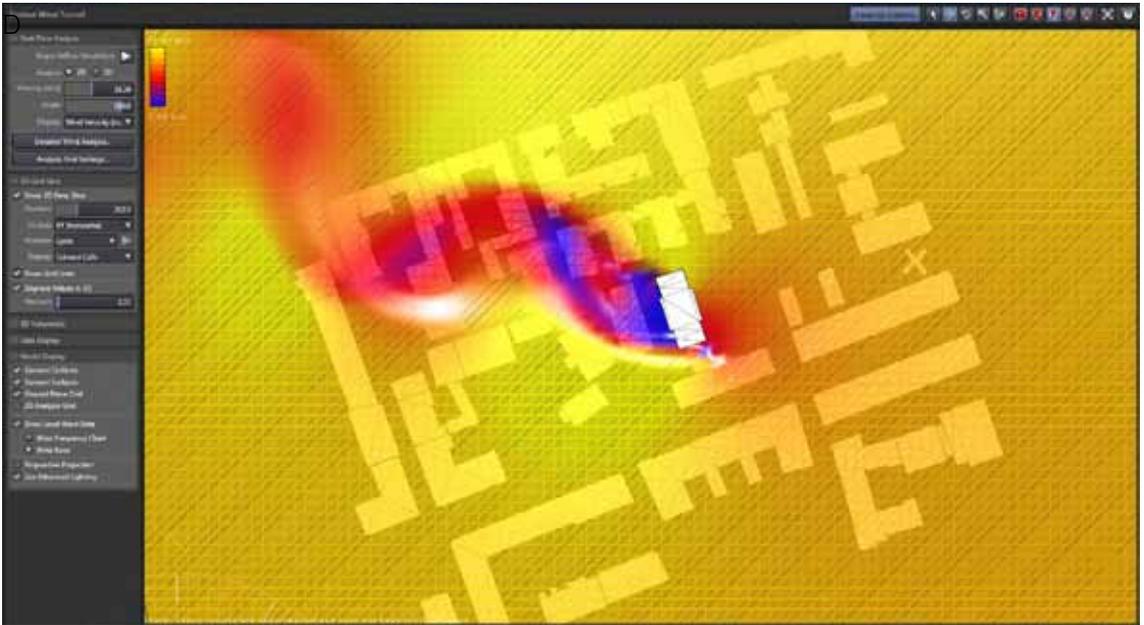
Analysen Wind Mai



Analysen Wind Juli



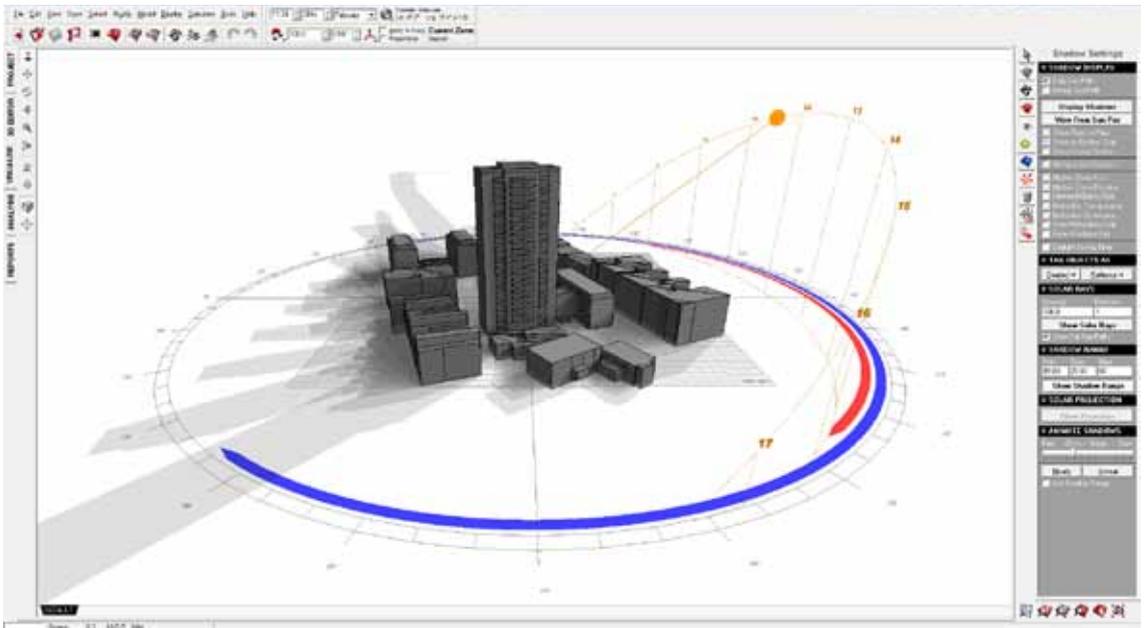
Analysen Wind September



Die folgenden Bilder zeigen einige Ausschnitte aus den Windanalysen. Der meiste Wind kommt aus NNW und ist vor allem in den Wintermonaten präsent und wirkt sich wärmetechnisch sehr auf die Nordfassade aus und ist für den Entwurf zu berücksichtigen.

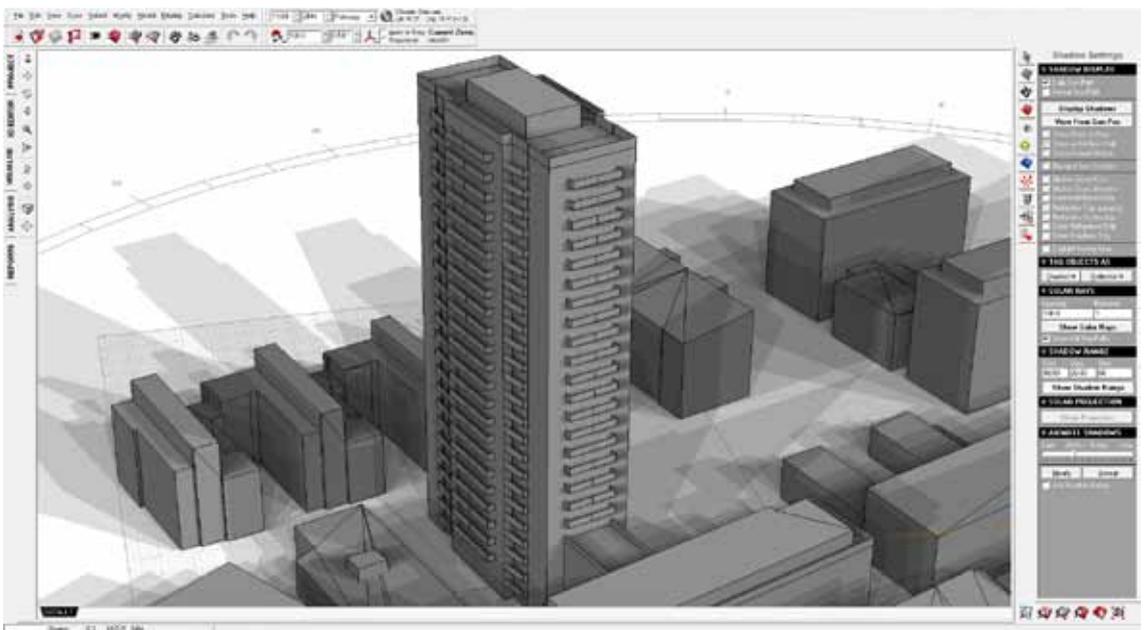
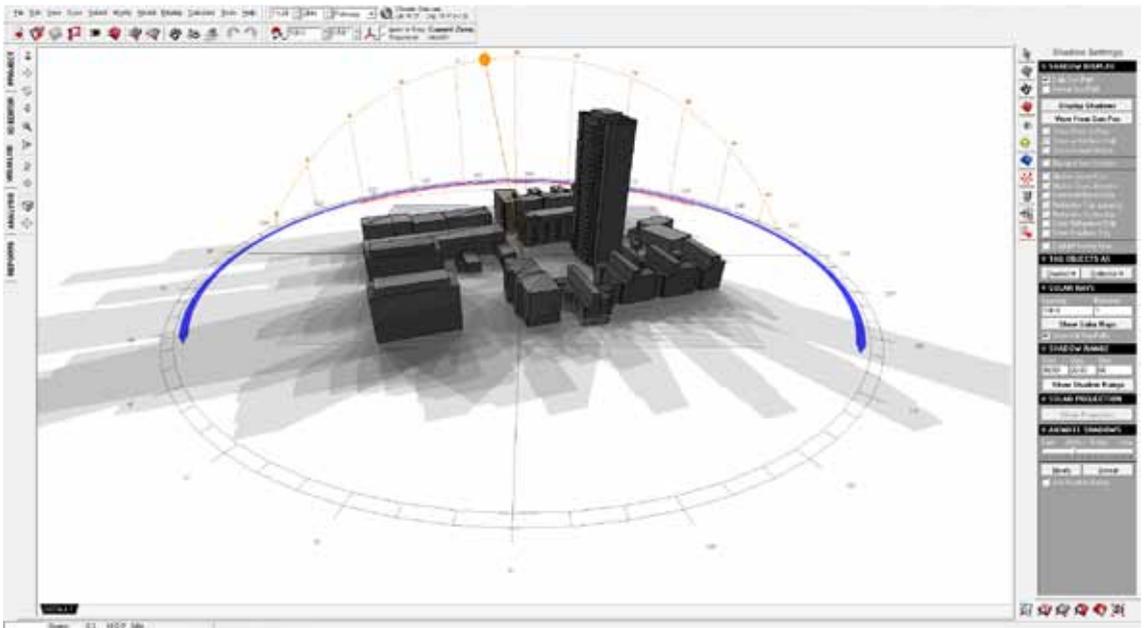
Es gibt für die Windspitzen in Graz für diesen Standpunkt keine besonderen Maßnahmen bezüglich der Unterkonstruktion zu setzen, da sich die Windgeschwindigkeiten relativ günstig auswirken, als es im Vergleich zu Wien zB der Fall ist.

Analysen Schatten

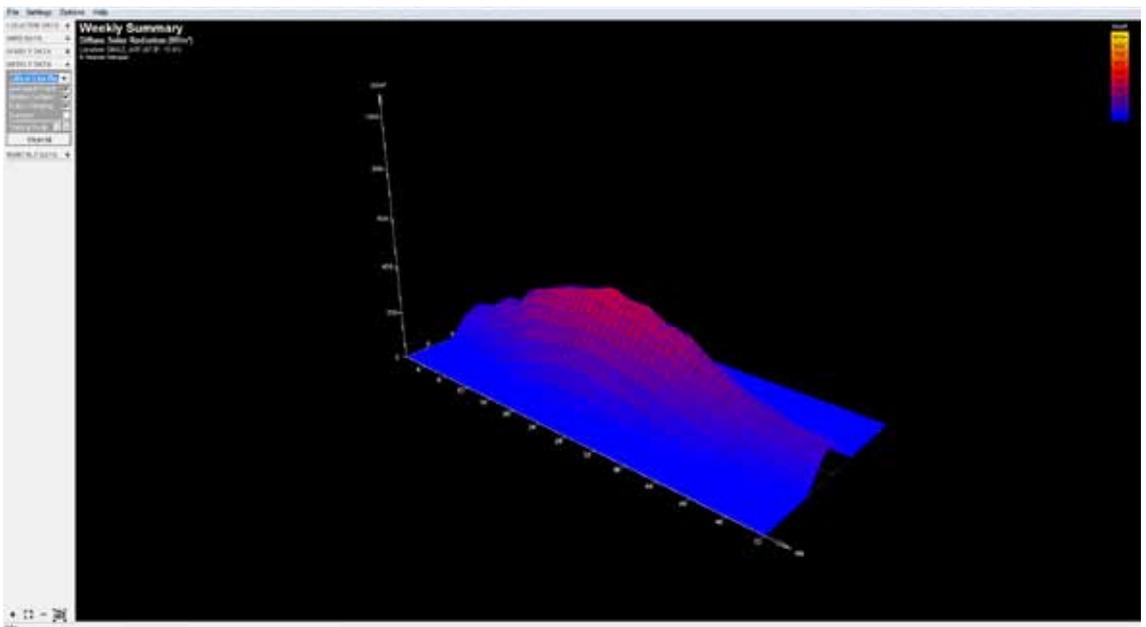
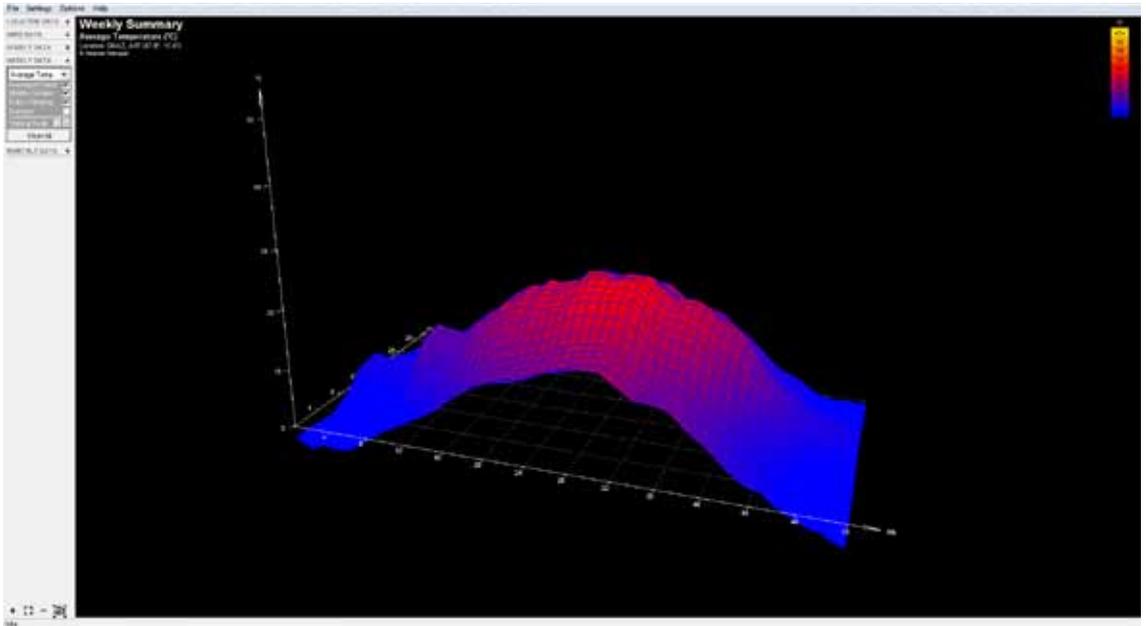


Die Simulation der Schatten, die durch die Balkone entstehen, tragen auch zu Entscheidungen für den Entwurf bei, die maßgebend waren

Analysen Schatten

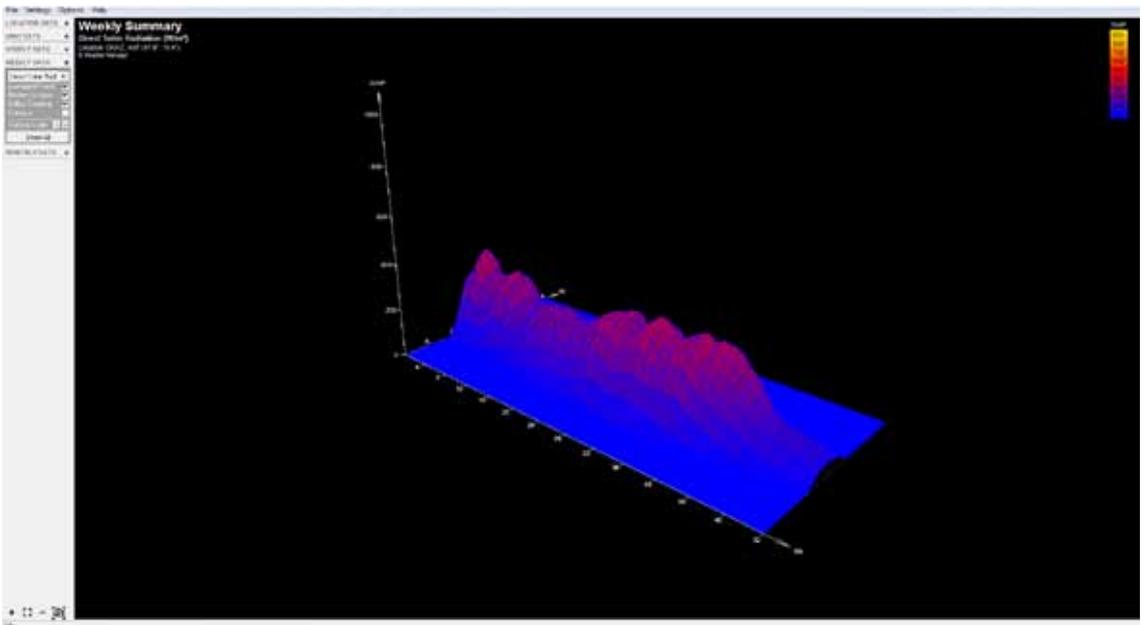
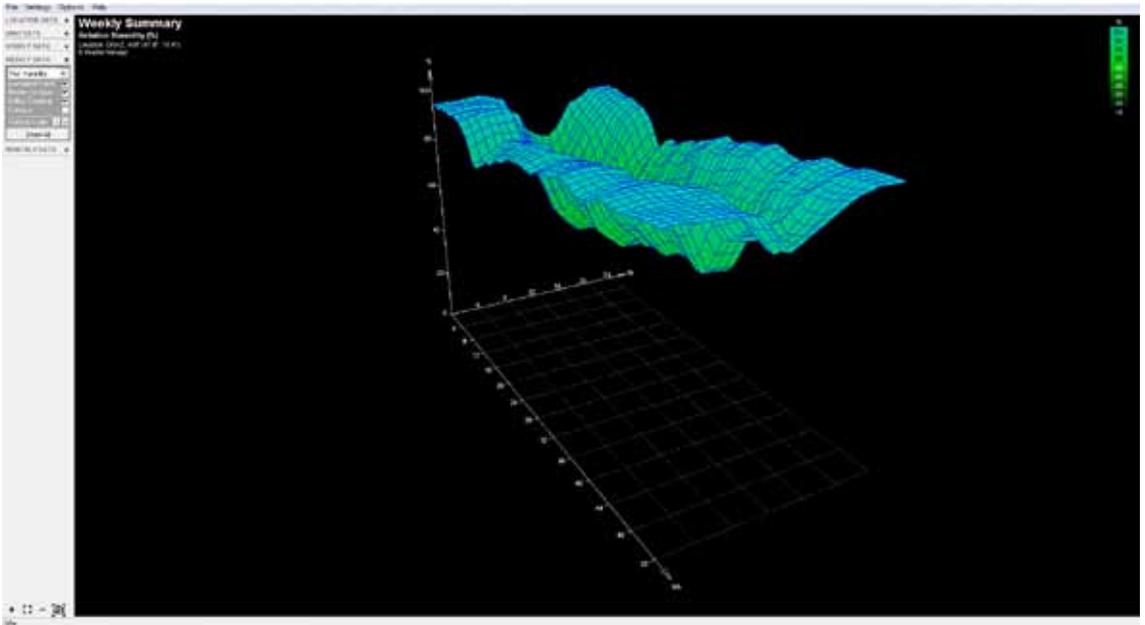


Analysen Temperatur Durchschnitt



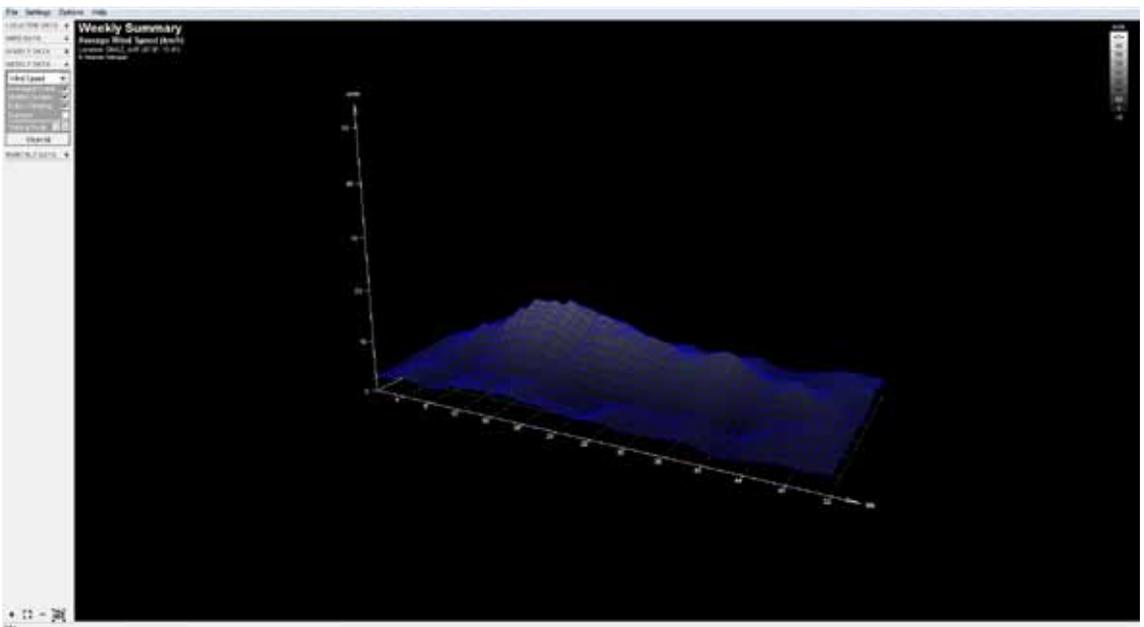
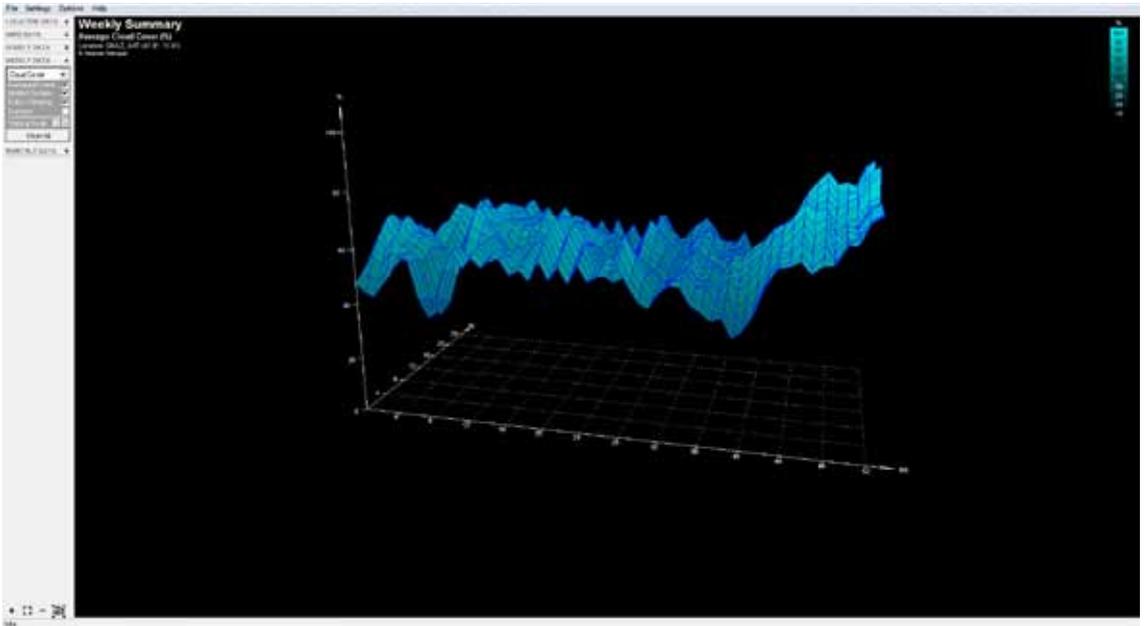
Analysen direkte Solare Strahlung W/m²

Analysen relative Feuchtigkeit



Analysen diffuse Solare Strahlung W/m2

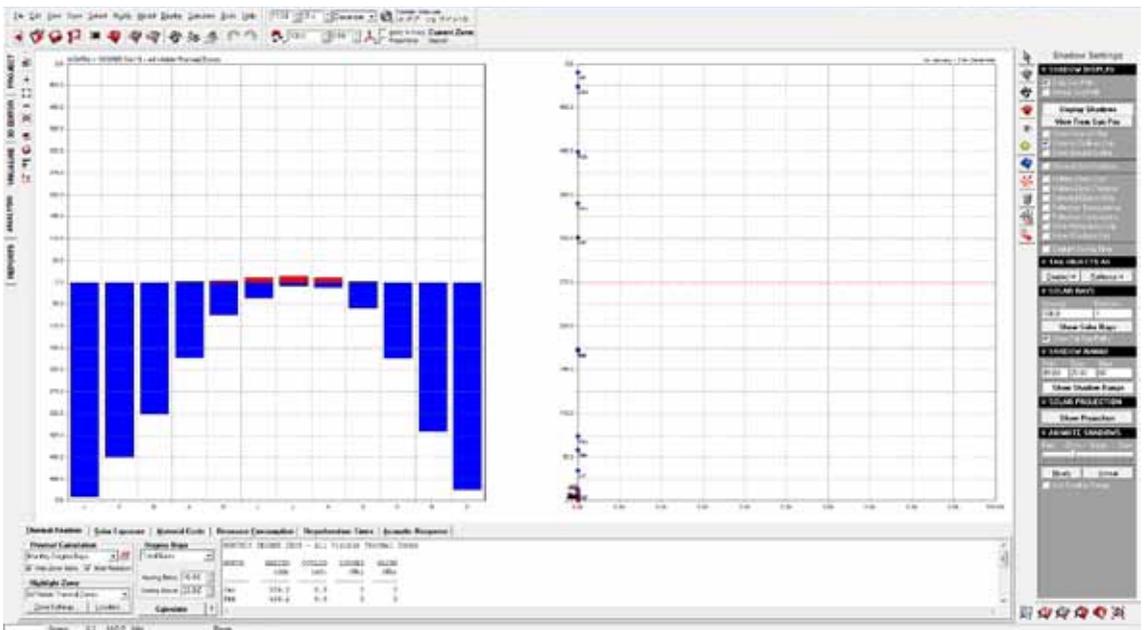
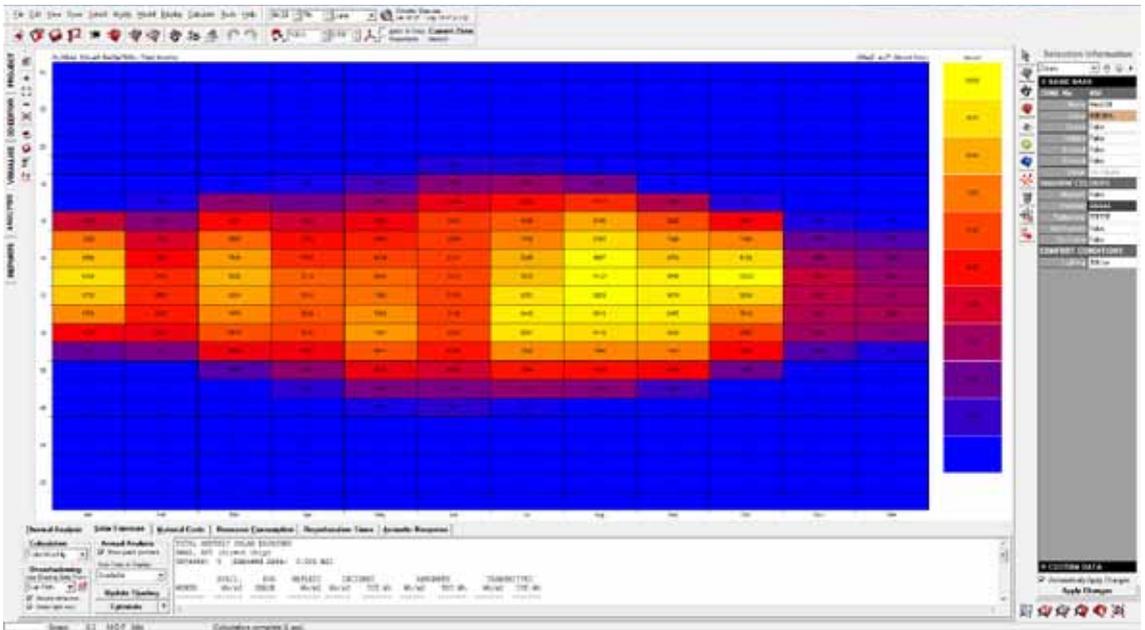
Analysen Bewölkung %



Analysen Durchschnitt Wind

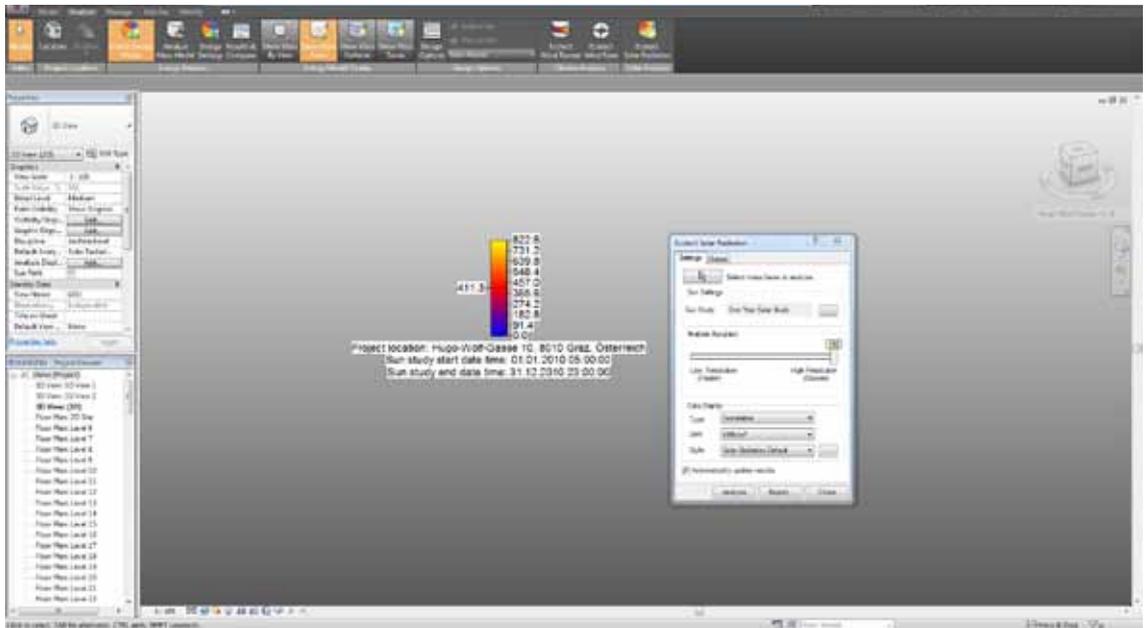
Analysen

Analysen Solare Strahlung



Analysen Heiztage

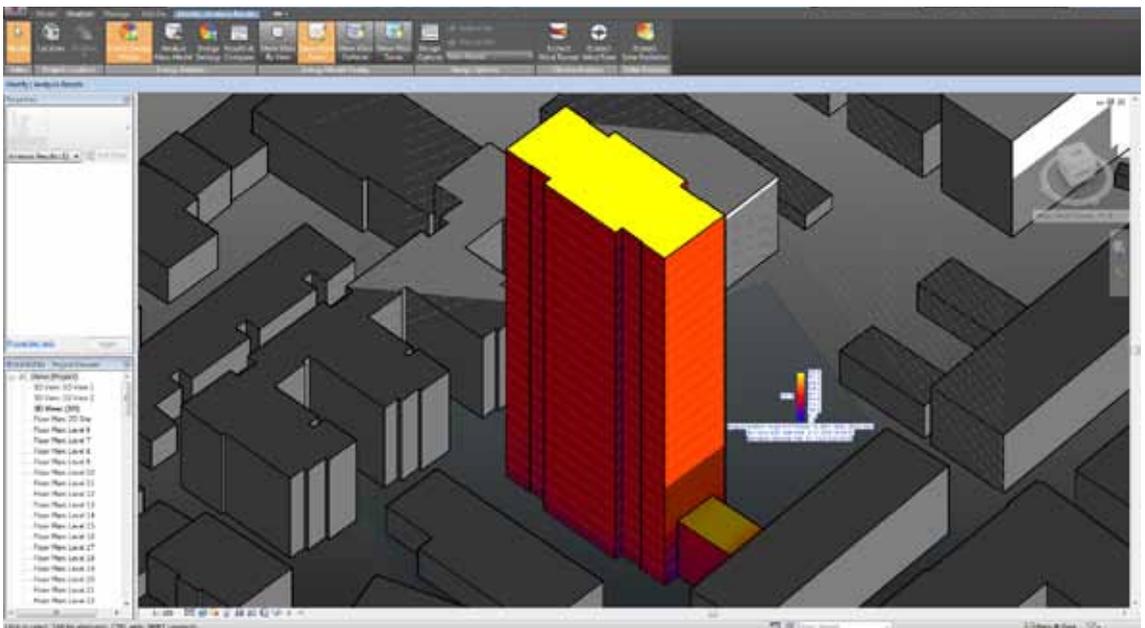
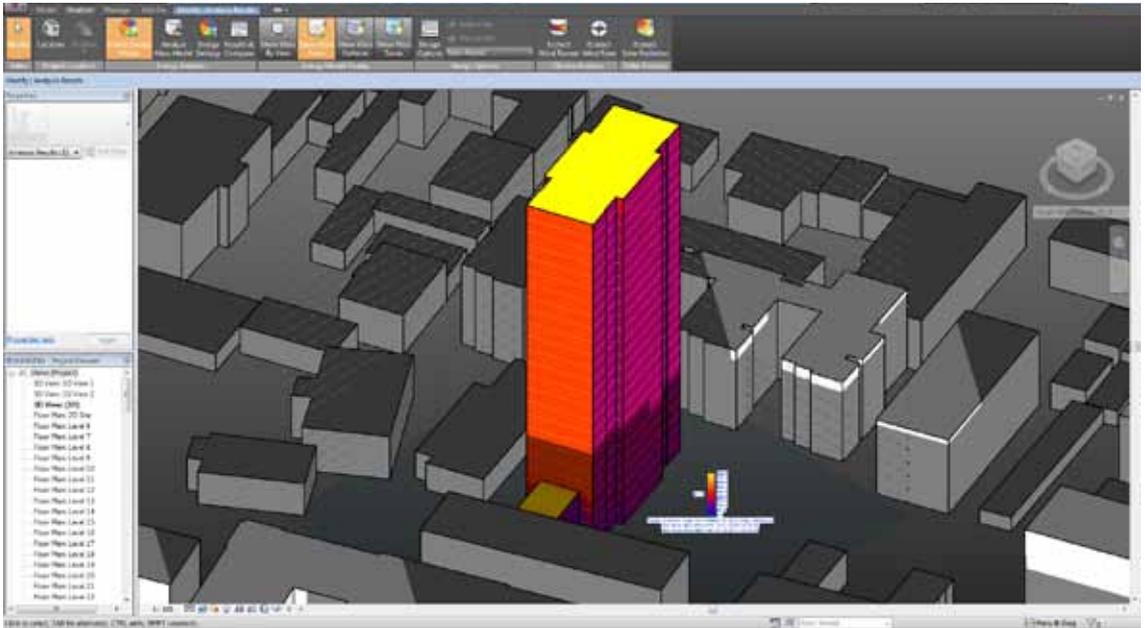
Analysen Fassadenflächen kWh/ m2 Jahr



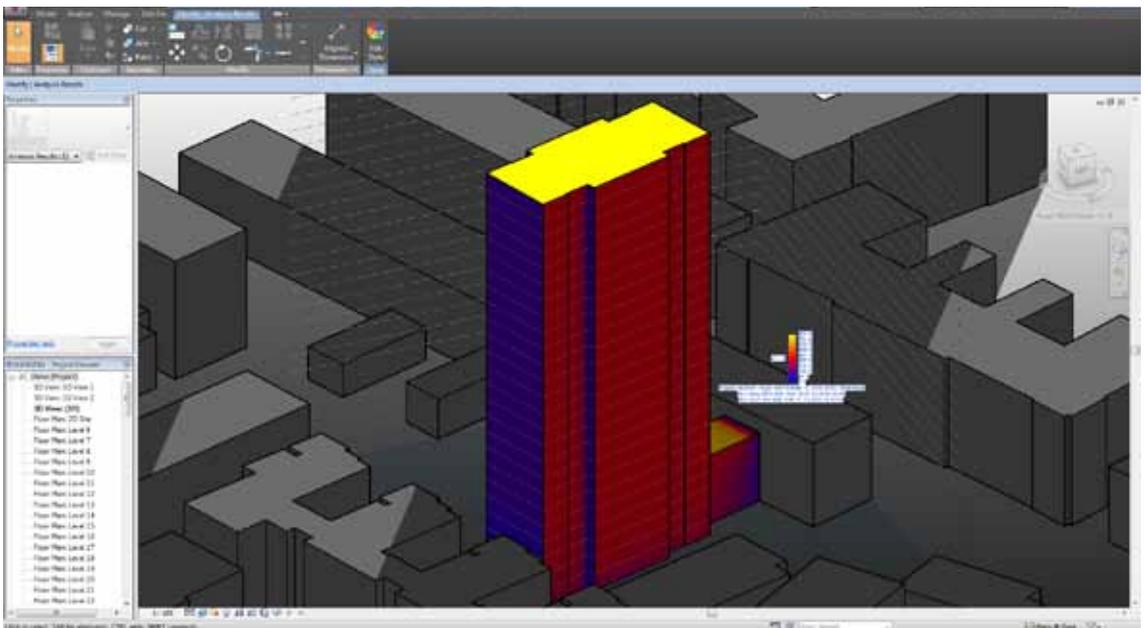
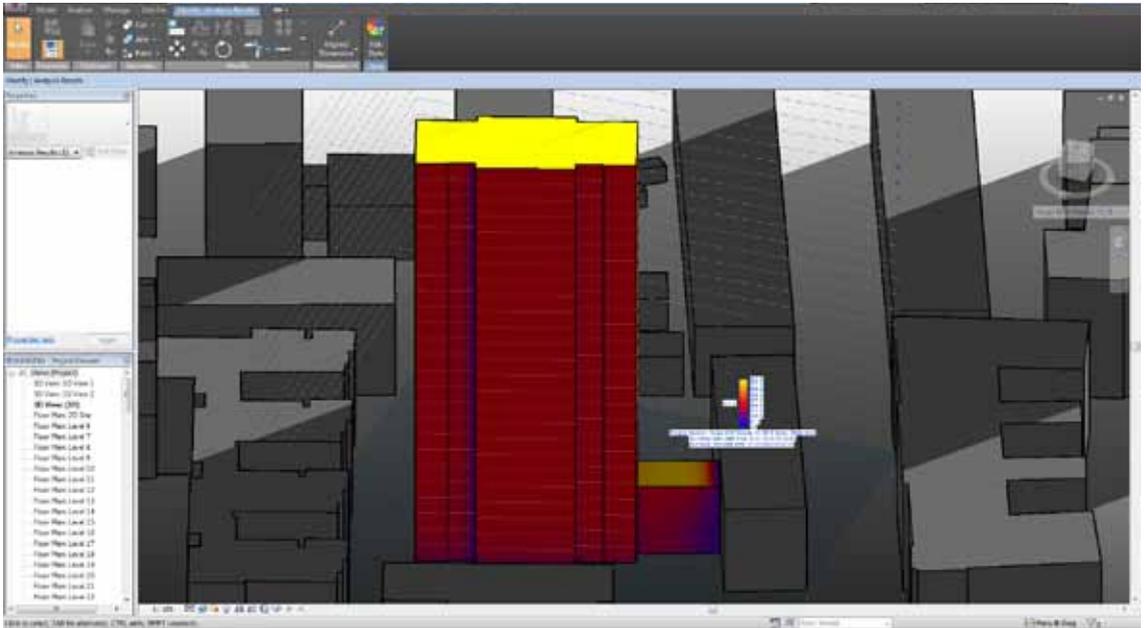
In den folgenden Darstellungen wird die durchschnittliche solare Strahlung im Jahr auf die jeweiligen Süd-, West-, Nord-, Ost-Fassade simuliert. Die Angaben basieren auf möglichen Werten, die für die Kalkulation weiter verwendet werden.

Die Simulationsprogramme bringen Ergebnisse, die kritisch verglichen werden sollten, da ich bei der Verwendung von verschiedenen Programmen, je nach Detaillierungsgrad, abweichende Resultate erhalten habe. Der Vergleich untereinander hat mich dann zum sinnführenden Ergebnis gebracht

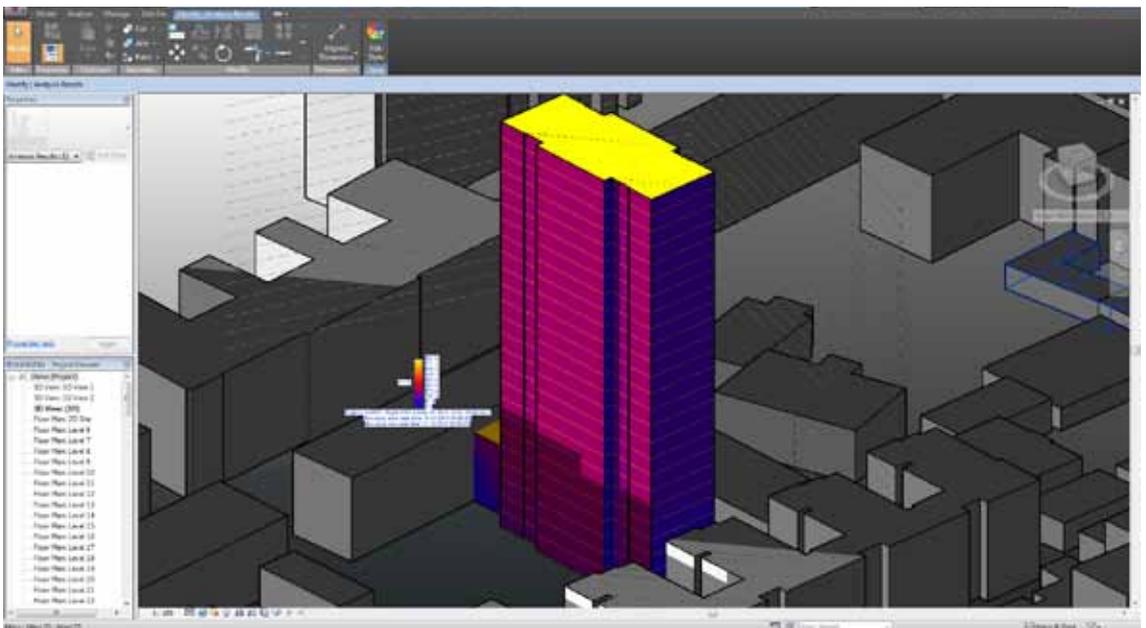
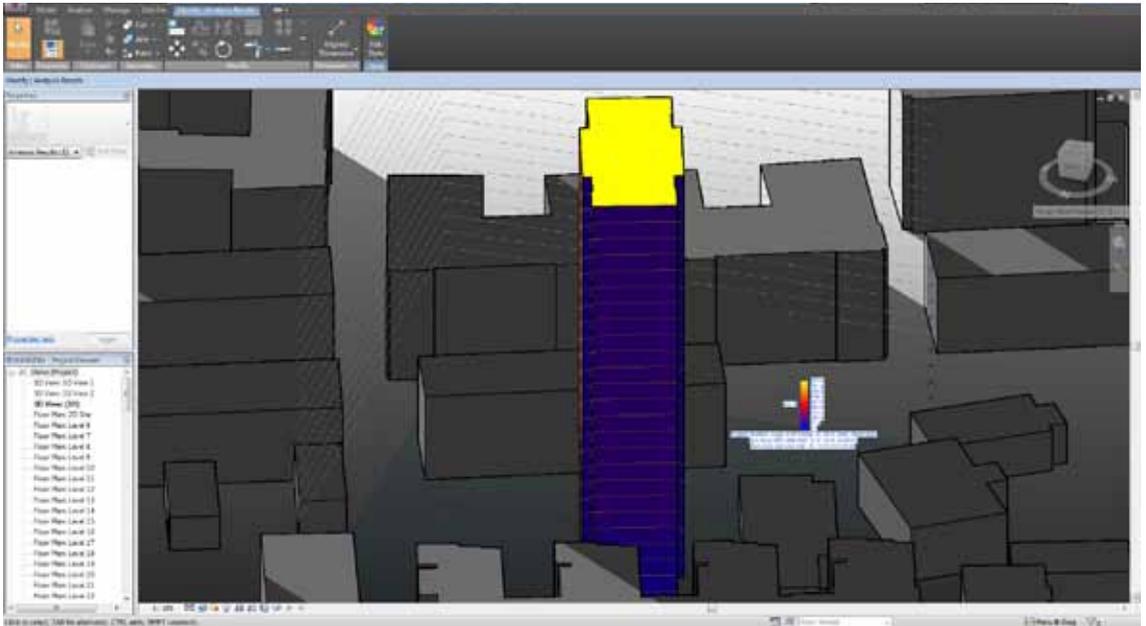
Analysen Fassadenflächen kWh/ m2 Jahr



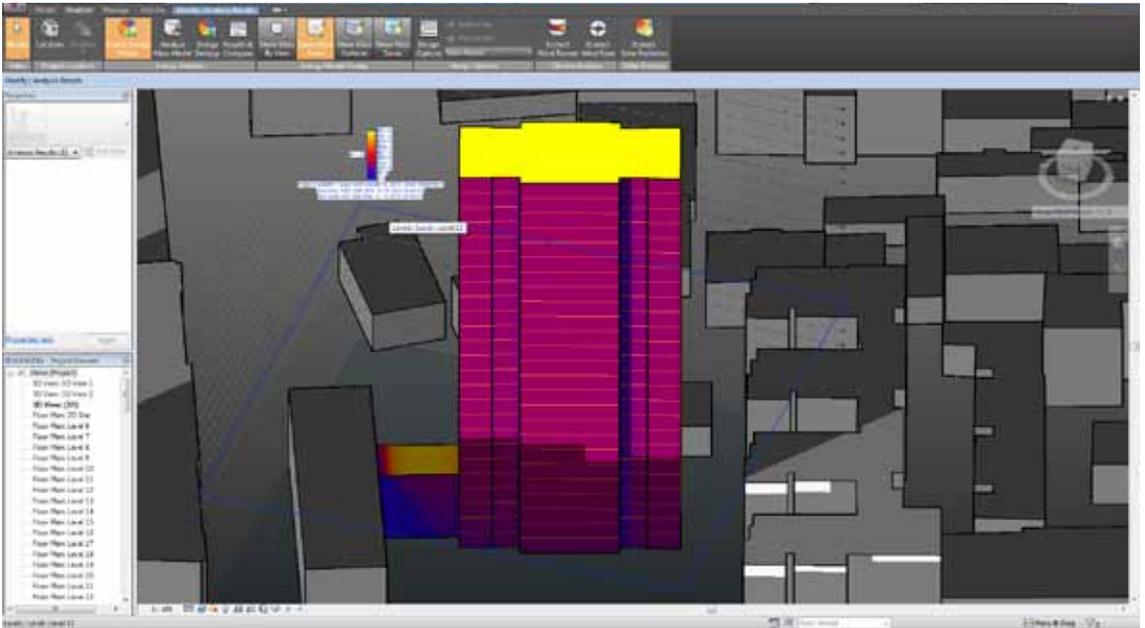
Analysen Fassadenflächen kWh/ m2 Jahr



Analysen Fassadenflächen kWh/ m2 Jahr



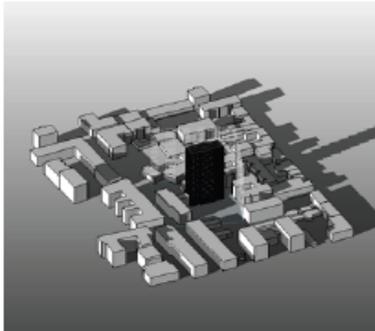
Analysen Fassadenflächen kWh/ m2 Jahr



Zum Schluss der Berechnung ist ein Bericht zu sehen, der mit Abstand zu betrachten ist. Hier ergeht auch meine Kritik, die teils die Programme hinterfragen soll, da nicht alles und nicht für jeden Teilaspekt zu verwenden ist. Die Programme sind in vielerlei Hinsicht hilfreich, bieten aber nicht immer genaue Daten. Für die Berechnung des Energieausweises sind „Ecotect“ und „Vasari“ möglich, aber es ist mit ungenauen Resultaten zu rechnen. Es gibt hierzu Programme, die von heimischen Softwareentwicklern für genauere Angaben gemacht wurden und sich sehr gut eignen.

RESKINNING1
RESKINNING Analysis
 Analyzed at 10/1/2011 9:18:37 PM

Mass



Building Performance Factors

Location:	Hugo-Wolf-Gasse 10, 8010 Graz, Österreich
Weather Station:	164111
Outdoor Temperature:	Max: 32°C/Min: -19°C
Floor Area:	13,109 m ²
Exterior Wall Area:	7,759 m ²
Average Lighting Power:	7.53 W / m ²
People:	454 people
Exterior Window Ratio:	0.37
Electrical Cost:	\$0.15 / kWh
Fuel Cost:	\$0.37 / Therm

Energy Use Intensity

Electricity EUI:	137 kWh / sm / yr
Fuel EUI:	817 MJ / sm / yr
Total EUI:	1,310 MJ / sm / yr

Life Cycle Energy Use/Cost

Life Cycle Electricity Use:	53,800,200 kWh
Life Cycle Fuel Use:	321,311,100 MJ
Life Cycle Energy Cost:	\$4,270,350

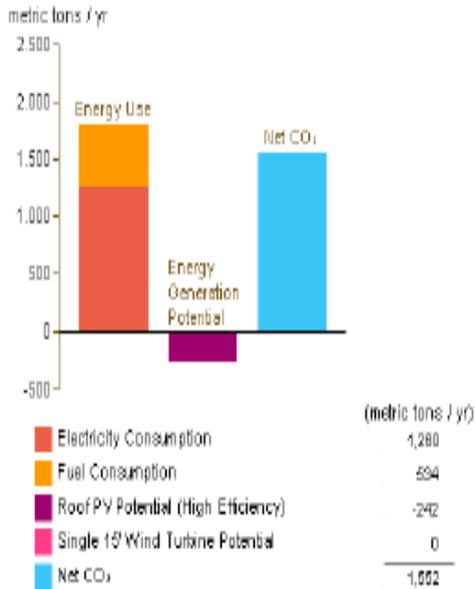
*30-year life and 6.1% discount rate for costs

Renewable Energy Potential

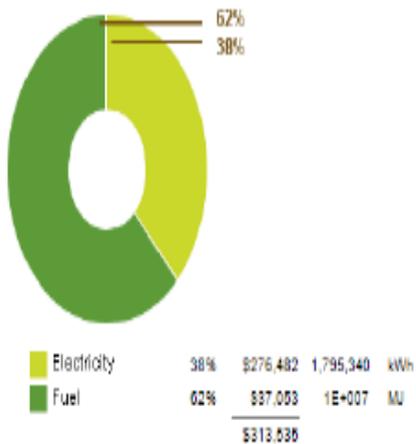
Roof Mounted PV System (Low efficiency):	115,084 kWh / yr
Roof Mounted PV System (Medium efficiency):	230,167 kWh / yr
Roof Mounted PV System (High efficiency):	345,251 kWh / yr
Single 15' Wind Turbine Potential:	366 kWh / yr

*PV efficiencies are assumed to be 5%, 10% and 15% for low, medium and high efficiency systems

Annual Carbon Emissions



Annual Energy Use/Cost



Analysen

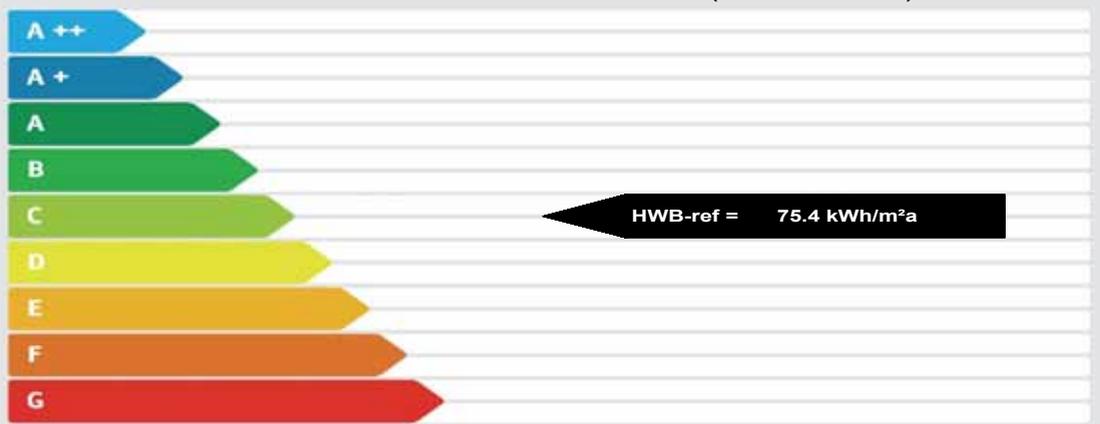
Energieausweis für Wohngebäude

gemäß ÖNORM H5055
und Richtlinie 2002/91/EG

OIB
Österreichisches Institut für Bautechnik

Gebäude	RESKINNING	Erbaut im Jahr	1964
Gebäudeart	Mehrfamilienhaus	Katastralgemeinde	Graz Stadt-Fölling
Gebäudezone		KG - Nummer	63111
Straße	Hugo Wolf Gasse 10	Einlagezahl	
PLZ/Ort	8010 Graz	Grundstücksnr.	
EigentümerIn			

SPEZIFISCHER HEIZWÄRMEBEDARF BEI 3400 HEIZGRADTAGEN (REFERENZKLIMA)



ERSTELLT

ErstellerIn	Organisation
ErstellerIn-Nr.	Ausstellungsdatum 30.10.2011
GWR-Zahl	Gültigkeitsdatum 29.10.2021
Geschäftszahl	

Unterschrift

Dieser Energieausweis entspricht den Vorgaben der Richtlinie 6 "Energieeinsparung und Wärmeschutz" des Österreichischen Instituts für Bautechnik in Umsetzung der Richtlinie 2002/91/EG über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und des Energieausweis-Vorlage-Gesetzes (EAVG).

EA-01-2007-SW-a
EA-WG
25.04.2007

Energieausweis für Wohngebäude

gemäß ÖNORM H5055
und Richtlinie 2002/91/EG

CIB
Österreichisches Institut für Bautechnik

GEBÄUDEDATEN

Brutto-Grundfläche	13'727 m ²
beheiztes Brutto-Volumen	40'494 m ³
charakteristische Länge (lc)	5.07 m
Kompaktheit (A/V)	0.20 1/m
mittlerer U-Wert (Um)	1.71 W/m ² K
LEK - Wert	72

KLIMADATEN

Klimaregion	SSO
Seehöhe	369 m
Heizgradtage	3588 Kd
Heiztage	208 d
Norm - Außentemperatur	-11.3 °C
Soll - Innentemperatur	20 °C

	Referenzklima		Standortklima		Anforderungen	
	zonenbezogen [kWh/a]	spezifisch [kWh/m ² a]	zonenbezogen [kWh/a]	spezifisch [kWh/m ² a]	ab 01.01.2010 [kWh/m ² a]	
HWB	1'035'339	75.43	1'104'840	80.49	37.3	nicht erfüllt
WWWB			175'359	12.78		
HTEB-RH			159'033	11.59		
HTEB-WW			586'142	42.70		
HTEB			749'253	54.58		
HEB			2'029'452	147.85	68.8	nicht erfüllt
EEB			2'029'452	147.85		
PEB						
CO2						

ERLÄUTERUNGEN

Heizwärmebedarf (HWB):

Vom Heizsystem in die Räume abgegebene Wärmemenge die benötigt wird, um während der Heizsaison bei einer standardisierten Nutzung eine Temperatur von 20°C zu halten.

Heiztechnikenergiebedarf (HTEB):

Energiemenge die bei der Wärmeerzeugung und -verteilung verloren geht.

Endenergiebedarf (EEB):

Energiemenge die dem Energiesystem des Gebäudes für Heizung und Warmwasserversorgung inklusive notwendiger Energiemengen für die Hilfsbetriebe bei einer typischen Standardnutzung zugeführt werden muss.

Die Energiekennzahlen dieses Energieausweises dienen ausschließlich der Information. Aufgrund der idealisierten Eingangsparameter können bei tatsächlicher Nutzung erhebliche Abweichungen auftreten. Insbesondere Nutzungseinheiten in besonderer Lage können aus Gründen der Geometrie und der Lage hinsichtlich ihrer Energiekennzahlen von den hier angegebenen abweichen.

EA-01-2007-SW-a
EA-WG
25.04.2007

Datenblatt GEQ RESKINNING

Energiekennzahl Förderung Steiermark

HWB_{BGF, Förderung} **75.43** kWh/m²a HWB_{BGF, Förderung max} 35.00 kWh/m²a

Gebäudedaten - Umfassende Sanierung

Brutto-Grundfläche B _{GF}	13'727 m ²	Wohnungsanzahl	150
Konditioniertes Brutto-Volumen	40'494 m ³	charakteristische Länge l _C	5.07 m
Gebäudehüllfläche A _B	7'982 m ²	Kompaktheit A _B / V _B	0.20 m ⁻¹

Ermittlung der Eingabedaten

Geometrische Daten:
Bauphysikalische Daten:
Haustechnik Daten:

Ergebnisse am tatsächlichen Standort: Graz

Leitwert L _T		13'644.0	W/K
Mittlerer U-Wert (Wärmedurchgangskoeffizient) U _m		1.71	W/m ² K
Heizlast P _{tot}		548.6	kW
Transmissionswärmeverluste Q _T		1'376'742	kWh/a
Lüftungswärmeverluste Q _V	Luftwechselzahl: 0.4	391'813	kWh/a
Solare Wärmegewinne passiv $\eta \times Q_s$		375'100	kWh/a
Innere Wärmegewinne passiv $\eta \times Q_i$	schwere Bauweise	288'614	kWh/a
Heizwärmebedarf Q _H		1'104'840	kWh/a
Flächenbezogener Heizwärmebedarf HWB_{BGF}		80.49	kWh/m²a

Ergebnisse Referenzklima

Transmissionswärmeverluste Q _T		1'270'751	kWh/a
Lüftungswärmeverluste Q _V		361'648	kWh/a
Solare Wärmegewinne passiv $\eta \times Q_s$		323'607	kWh/a
Innere Wärmegewinne passiv $\eta \times Q_i$		273'454	kWh/a
Heizwärmebedarf Q _H		1'035'339	kWh/a
Flächenbezogener Heizwärmebedarf HWB_{BGF ref}		75.43	kWh/m²a

Haustechniksystem

Raumheizung: Nah-/Fernwärme (Fernwärme)
Warmwasser: Kombiniert mit Raumheizung
RLT Anlage: Natürliche Konditionierung; hygienisch erforderlicher Luftwechsel = 0,4

Berechnungsgrundlagen

Der Energieausweis wurde mit folgenden ÖNORMen und Hilfsmitteln erstellt: GEQ von Zehentmayer Software GmbH www.geq.at
Bauteile nach ON EN ISO 6946 / Fenster nach ON EN ISO 10077-1 / Erdberührte Bauteile vereinfacht nach ON B 8110-6 / Unkonditionierte Gebäudeteile detailliert nach ON EN ISO 13789 / Wärmebrücken detaillierte Erfassung / Verschattung vereinfacht nach ON B 8110-6

Verwendete Normen und Richtlinien:
B 8110-1 / ON B 8110-2 / ON B 8110-3 / ON B 8110-5 / ON B 8110-6 / ON H 5055 / ON H 5056 / ON EN ISO 13790 / ON EN ISO 13370 / ON EN ISO 6946 / ON EN ISO 10077-1 / ON EN 12831 / OIB Richtlinie 6 / ON EN ISO 13789

Anmerkung:

Der Energieausweis dient zur Information über den energetischen Standard des Gebäudes. Der Berechnung liegen durchschnittliche Klimadaten, standardisierte interne Wärmegewinne sowie ein standardisiertes Nutzerverhalten zugrunde. Die errechneten Bedarfswerte können daher von den tatsächlichen Verbrauchswerten abweichen. Bei Mehrfamilienwohnhäusern ergeben sich je nach Lage der Wohnung im Gebäude unterschiedliche Energiekennzahlen. Für die exakte Auslegung der Heizungsanlage muss eine Berechnung der Heizlast gemäß ÖNORM H 7500 erstellt werden.

Analysen Energieausweis vor Sanierung

TYP: 4	BAUTEIL: ZD01-warme Zwischendecke	VERFASSER DER UNTERLAGEN:	GZ.: BAUVORHABEN: RESKINNING	Formblatt WBF 6 a Blatt: 4
-----------	--------------------------------------	---------------------------	------------------------------------	----------------------------------

AUFBAU:	BAUSTOFF			Dicke d	Raumgewicht d. Baust. R	$\lambda_R (\alpha)$	d / λ_R (1 / α)
Grafische Darstellung	Nr.	Positionsnummer	Bezeichnung	m	kg/m ³	W/mK	m ² /KW
			Innerer Wärmeübergangskoeffizient α_i			7.692	0.130
	1		PVC-Belag	0.0030	1'700	0.250	0.012
	2		1.202.06 Estrichbeton	0.0400	2'000	1.480	0.027
	3		Steinwolle Trittschalldämmung	0.0150	100	0.042	0.357
	4		1.508.02 Schüttung (Sand, Kies, Splitt)	0.0120	1'800	0.700	0.017
	5		3.108.02 Stahlbetonrippend. 5cm Beton	0.2500	2'300	1.600	0.156
	6		Kalk-Zementputz	0.0300	1'800	1.000	0.090
	7						
	8						
	9						
	10						
	11						
	12						
	13						
	14						
	15						
			Äußerer Wärmeübergangskoeffizient α_e			7.692	0.130
			FLÄCHENBEZOGENE MASSE m' (kg/m ²)		737.20		
im Plan:	warme Zwischendecke	SUMME		0.350	1 / k = 1 / α_e + $\sum d / \lambda + 1 / \alpha_i$		0.860

WÄRMESCHUTZNACHWEIS gemäß EnEV- u. WSV0			Planwert	erforderlich
Wärmedurchlasswiderstand	D(R)	m ² /KW	0.860	0.000
Wärmedurchgangskoeffizient	k(U)	W/m ² K	1.163	0.000

SCHALLSCHUTZNACHWEIS gemäß DVO zum Steierm.WBFG 1993			Planwert	erforderlich
Bewert. Schalldämm-Maß	R_w	dB		
Bewert. Normschallpegeldiff.	$D_{n,T,W}$	dB		
Bewert. Normtrittschallpegel	$L_{n,T,W}$	dB		

Art des Schallschutznachweises:
bewertetes Schalldämm-Maß
Nachweis nach O-Norm B 8115-4

Steiermärkische Energieinsparungs- und Wärmeschutzverordnung, LGBl.Nr. 61/2008
BAUPHYSIKALISCHER NACHWEIS

GEQ von Zehentmayer Software GmbH www.geq.at

v2011.041339 REPWBF6a - Steiermark 30.10.2011 17:13

Seite 4

Analysen Energieausweis vor Sanierung

TYP: 5	BAUTEIL: AW01-Außenwand	VERFASSEN DER UNTERLAGEN:	GZ.: BAUVORHABEN: RESKINNING	Formblatt WBF 6 a Blatt: 5
-----------	----------------------------	---------------------------	------------------------------------	----------------------------------

AUFBAU:	BAUSTOFF			Dicke d	Raumgewicht d. Baust. R	$\lambda_R (\alpha)$	d / λ_R (1 / α)
Grafische Darstellung	Nr.	Positionsnummer	Bezeichnung	m	kg/m ³	W/mK	m ² /W
			Innerer Wärmeübergangskoeffizient α_i			7.692	0.130
	1		Gipsputz	0.0130	1'300	0.800	0.016
	2		Durisol DM 20 W	0.2000	1'700	0.185	1.080
	3		Gipsputz (1000)	0.0190	1'000	0.400	0.048
	4						
	5						
	6						
	7						
	8						
	9						
	10						
	11						
	12						
	13						
	14						
	15						
			Äußerer Wärmeübergangskoeffizient α_e			25.000	0.040
			FLÄCHENBEZOGENE MASSE m' (kg/m ²)		375.90		
im Plan:	Außenwand	SUMME		0.232	$1/k = 1/\alpha_e + \sum d/\lambda + 1/\alpha_i$		1.314

WÄRMESCHUTZNACHWEIS gemäß EnEV- u. WsVO			Planwert	erforderlich
Wärmedurchlasswiderstand	D(R)	m ² /K	1.314	0.000
Wärmedurchgangskoeffizient	k(U)	W/m ² K	0.761	0.250
SCHALLSCHUTZNACHWEIS gemäß DVO zum Steierm.WBFG 1993			Planwert	erforderlich
Bewert. Schalldämm-Maß	R _w	dB		
Bewert. Normschallpegeldiff.	D _{n,T,W}	dB		
Bewert. Normtrittschallpegel	L _{n,T,W}	dB		

Art des Schallschutznachweises:
bewertetes Schalldämm-Maß
Nachweis nach O-Norm B 8115-4

Steiermärkische Energieinsparungs- und Wärmeschutzverordnung, LGBl.Nr. 61/2008
BAUPHYSIKALISCHER NACHWEIS

Heizlast RESKINNING

Vereinfachte Berechnung des zeitbezogenen Wärmeverlustes (Heizlast) von Gebäuden gemäß Energieausweis

Berechnungsblatt

Bauherr

Planer / Baumeister / Baufirma

Tel.:

Norm-Außentemperatur: -11.3 °C
Berechnungs-Raumtemperatur: 20 °C
Temperatur-Differenz: 31.3 K

Standort: Graz
Brutto-Rauminhalt der
beheizten Gebäudeteile: 40'493.77 m³
Gebäudehüllfläche: 7'982.38 m²

Bauteile	Fläche A [m²]	Wärmed.- koeffiz. U [W/m² K]	Korr.- faktor f [1]	Korr.- faktor ffh [1]	A x U x f
AW01 Außenwand	5'439.50	0.761	1.00		4'140.53
FE/TÜ Fenster u. Türen nach Außen	2'542.88	2.500			6'357.21
ZD01 warme Zwischendecke	1'055.90	1.163			
Summe Zwischendecken	1'055.90				
Summe Außenwandflächen	5'439.50				
Fensteranteil in Außenwänden 31.9 %	2'542.88				
Summe					[W/K] 10'498

Wärmebrücken (detailliert) [W/K] **3'146**

Transmissions - Leitwert L_T [W/K] **13'644**

Lüftungs - Leitwert L_V [W/K] **3'883.01**

Gebäude - Heizlast P_{tot} Luftwechsel = 0.40 1/h [kW] **548.60**

Flächenbez. Heizlast P₁ bei einer BGF von 13'727 m² [W/m² BGF] **39.97**

Gebäude - Heizlast P_{tot} (EN 12831 vereinfacht) Luftwechsel = 0.50 1/h [kW] **599.43**

Die berechnete Heizlast kann von jener gemäß ÖNORM H 7500 bzw. EN ISO 12831 abweichen und ersetzt nicht den Nachweis der Gebäude-Normheizlast gemäß ÖNORM H 7500 bzw. EN ISO 12831. Die vereinfachte Heizlast EN 12831 berücksichtigt nicht die Aufheizleistung und gilt nur für Standardfälle.

Bauteile

RESKINNING

ZD01	warme Zwischendecke		Dicke	λ	d / λ
von Innen nach Außen					
PVC-Belag	B		0.0030	0.250	0.012
1.202.06 Estrichbeton	B		0.0400	1.480	0.027
Steinwolle Trittschalldämmung	B		0.0150	0.042	0.357
1.508.02 Schüttung (Sand, Kies, Splitt)	B		0.0120	0.700	0.017
3.108.02 Stahlbetonrippend. 5cm Beton	B		0.2500	1.600	0.156
Kalk-Zementputz	B		0.0300	1.000	0.030
Rse+Rsi = 0.26		Dicke gesamt	0.3500	U-Wert	1.16
AW01	Außenwand		Dicke	λ	d / λ
von Innen nach Außen					
Gipsputz	B		0.0130	0.800	0.016
Durisol DM 20 W	B		0.2000	0.185	1.080
Gipsputz (1000)	B		0.0190	0.400	0.048
Rse+Rsi = 0.17		Dicke gesamt	0.2320	U-Wert	0.76

Einheiten: Dicke [m], Achsabstand [m], Breite [m], U-Wert [W/m²K], Dichte [kg/m³], λ [W/mK]
 *... Schicht zählt nicht zum U-Wert F... enthält Flächenheizung B... Bestandsschicht **...Defaultwert lt. OIB
 RTu ... unterer Grenzwert RTu ... oberer Grenzwert laut ONORM EN ISO 6946

Monatsbilanz Standort HWB RESKINNING

Standort: Graz

BGF [m²] = 13'726.70 L_T [W/K] = 13'644.03 Innentemp.[°C] = 20 τ tau [h] = 69.31
 BRI [m³] = 40'493.77 L_V [W/K] = 3'883.01 qih [W/m²] = 3.75 a = 5.332

Monate	Tage	Mittlere Außen-temperaturen [°C]	Transmissions-wärme-verluste [kWh/a]	Lüftungswärme-verluste [kWh/a]	Wärme-verluste [kWh/a]	Innere Gewinne [kWh/a]	Solare Gewinne [kWh/a]	Gesamt-Gewinne [kWh/a]	Verhältnis Gewinn/Verlust	Ausnutzungsgrad	Wärmebedarf [kWh/a]
Jänner	31	-2.57	229'161	65'218	294'379	30'638	20'145	50'783	0.17	1.00	243'600
Februar	28	-0.07	184'054	52'381	236'435	27'673	29'930	57'603	0.24	1.00	178'855
März	31	3.98	162'667	46'294	208'961	30'638	43'129	73'767	0.35	1.00	135'380
April	30	8.78	110'261	31'380	141'641	29'650	52'247	81'897	0.58	0.98	61'665
Mai	31	13.37	67'265	19'143	86'409	30'638	64'932	95'570	1.11	0.80	10'261
Juni	30	16.55	33'930	9'656	43'586	29'650	64'253	93'902	2.15	0.46	393
Juli	31	18.18	18'464	5'255	23'719	30'638	67'740	98'378	4.15	0.24	9
August	31	17.53	25'102	7'144	32'246	30'638	62'324	92'962	2.88	0.35	75
September	30	14.20	57'012	16'225	73'238	29'650	48'537	78'187	1.07	0.81	9'649
Oktober	31	9.00	111'713	31'793	143'506	30'638	35'156	65'794	0.46	0.99	78'273
November	30	3.31	163'931	46'654	210'585	29'650	21'610	51'260	0.24	1.00	159'346
Dezember	31	-1.00	213'180	60'670	273'849	30'638	15'880	46'518	0.17	1.00	227'334
Gesamt	365		1'376'742	391'813	1'768'555	360'738	525'883	886'621	0.00	0.00	1'104'840
				nutzbare Gewinne:		288'614	375'100	663'714			

EKZ = 80.49 kWh/m²a

Ende Heizperiode: 27.04.

Beginn Heizperiode: 30.09.

Bauteilgewicht

RESKINNING

ZD01 warme Zwischendecke	d [m]	Dichte [kg/m³]	Gewicht [kg/m²]
PVC-Belag	0.0030	1'700	5.10
1.202.06 Estrichbeton	0.0400	2'000	80.00
Steinwolle Trittschalldämmung	0.0150	100	1.50
1.508.02 Schüttung (Sand, Kies, Splitt)	0.0120	1'800	21.60
3.108.02 Stahlbetonrippend. 5cm Beton	0.2500	2'300	575.00
Kalk-Zementputz	0.0300	1'800	54.00
Bauteil Gesamt Gewicht [kg/m²]:			737.20

AW01 Außenwand	d [m]	Dichte [kg/m³]	Gewicht [kg/m²]
Gipsputz	0.0130	1'300	16.90
Durisol DM 20 W	0.2000	1'700	340.00
Gipsputz (1000)	0.0190	1'000	19.00
Bauteil Gesamt Gewicht [kg/m²]:			375.90

ZW01 Zwischenwand zu konditioniertem Raum	d [m]	Dichte [kg/m³]	Gewicht [kg/m²]
Bauteil Gesamt Gewicht [kg/m²]:			0.00

FD01 Außendecke, Wärmestrom nach oben	d [m]	Dichte [kg/m³]	Gewicht [kg/m²]
2.106.04 Lecabetonstein m. PS	0.0500	1'100	55.00
1.230.02 Gipsmörtel	0.0300	1'600	48.00
Bitumenpappe	0.0050	1'100	5.50
Z.000.30 Dachbahn bitum.-Glasvlies 2mm	0.0030	1'400	4.20
Korkdämmplatten	0.0500	120	6.00
Z.000.20 Bitumen-Pappe 0,5 Alu 1,6mm	0.0050	1'500	7.50
1.202.06 Estrichbeton	0.1000	2'000	200.00
3.108.02 Stahlbetonrippend. 5cm Beton	0.2500	2'300	575.00
Gipsputz	0.0300	1'300	39.00
Bauteil Gesamt Gewicht [kg/m²]:			940.20

**Heizenergiebedarf
RESKINNING**

Heizenergiebedarf - HEB - GESAMT

Heizenergiebedarf (HEB) $Q_{HEB} = 2'029'452 \text{ kWh/a}$

Heiztechnikenergiebedarf (HTEB) $Q_{HTEB} = 749'253 \text{ kWh/a}$

Heizwärmebedarf - HWB

Transmissionswärmeverluste $Q_T = 1'376'742 \text{ kWh/a}$

Lüftungswärmeverluste $Q_V = 391'813 \text{ kWh/a}$

Wärmeverluste $Q_I = 1'768'555 \text{ kWh/a}$

Solare Wärmegewinne $Q_s = 375'100 \text{ kWh/a}$

Innere Wärmegewinne $Q_i = 288'614 \text{ kWh/a}$

Wärmegewinne $Q_g = 663'714 \text{ kWh/a}$

Heizwärmebedarf $Q_h = 1'104'840 \text{ kWh/a}$

Warmwasserbereitung - WWB

Wärmeenergie

Warmwasserwärmebedarf (WWWB) $Q_{tw} = 175'359 \text{ kWh/a}$

Verluste der Wärmeabgabe $Q_{TW,WA} = 7'984 \text{ kWh/a}$

Verluste der Wärmeverteilung $Q_{TW,WV} = 563'226 \text{ kWh/a}$

Verluste des Wärmespeichers $Q_{TW,WS} = 0 \text{ kWh/a}$

Verluste der Wärmebereitstellung $Q_{kom,WB} = 14'931 \text{ kWh/a}$

Verluste Warmwasserbereitung $Q_{TW} = 586'142 \text{ kWh/a}$

Hilfsenergie

Energiebedarf Wärmeverteilung $Q_{TW,WV,HE} = 0 \text{ kWh/a}$

Energiebedarf Wärmespeicherung $Q_{TW,WS,HE} = 0 \text{ kWh/a}$

Energiebedarf Wärmebereitstellung $Q_{TW,WB,HE} = 0 \text{ kWh/a}$

Summe Hilfsenergiebedarf $Q_{TW,HE} = 0 \text{ kWh/a}$

HEB-WW (Warmwasser) $Q_{HEB,TW} = 761'500 \text{ kWh/a}$

HTEB-WW (Warmwasser) $Q_{HTEB,TW} = 586'142 \text{ kWh/a}$

**Heizenergiebedarf
RESKINNING**

Raumheizung - RH

Wärmeenergie

Heizwärmebedarf (HWB)	Q_h	=	1'104'840 kWh/a
Verluste der Wärmeabgabe	$Q_{H,WA}$	=	83'019 kWh/a
Verluste der Wärmeverteilung	$Q_{H,WV}$	=	809'069 kWh/a
Verluste des Wärmespeichers	$Q_{H,WS}$	=	0 kWh/a
Verluste der Wärmebereitstellung	$Q_{kom,WB}$	=	24'782 kWh/a

Verluste Raumheizung Q_H = **916'870 kWh/a**

Hilfsenergie

Energiebedarf Wärmeabgabe	$Q_{H,WA,HE}$	=	0 kWh/a
Energiebedarf Wärmeverteilung	$Q_{H,WV,HE}$	=	4'078 kWh/a
Energiebedarf Wärmespeicherung	$Q_{H,WS,HE}$	=	0 kWh/a
Energiebedarf Wärmebereitstellung	$Q_{H,WB,HE}$	=	0 kWh/a

Summe Hilfsenergiebedarf $Q_{H,HE}$ = **4'078 kWh/a**

HEB-RH (Raumheizung) $Q_{HEB,H}$ = **1'263'873 kWh/a**

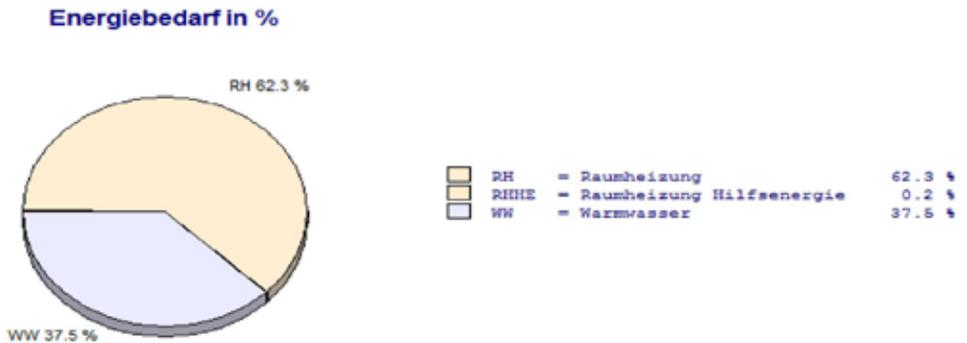
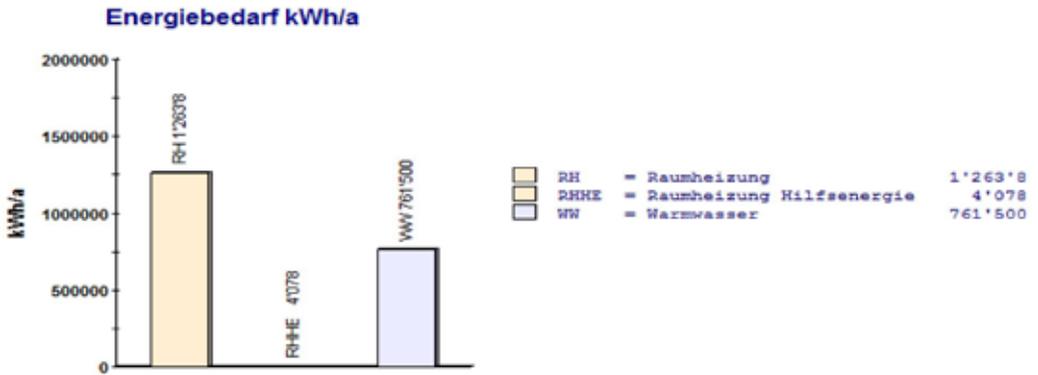
HTEB-RH (Raumheizung) $Q_{HTEB,H}$ = **159'033 kWh/a**

Zurückgewinnbare Verluste

Raumheizung	$Q_{H,beh}$	=	-619'048 kWh/a
Warmwasserbereitung	$Q_{TW,beh}$	=	-271'301 kWh/a

**Energie Analyse
RESKINNING**

Fernwärme 0,050 € pro kWh Raumheizung, Warmwasser	2'025'3 kWh	2'025'3 kWh	101'269 €
Elektrische Energie Raumheizung Hilfsenergie	4'078 kWh	4'078 kWh	
Gesamt	2'029'452 kWh		101'269 €



Der Berechnung liegen durchschnittliche Klimadaten, standardisierte interne Wärmegewinne sowie ein standardisiertes Nutzerverhalten zugrunde. Die errechneten Bedarfswerte und Kosten können daher von den tatsächlichen Verbrauchswerten abweichen.

Energie Analyse - Details

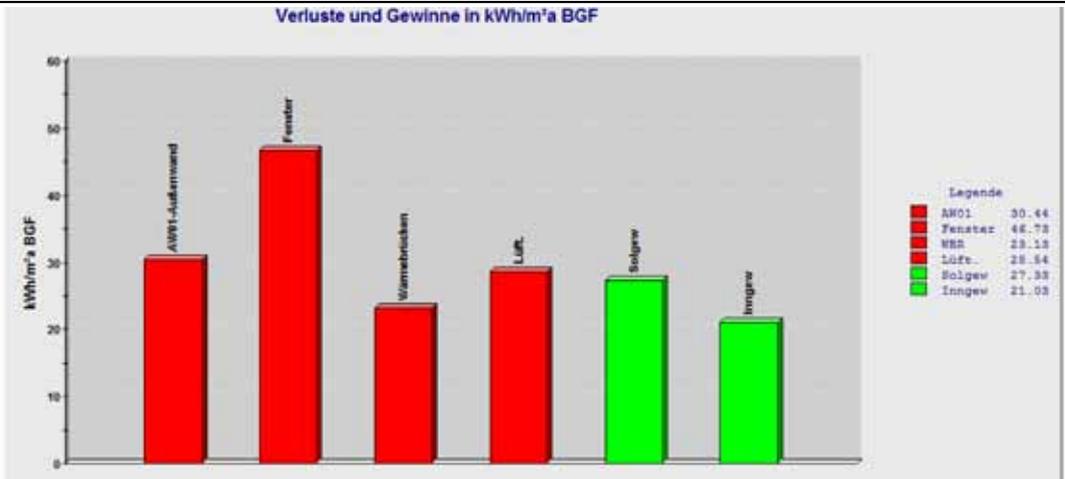
RESKINNING

Energie Analyse Details

	Energiebedarf [kWh]	Heizmittelbedarf	Kosten/Einheit Kosten [€]
Raumheizung Fernwärme	1263873	1263873 kWh	0.050/kWh 63'194
Raumheizung Hilfsenergie Elektrische Energie	4'078	4'078 kWh	
Warmwasser Fernwärme	761'500	761'500 kWh	0.050/kWh 38'075
	2'029'452		101'269

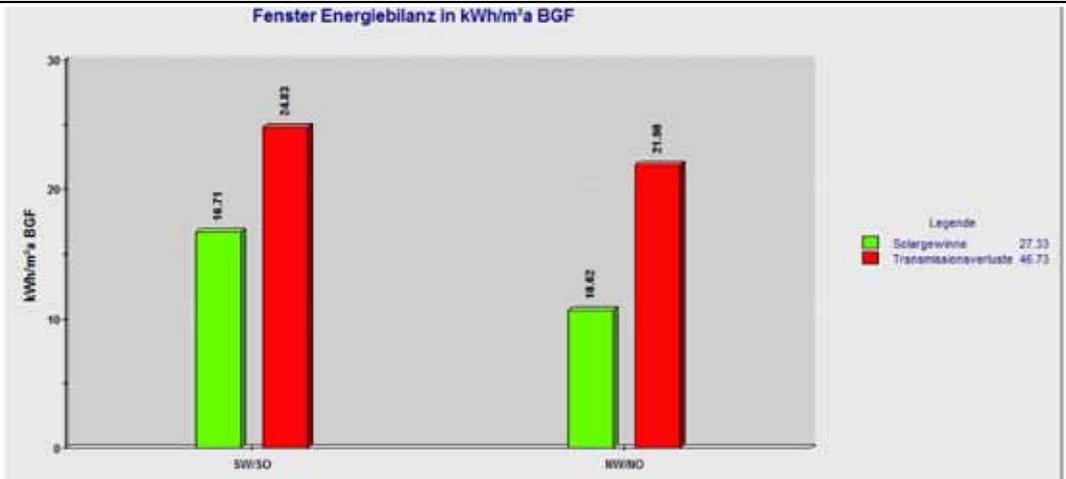
Der Berechnung liegen durchschnittliche Klimadaten, standardisierte interne Wärmegewinne sowie ein standardisiertes Nutzerverhalten zugrunde.
Die errechneten Bedarfswerte und Kosten können daher von den tatsächlichen Verbrauchswerten abweichen.

Ausdruck Grafik
RESKINNING



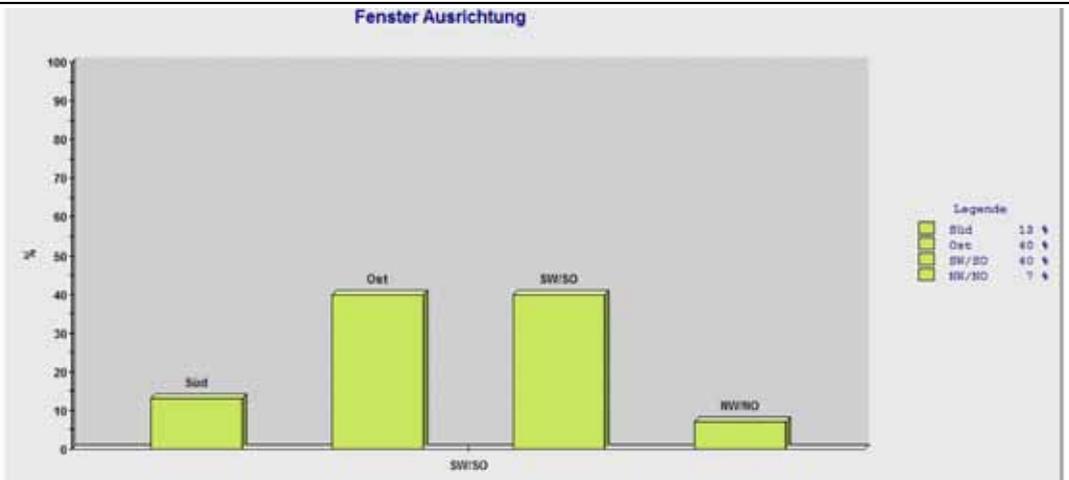
EKZ = 80.49 kWh/m²a Heizwärmebedarf = 11048 kWh/a Gebäude Heizlast = 548.60 kW
 - zur Optimierung bietet sich der Bauteil mit dem größten Verlustanteil an.
 - die Transmissionsverluste pro Jahr ergeben sich aus dem Bauteil-U-Wert, dem Temperatur-Korrekturfaktor sowie der Bauteilfläche (unter Berücksichtigung der Klimadaten des Gebäude-Standortes).
 Qv... Lüftungsverluste des Gebäudes (werden durch Lüften verursacht, zur Optimierung empfiehlt sich eine Wärmerückgewinnungsanlage)
 Qi... Interne Gewinne (entstehen durch Betrieb elektrischer Geräte, künstlicher Beleuchtung und Körperwärme von Personen)
 Qs... Solare Gewinne (entstehen infolge von Strahlungstransmission durch transparente Bauteile/Fenster)

Ausdruck Grafik
RESKINNING



- die Energiebilanz (=Gewinne und Verluste) der Fenster wird hier nach Orientierung zusammengefasst
- im Norden gibt es nur minimale solare Gewinne, hier sind die Verluste am größten
- zur Optimierung empfiehlt sich eine Ausrichtung nach Süden und wenige Fenster im Norden
- die grünen Balken zeigen die solaren Gewinne, die roten Balken die Transmissionswärmeverluste

Ausdruck Grafik
RESKINNING



- zeigt die verwendeten Fenster in % sortiert nach der Orientierung
- zur Optimierung ist es empfehlenswert die Fenster im Norden und NW/NO minimal zu halten, die Fensterfläche im Süden bzw. SW/NO sollte über 50% sein
- bei hohen Fensteranteilen im Osten oder im Westen ist der sommerliche Überwärmungsschutz zu berücksichtigen die Gefahr einer Überwärmung ist hier am größten

Verbrauchs- und Kostenaufstellung

ENERGIE GRAZ

zu Ihrer Jahresabrechnung - Fernwärme

Anlagenadresse: WEG
HUGO-WOLF-GASSE 10
8010 GRAZ

FERNWÄRME

Arbeitspreis							MENGE	PREIS in EUR	BETRAG
Zählernummer	Art	Zeitraum	Tage	Ablesegrund	Zählerstände	Faktor			
1048459	ET	01.07.2009-30.06.2010	365	Ableseung durch Netzbetreiber	5.385,780-5.798,000	1000	1412.220,00 kWh	0,049652	70.119,55
Abnahmepreis		Verrechnungsanschlusswerte lt. Wärmelieferungsvertrag				12,00 Monate	930,00 kW	1,162500	12.073,50
Messpreis							12,00 Mon	18,500000	222,00
Energieabgabe							711.913,64 kWh	0,004700	3.345,99
							700.306,36 kWh	0,004100	2.871,26
Zwischensumme									89.532,30
Zwischensumme									89.532,30
Umsatzsteuer 20 % *									17.906,46
Rechnungsbeitrag									107.438,76

Hinweis für Vorsteuerabzugsberechtigte:
Vorgeschriebene USt. im Abrechnungszeitraum: 20 % 17.561,50
Differenz gegenüber der USt. lt. Abrechnung * 20 % -344,96

Ihre Verbrauchsdifferenz gegenüber der vorjährigen Abrechnung beträgt: Bei Fernwärme + 39.500 kWh



A. Gesamtkosten Hugo-Wolf-Gasse 10, Elisabethstraße 17 und 19

Energieaufwand

Fernwärmekosten	90.123,95	
Heizstrom	6.389,99	
Energieaufwand	<u>96.513,94</u>	96.513,94

Sonstiger Aufwand

Servisekosten	7.438,14	
Heizungsabteilung Hausbesorger	3.215,99	
	<u>10.654,13</u>	10.654,13

Gesamt netto		107.168,07
20 % Ust		<u>21.433,61</u>

Gesamtkosten Brutto		<u>128.601,68</u>
----------------------------	--	--------------------------

B. Verteilung der Gesamtkosten

Grundkosten (40 % Energieaufwand + sonstige Kosten)

Energieaufwand	96.513,94		
davon 40 %		38.605,58	
sonstige Kosten		<u>10.654,13</u>	
		49.259,71	49.259,71

Grundkosten		<u>49.259,71</u>
--------------------	--	-------------------------

Anteil Grundkosten

Hugo Wolf Gasse 10	74,731 %	36.812,27
Elisabethstraße 17	15,591 %	7.680,08
Elisabethstraße 19	<u>9,678 %</u>	<u>4.767,35</u>
	100,000 %	49.259,71

Verbrauchskosten (60 % Energieaufwand)

Energieaufwand	96.513,94		
davon 60 %		57.908,36	
Verbrauchskosten		<u>57.908,36</u>	57.908,36

Verbrauchskosten sind auf **1.268,57** gezählte Wärmeeinheiten aufzuteilen

Preis pro Wärmeeinheit

Verbrauchskosten	57.908,36		
durch Wärmeeinheiten	1.268,57		
Preis pro Einheit			45,6486

Anteil Verbrauchskosten

Hugo Wolf Gasse 10	955,16 MWh	45.427,55
Elisabethstraße 17	186,15 MWh	8.497,53
Elisabethstraße 19	<u>87,26 MWh</u>	<u>3.963,28</u>
	<u>1.268,57 MWh</u>	<u>57.908,36</u>

Analysen

Nach den Berechnungen des Energieausweises und den verglichenen Resultaten der Daten vom unsanierten IST-Zustand habe ich mit den echten Daten, die ich von der Hausverwaltung STI-WOG erhalten habe, ein erfreuliches Ergebnis bekommen. Die Daten, die verglichen worden sind, entsprechen mit leichten Abweichungen den eingegebenen Parametern und sind so eine Bestätigung, dass die Werte annehmbar sind und für weitere Berechnungen zu verwenden sind. Es geht vor allem um die Ermittlung des Heizenergiebedarfs, der maßgebend für die Berechnungen in Euro war.

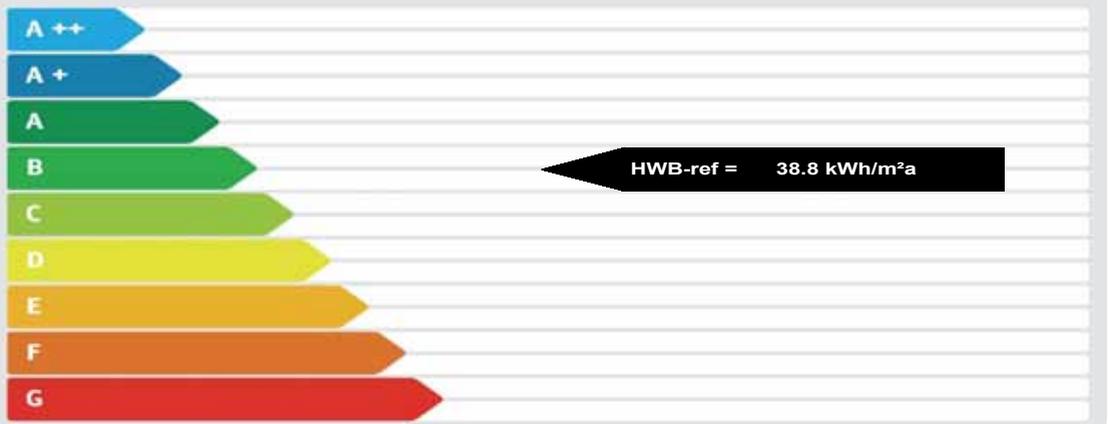
Energieausweis für Wohngebäude - Planung

gemäß ÖNORM H5055
und Richtlinie 2002/91/EG

OIB
Österreichisches Institut für Bautechnik

Gebäude	RESKINNING - Kopie	Erbaut im Jahr	1964
Gebäudeart	Mehrfamilienhaus	Katastralgemeinde	Graz Stadt-Fölling
Gebäudezone		KG - Nummer	63111
Straße	Hugo Wolf Gasse 10	Einlagezahl	
PLZ/Ort	8010 Graz	Grundstücksnr.	
EigentümerIn			

SPEZIFISCHER HEIZWÄRMEBEDARF BEI 3400 HEIZGRADTAGEN (REFERENZKLIMA)



ERSTELLT

ErstellerIn	Organisation
ErstellerIn-Nr.	Ausstellungsdatum 30.10.2011
GWR-Zahl	Gültigkeitsdatum Planung
Geschäftszahl	

Unterschrift

Dieser Energieausweis entspricht den Vorgaben der Richtlinie 6 "Energieeinsparung und Wärmeschutz" des Österreichischen Instituts für Bautechnik in Umsetzung der Richtlinie 2002/91/EG über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und des Energieausweis-Vorlage-Gesetzes (EAVG).

EA-01-2007-SW-a
EA-WG
25.04.2007

Energieausweis für Wohngebäude - Planung

gemäß ÖNORM H5055
und Richtlinie 2002/91/EG

CIB
Österreichisches Institut für Bautechnik

GEBÄUDEDATEN

Brutto-Grundfläche	13'727 m ²
beheiztes Brutto-Volumen	40'494 m ³
charakteristische Länge (lc)	5.07 m
Kompaktheit (A/V)	0.20 1/m
mittlerer U-Wert (Um)	0.95 W/m ² K
LEK - Wert	40

KLIMADATEN

Klimaregion	SSO
Seehöhe	369 m
Heizgradtage	3588 Kd
Heiztage	163 d
Norm - Außentemperatur	-11.3 °C
Soll - Innentemperatur	20 °C

	Referenzklima zonenbezogen		Standortklima zonenbezogen		Anforderungen ab 01.01.2010	
	[kWh/a]	spezifisch [kWh/m ² a]	[kWh/a]	spezifisch [kWh/m ² a]	[kWh/m ² a]	
HWB	532'925	38.82	565'339	41.19	37.3	nicht erfüllt
WWWB			175'359	12.78		
HTEB-RH			203'055	14.79		
HTEB-WW			586'142	42.70		
HTEB			794'763	57.90		
HEB			1'535'460	111.86	69.1	nicht erfüllt
EEB			1'535'460	111.86		
PEB						
CO2						

ERLÄUTERUNGEN

Heizwärmebedarf (HWB):	Vom Heizsystem in die Räume abgegebene Wärmemenge die benötigt wird, um während der Heizsaison bei einer standardisierten Nutzung eine Temperatur von 20°C zu halten.
Heiztechnikenergiebedarf (HTEB):	Energiemenge die bei der Wärmeerzeugung und -verteilung verloren geht.
Endenergiebedarf (EEB):	Energiemenge die dem Energiesystem des Gebäudes für Heizung und Warmwasserversorgung inklusive notwendiger Energiemengen für die Hilfsbetriebe bei einer typischen Standardnutzung zugeführt werden muss.

Die Energiekennzahlen dieses Energieausweises dienen ausschließlich der Information. Aufgrund der idealisierten Eingangsparameter können bei tatsächlicher Nutzung erhebliche Abweichungen auftreten. Insbesondere Nutzungseinheiten in besonderer Lage können aus Gründen der Geometrie und der Lage hinsichtlich ihrer Energiekennzahlen von den hier angegebenen abweichen.

EA-01-2007-SW-a
EA-WG
25.04.2007

**Datenblatt GEQ
RESKINNING - Kopie**

Energiekennzahl Förderung Steiermark

HWB _{BGF, Förderung}	38.82 kWh/m ² a	HWB _{BGF, Förderung max}	35.00 kWh/m ² a
-------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------

Gebäudedaten - Umfassende Sanierung

Brutto-Grundfläche B _{GF}	13'727 m ²	Wohnungsanzahl	150
Konditioniertes Brutto-Volumen	40'494 m ³	charakteristische Länge l _C	5.07 m
Gebäudehüllfläche A _B	7'982 m ²	Kompaktheit A _B / V _B	0.20 m ⁻¹

Ermittlung der Eingabedaten

Geometrische Daten:
Bauphysikalische Daten:
Haustechnik Daten:

Ergebnisse am tatsächlichen Standort: Graz

Leitwert L _T		7'551.0 W/K
Mittlerer U-Wert (Wärmedurchgangskoeffizient) U _m		0.95 W/m ² K
Heizlast P _{tot}		357.9 kW
Transmissionswärmeverluste Q _T		761'929 kWh/a
Lüftungswärmeverluste Q _V	Luftwechselzahl: 0.4	391'813 kWh/a
Solare Wärmegewinne passiv η x Q _S		325'125 kWh/a
Innere Wärmegewinne passiv η x Q _I	schwere Bauweise	263'278 kWh/a
Heizwärmebedarf Q _H		565'339 kWh/a
Flächenbezogener Heizwärmebedarf HWB_{BGF}		41.19 kWh/m²a

Ergebnisse Referenzklima

Transmissionswärmeverluste Q _T		703'271 kWh/a
Lüftungswärmeverluste Q _V		361'648 kWh/a
Solare Wärmegewinne passiv η x Q _S		280'982 kWh/a
Innere Wärmegewinne passiv η x Q _I		251'011 kWh/a
Heizwärmebedarf Q _H		532'925 kWh/a
Flächenbezogener Heizwärmebedarf HWB_{BGF ref}		38.82 kWh/m²a

Haustechniksystem

Raumheizung: Nah-/Fernwärme (Fernwärme)
Warmwasser: Kombiniert mit Raumheizung
RLT Anlage: Natürliche Konditionierung; hygienisch erforderlicher Luftwechsel = 0,4

Berechnungsgrundlagen

Der Energieausweis wurde mit folgenden ÖNORMen und Hilfsmitteln erstellt: GEQ von Zehentmayer Software GmbH www.geq.at
Bauteile nach ON EN ISO 6946 / Fenster nach ON EN ISO 10077-1 / Erdberührte Bauteile vereinfacht nach ON B 8110-6 / Unkonditionierte Gebäudeteile detailliert nach ON EN ISO 13789 / Wärmebrücken detaillierte Erfassung / Verschattung vereinfacht nach ON B 8110-6

Verwendete Normen und Richtlinien:
B 8110-1 / ON B 8110-2 / ON B 8110-3 / ON B 8110-5 / ON B 8110-6 / ON H 5055 / ON H 5056 / ON EN ISO 13790 / ON EN ISO 13370 / ON EN ISO 6946 / ON EN ISO 10077-1 / ON EN 12831 / OIB Richtlinie 6 / ON EN ISO 13789

Anmerkung:
Der Energieausweis dient zur Information über den energetischen Standard des Gebäudes. Der Berechnung liegen durchschnittliche Klimadaten, standardisierte interne Wärmegewinne sowie ein standardisiertes Nutzerverhalten zugrunde. Die errechneten Bedarfswerte können daher von den tatsächlichen Verbrauchswerten abweichen. Bei Mehrfamilienwohnhäusern ergeben sich je nach Lage der Wohnung im Gebäude unterschiedliche Energiekennzahlen. Für die exakte Auslegung der Heizungsanlage muss eine Berechnung der Heizlast gemäß ÖNORM H 7500 erstellt werden.

Analysen Energieausweis nach Sanierung

TYP: 4	BAUTEIL: ZD01-warme Zwischendecke	VERFASSTER DER UNTERLAGEN:	GZ.: BAUVORHABEN: RESKINNING - Kopie	Formblatt WBF 6 a Blatt: 4
-----------	--------------------------------------	----------------------------	--------------------------------------------	----------------------------------

AUFBAU:	BAUSTOFF			Dicke d	Raumgewicht d. Baust. R	$\lambda_R (\alpha)$	d / λ_R (1 / α)
Grafische Darstellung	Nr.	Positionsnummer	Bezeichnung	m	kg/m ³	W/mK	m ² /KW
			Innerer Wärmeübergangskoeffizient α_i			7.692	0.130
	1		PVC-Belag	0.0030	1'700	0.250	0.012
	2		1.202.06 Estrichbeton	0.0400	2'000	1.480	0.027
	3		Steinwolle Trittschalldämmung	0.0150	100	0.042	0.357
	4		1.508.02 Schüttung (Sand, Kies, Splitt)	0.0120	1'800	0.700	0.017
	5		3.108.02 Stahlbetonrippend. 5cm Beton	0.2500	2'300	1.600	0.156
	6		Kalk-Zementputz	0.0300	1'800	1.000	0.090
	7						
	8						
	9						
	10						
	11						
	12						
	13						
	14						
	15						
			Äußerer Wärmeübergangskoeffizient α_e			7.692	0.130
			FLÄCHENBEZOGENE MASSE m' (kg/m ²)		737.20		
im Plan:	warme Zwischendecke	SUMME		0.350	1 / k = 1 / α_e + $\sum d / \lambda + 1 / \alpha_i$		0.860

WÄRMESCHUTZNACHWEIS gemäß EnEV- u. WSV0			Planwert	erforderlich
Wärmedurchlasswiderstand	D(R)	m ² /KW	0.860	0.000
Wärmedurchgangskoeffizient	k(U)	W/m ² K	1.163	0.000
SCHALLSCHUTZNACHWEIS gemäß DVO zum Steierm.WBFG 1993			Planwert	erforderlich
Bewert. Schalldämm-Maß	R _w	dB		
Bewert. Normschallpegeldiff.	D _{n,T,W}	dB		
Bewert. Normtrittschallpegel	L _{n,T,W}	dB		

Art des Schallschutznachweises:
bewertetes Schalldämm-Maß
Nachweis nach O-Norm B 8115-4

Steiermärkische Energieinsparungs- und Wärmeschutzverordnung, LGBl.Nr. 61/2008
BAUPHYSIKALISCHER NACHWEIS

GEQ von Zehentmayer Software GmbH www.geq.at

v2011.041339 REPWBF6a - Steiermark 30.10.2011

Seite 4

Analysen Energieausweis nach Sanierung

TYP: 5	BAUTEIL: AW01-Außenwand	VERFASSTER DER UNTERLAGEN:	GZ.: BAUVORHABEN: RESKINNING - Kopie	Formblatt WBF 6 a Blatt: 5
-----------	----------------------------	----------------------------	--------------------------------------------	----------------------------------

AUFBAU:	BAUSTOFF			Dicke d	Raumgewicht d. Baust. R	$\lambda_R (\alpha)$	d / λ_R (1 / α)
Grafische Darstellung	Nr.	Positionsnummer	Bezeichnung	m	kg/m ³	W/mK	m ² /K/W
			Innerer Wärmeübergangskoeffizient α_i			7.692	0.130
	1		EPS-Dämmputz (400)	0.0100	400	0.120	0.083
	2		Dämmputz EPS	0.0050	300	0.095	0.053
	3		Röfix LIGHT 040 (140mm) gelocht (EPS15SE/S)	0.1400	15	0.040	3.500
	4		Gipsputz	0.0130	1'300	0.800	0.016
	5		Durisol DM 20 W	0.2000	1'700	0.185	1.080
	6		Gipsputz (1000)	0.0190	1'000	0.400	0.048
	7						
	8						
	9						
	10						
	11						
	12						
	13						
	14						
	15						
			Äußerer Wärmeübergangskoeffizient α_e			25.000	0.040
			FLÄCHENBEZOGENE MASSE m' (kg/m ²)		383.50		
im Plan:	Außenwand	SUMME		0.387	$1/k = 1/\alpha_e + \sum d/\lambda + 1/\alpha_i$		4.950

WÄRMESCHUTZNACHWEIS gemäß EnEV- u. WSV0			Planwert	erforderlich
Wärmedurchlasswiderstand	D(R)	m ² /K/W	4.950	0.000
Wärmedurchgangskoeffizient	k(U)	W/m ² /K	0.202	0.250
SCHALLSCHUTZNACHWEIS gemäß DVO zum Steierm.WBFG 1993			Planwert	erforderlich
Bewert. Schalldämm-Maß	R _w	dB		
Bewert. Normschallpegeldiff.	D _{n,T,W}	dB		
Bewert. Normtrittschallpegel	L _{n,T,W}	dB		

Art des Schallschutznachweises:
bewertetes Schalldämm-Maß
Nachweis nach O-Norm B 8115-4

Steiermärkische Energieinsparungs- und Wärmeschutzverordnung, LGBl.Nr. 61/2008
BAUPHYSIKALISCHER NACHWEIS

U-Wert Anforderungen RESKINNING - Kopie

BAUTEILE

	U-Wert	U-Wert max	Erfüllt
AW01 Außenwand	0.20	0.25	Ja

Einheiten: U-Wert [W/m²K] berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946

Quelle U-Wert max: Wohnhaussanierung Steiermark

Heizlast

RESKINNING - Kopie

Vereinfachte Berechnung des zeitbezogenen Wärmeverlustes (Heizlast) von Gebäuden gemäß Energieausweis

Berechnungsblatt

Bauherr

Planer / Baumeister / Baufirma

Tel.:

Norm-Außentemperatur: -11.3 °C
 Berechnungs-Raumtemperatur: 20 °C
 Temperatur-Differenz: 31.3 K

Standort: Graz
 Brutto-Rauminhalt der beheizten Gebäudeteile: 40'493.77 m³
 Gebäudehüllfläche: 7'982.38 m²

Bauteile	Fläche A [m²]	Wärmed.- koeffiz. U [W/m² K]	Korr.- faktor f [1]	Korr.- faktor ffh [1]	A x U x f
AW01 Außenwand	5'439.50	0.202	1.00		1'098.96
FE/TÜ Fenster u. Türen nach Außen	2'542.88	1.300			3'305.75
ZD01 warme Zwischendecke	1'055.90	1.163			
Summe Zwischendecken	1'055.90				
Summe Außenwandflächen	5'439.50				
Fensteranteil in Außenwänden 31.9 %	2'542.88				

Summe [W/K] **4'405**

Wärmebrücken (detailliert) [W/K] **3'146**

Transmissions - Leitwert L_T [W/K] **7'551**

Lüftungs - Leitwert L_V [W/K] **3'883.01**

Gebäude - Heizlast P_{tot} Luftwechsel = 0.40 1/h [kW] **357.88**

Flächenbez. Heizlast P₁ bei einer BGF von 13'727 m² [W/m² BGF] **26.07**

Gebäude - Heizlast P_{tot} (EN 12831 vereinfacht) Luftwechsel = 0.50 1/h [kW] **408.72**

Die berechnete Heizlast kann von jener gemäß ÖNORM H 7500 bzw. EN ISO 12831 abweichen und ersetzt nicht den Nachweis der Gebäude-Normheizlast gemäß ÖNORM H 7500 bzw. EN ISO 12831. Die vereinfachte Heizlast EN 12831 berücksichtigt nicht die Aufheizleistung und gilt nur für Standardfälle.

Bauteile

RESKINNING - Kopie

ZD01 warme Zwischendecke					
	von Innen nach Außen	Dicke	λ	d / λ	
PVC-Belag	B	0.0030	0.250	0.012	
1.202.06 Estrichbeton	B	0.0400	1.480	0.027	
Steinwolle Trittschalldämmung	B	0.0150	0.042	0.357	
1.508.02 Schüttung (Sand, Kies, Splitt)	B	0.0120	0.700	0.017	
3.108.02 Stahlbetonrippend. 5cm Beton	B	0.2500	1.600	0.156	
Kalk-Zementputz	B	0.0300	1.000	0.030	
	Rse+Rsi = 0.26	Dicke gesamt 0.3500	U-Wert	1.16	
AW01 Außenwand					
	von Innen nach Außen	Dicke	λ	d / λ	
EPS-Dämmputz (400)		0.0100	0.120	0.083	
Dämmputz EPS		0.0050	0.095	0.053	
Röfix LIGHT 040 (140mm) gelocht (EPS15SE/S)		0.1400	0.040	3.500	
Gipsputz	B	0.0130	0.800	0.016	
Durisol DM 20 W	B	0.2000	0.185	1.080	
Gipsputz (1000)	B	0.0190	0.400	0.048	
	Rse+Rsi = 0.17	Dicke gesamt 0.3870	U-Wert	0.20	

Einheiten: Dicke [m], Achsabstand [m], Breite [m], U-Wert [W/m²K], Dichte [kg/m³], λ [W/mK]
 *... Schicht zählt nicht zum U-Wert F... enthält Flächenheizung B... Bestandsschicht **...Defaultwert lt. OIB
 RTu ... unterer Grenzwert RTo ... oberer Grenzwert laut ONORM EN ISO 6946

**Monatsbilanz Standort HWB
RESKINNING - Kopie**

Standort: Graz

BGF [m²] = 13'726.70 L_T [W/K] = 7'551.00 Innentemp.[°C] = 20 τ tau [h] = 106.25
 BRI [m³] = 40'493.77 L_V [W/K] = 3'883.01 qih [W/m²] = 3.75 a = 7.640

Monate	Tage	Mittlere Außen-temperaturen [°C]	Transmissions-wärme-verluste [kWh/a]	Lüftung-wärme-verluste [kWh/a]	Wärme-verluste [kWh/a]	Innere Gewinne [kWh/a]	Solare Gewinne [kWh/a]	Gesamt-Gewinne [kWh/a]	Verhältnis Gewinn/Verlust	Ausnutz-ungsgrad	Wärme-bedarf [kWh/a]
Jänner	31	-2.57	126'824	65'218	192'042	30'638	20'145	50'783	0.26	1.00	141'261
Februar	28	-0.07	101'861	52'381	154'242	27'673	29'930	57'603	0.37	1.00	96'658
März	31	3.98	90'025	46'294	136'319	30'638	43'129	73'767	0.54	1.00	62'864
April	30	8.78	61'022	31'380	92'401	29'650	52'247	81'897	0.89	0.93	16'223
Mai	31	13.37	37'227	19'143	56'370	30'638	64'932	95'570	1.70	0.59	414
Juni	30	16.55	18'778	9'656	28'434	29'650	64'253	93'902	3.30	0.30	2
Juli	31	18.18	10'219	5'255	15'473	30'638	67'740	98'378	6.36	0.16	0
August	31	17.53	13'892	7'144	21'036	30'638	62'324	92'962	4.42	0.23	0
September	30	14.20	31'552	16'225	47'778	29'650	48'537	78'187	1.64	0.61	437
Oktober	31	9.00	61'825	31'793	93'618	30'638	35'156	65'794	0.70	0.98	29'211
November	30	3.31	90'724	46'654	137'378	29'650	21'610	51'260	0.37	1.00	86'136
Dezember	31	-1.00	117'980	60'670	178'650	30'638	15'880	46'518	0.26	1.00	132'133
Gesamt	365		761'929	391'813	1'153'741	360'738	525'883	886'621	0.00	0.00	565'339
					nutzbare Gewinne:	263'278	325'125	588'402			

EKZ = 41.19 kWh/m²a

Ende Heizperiode: 01.04.
 Beginn Heizperiode: 19.10.

Bauteilgewicht
RESKINNING - Kopie

ZD01 warme Zwischendecke	d [m]	Dichte [kg/m³]	Gewicht [kg/m²]
PVC-Belag	0.0030	1'700	5.10
1.202.06 Estrichbeton	0.0400	2'000	80.00
Steinwolle Trittschalldämmung	0.0150	100	1.50
1.508.02 Schüttung (Sand, Kies, Splitt)	0.0120	1'800	21.60
3.108.02 Stahlbetonrippend. 5cm Beton	0.2500	2'300	575.00
Kalk-Zementputz	0.0300	1'800	54.00
Bauteil Gesamt Gewicht [kg/m²]:			737.20

AW01 Außenwand	d [m]	Dichte [kg/m³]	Gewicht [kg/m²]
EPS-Dämmputz (400)	0.0100	400	4.00
Dämmputz EPS	0.0050	300	1.50
Röfix LIGHT 040 (140mm) gelocht (EPS15SE/S)	0.1400	15	2.10
Gipsputz	0.0130	1'300	16.90
Durisol DM 20 W	0.2000	1'700	340.00
Gipsputz (1000)	0.0190	1'000	19.00
Bauteil Gesamt Gewicht [kg/m²]:			383.50

ZW01 Zwischenwand zu konditioniertem Raum	d [m]	Dichte [kg/m³]	Gewicht [kg/m²]
Bauteil Gesamt Gewicht [kg/m²]:			0.00

FD01 Außendecke, Wärmestrom nach oben	d [m]	Dichte [kg/m³]	Gewicht [kg/m²]
2.106.04 Lecabetonstein m. PS	0.0500	1'100	55.00
1.230.02 Gipsmörtel	0.0300	1'600	48.00
Bitumenpappe	0.0050	1'100	5.50
Z.000.30 Dachbahn bitum.-Glasvlies 2mm	0.0030	1'400	4.20
Korkdämmplatten	0.0500	120	6.00
Z.000.20 Bitumen-Pappe 0,5 Alu 1,6mm	0.0050	1'500	7.50
1.202.06 Estrichbeton	0.1000	2'000	200.00
3.108.02 Stahlbetonrippend. 5cm Beton	0.2500	2'300	575.00
Gipsputz	0.0300	1'300	39.00
Bauteil Gesamt Gewicht [kg/m²]:			940.20

Heizenergiebedarf
RESKINNING - Kopie

Heizenergiebedarf - HEB - GESAMT

Heizenergiebedarf (HEB) $Q_{HEB} = 1'535'460 \text{ kWh/a}$

Heiztechnikenergiebedarf (HTEB) $Q_{HTEB} = 794'763 \text{ kWh/a}$

Heizwärmebedarf - HWB

Transmissionswärmeverluste $Q_T = 761'929 \text{ kWh/a}$

Lüftungswärmeverluste $Q_V = 391'813 \text{ kWh/a}$

Wärmeverluste $Q_I = 1'153'741 \text{ kWh/a}$

Solare Wärmegewinne $Q_s = 325'125 \text{ kWh/a}$

Innere Wärmegewinne $Q_i = 263'278 \text{ kWh/a}$

Wärmegewinne $Q_g = 588'402 \text{ kWh/a}$

Heizwärmebedarf $Q_h = 565'339 \text{ kWh/a}$

Warmwasserbereitung - WWB

Wärmeenergie

Warmwasserwärmebedarf (WWWB) $Q_{tw} = 175'359 \text{ kWh/a}$

Verluste der Wärmeabgabe $Q_{TW,WA} = 7'984 \text{ kWh/a}$

Verluste der Wärmeverteilung $Q_{TW,WV} = 563'226 \text{ kWh/a}$

Verluste des Wärmespeichers $Q_{TW,WS} = 0 \text{ kWh/a}$

Verluste der Wärmebereitstellung $Q_{kom,WB} = 14'931 \text{ kWh/a}$

Verluste Warmwasserbereitung $Q_{TW} = 586'142 \text{ kWh/a}$

Hilfsenergie

Energiebedarf Wärmeverteilung $Q_{TW,WV,HE} = 0 \text{ kWh/a}$

Energiebedarf Wärmespeicherung $Q_{TW,WS,HE} = 0 \text{ kWh/a}$

Energiebedarf Wärmebereitstellung $Q_{TW,WB,HE} = 0 \text{ kWh/a}$

Summe Hilfsenergiebedarf $Q_{TW,HE} = 0 \text{ kWh/a}$

HEB-WW (Warmwasser) $Q_{HEB,TW} = 761'500 \text{ kWh/a}$

HTEB-WW (Warmwasser) $Q_{HTEB,TW} = 586'142 \text{ kWh/a}$

Heizenergiebedarf
RESKINNING - Kopie

Raumheizung - RH

Wärmeenergie

Heizwärmebedarf (HWB)	Q_h	=	565'339 kWh/a
Verluste der Wärmeabgabe	$Q_{H,WA}$	=	65'229 kWh/a
Verluste der Wärmeverteilung	$Q_{H,WV}$	=	635'697 kWh/a
Verluste des Wärmespeichers	$Q_{H,WS}$	=	0 kWh/a
Verluste der Wärmebereitstellung	$Q_{kom,WB}$	=	15'067 kWh/a

Verluste Raumheizung Q_H = **715'993 kWh/a**

Hilfsenergie

Energiebedarf Wärmeabgabe	$Q_{H,WA,HE}$	=	0 kWh/a
Energiebedarf Wärmeverteilung	$Q_{H,WV,HE}$	=	5'566 kWh/a
Energiebedarf Wärmespeicherung	$Q_{H,WS,HE}$	=	0 kWh/a
Energiebedarf Wärmebereitstellung	$Q_{H,WB,HE}$	=	0 kWh/a

Summe Hilfsenergiebedarf $Q_{H,HE}$ = **5'566 kWh/a**

HEB-RH (Raumheizung) $Q_{HEB,H}$ = **768'394 kWh/a**

HTEB-RH (Raumheizung) $Q_{HTEB,H}$ = **203'055 kWh/a**

Zurückgewinnbare Verluste

Raumheizung	$Q_{H,beh}$	=	-440'178 kWh/a
Warmwasserbereitung	$Q_{TW,beh}$	=	-226'833 kWh/a

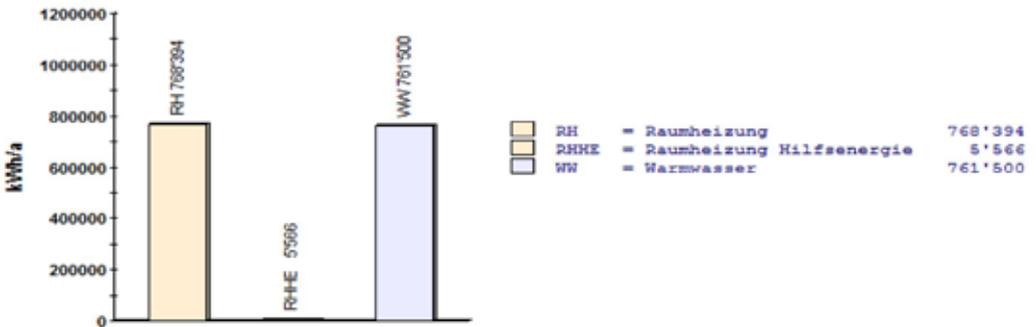
Energie Analyse
RESKINNING - Kopie

Fernwärme 1'529'8 kWh 1'529'8 kWh 76'495 €
 0,050 € pro kWh
 Raumheizung, Warmwasser

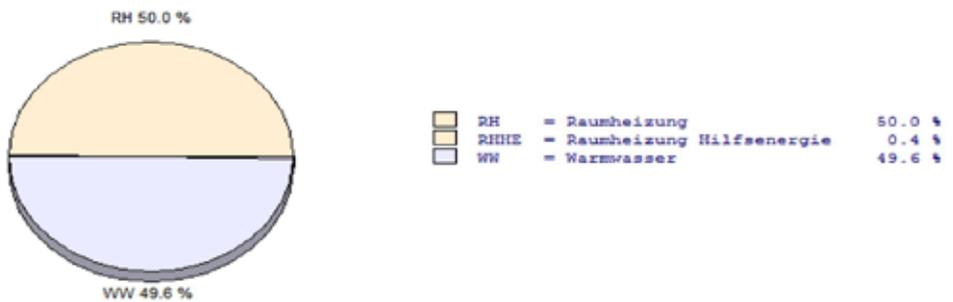
Elektrische Energie 5'566 kWh 5'566 kWh
 Raumheizung Hilfsenergie

Gesamt 1'535'460 kWh 76'495 €

Energiebedarf kWh/a



Energiebedarf in %



Der Berechnung liegen durchschnittliche Klimadaten, standardisierte interne Wärmegewinne sowie ein standardisiertes Nutzerverhalten zugrunde. Die errechneten Bedarfswerte und Kosten können daher von den tatsächlichen Verbrauchswerten abweichen.

Energie Analyse - Details
RESKINNING - Kopie

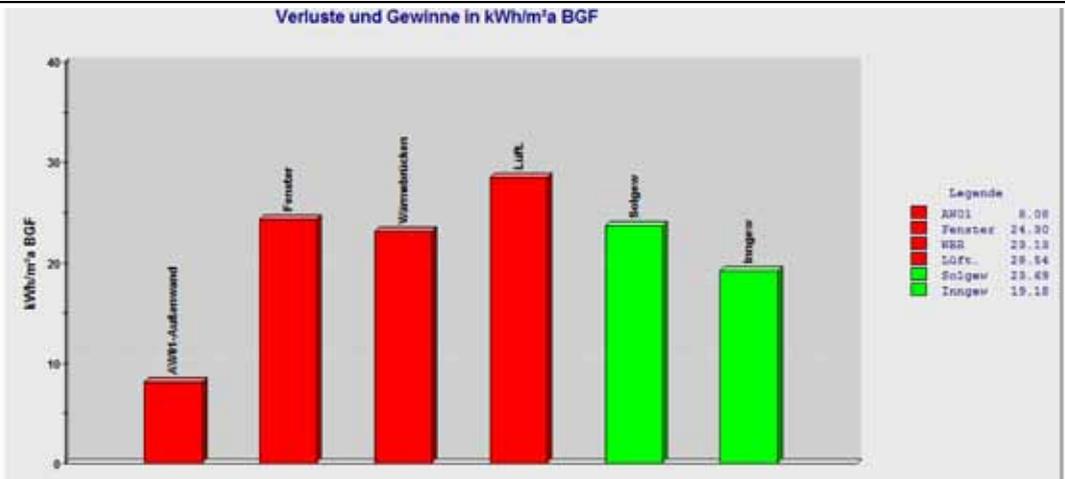
Energie Analyse Details

	Energiebedarf [kWh]	Heizmittelbedarf	Kosten/Einheit Kosten [€]
Raumheizung Fernwärme	768'394	768'394 kWh	0.050/kWh 38'420
Raumheizung Hilfsenergie Elektrische Energie	5'566	5'566 kWh	
Warmwasser Fernwärme	761'500	761'500 kWh	0.050/kWh 38'075
	1'535'460		76'495

Der Berechnung liegen durchschnittliche Klimadaten, standardisierte interne Wärmegewinne sowie ein standardisiertes Nutzerverhalten zugrunde.
 Die errechneten Bedarfswerte und Kosten können daher von den tatsächlichen Verbrauchswerten abweichen.

Ausdruck Grafik

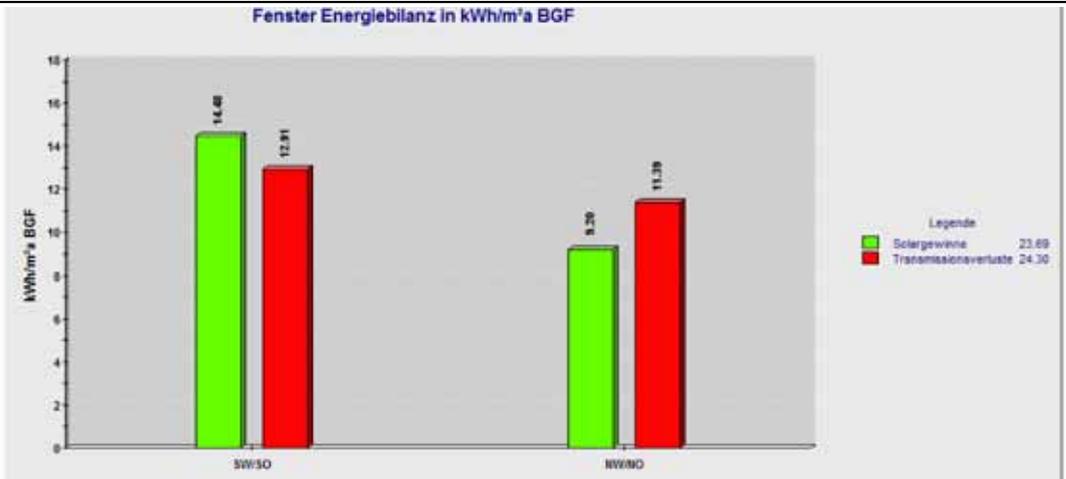
RESKINNING - Kopie



EKZ = 41.19 kWh/m²a Heizwärmebedarf = 565'339 kWh/a Gebäude Heizlast = 357.88 kW
 - zur Optimierung bietet sich der Bauteil mit dem größten Verlustanteil an.
 - die Transmissionsverluste pro Jahr ergeben sich aus dem Bauteil-U-Wert, dem Temperatur-Korrekturfaktor sowie der Bauteilfläche (unter Berücksichtigung der Klimadaten des Gebäude-Standortes).
 Qv... Lüftungsverluste des Gebäudes (werden durch Lüften verursacht, zur Optimierung empfiehlt sich eine Wärmerückgewinnungsanlage)
 Qi... interne Gewinne (entstehen durch Betrieb elektrischer Geräte, künstlicher Beleuchtung und Körperwärme von Personen)
 Qs... Solare Gewinne (entstehen infolge von Strahlungstransmission durch transparente Bauteile/Fenster)

Ausdruck Grafik

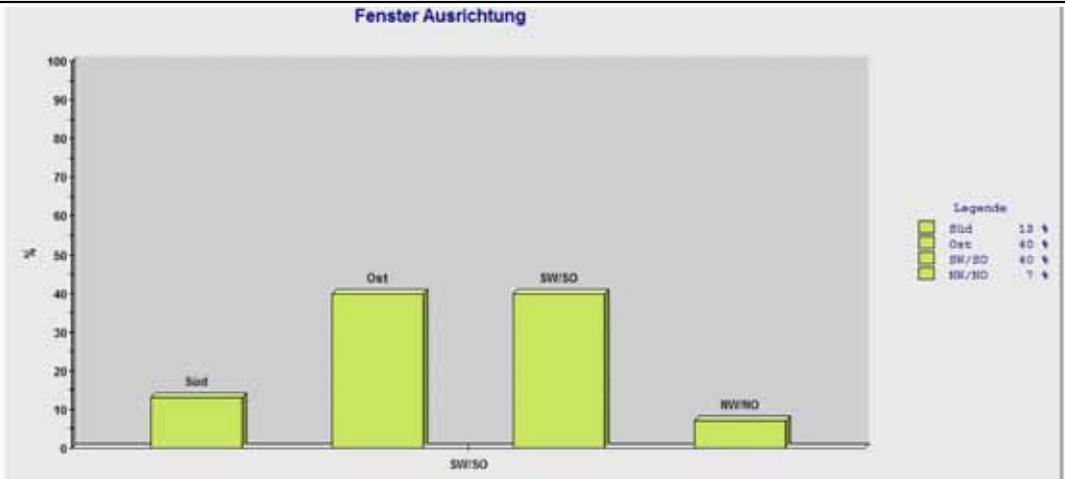
RESKINNING - Kopie



- die Energiebilanz (=Gewinne und Verluste) der Fenster wird hier nach Orientierung zusammengefasst
- im Norden gibt es nur minimale solare Gewinne, hier sind die Verluste am größten
- zur Optimierung empfiehlt sich eine Ausrichtung nach Süden und wenige Fenster im Norden
- die grünen Balken zeigen die solaren Gewinne, die roten Balken die Transmissionswärmeverluste

Ausdruck Grafik

RESKINNING - Kopie



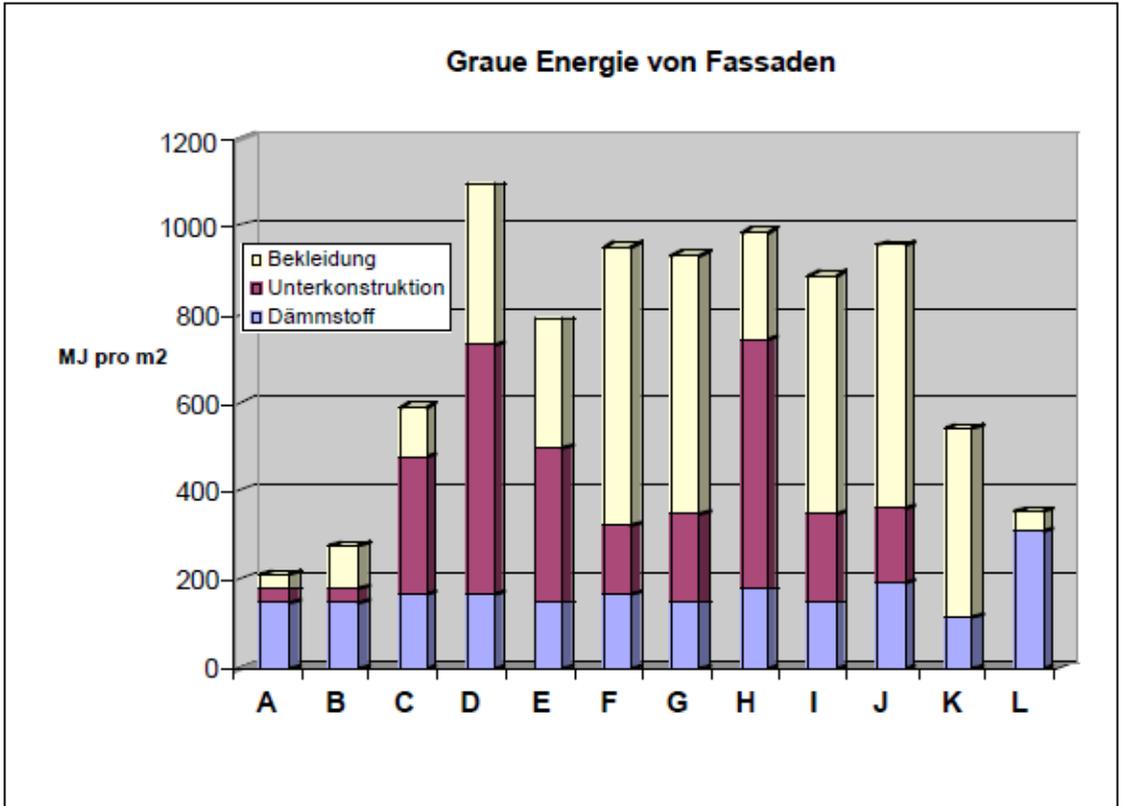
- zeigt die verwendeten Fenster in % sortiert nach der Orientierung
 - zur Optimierung ist es empfehlenswert die Fenster im Norden und NW/NO minimal zu halten, die Fensterfläche im Süden bzw. SW/NO sollte über 50% sein
 - bei hohen Fensteranteilen im Osten oder im Westen ist der sommerliche Überwärmungsschutz zu berücksichtigen die Gefahr einer Überwärmung ist hier am größten

Nach der Berechnung einer möglichen Sanierung mit konventionellem WDVS ergeben sich folgende Schlüsse:

Der Heizenergiebedarf vom unsanierten Gebäude von 75.4 kWh/qm Jahr halbiert sich im Vergleich zum Gebäude nach einer Sanierung. Die Kosten sinken um 25 % von 100.000 Euro auf 75.000 Euro. Der Energieaufwand, der für die Herstellung von der Wärmedämmung und deren „Graue Energie“ benötigt wird, wird in den nächsten Schritten in den Kalkulationen und den Vergleichen dazu dargestellt. Als Abschluss zu den Analysen kann man resultieren, dass es ohne diese Hilfsprogramme sehr umständlich und ungenau gewesen wäre, die Daten in ihrer Komplexität zu erlangen.

Die Berechnung des Heizwärmebedarfs für das Gebäude mit einem WDVS ist mit den Energiekennwerten des Entwurfs in meiner Arbeit vergleichbar. Die Berechnungen dafür waren nicht möglich, da das Programm die Komplexität und die neuen Methoden nicht simulieren konnte und aus diesem Grund nur vergleichbare Systeme herangezogen wurden. Während des Sommers kann das Gebäude durch Öffnung von Lüftungsklappen in der äußeren Gebäudehülle oder aufgrund von mechanischer Lüftung mit kalter Nachtluft durchströmt und gekühlt werden. Durch die zweischalige Fassade, die als Grundprinzip für meinen Entwurf dient, wird der Heizenergiebedarf von 75 kWh/qm Jahr auf 30 kWh/qm Jahr gesenkt, was im Vergleich zum sanierten Hochhaus mit WDVS vergleichbar ist.

Analysen



- A Holzschalung auf Holz
- B Putzträgerplatten auf Holz
- C Faserzement auf Alu
- D Keramik auf Alu
- E Feinsteinzeug auf Alu
- F Naturstein auf Konsolen
- G Alukofferblechfassade
- H Glas auf Alu
- I Alu-Profil auf Metall
- J Alu-Verbund
- K Vorsatz Backstein
- L Wärmedämmverbund

12 Tabelle Graue Energie

Die Grafik zeigt hier den Energiewert bei L, für ein Wärmedämmverbund, wie er für die herkömmliche Sanierung angedacht worden ist bei ~ 375 MJ/m².

Die Berechnung für meinen Entwurf mit ETFE-Folie und Unterkonstruktion liegt ebenfalls zwischen 350 und 400 MJ/m².

200 MJ/m² für die Folie und 150 bis 200 MJ/m² für die Unterkonstruktion.

So ist der Energiewert für beide Systeme gleichwertig.

Kalkulationen

Begriffe:

„Die Graue Energie ist der kumulierte Aufwand an energetischen Rohstoffen, die erforderlich sind um ein Produkt oder eine Leistung an einem bestimmten Ort zu einem bestimmten Zeitpunkt bereitzustellen. Er umfasst alle vorgelagerten Prozesse bis zum Rohstoffabbau (Primärenergie) und setzt eine Stoffbuchhaltung dieser Prozesse voraus. Die Graue Energie wird in Energieeinheiten ausgedrückt und bezieht sich auf eine physikalische Einheit des Produktes oder der Leistung. Es ist ein Indikator für den „ökologischen Rucksack“, der von der Technologie, von Produktionsstandorten, Systemgrenzen und anderen Systemfaktoren abhängig ist.

Die Graue Energie ist eine Zahl in einer Energieeinheit (MJ oder kWh), die den kumulierten Energieaufwand zur Herstellung des Produktes beinhaltet. Dies erfordert eine Stoffbuchhaltung für alle dem Produkt vorgelagerten Prozesse, vom Rohstoffabbau über Transport-, Herstellungs- und Verarbeitungsprozesse inkl. der dazu notwendigen Hilfsstoffe und allenfalls auch Produktionsmittel. ^{3}*

1 MJ \approx 0,3 kWh

CO₂

1 Liter Heizöl \sim 10 kW/ h \sim 2,44 kg CO₂.

1 m³ Erdgas \sim 8,9 kW/ h \sim 1,97 kg CO₂.

1 kW/ h Sonnenenergie spart

Heizöl 0,244 kg CO₂

Erdgas 0,22 kg CO₂

1 kW/(p) sparen 200 kg CO₂.

Elektrische Energie wird in den Kraftwerken meist aus Kernkraft, Gas, Kohle, Öl gewonnen. Der Wirkungsgrad der gewonnenen Energie aus den Kraftwerken liegt bei 40 %.

=> 1 kW/ (p) sparen bis zu 600 kg CO₂.

Die weiteren Berechnungen zeigen wie viel Strom die Fassade im Jahr produziert und wie viel CO₂ jährlich im Vergleich zu einer Sanierung mit einem WDVS eingespart werden kann. Die Ausgangslage ist für beide Wege, was die Primärenergie betrifft, gleich.

NNW-Fassade

Fenster: 185 m²

Fassade: 1027 m²

Nutzfläche für Photovoltaik: 842 m²

Solare Einwirkung 100 kWh/m² Jahr bei 17.5%

Wirkungsgrad: 14.735 kWh/Jahr

WSW-Fassade

Fenster: 1025 m²

Fassade: 2790 m²

Nutzfläche für Photovoltaik: 1765 m²

Solare Einwirkung 500 kWh/m² Jahr bei 17.5%

Wirkungsgrad: 154.438 kWh/Jahr

SSO - Fassade

Fenster: 326 m²
Fassade: 1027 m²

Nutzfläche für Photovoltaik: 701 m²
Solare Einwirkung 600 kWh/m² Jahr bei 17.5%
Wirkungsgrad: 73.605 kWh/ Jahr

ONO - Fassade

Fenster: 1006 m²
Fassade: 2790 m²

Nutzfläche für Photovoltaik: 1784 m²
Solare Einwirkung 400 kWh/m² Jahr bei 17.5%
Wirkungsgrad: 124.880 kWh/ Jahr

Dach

Fläche 514 m²

Nutzfläche für Photovoltaik: 514 m²
Solare Einwirkung 800 kWh/m² Jahr bei 17.5%
Wirkungsgrad: 71.960 kWh/ Jahr

Gesamtertrag pro Jahr: 439.618 kWh

Das entspricht 30.773.- Euro/Jahr die eingespart werden könnten.
7 Cent/kwh (Angaben Energie Graz)

Der Jährliche Stromverbrauch des Elisabethhochhauses beträgt nach Angaben der STIWOG Hausverwaltung:
145.000 kWh/Jahr für Lift und Hausstrom plus
Ca 480.000 kWh/ Jahr für den privaten Strom der Bewohner. Also insgesamt 625.000 kWh/ Jahr.

CO2 Einsparung

5092 m² Nutzfläche für Photovoltaik leisten 680 kW/Peak.

Das entspricht 408 Tonnen CO₂ die jährlich eingespart werden könnten.

Preisermittlung Sanierung

Nach Angaben der STIWOG Hausverwaltung beträgt eine Sanierung des Elisabethhochhaus ~3.500.000.- Euro. 2.9 Mio. plus 0.6 Mio. für die neuen Fenster.(+- 10 %)

Kostenschätzung Entwurf

680 kW/ (p) Kosten 408.000.-
Konstruktion Incl. Montage 1.050.000.-
Fenster 600.000.-

Gesamt: ~2.058.000.- Euro (+- 10 %)

Der Entwurf ist mit meinem Ansatz um 1.442.000.- Euro günstiger.

Vergleich

Die Sanierung mit einem Wärmedämmverbundsystem ist 15 Jahre voll funktionsfähig.

Der Entwurf ist mit der ETFE - Folie bis zu 30 Jahre voll funktionsfähig.

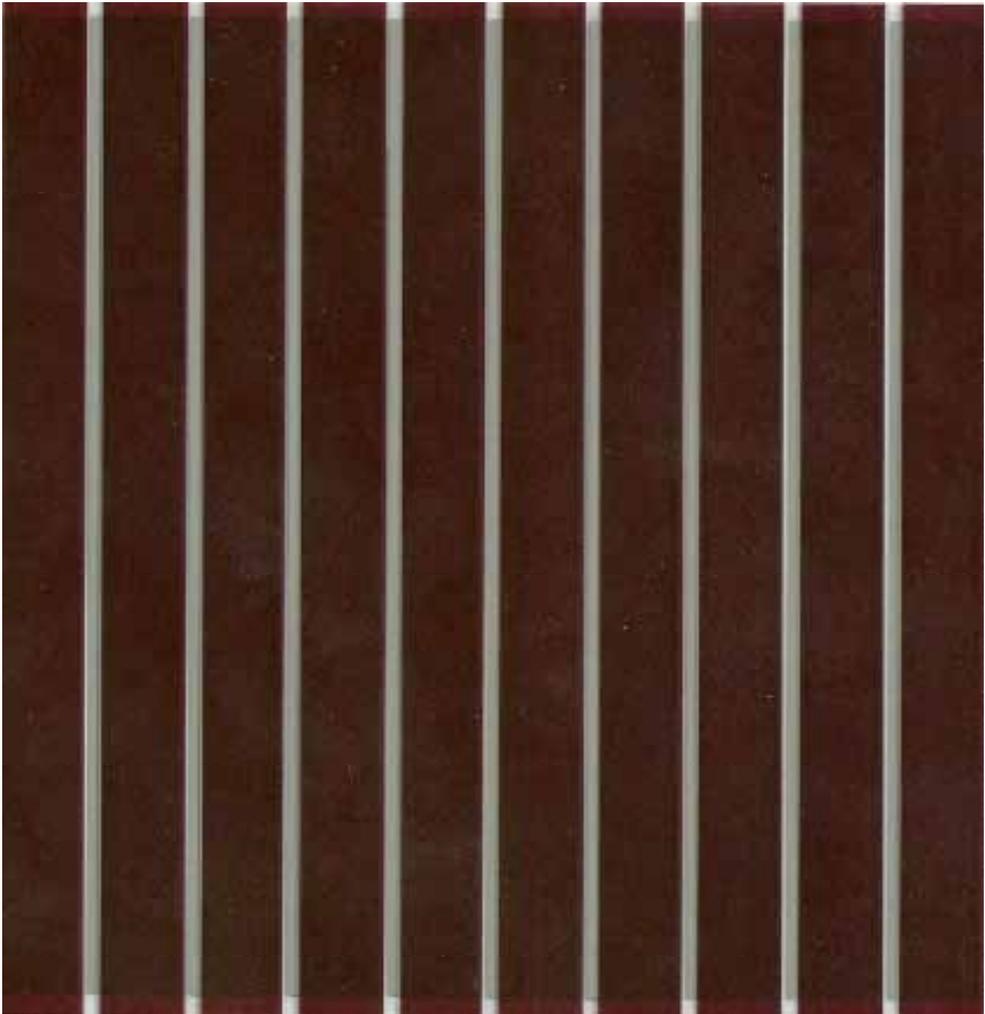
3

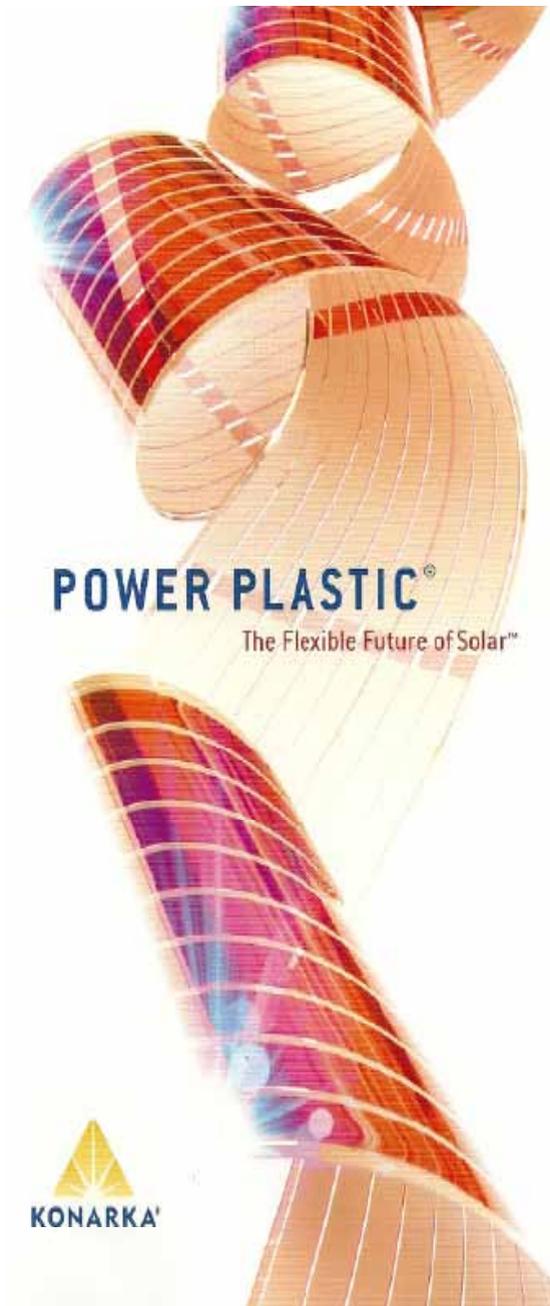
[http://www.wohnenplusmobilitaet.ch/
content/181/3statusb.pdf](http://www.wohnenplusmobilitaet.ch/content/181/3statusb.pdf) (23.03.2011)

OPV

OPV

OPV-Organische Photovoltaik





Technology

Konarka's global intellectual property position includes more than 280 patents and patent applications for materials, manufacturing processes, architecture and devices.

Power Plastic®

At the core of Konarka's technology is its active photovoltaic material that is made from semi-conducting polymers and nano-engineered materials. The printed active material absorbs photons to trigger the release of electrons which are then transported to create electricity. The active material is sandwiched between printed electrodes which are sandwiched between the substrate and the transparent packaging material. The finished product is only 2-10 mils (50-250 μm) thick.

Angle view

Transparent Packaging
Transparent Electrode
Printed Active Material
Primary Electrode
Substrate

End view

Light
Transparent Packaging
Transparent Electrode
Active Material (Polymer Blend)
Primary Electrode
Substrate

Electrons
External Load

Looking Through Semi-Transparent Power Plastic
 Blick durch halbrtransparentes Power Plastic



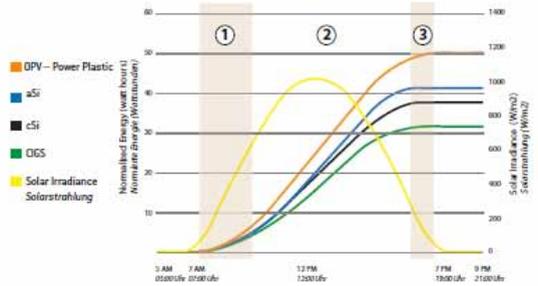
14 Konarka

Nach den Analysen und Berechnungen war es an der Zeit, eine passende Technologie zu finden, die es ermöglicht, auf eine alternative Methode Sonnenenergie in Strom umzuwandeln. Die herkömmlichen Solarsysteme basieren auf Silizium und anderen Metallen, die teilweise selten sind und einen hohen Aufwand benötigen um hergestellt zu werden.

Mit der Möglichkeit leitendes Polymer auf eine Folie im Druckverfahren zu produzieren, haben sich neue Wege ergeben, wie man diese Technologie in architektonisch anspruchsvollen Objekten einbauen könnte. Die Verwendung von Solarzellen war früher immer mit dem Nachteil in Verbindung zu setzen, dass optisch nicht immer gut passende System, in die Architektur zu integrieren.

„Konarka“ und „Heliatek“ sind Unternehmen, die dieses Produkt herstellen. Ich habe von Frau S. Rohr von „Heliatek“ Informationen bekommen, die allgemeine Fragen beantworten konnten. Folgende Daten sind von Relevanz: Der Preis beträgt 40 Cent/wp – im Vergleich dazu liegt der Preis für Silizium Zellen bei ca. 120 Cent/wp. Der

- ① During morning hours, Power Plastic begins collecting energy earlier.
 Power Plastic beginnt bereits früh in den Morgenstunden, Energie zu gewinnen.
- ② During midday hours, Power Plastic energy collection increases at a faster rate, due to our superior thermal coefficient.
 In der Mittagszeit erfolgt die Energiegewinnung durch Power Plastic aufgrund des hervorragenden Wärmeeffizienten schneller.
- ③ Power Plastic continues to collect energy later in the day, while others "flatline".
 Auch später am Tag, wenn die Produkte unserer Mitbewerber längst „schwächeln“, ist eine Energiegewinnung mit Power Plastic noch möglich.

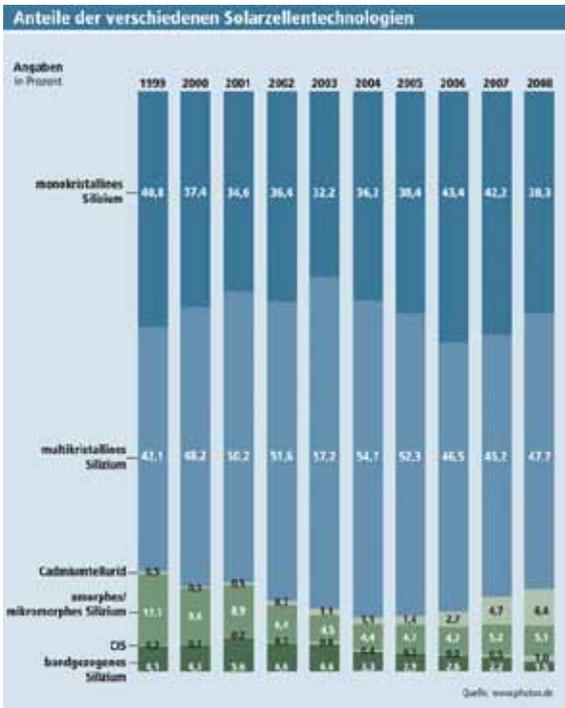


15 Konarka

Wirkungsgrad liegt bei 15 - 20 % der eingestrahlten Sonnenenergie.

Der wichtigste Punkt, der für meinen Entwurf entscheidend war, ist der, dass es möglich ist, dieses Verfahren auf ETFE-Folie zu drucken. Ich werde dieses Material im nächsten Punkt beschreiben. Der Preis wurde auf 60 Cent/wp geschätzt und ist realisierbar. Die Dimensionen sind vom Druckverfahren und der Druckmaschine abhängig, die verschiedene Größen produzieren kann. Natürlich wäre es ideal, die Druckmaschine mit dem Produktionsverfahren der ETFE-Folie abzustimmen.

Die Kombination der bedruckten ETFE-Folie durch organische Photovoltaik hat mir einen weiteren Ansatz gegeben, wie ich dieses Material in eine Konstruktion integrieren kann, die auch Strom produziert und weiter die Funktionen als Fassade erfüllen kann.



16 Tabelle Solarzellentechnologien

In der Grafik links sieht man die Marktanteile der verschiedenen Solarzellentechnologien. Es ist klar, dass die Lobby, die hinter „älteren“ Produkten steht, stark ist und sich in naher Zukunft nicht so schnell ändern wird. Das ändert aber nicht die Tatsache, dass innovative Produkte auf den Markt kommen und sich auf lange Sicht durchsetzen können.

Ich führe unten eine Textstelle an, die zeigen soll, wo das Potenzial der CO2-Reduktion steckt. Es ist mir bewusst, dass ich mit dem Fallbeispiel in Graz, mit dem Elisabethhochhaus, nicht die Metropolen wie New York oder London direkt anspreche, aber einen lokalen Ansatz gefunden habe, der umso mehr global seine Berechtigung hat.

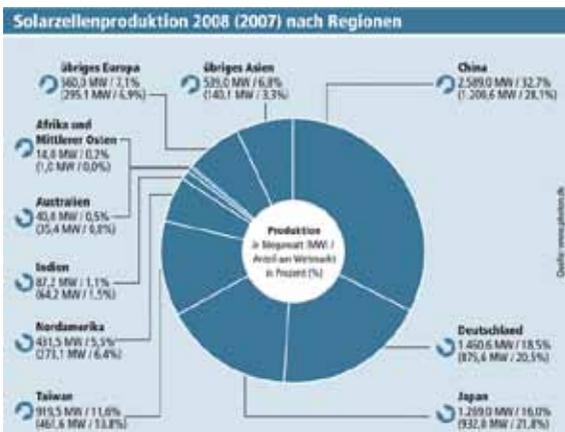
„Solar Cities: the Oxford Solar Initiative

Some of the stated goals of the emerging Solar Cities concept include:

Lowering of greenhouse gas emissions by the year 2050 to an amount equal to a city's 1990 population level multiplied by 3.3 tonnes of CO2 (Kates et al., 1998; Droege, 2002). This target is based on fundamental equity calculations that each person has only an annual 3.3 tonnes emissions 'allowance', in order to allow oceans and forests to neutralise excessive carbon emissions (Byrne et al., 1998)

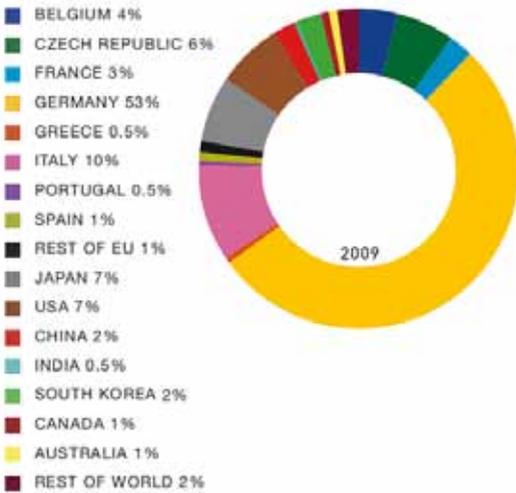
Identifying near- and medium-term milestones for greenhouse gas reductions according to a schedule for the years 2005–2050.

Identifying corresponding improvements in the transformation of energy production to solar and other renewable systems, reduced energy consumption, reduced consumption of natural resources, protection and improvement of urban environmental quality, improvement of social equity and improved quality of life 4 “ .



17 Graphik Solarzellenproduktion

FIGURE 30
THE WORLD PV MARKET IN 2009

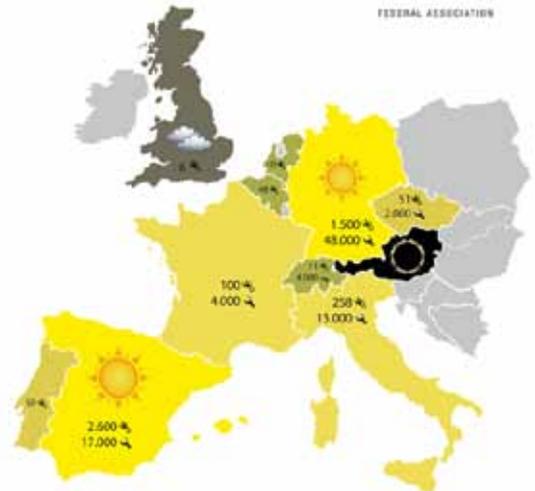


source: EPA.

18 PV Markt

„The “solar constant” is the energy flux per unit area impinging on a surface normal to the sun’s radiation at a position on the earth’s orbit, and has a value of 1.367 kW/m² outside the atmosphere, an incidence which is conventionally referred to as AM0 (for “air mass zero”). On the earth’s surface however, this figure is significantly reduced by absorption and scattering, as well as diurnal and seasonal variations. Therefore while the whole-earth solar energy input is approximately 1.2×10¹⁷ W, or 1.56×10¹⁸ kW-h/year and only 0.13% of earth’s cross-section could supply our total energy requirements through solar panels of 10% efficiency, only a fraction can be usefully harvested by fixed installations on land. The solar energy flux on a plane surface at the equator under clear sky conditions is just over 1 kW/m², or AM1. Typical midday con-

Sonnenfinsternis über Österreich



1 Spanien	2.500 MWp
2 Deutschland	1.500 MWp
3 USA	341 MWp
4 Südkorea	274 MWp
5 Italien	258 MWp
6 Japan	230 MWp
7 Frankreich	100 MWp
8 Indien	70 MWp
9 Tschechien	51 MWp
10 Portugal	50 MWp
11 Belgien	48 MWp
– Österreich	2,9 MWp
– Restländer	250 MWp
Weltweit gesamt	5.700 MWp

19 Photovoltaik Austria

ditions in western Europe approximate to AM1.5. Practical experience in Germany – which has the highest installed solar photovoltaic park in Europe, in great part due to government incentives – demonstrates an annual electrical energy yield of approximately 850 kW-h per rated kW of photovoltaic generating capacity ⁵ “.

ETFE

4

Mike Jenks, 2005 S 357

5

K. Hanjalic, 2008 S 99-100

Ethylen-Tetrafluorethylen

„ETFE-Folie: Als Referenzmaterial für weitere Untersuchung wird die ETFE-Folie (Ethylen-Tetrafluorethylen) ausgewählt. Sie ist bei einem Transmissionsgrad von über 90 % weitgehend licht- und UV-durchlässig und erfährt im Bereich von ca. -200°C bis $+150^{\circ}\text{C}$ keine chemischen Veränderungen. Der Werkstoff ETFE wurde ursprünglich für Kabelisolierungen und mechanische Verschleißteile verwendet. Als hauchdünne Folie wird ETFE zunehmend auch als transparente Hülle für Gewächshäuser und für Solaranlagen eingesetzt. Die ETFE-Folien haben sich aufgrund ihrer Beständigkeit gegen Witterungseinflüsse und Sonneneinstrahlung bewährt⁶.

„Die Herstellung der ETFE-Folie erfolgt in folgenden Prozessen: Polymerisation (ETFE-Copolymer besteht aus etwa 25% Ethen- und 75% Tetrafluorethen- Monomereinheiten), Granulierung, Extrusion und Konfektion. Wegen ihrer mechanischen und optischen Eigenschaften wird die im Breit-schlitz- Extrusionsverfahren hergestellte Flachfolie im Bauwesen eingesetzt. Die Dichte der Folie beträgt $1,75\text{ g/cm}^3$. Die herstellbare Foliendicke beträgt $50\text{ }\mu\text{m}$ bis $250\text{ }\mu\text{m}$. Die Rollenbreite beträgt $1,55\text{ m}$ “.

Besondere Eigenschaften der Folie sind das ausgeprägte Fließ- und Kriechverhalten bei hohen Spannungen. Als viskoelastischer Werkstoff weisen Folien ab einem bestimmten Lastniveau ein Kriechverhalten unter Dauerbeanspruchung auf. Dies ist insbesondere bei mechanischer Vorspannung, bei der Wahl des Vorspannungsniveaus und bei der Beurteilung langanhaltender Belastungssituationen zu berücksichtigen. Durch die extrem hohen Dehnungen im plastischen Bereich ist im baupraktischen Zusammenhang weniger die Bruchgrenze der Folie (ca. 50 bis

60 N/mm^2) relevant, sondern ihr Verhalten bis zur Fließgrenze. Der monoaxial gemessene Mittelwert der Fließspannung beträgt nach DIN EN ISO 527-1 ca. 21 bis 23 N/mm^2 . Die Schwankungsbreite der mechanischen Kennwerte des homogenen und näherungsweise isotropen Materials ist gering. Der bei der Fließspannung gemessene E-Modul beträgt ca. 200 N/mm^2 , bei einem Gebrauchslastniveau von 15 N/mm^2 , beträgt er ca. 550 N/mm^2 . Es ist bei der Auswertung der Messungen zu berücksichtigen, dass die Ergebnisse von der Temperatur, der Belastungsgeschwindigkeit, den Probeabmessungen, der Belastungsgeschichte sowie dem jeweiligen Spannungszustand abhängen. Ein einachsiger (monoaxialer) Spannungszustand tritt nur ein, wenn in einer Richtung eine Zugspannung herrscht und in der orthogonalen Richtung die Folie spannungslos ist. Beim Flächentragwerk tritt dieser Grenzzustand nur selten ein. Einerseits ist er im Hinblick auf eine Faltenbildung und dem damit verbundenen Verlust der Formstabilität zu vermeiden, andererseits zeigt die Folie eine ausgeprägte Querdehnung auf, die einer Entspannung der Folie in der Spannrichtung entgegenwirkt. Die auf Gebrauchslastniveau gemessenen Steifigkeiten sind im orthotropen Spannungszustand nach mehreren Be- und Entlastungszyklen etwa um den Faktor 1,2 größer als bei monoaxialer Beanspruchung. Bei Erstbelastung ergeben sich wesentlich größere Faktoren in Relation zur monoaxialen Messung auf Gebrauchsniveau, weshalb bei der Montage der Folie in situ mehrere Beund Entlastungszyklen durchgeführt werden. Oberhalb der Fließgrenze ist die Folie extrem weich, sodass im Bruchzustand Verformungen bis ca. 800 % auftreten.

„Der plastische Bereich ist zwar baupraktisch nicht nutzbar, das Versagen tritt jedoch nicht schlagartig sondern erst nach einer deutlichen Laststeigerung ein, wodurch eine ausgeprägte Versagensvorankündigung gegeben ist. Zudem führen große plastische Verformungen zu größeren Krümmungen, wodurch die Innenkräfte reduziert werden. Der Weiterreißwiderstand ist sehr hoch. Nach Herstellerangaben beträgt dieser 450 N/mm, gemessen nach DIN 53363⁸“.

„Die vertikalen Fugen sind dort erforderlich, wo große Sprünge in der Belastung oder der Steifigkeit des Primärtragwerks vorkommen, wie der „steife“ Unterzug, oder wo „Einstock-“ und „Mehrstockfassaden“ aufeinandertreffen⁹“.

„Außer der Aufnahme von Windlasten, Temperaturlasten, Nutzlasten und den materialbedingten Verformungslasten müssen die Membranen - ebenso wie alle für die Anwendung im Bauwesen zugelassenen Produkte - entsprechende sicherheitsspezifische Normen erfüllen. Bei Membranen, insbesondere aber bei Folien, sind die Gefahr des Vandalismus und die Brandsicherheit zu überprüfen. Die Beständigkeit der ETFE-Folien gegen Hagelschlag wurde mehrfach experimentell untersucht und wird als ausreichend eingestuft¹⁰“.

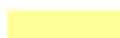
„Die größten Belastungen einer Gebäudestruktur entstehen während eines Sturms bei hoher mittlerer Windgeschwindigkeit durch Böen, die so groß sind, dass sie die gesamte Struktur eines Bauwerks gleichzeitig erfassen. Kleinere Turbulenzballen tragen wegen ihres unregelmäßigen Auftretens kaum zur Gesamtkraft bei, können aber zu lokalen Lastspitzen führen. Sie beeinträchtigen die Standfestigkeit des Gebäudes nicht, sind jedoch für die Dimensionierung und Befestigung von Fassaden bedeutsam¹¹“.

Es ist ein Maßstabssprung in der Betrachtung der Windlasten für die Fassade und Gebäudestruktur erforderlich. Dies betrifft sowohl die Intensität als auch die Verteilung der Windlast¹²“.

Die Tabelle rechts zeigt die unterschiedlichen Folien und ihre Qualitäten, wie und wo Sie eingesetzt werden können, oder sich eher nicht eignen. Mit der Wahl der ETFE-Folie für den Einsatz der finalen Oberfläche in meinem Entwurf ist durch die selektive Auswahl entstanden, die sich im Findungsprozess ergeben hat.

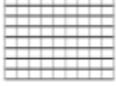
Das Kissensystem setzt sich aus einer gegenseitig gekrümmten antiklastischen Membranoberfolie und -unterfolie zusammen. Diese bilden gleichzeitig den räumlichen Abschluss des Kissens. Um eine gewünschte Sollgeometrie des Kissens zu erreichen, bedürfen die Ober- wie auch die Unterfolie eines Formzuschnittes. Dieser Formzuschnitt garantiert im Gebrauchszustand unter einem Innenüberdruck von 300 bis 800 Pa auch bei äußeren Belastungen eine straffe Ober- bzw. Unterfläche. Die Belastungen aus Winddruck, Windsog und Schnee werden über die Ober- bzw. Unterfolie abgetragen und in die Seilnetzkonstruktion abgeleitet. Zumeist werden ETFE-Kissen in Zwei- bzw. Mehrkammersystemen erstellt, da sich diese durch gute thermische Isoliereigenschaften auszeichnen. Eine zusätzliche Mittelfolie dient dann lediglich als räumliche Trennung der Kammern und ist mit einer Materialstärke von 100 µm ausreichend dimensioniert. Ein Luftaustausch zwischen den Kammern wird mit einer Perforierung der Mittelfolie in Form von kreisrunden Löchern ermöglicht. Die Stützluftversorgung sowie die Steuerung können weitgehend automatisch erfolgen. Durch individuelle Konzepte kann für jedes einzelne Projekt die optimale Ausführung entwickelt werden¹³“.

Folienmaterial / Gewebematerial	Standardfarbe / Transparenz	Zugfestigkeit Folie Gewebe Längs-/Querrichtung (N/mm ²) DIN 53455 bzw. DIN EN ISO 527 Kett-/Schutzrichtung (N/5cm) DIN 53354 bzw. DIN EN ISO 527	Reißdehnung (%) DIN 53455 bzw. DIN EN ISO 527 Bruchdehnung Kette/Schutz (%) DIN 53354	Knick- Beständigkeit	UV- Beständigkeit	Schmutz- abweisendes Vernetzen	erreichbare Feuer- beständigkeit DIN 4102	Transparenz (%)	Lebens- erwartung (Jahre)	häufige Anwendungen
ETFE-Folie	transparent, weiß, blau, weitere Farben auf Anfrage	54/55 (N/mm ²) bei 50µm (100/140) 58/54 (N/mm ²) bei 80µm (232/216) 58/57 (N/mm ²) bei 100µm (290/285) 58/57 (N/mm ²) bei 150µm (435/427,5) 52/52 (N/mm ²) bei 200µm (520/520)	450/500 500/600 550/600 600/650 600/600	ausreichend	sehr gut	sehr gut	B1	bis ca. 95 (UV- durchlässig)	>25	Zoologische Anlagen, Gewächshäuser, Schwimmbäder, Fassaden und Atrien
EFEP-Folie	transparent, weiß, rot, weitere Farben auf Anfrage	44 - 51 (N/mm ²)		ausreichend	sehr gut	sehr gut		sehr hoch	>25	noch keine Anwendung
THV-Folie	transparent, weitere Farben auf Anfrage	22/21 (N/mm ²) bei 50µm (550/525)	540/580	gut	gut	sehr gut	B1	bis ca. 95	>20	Innenanwendungen, Außenanwendungen geringer Spannweiten
PVC-Folie	transparent, diverse Standardfarben			gut	ausreichend	ausreichend	B1	bis ca. 95	<5	Innenanwendung
ETFE-Gewebe THV-Beschichtung	weiß, natur, weitere Farben auf Anfrage	1200/1200		sehr gut	sehr gut	sehr gut	B1	bis ca. 90	>25	Innenanwendungen, Belastung bedingt auch Außenanwendungen
PEB-Gewebe PVC-Beschichtung Acryl-Lack	weiß, weitere Farben auf Anfrage	Typ 1: 3000/3000 Typ 2: 4400/3950 Typ 3: 5750/5100	15/20 15/20 15/25	sehr gut	gut	gut	B1	Typ 1: 6-15 Typ 2: 9-12 Typ 3: 4-9	10-15	temporäre und permanente Bauten: Planen, Zelte, Verschattungsegel, Standardsysteme
PEB-Gewebe PVC-Beschichtung PVDF-Lack	weiß, weitere Farben auf Anfrage	Typ 4: 7450/6400 Typ 5: 9800/8300	15/30 20/30	gut	gut	sehr gut		Typ 4: 3-8 Typ 5: 2-5	15-20	
Glasfaser-Gewebe PTFE-Beschichtung	weiß, begrenzte Farbauswahl auf Anfrage	3500/3500 5800/5800 7500/6500	7/10 bis 2/17	ausreichend	sehr gut	sehr gut	A2	8 12 15	>35	permanente Konstruktionen, nicht wandelbar, Verdunkelung, Verschattungen
Glasfaser-Gitter PTFE-Beschichtung oder PTFE-Folie	natur	5000/4000 4500/4000 (5200/5200) 7500/7500	7/10 bis 2/17	ausreichend	sehr gut	gut	A2	30 ca. 50 (85)	>35	permanente Bauten, nicht wandelbar, Verschattungen
Glasfaser-Gewebe Silikon-Beschichtung	weiß, begrenzte Farbauswahl auf Anfrage	3500/3000 6600/6000	7/10 bis 2/17	ausreichend	sehr gut	ausreichend	A2	bis 40	>20	permanente Bauten, nicht wandelbar, Verdunkelung, Verschattungen, Licht- und Akustikregel
PTFE-Gewebe PTFE-Beschichtung	weiß, weitere Farben auf Anfrage	2390/2210 3290/3370 4470/4510	11/10 11/10 18/9	sehr gut	sehr gut	sehr gut	A2	20 bis 40	>25	temporäre und permanente Bauten, Schirmkonstruktionen
PvDF-Gewebe PVDF-Beschichtung	natur			gut	sehr gut	sehr gut	B1	ca. 80	>20	Textiles Bauen, Lichtdecken, Raumteller, Messebau, Ausstellungen
	weiß	1150/1050						ca. 83		
Silikon-Gewebe Silikon-Beschichtung	weiß	ca. 800		gut	sehr gut	ausreichend	B1		>30	Textiles Bauen, Licht- und Akustikregel
Baumwollgewebe	große Farbauswahl auf Anfrage	1700/1000 2500/2000	35/18 38/20	sehr gut	ausreichend	ausreichend	B2	ca. 5 - 10	<5	temporäre Konstruktionen, permanente Konstruktionen geringer Spannweite

 besonders geeignet

 bedingt einsetzbar

 nicht geeignet

Typ	Form	Beschreibung	maximale Einsatzhöhe [m] bei einem	
			zylindrischen Hochhaus	quaderförmigen Hochhaus
A		mechanisch gespannt auf Rahmen in Rautenform	38	nicht geeignet
B		mechanisch gespannt auf umlaufenden Ringen	nicht geeignet	nicht geeignet
C		mechanisch gespannt durch Hoch- und Tiefpunkte	nicht geeignet	nicht geeignet
D		mechanisch gespannt durch Tiefpunkte	nicht geeignet	nicht geeignet
E		mechanisch gespannt durch Hochpunkte	nicht geeignet	nicht geeignet
F		mechanisch gespannt auf Rahmen mit senkrechten Bögen	nicht geeignet	27
G		mechanisch gespannt auf Rahmen mit waagerechten Bögen	nicht geeignet	nicht geeignet
H		mechanisch eben gespannt	nicht geeignet	32
I		Oberdruckpneu geschößweise unterteilt	nicht geeignet	nicht geeignet
J		Unterdruckpneu geschößweise unterteilt	nicht geeignet	nicht geeignet
K		Oberdruckpneu im rechteckigen Rahmen	92	200
L		Unterdruckpneu im rechteckigen Rahmen	75	200

21 Tabelle Konstruktionsprinzip

„Es sind folgende Eigenschaften, die den Einsatz von ETFE-Folien so beliebt machen:

- besonders hohe Lichtdurchlässigkeit von ca. 90 % im sichtbaren Wellenlängenbereich (von 400 – 700 nm/UV)

- hohe UV-A (100%) und UV-B (50%) Durchlässigkeit - optimal für das Wachstum von Pflanzen und im Freizeit-/Bäderbereich (natürliches Bräunen wie im Freien zu jeder Jahreszeit). Der gesundheitsschädliche UV-C-Anteil wird komplett herausgefiltert.

- gute wärmedämmende Wirkung: U-Werte, je nach Anzahl der Folienlagen
Berechnung der U-Werte nach DIN in Abhängigkeit der Lagen

U-Wert : 2 Folienlagen (1 Luftkammer) 2,95 W/m²K

U-Wert : 3 Folienlagen (2 Luftkammern) 1,96 W/m²K

U-Wert : 4 Folienlagen (3 Luftkammern) 1,47 W/m²K

U-Wert : 5 Folienlagen (4 Luftkammern) 1,18 W/m²K

- g-Wert liegt zwischen 0,05 und 0,85 je nach Aufbau und Ausrichtung der Pneu

- geringes Gewicht der Folienkissen (je nach Kissenaufbau ca. 500 – 800 g/qm), wodurch eine leichtere und preiswertere Unterkonstruktion möglich wird schwer entflammbar entsprechen der Brandklasse B1 nach DIN 4102 – ETFE-Folien brennen nichttropfend ab. Im Brandfall löst sich die Folie auf und ein Entlüftungsloch als Rauchabzug entsteht.

- geringe Unterhaltskosten, da das Material aufgrund der antiadhäsiven Oberfläche einen selbstreinigenden Effekt hat – Schmutz- und Staubpartikel können nur schwer anhaften und werden durch Regen abgespült. Auch Algenbildung wird somit verhindert.

- zusätzliche interessante Gestaltungsmöglichkeiten durch Bedruckung, z.B.

Verschattung ohne zusätzliche Konstruktion

- verfahrbare Konstruktionen sind möglich

- hohe Recyclebarkeit

- lange Nutzungsdauer von mindestens 25 - 35 Jahren

- Kostenersparnis ca. 30 – 50 % gegenüber konventionellen transparenten Dachkonstruktionen¹⁴.

Die Tabelle links zeigt im weiteren Schritt, welche geometrische Form sich für die Unterkonstruktion eignet, damit die ETFE-Folie vorgespannt in die Unterkonstruktion gebracht werden kann. Die Untersuchungen haben ergeben, dass ein Überdruckpneu im rechteckigen Rahmen ideal für die Ausführung ist.

So ist nach der Wahl der ETFE-Folie als Trägermaterial für die organische Photovoltaik auch die Entscheidung gefallen, mit welchem Konstruktionsprinzip der Abschluss ausgebildet wird.

Entwurf

6

Barthel, R.; Burger, N.; Saxe, DBZ 4/2003,

7

Nowofol GmbH, Siegsdorf, Produktinformatio-
nen

8

Nowofol GmbH, Siegsdorf, Produktinformatio-
nen

9

Vgl. Gunnarsson, S. 2002, S.149-151

10

Vgl. Barthel, R.; Burger, N.; Saxe, K., DBZ 4/2003,
S.73

11

Schwarz, G. 1990, S. 141

12

Gunnarsson, S. 2002, S.155

13

http://www.sattler-ag.com/sattler-web/static/media/pdf/Download_ETFE-Folien.pdf
(21.12.2011)

14

http://www.sattler-ag.com/sattler-web/static/media/pdf/Download_ETFE-Folien.pdf
(21.12.2011)

Entwurf



22 National Spacecentre, Leicester

Es ist jetzt die Zeit gekommen, um in den Entwurf einzusteigen. Es wurden alle Maßnahmen getroffen, um sich nach der Recherche und Analyse mit der architektonischen Formulierung zu befassen.

Die Komponenten sind vorbereitet und es werden jetzt die einzelnen Ideen zu einem Ganzen zusammengefügt.

Das Bild oben soll als Referenzbeispiel dienen, das andeuten soll, wie die Ansätze des Entwurfs sind. Das Beispiel dient weder der Ideen-

findung noch ist es inhaltlich vergleichbar.

Ich wollte mit meinem Entwurf das Elisabeth-hochhaus in seiner äußeren Erscheinung nicht zu stark beeinflussen und das stand als wichtiger Punkt in der Ausformulierung des Entwurfs. Die Struktur wurde teils schon von der bestehenden Statik und Konstruktion definiert, so dass es eine logische Abwicklung meiner Idee für das Gebäude geworden ist. Die wichtigen statischen Angriffspunkte wurden in Folge dort angesetzt, wo es auch sinnvoll war, so dass auch der optische Aspekt erfüllt worden ist.

Die Auswahl der folgenden Darstellungen sind so getroffen worden, dass eine bautechnische Abwicklung zu sehen ist. Die Abwicklung besteht aus:

-Unterkonstruktion (Aluminium)

-Bänder in denen die Pneus vorgespannt und befestigt werden, die den Kräfteabschluss der Unterkonstruktion bilden.

- Schotten, die etagenweise einen thermischen Abschluss bilden.

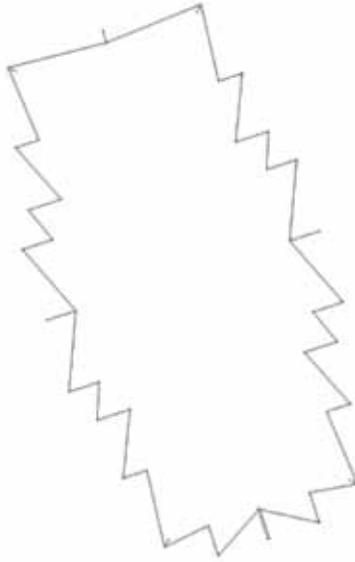
- Fenster sind die Oberflächen aus ETFE-Folie und Pneu, die keine Beschichtung mit der organischen Photovoltaik haben.

- Pneus sind mit organischer Photovoltaik beschichtet und semitransparent.

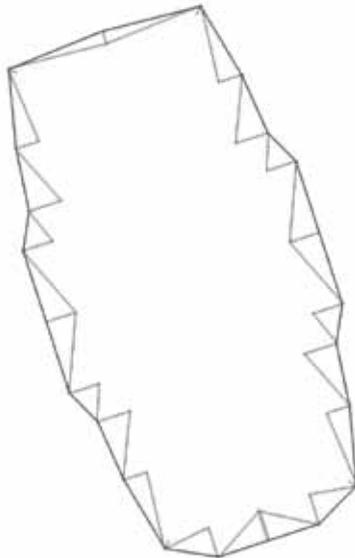
- Balkone sind individuell zu bedienende Beschattungsmarkisen, die ebenfalls auf beschichtetem ETFE bestehen.

Das Dach ist der obere Abschluss und ist einheitlich aus beschichtetem ETFE.

Entwurf

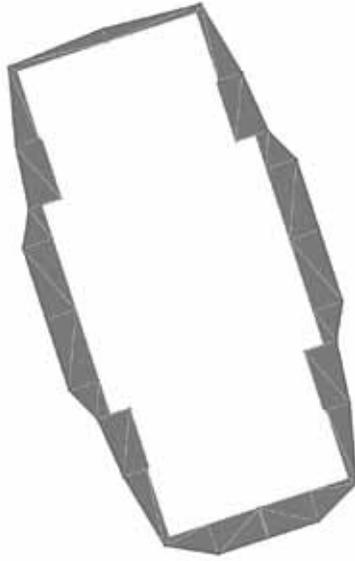


Entwurf Unterkonstruktion



Entwurf Bänder

Entwurf



Entwurf Schotten



Entwurf Pneus

Entwurf

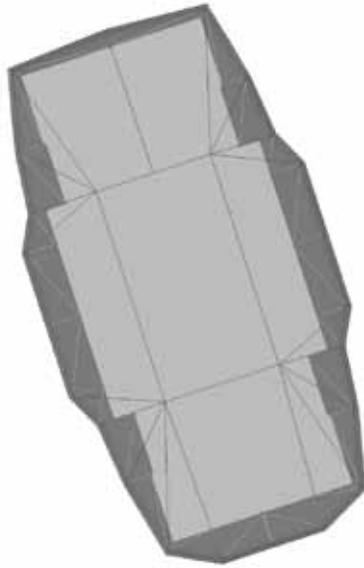


Entwurf Fenster

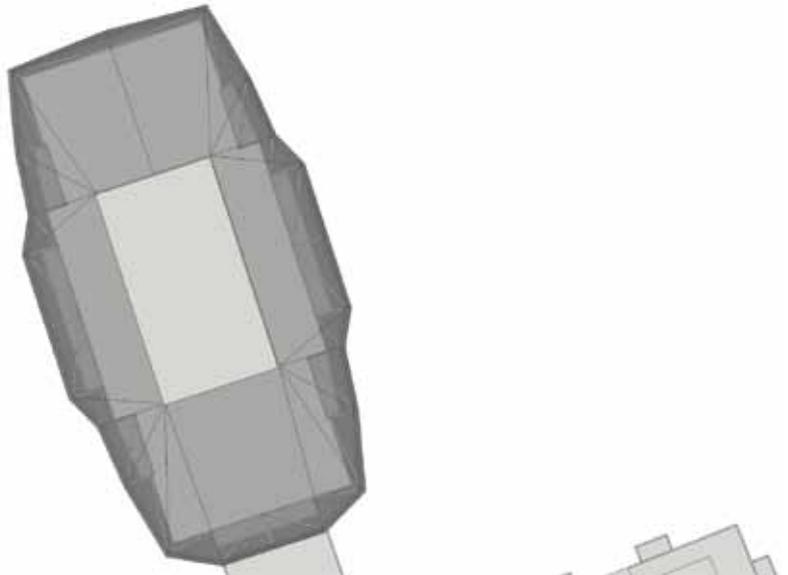


Entwurf Balkone

Entwurf

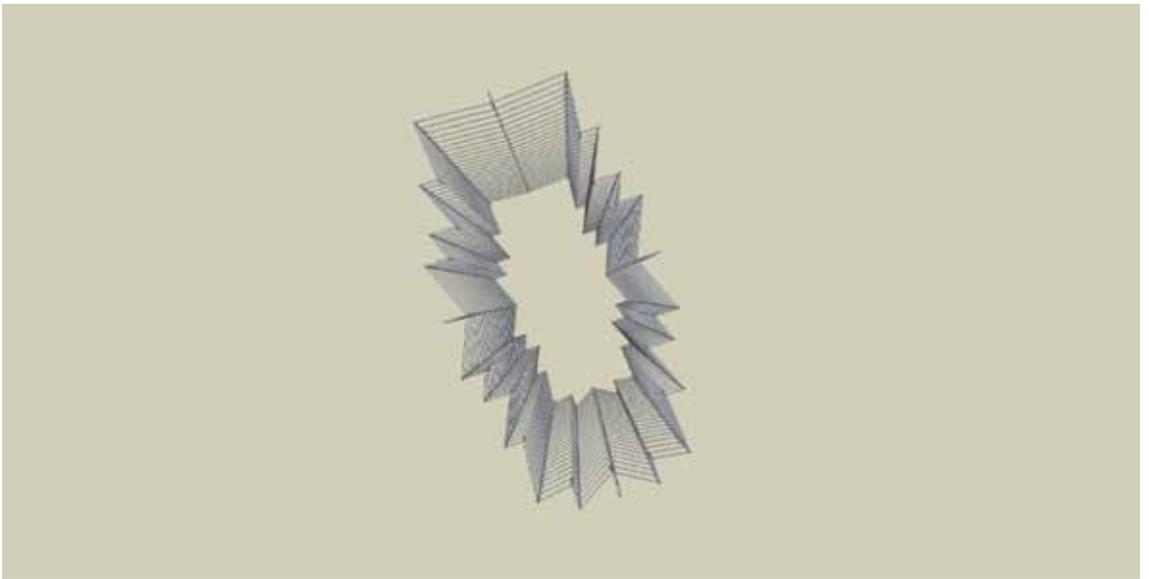
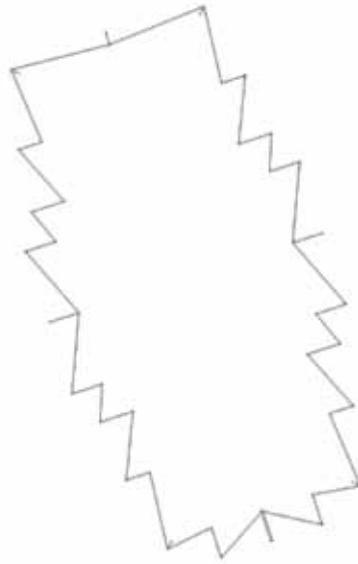


Entwurf Dach

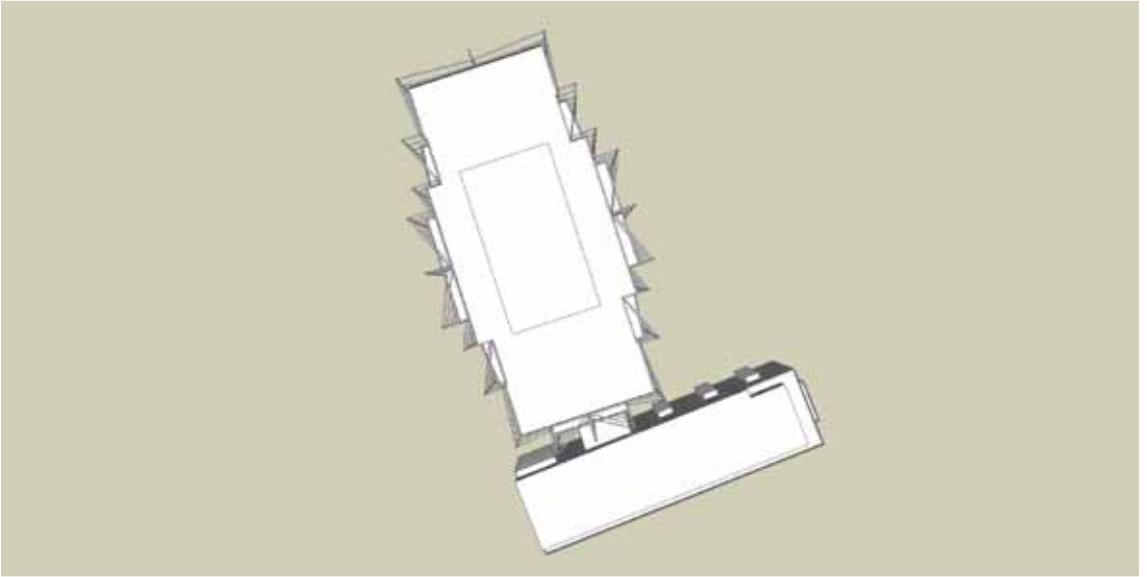


Entwurf

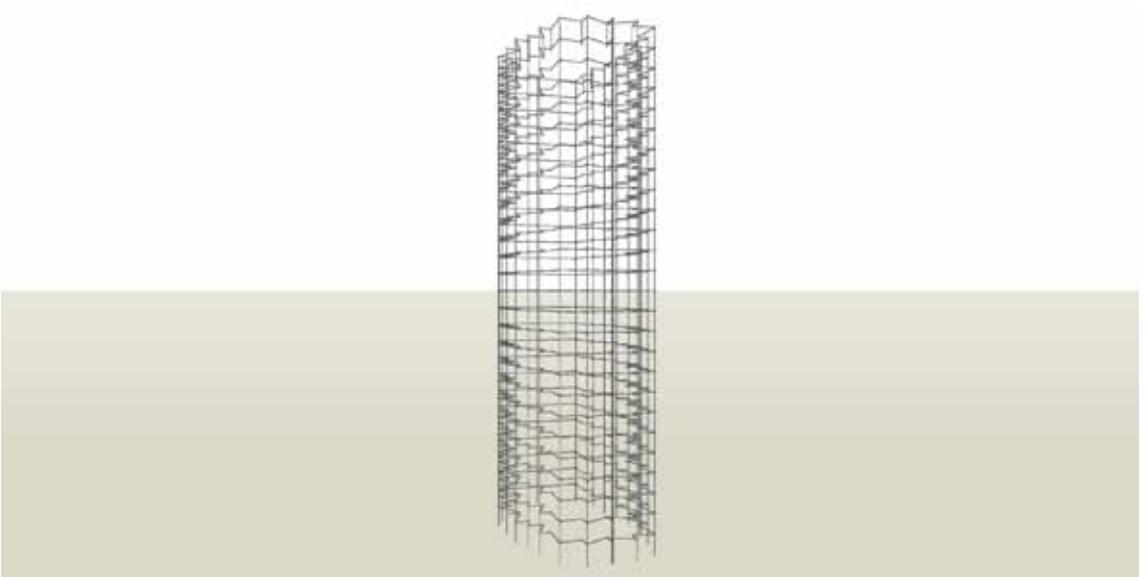
Entwurf Unterkonstruktion



Entwurf Unterkonstruktion



Entwurf Unterkonstruktion



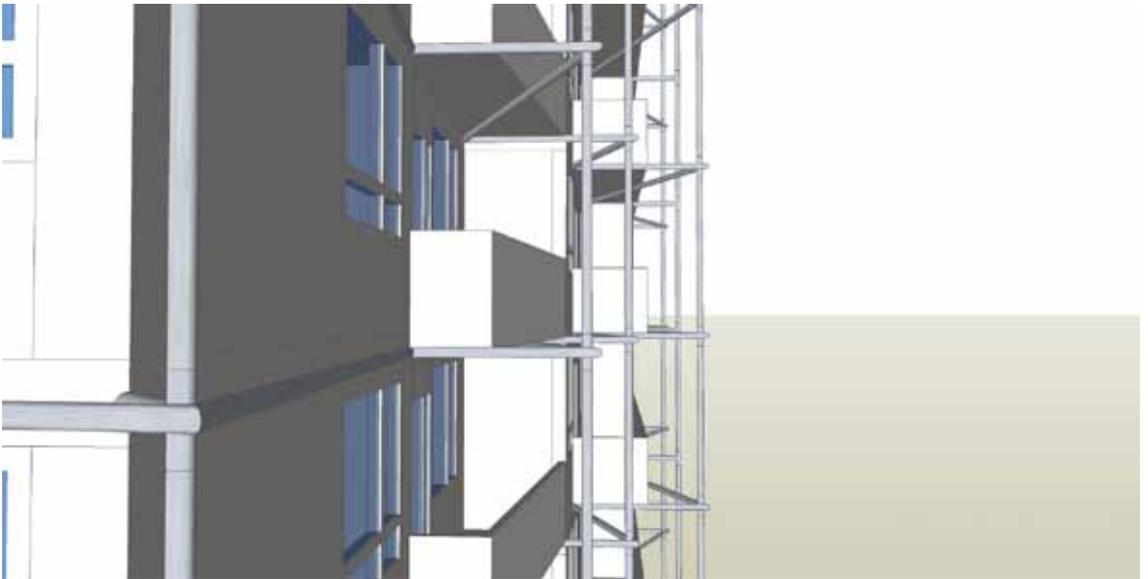
Entwurf Unterkonstruktion



Entwurf Unterkonstruktion

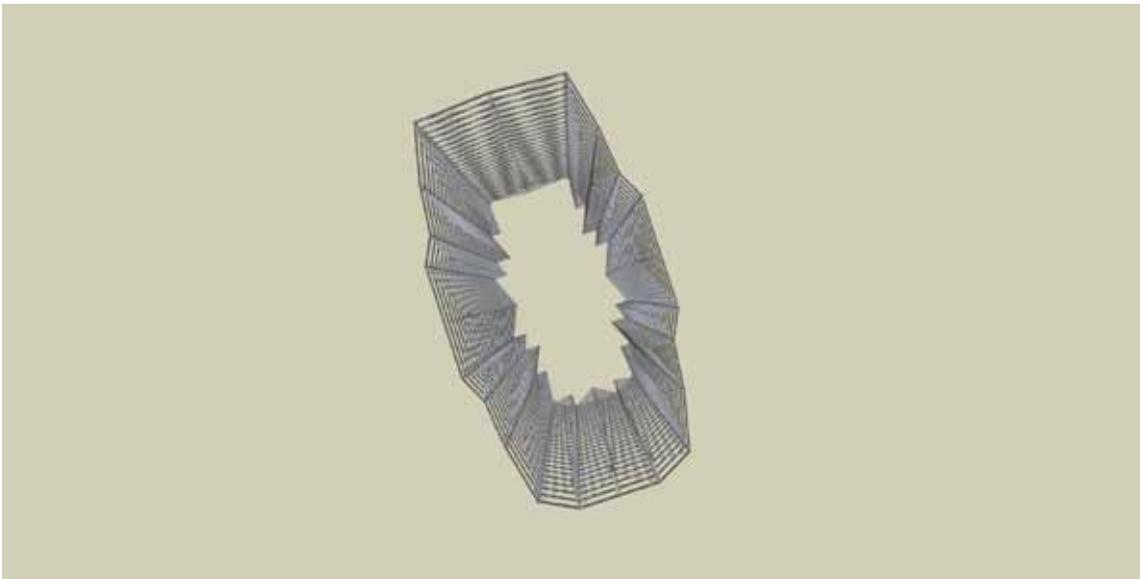
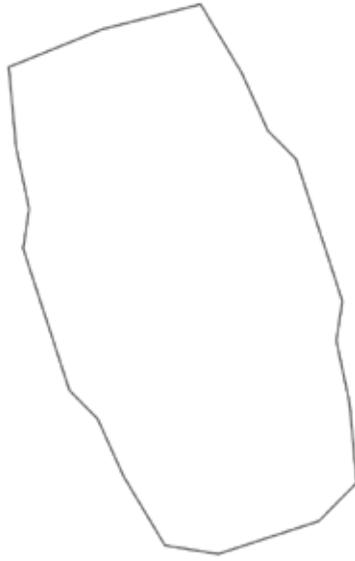


Entwurf Unterkonstruktion

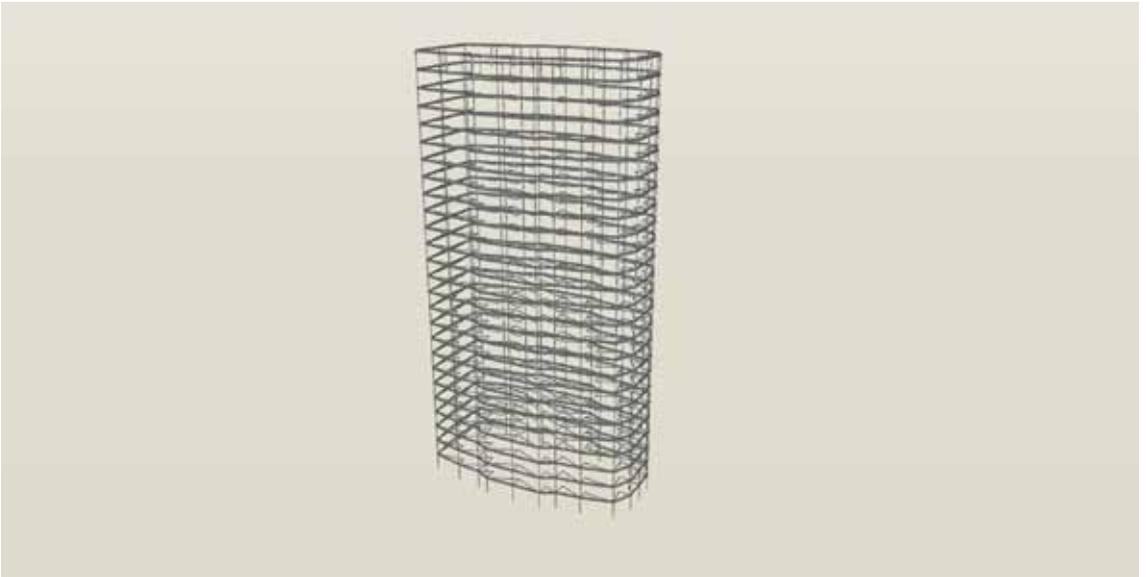
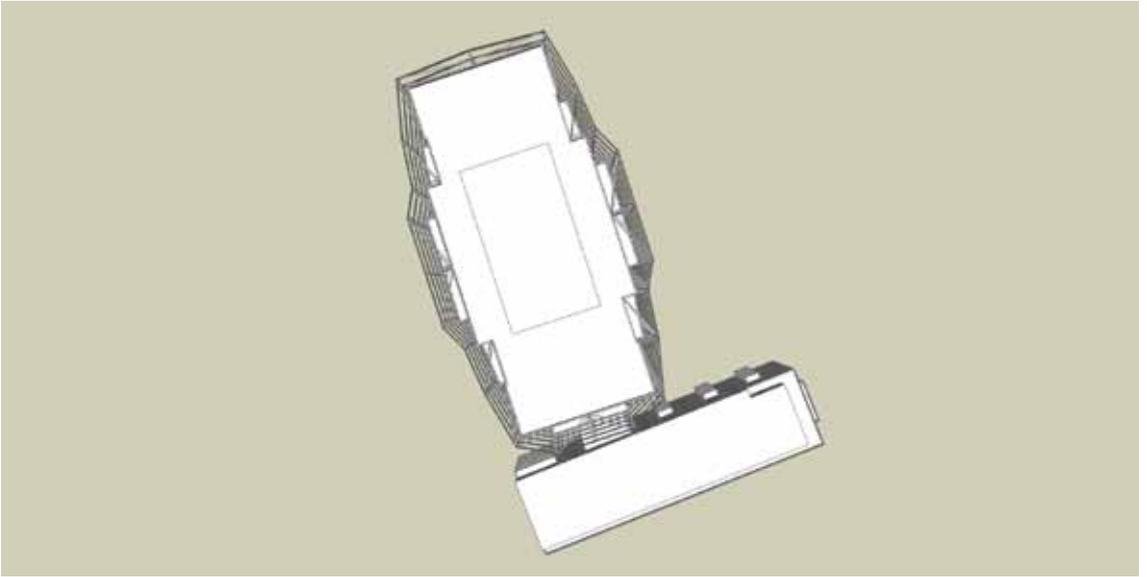


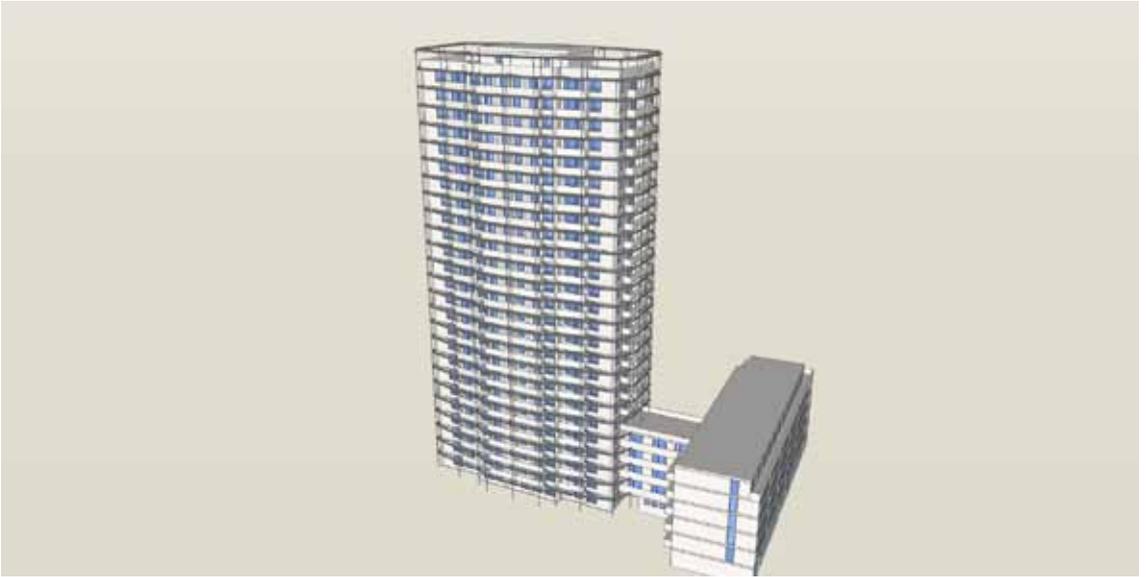
Entwurf

Entwurf Bänder

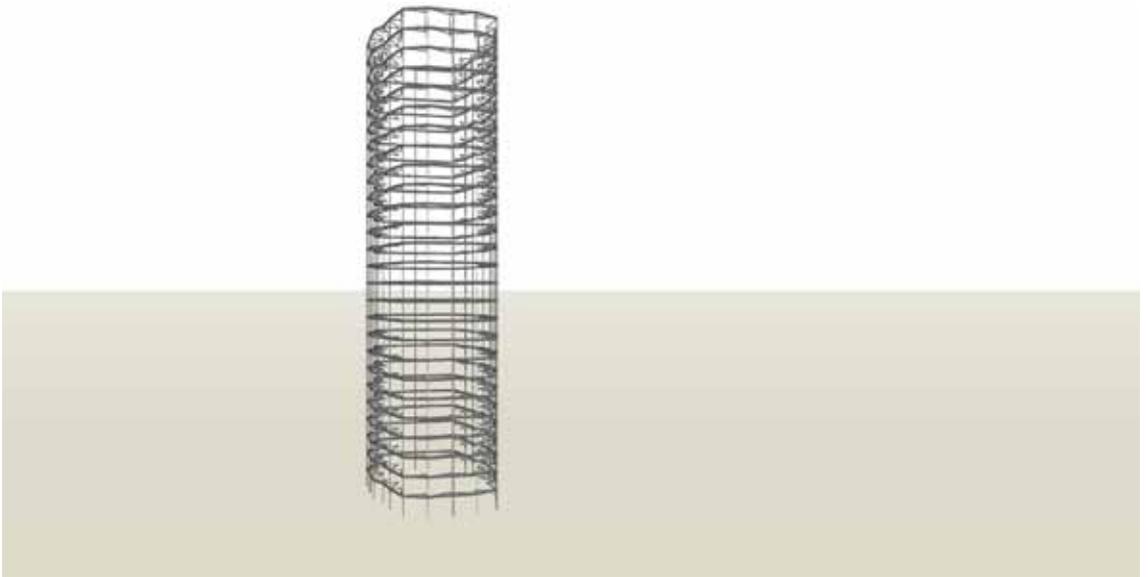


Entwurf Bänder





Entwurf Bänder



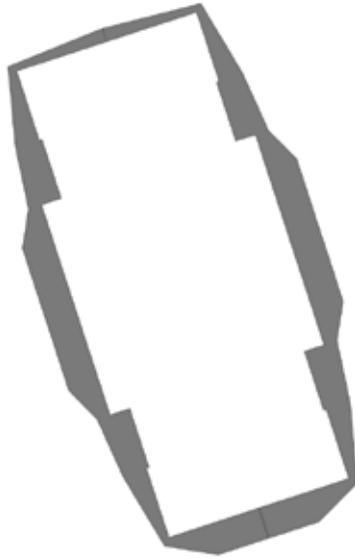


Entwurf Bänder

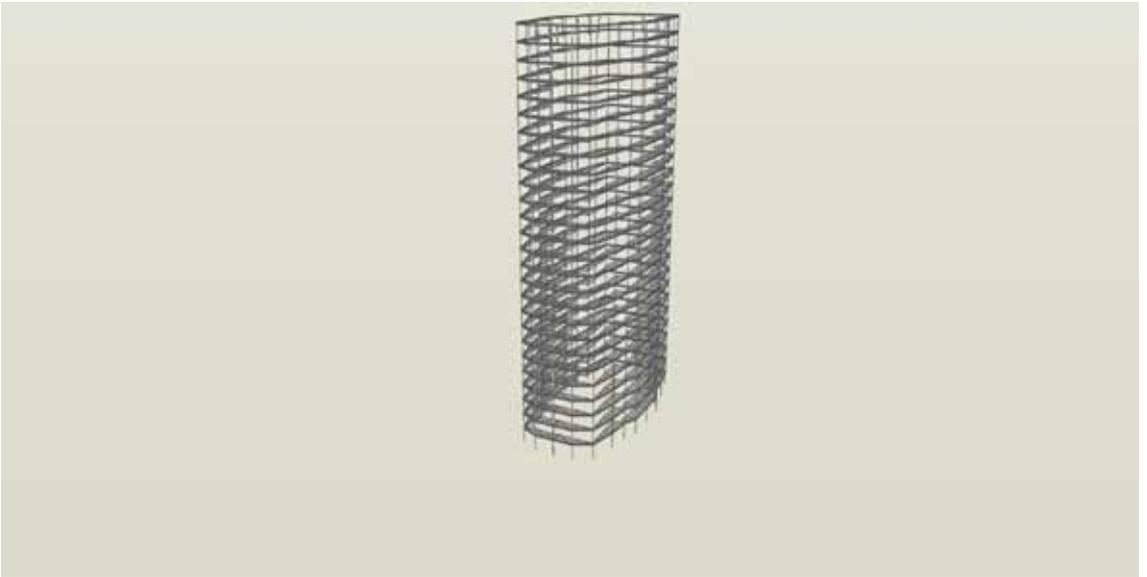
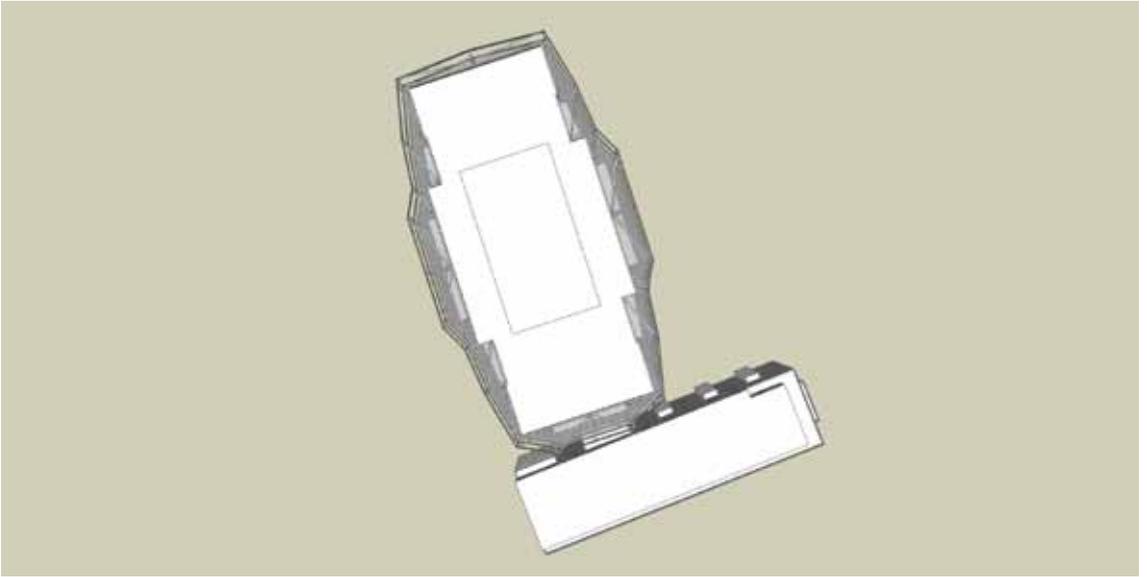


Entwurf

Entwurf Schotten

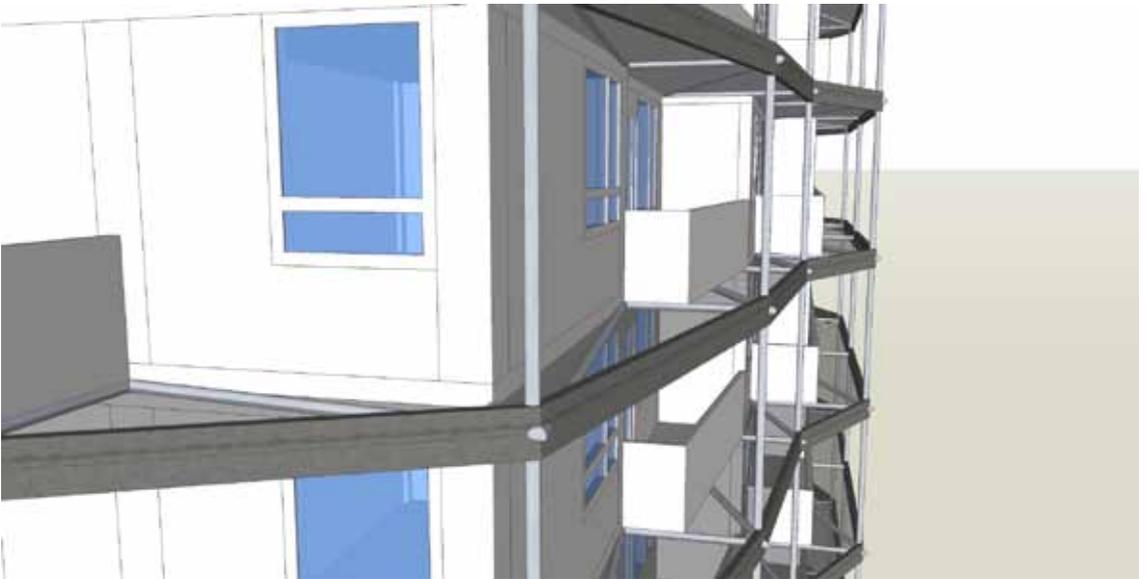
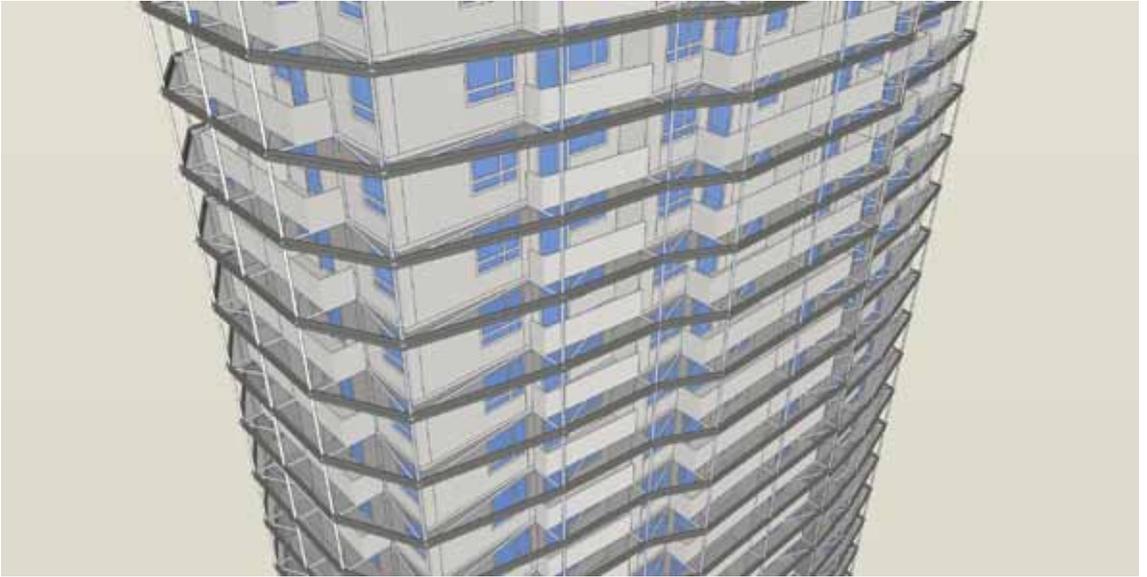


Entwurf Schotten



Entwurf Schotten



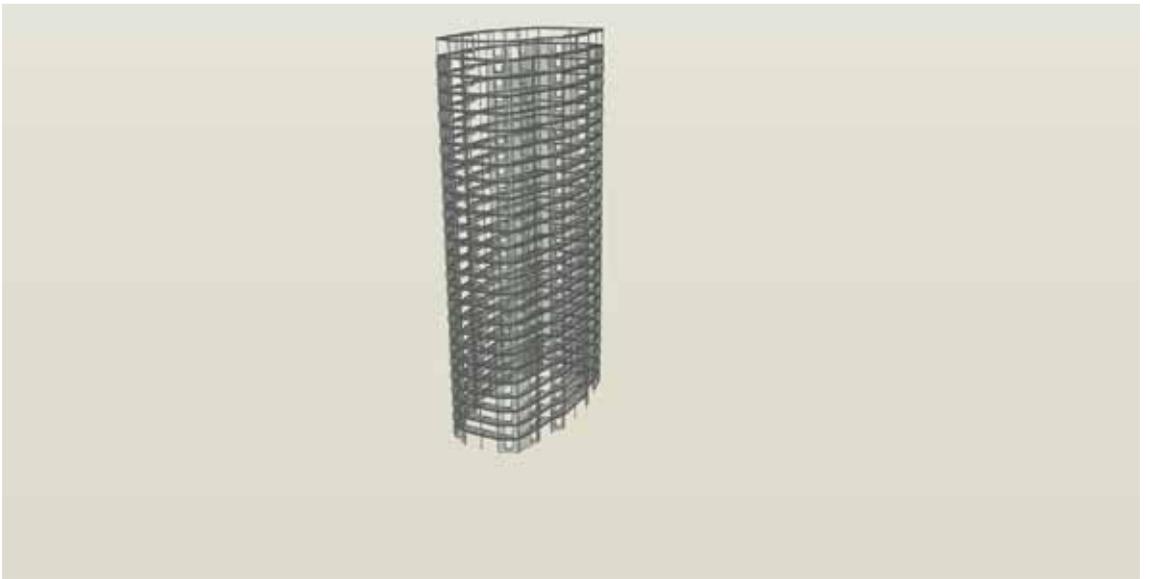


Entwurf Schotten



Entwurf

Entwurf Pneus





Entwurf Pneus



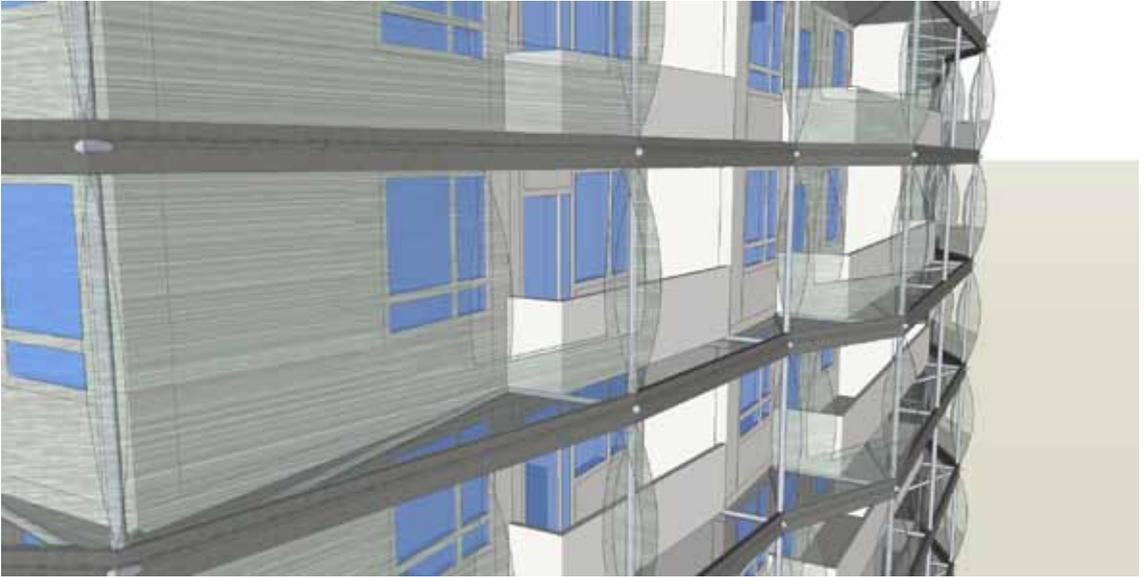


Entwurf Pneus



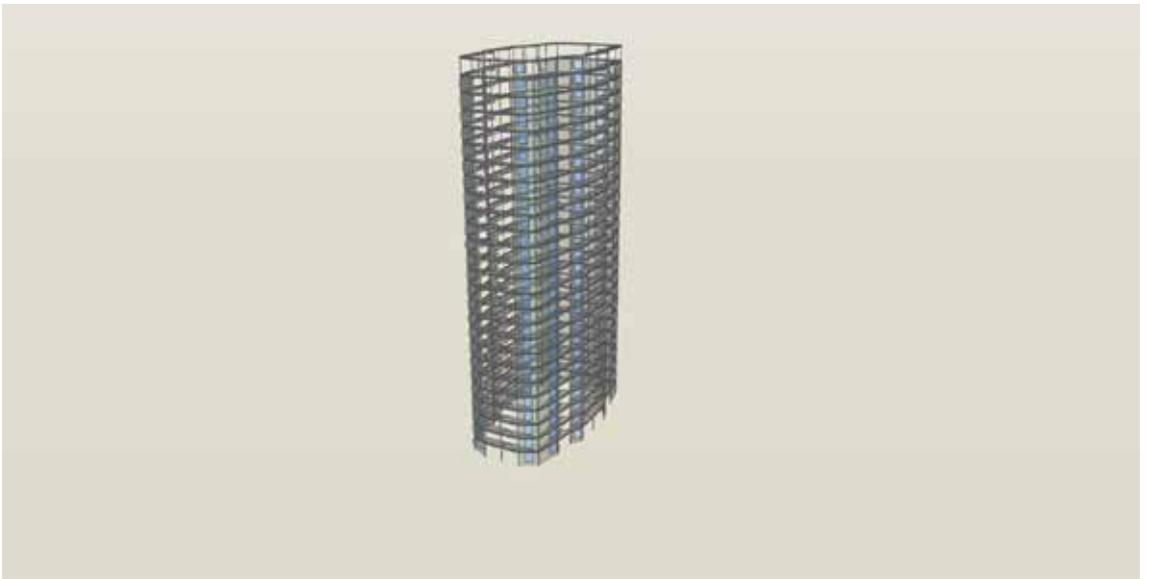


Entwurf Pneus

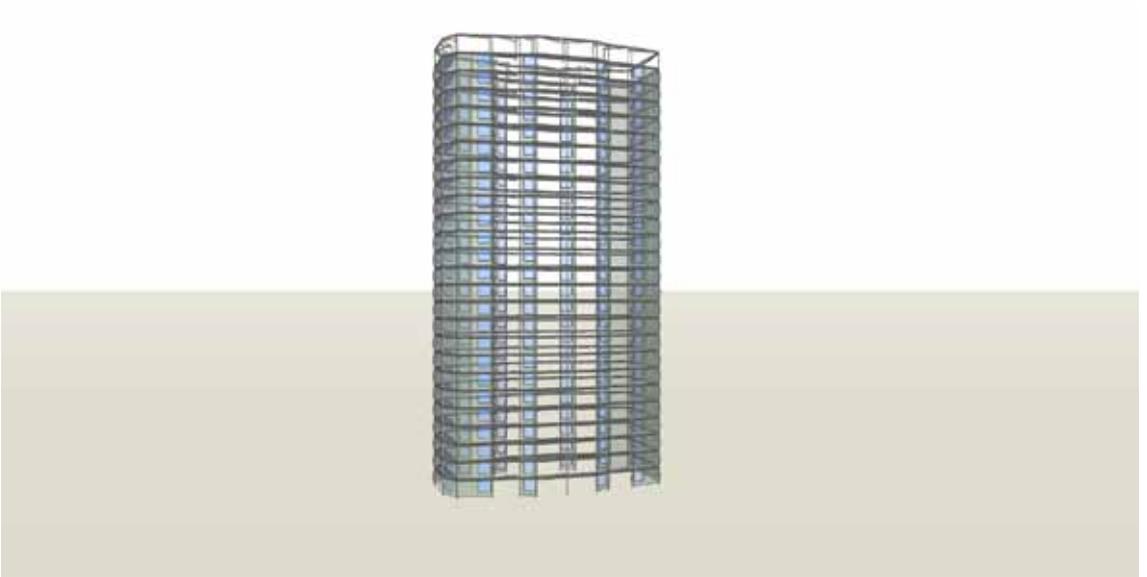


Entwurf

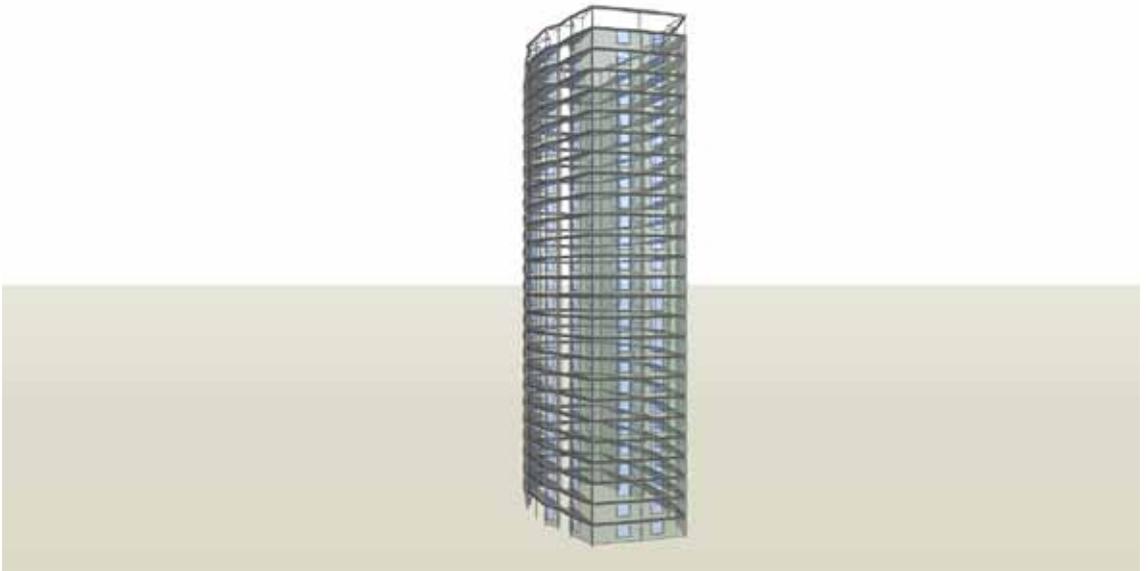
Entwurf Fenster



Entwurf Fenster



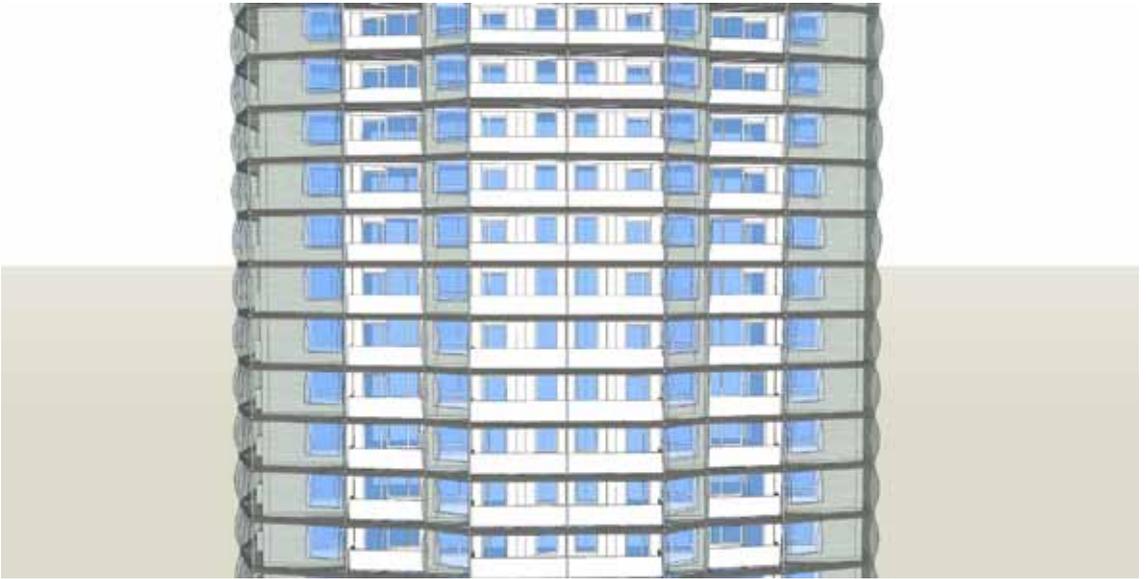
Entwurf Fenster



Entwurf Fenster



Entwurf Fenster



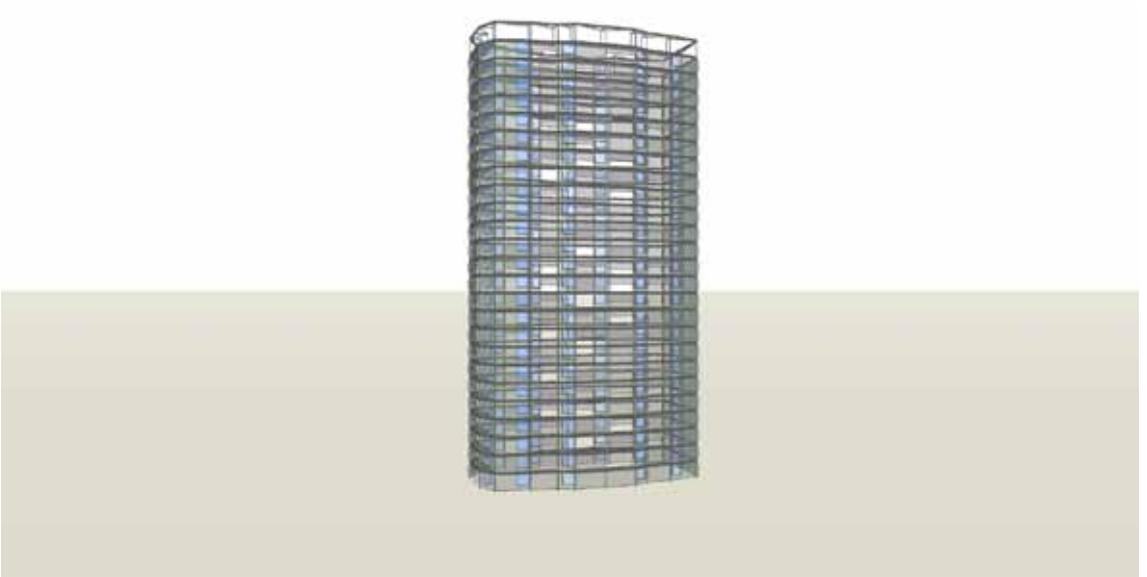
Entwurf Fenster



Entwurf



Entwurf Balkone



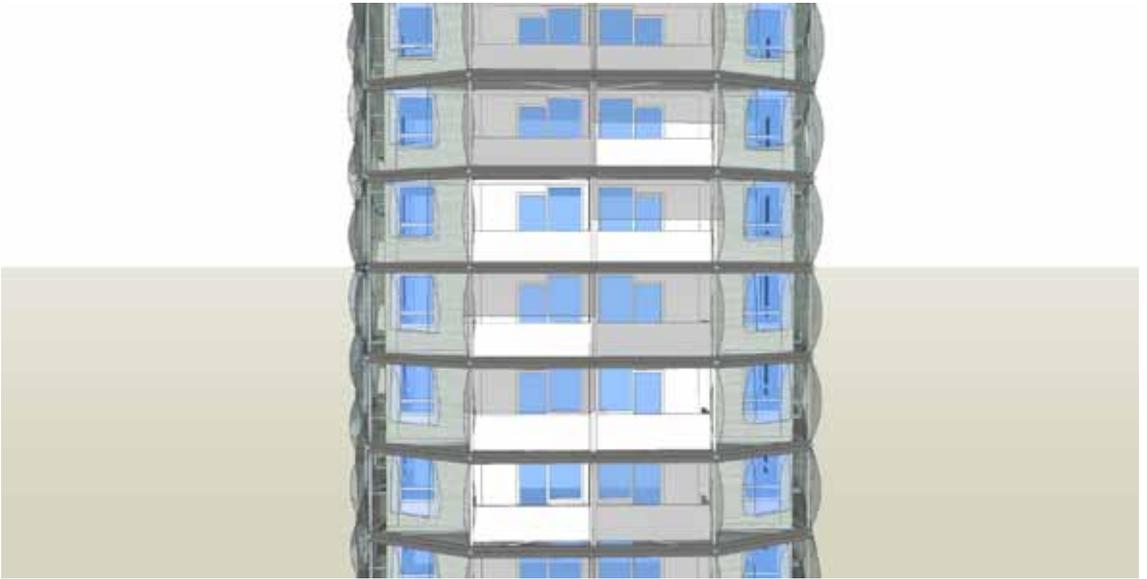
Entwurf Balkone



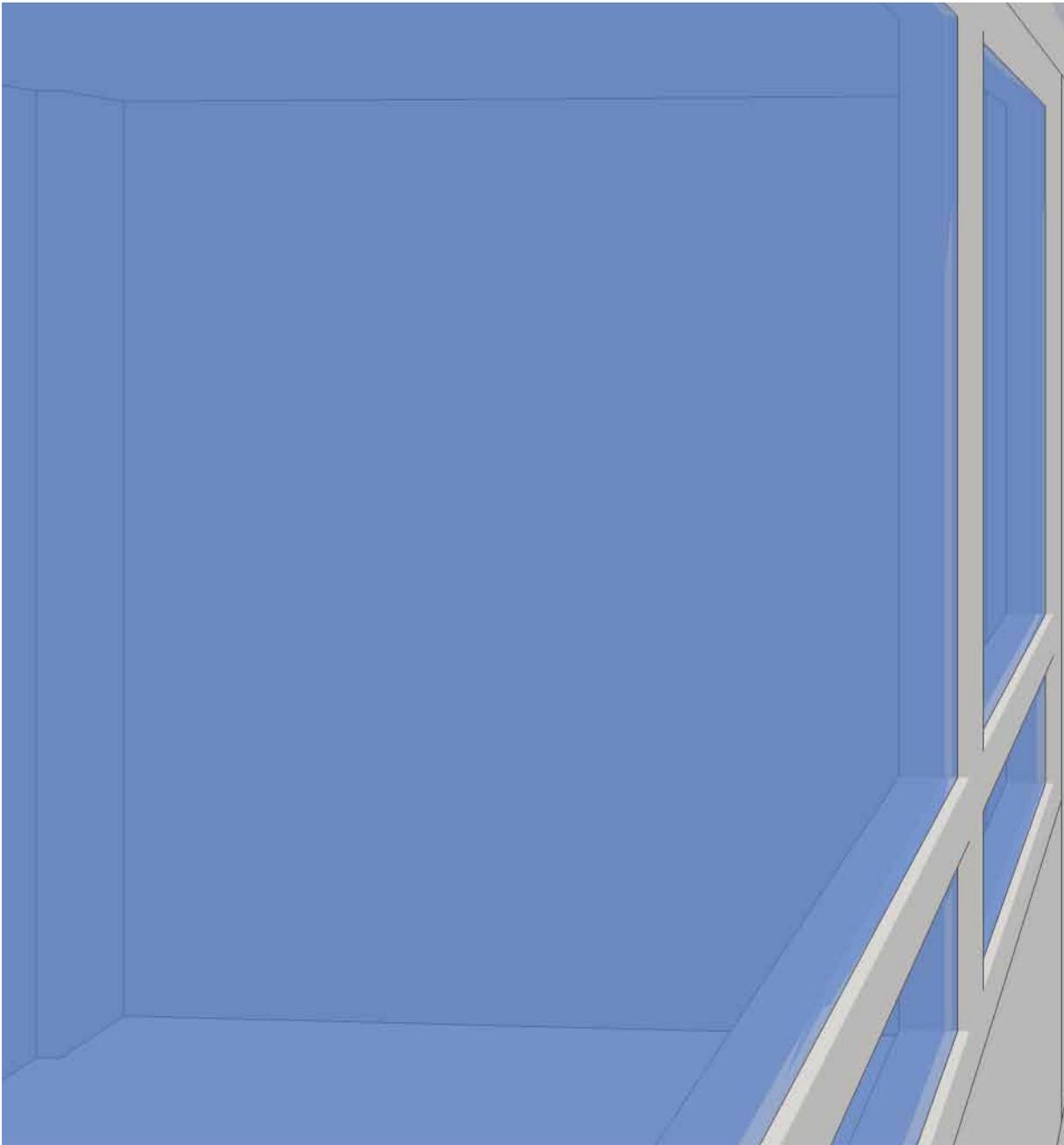
Entwurf Balkone

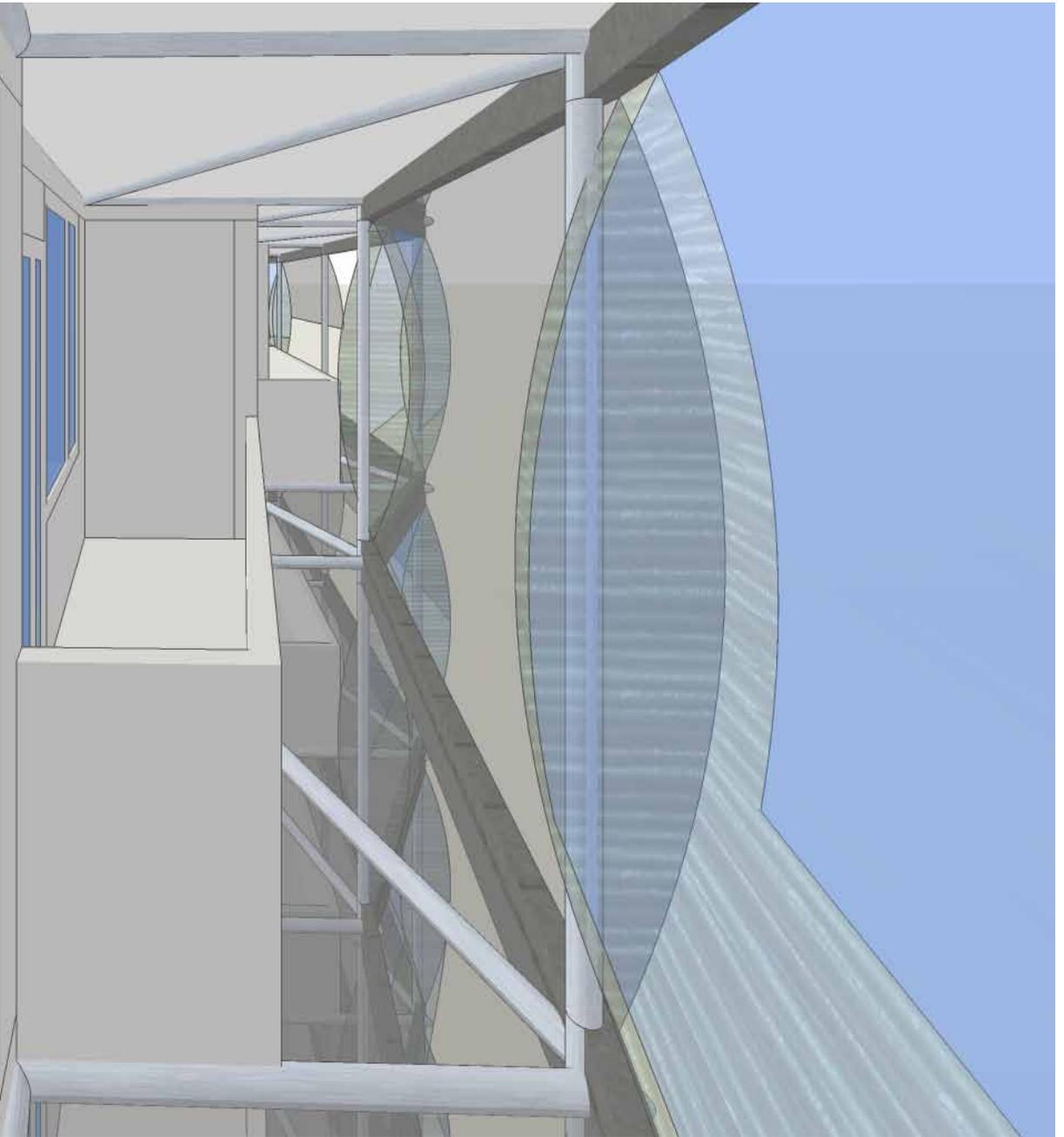


Entwurf Balkone

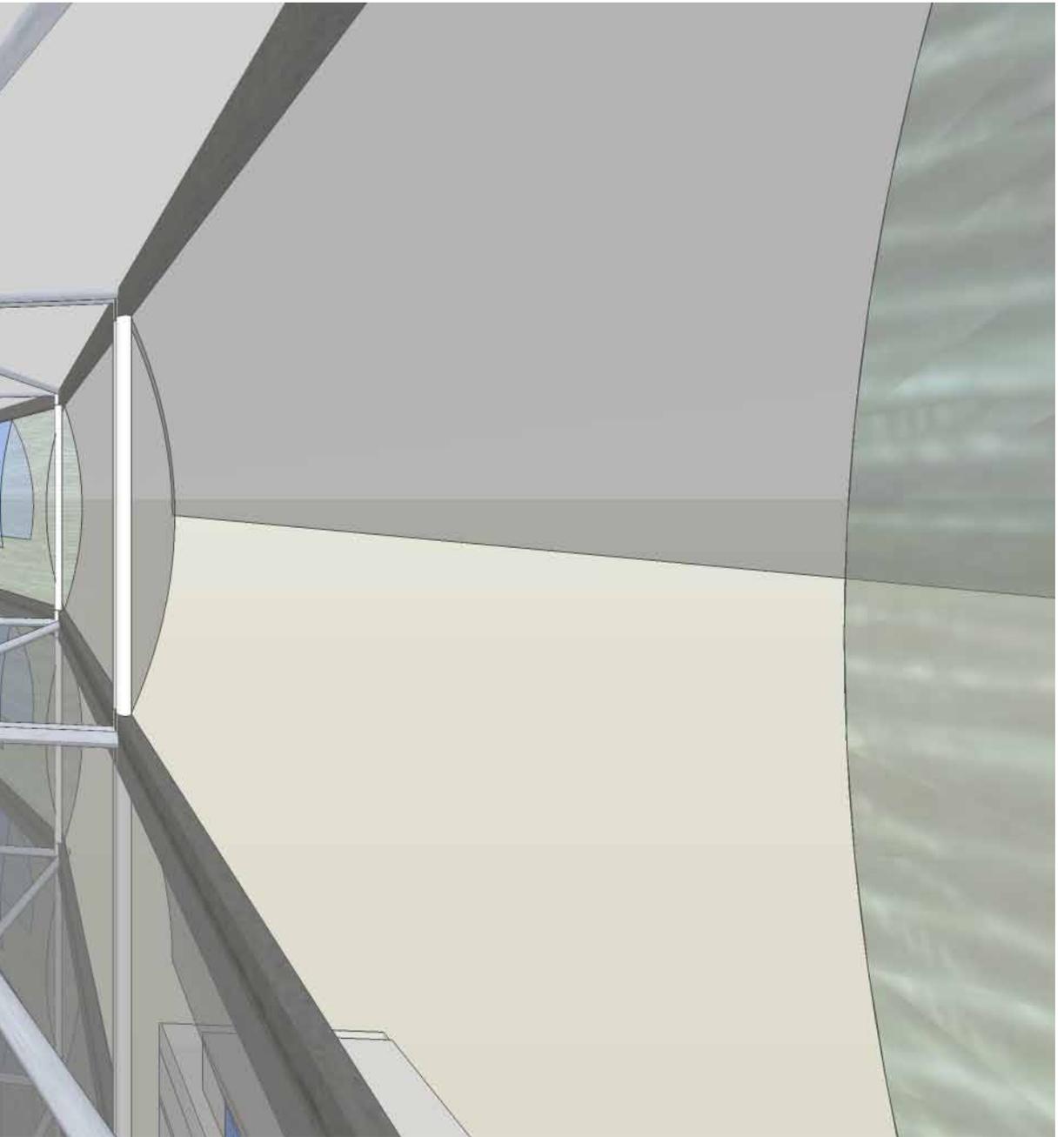


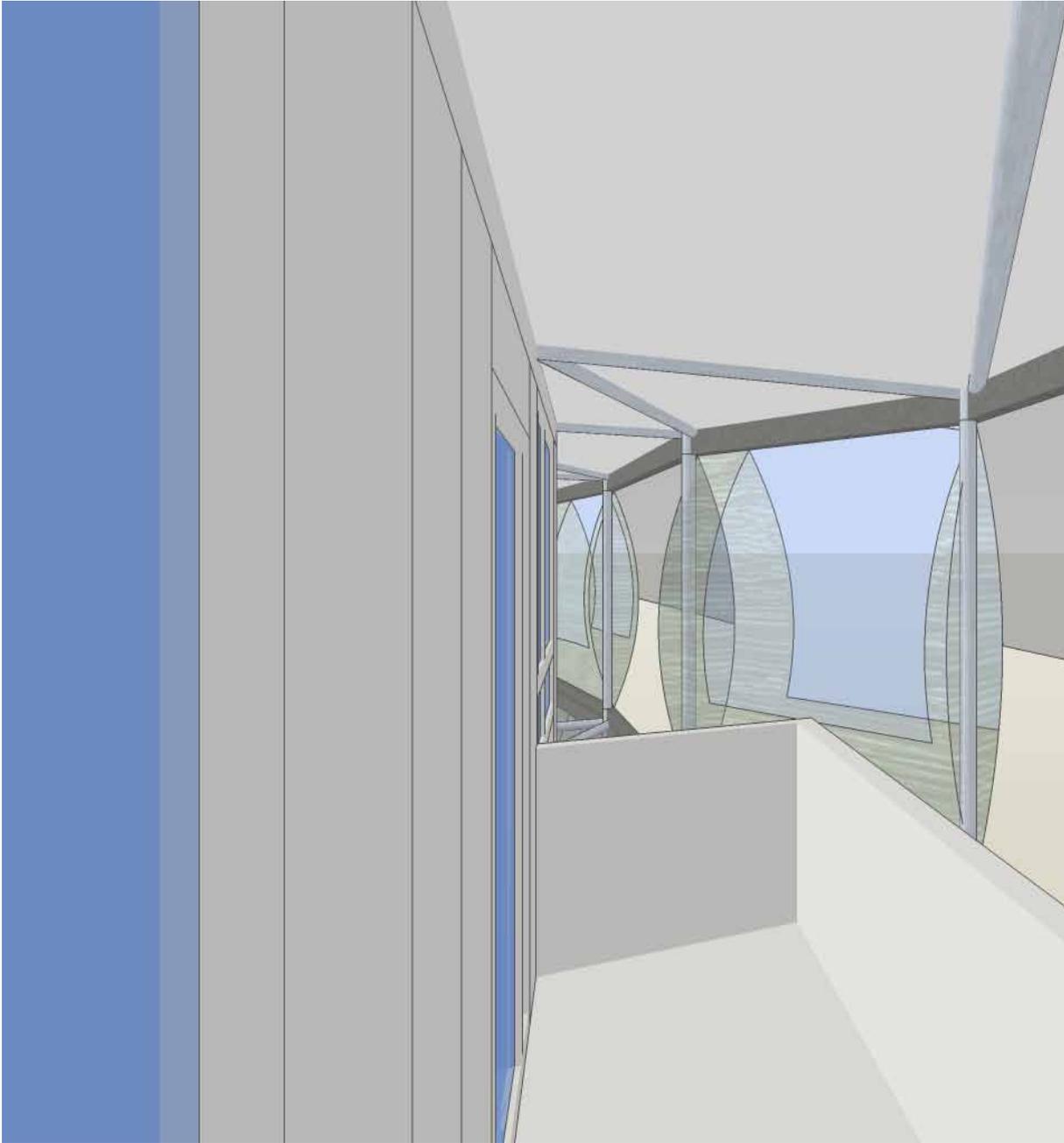
Entwurf



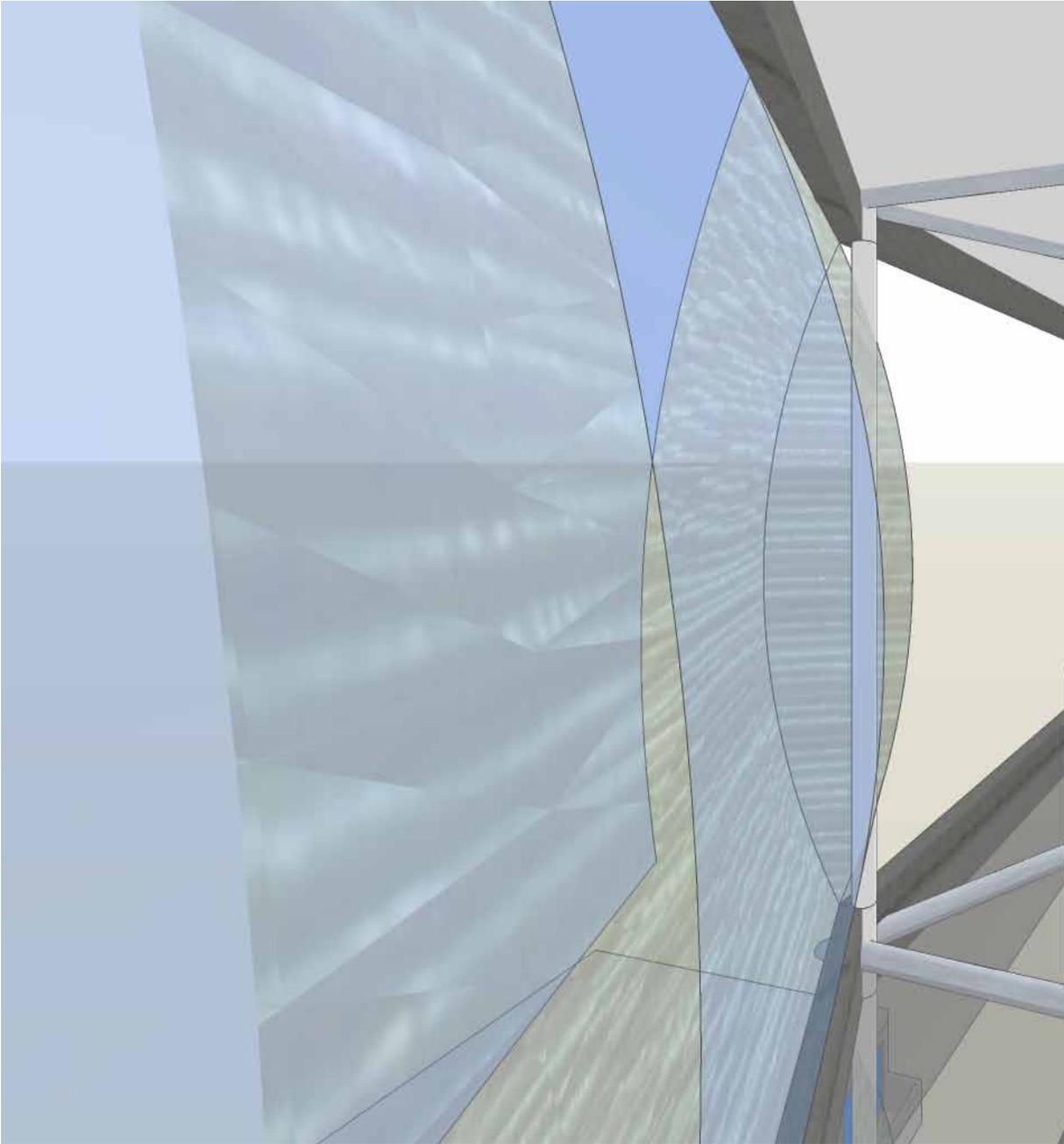


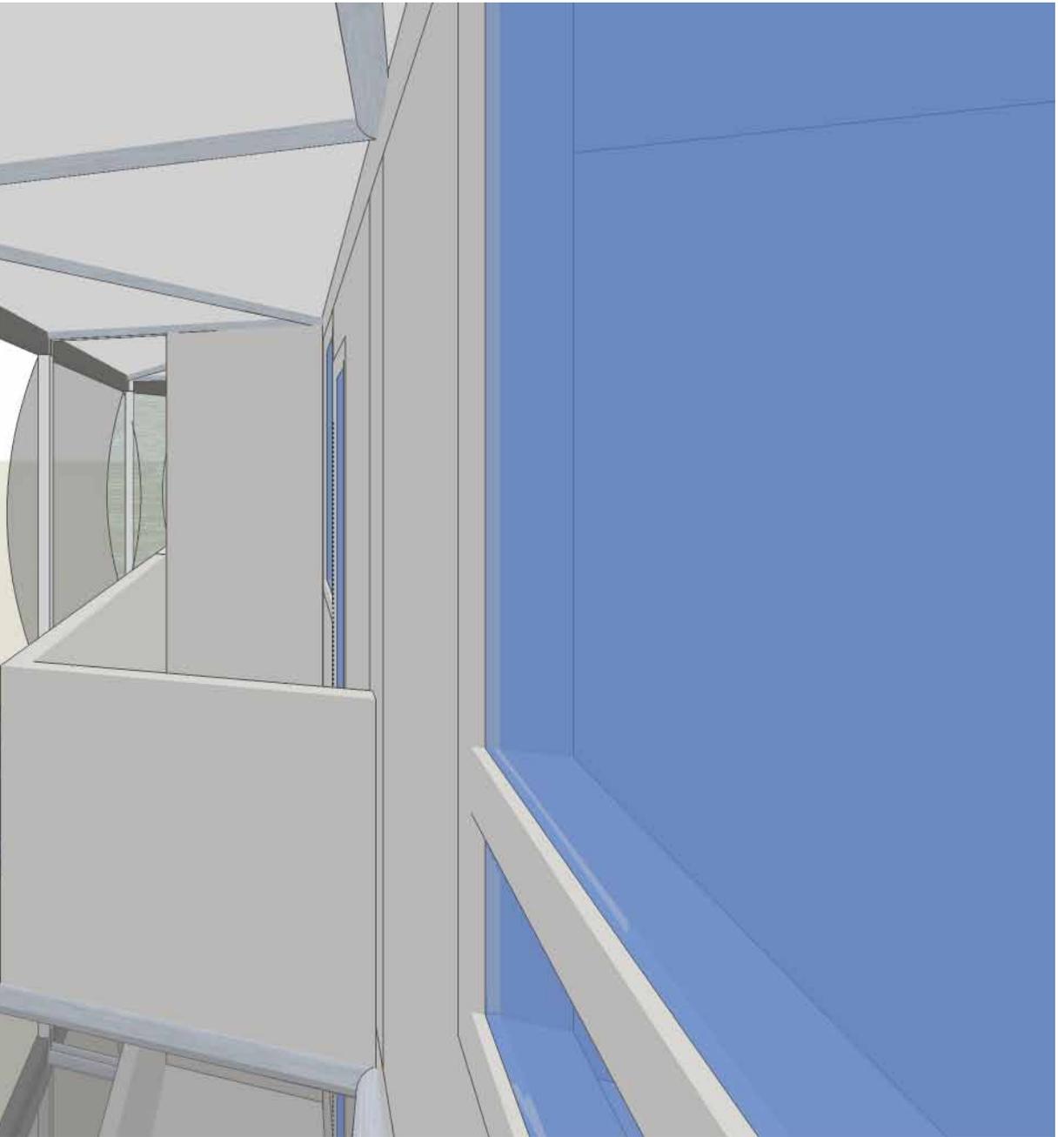






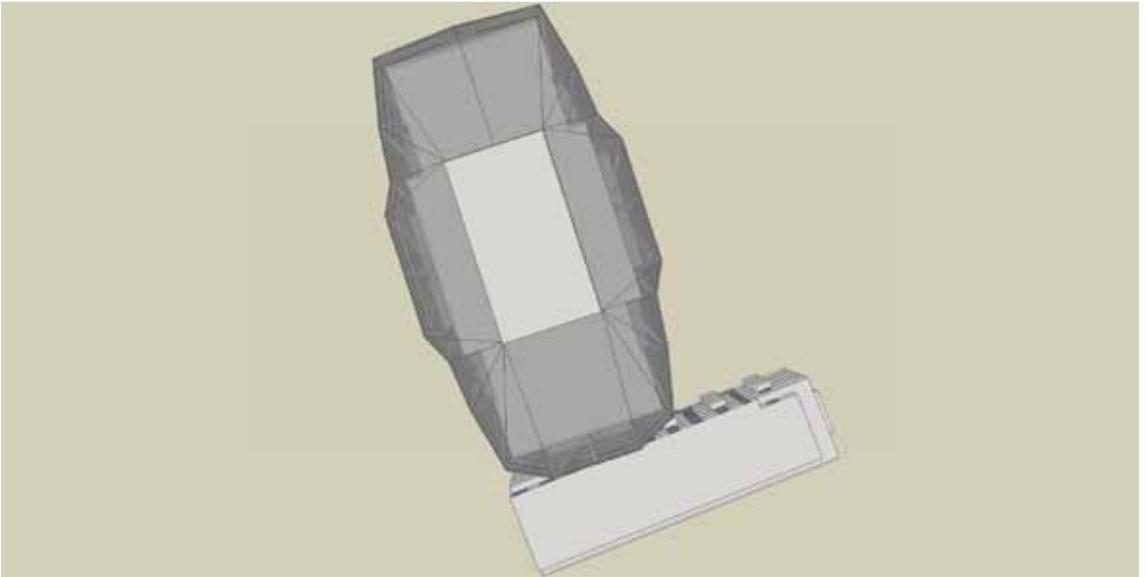
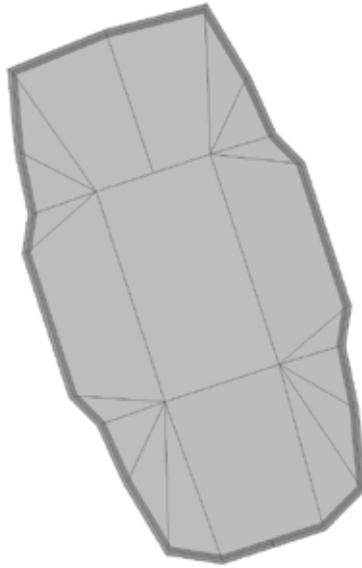






Entwurf

Entwurf Dach



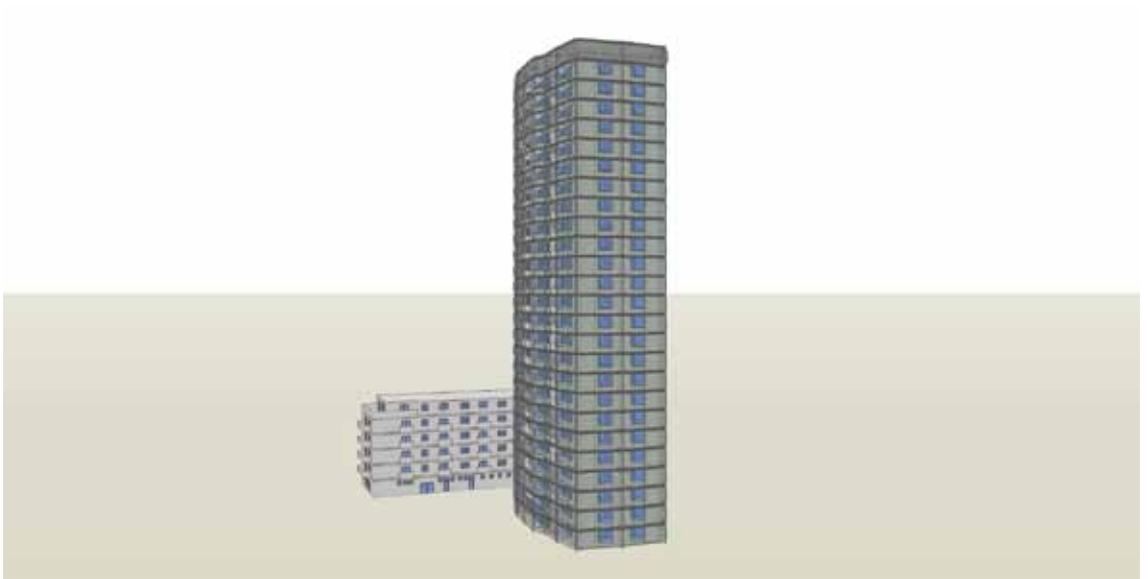
Entwurf Dach



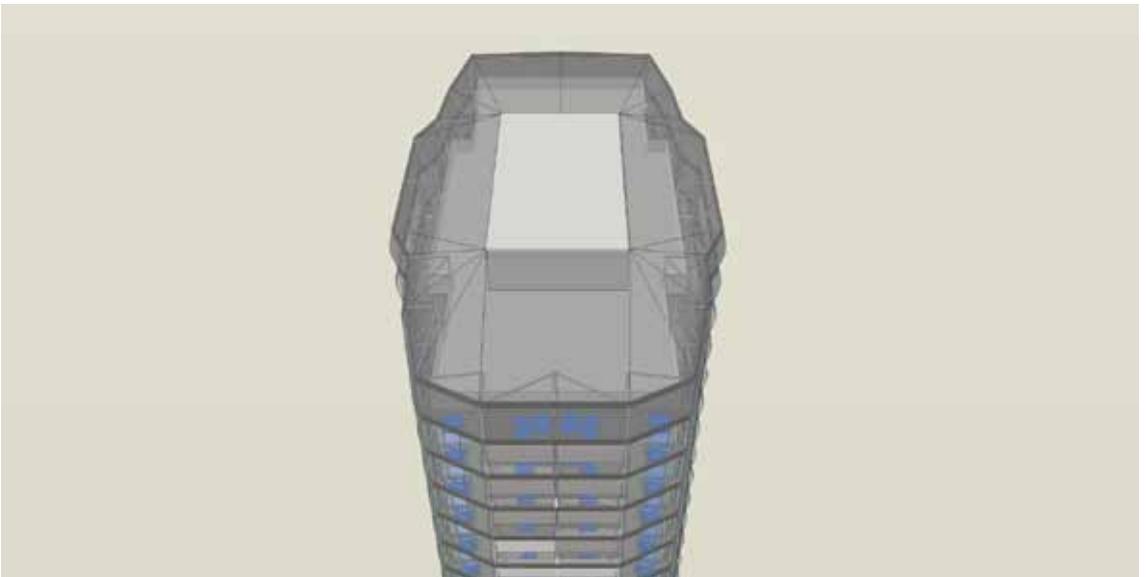
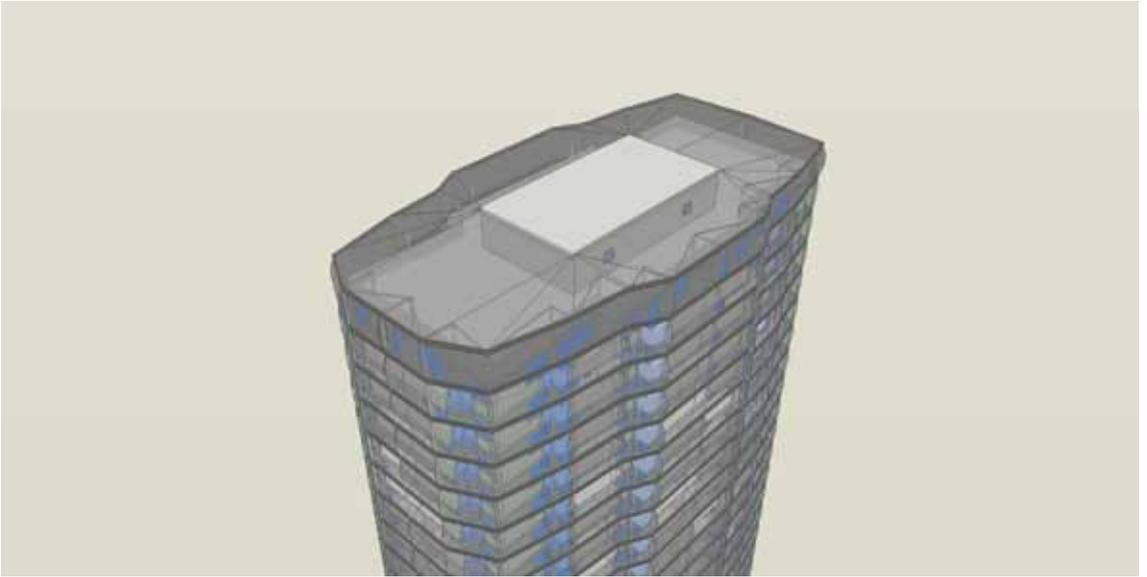
Entwurf Dach

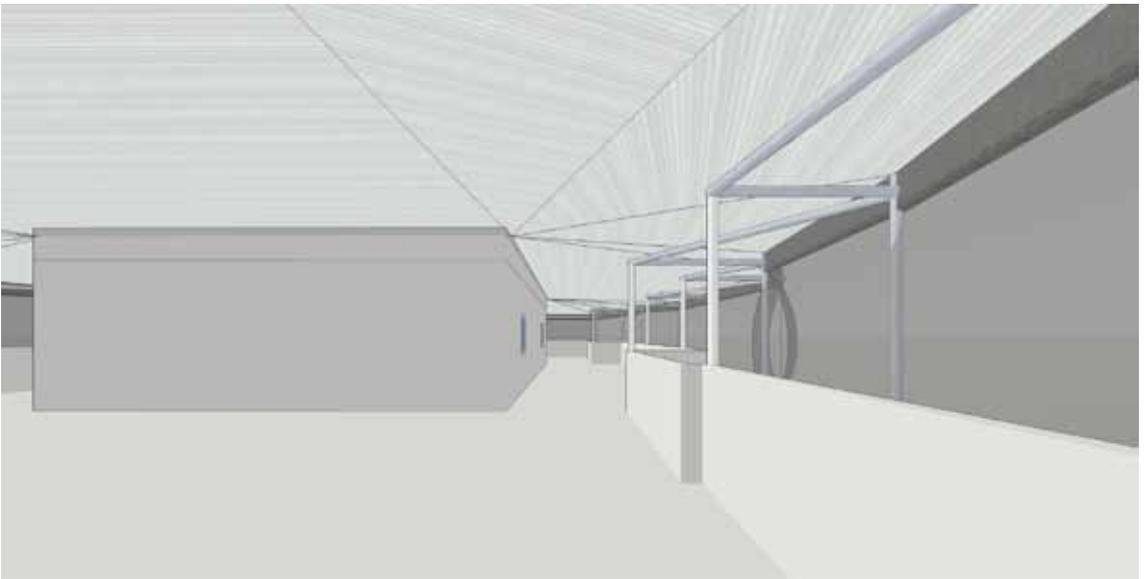
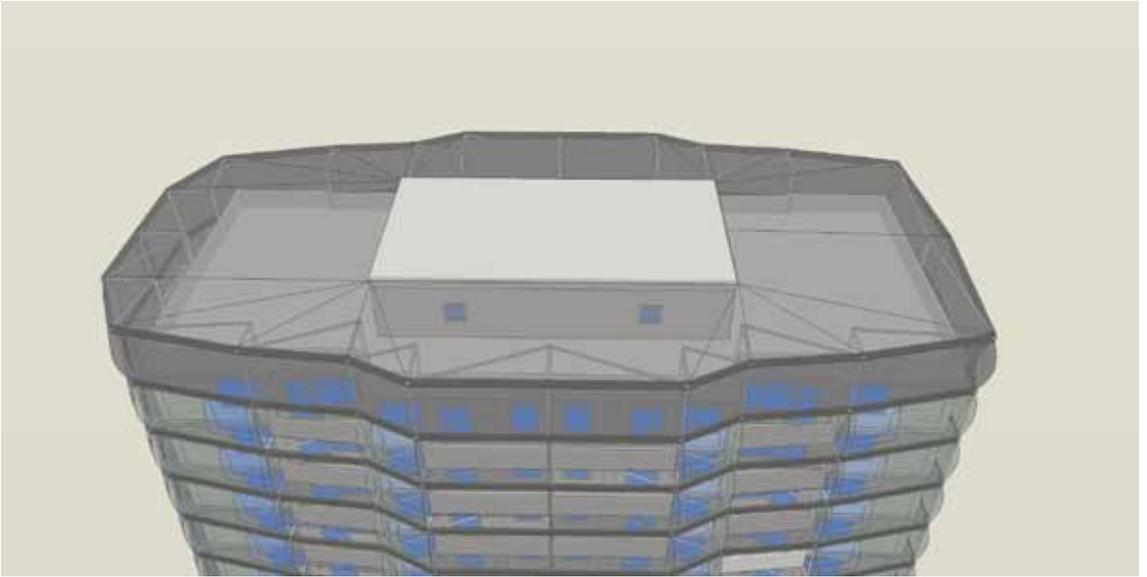


Entwurf Dach

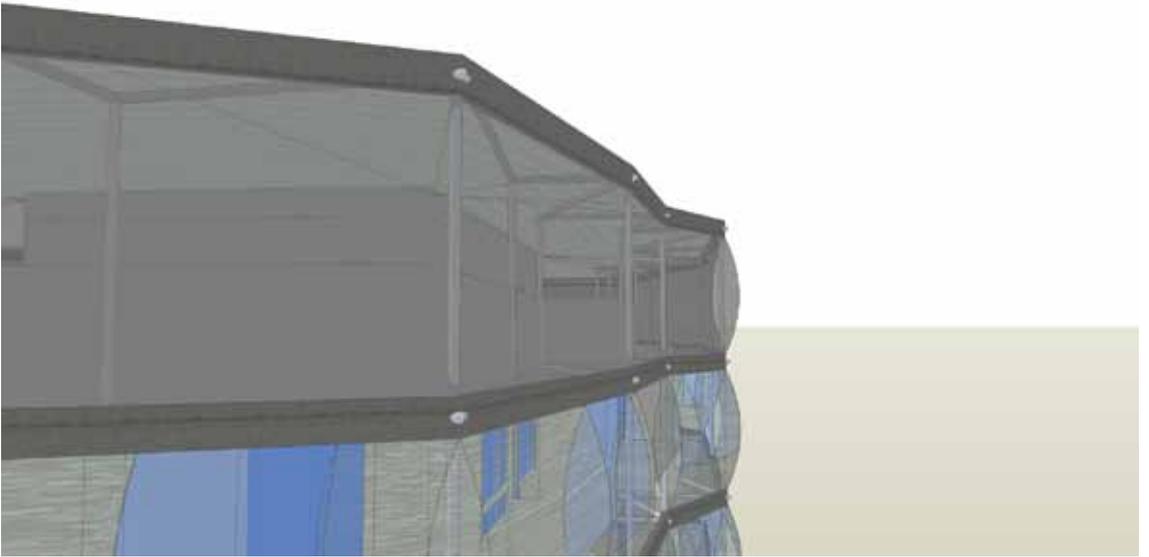


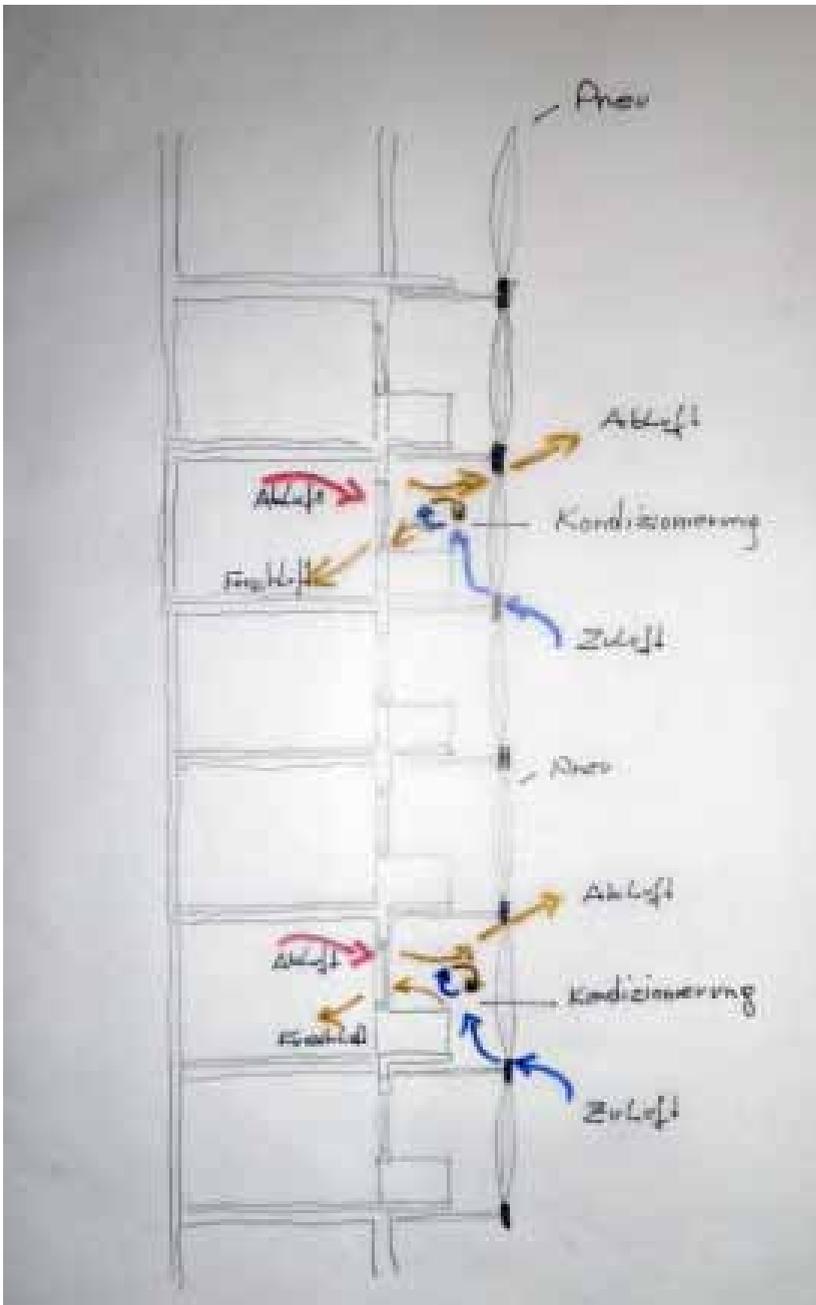
Entwurf Dach



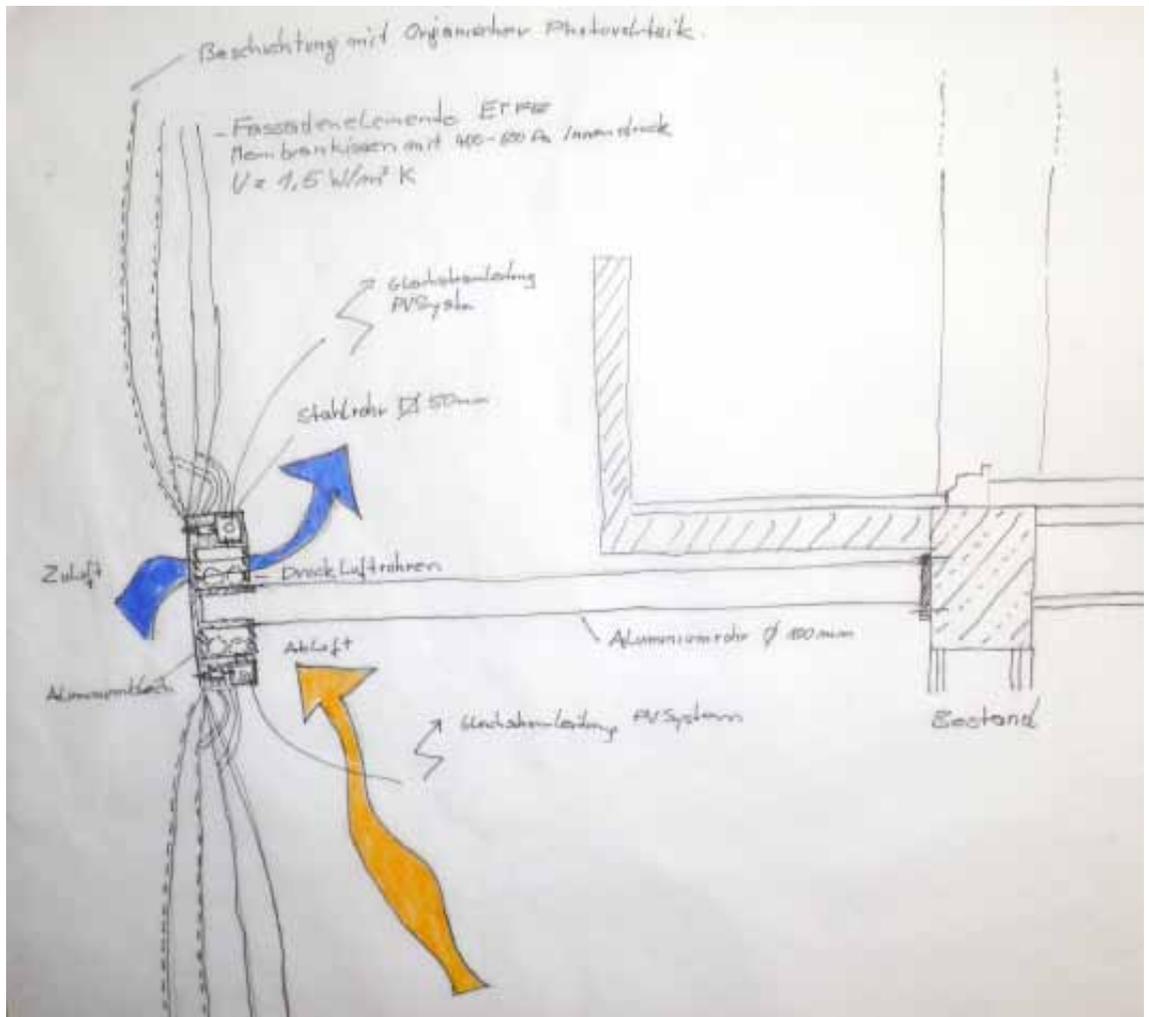


Entwurf Dach





Entwurf Systemskizze



Entwurf

Entwurf



Entwurf



Entwurf



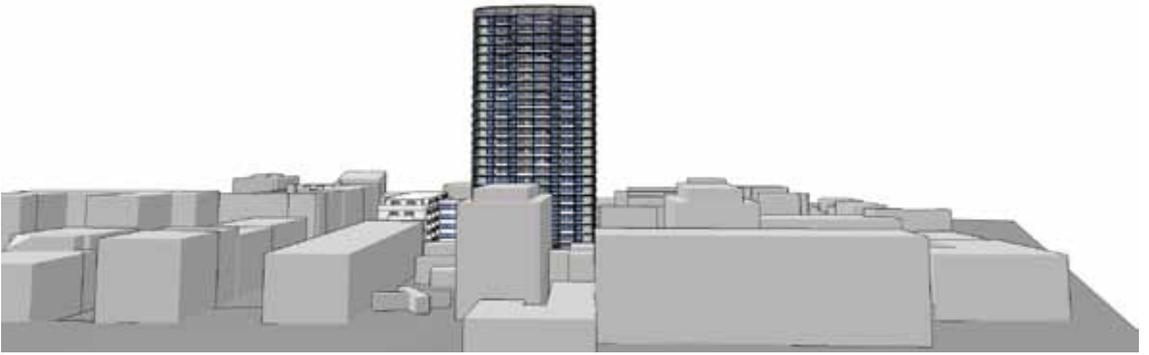
Entwurf



Entwurf



Entwurf



Entwurf

Literaturverzeichnis:

Barthel, R.; Burger, N.; Saxe, K.:
Dachkonstruktionen mit ETFE-Folie,
in: DBZ 4/2003

Gunnarsson, S.:
Fassadenkonstruktionen,
in: Eisele, J.; Kloft, E. [Hrsg.]: HochhausAtlas,
Callwey, München 2002

Schwarz, G.:
Wind und Bauwerk,
in: Brinkmann, G. (Hrsg.) Leicht und weit,
Weinheim 1990

Mike Jenks and Nicola Dempsey
Future Forms and
Design for Sustainable
Cities (Hrsg.) Linacre House 2005

K. Hanjalic
Sustainable Energy Technologies: Options and
Prospects, (Hrsg.) Springer 2008

Nowofol GmbH, Siegsdorf, Produktinformatio-
nen

Internet:

1
Dr.Kaltenbrunner, Robert, 12.04.2011:Grün
ist die Zukunft,[http://www.nzz.ch/nachrichten/
kultur/kunst_architektur/gruen_ist_die_zuku-
nft_1.10214722.html](http://www.nzz.ch/nachrichten/kultur/kunst_architektur/gruen_ist_die_zukunft_1.10214722.html) (14.04.2011)

2
www.zerofootprintprize.org (20.02.2011)

3
[http://www.wohnenplusmobilitaet.ch/
content/181/3statusb.pdf](http://www.wohnenplusmobilitaet.ch/content/181/3statusb.pdf) (23.03.2011)

13,14
[http://www.sattler-ag.com/sattler-web/sta-
tic/media/pdf/Download_ETFE-Folien.pdf](http://www.sattler-ag.com/sattler-web/static/media/pdf/Download_ETFE-Folien.pdf)
(21.12.2011)

Abbildungsverzeichnis:

Abb.1 Seite 12, Eams The power of Ten: http://www.tomorrowland.org/slimer/2007/02/pattern_recogni.html.jpg (23.12.2011)

Abb.2 Seite 14, IPCC 2007:<http://www.ipcc.ch/>.jpg (24.09.2011)

Abb.3 Seite 14, BFE 2007:<http://www.bfe.admin.ch/jpg> (24.09.2011)

Abb.4 Seite 16, <http://reskinningawards.com/jpg> (15.05.2011)

Abb.5 Seite 26, Pläne Stadtarch/jpg (15.09.2011)

Abb.6 Seite 28, PläneStadtarch/jpg (15.05.2011)

Abb.7 Seite 29, PläneStadtarch/jpg(15.05.2011)

Abb.8 Seite 56, http://www.zamg.ac.at/fix/klima/oe71-00/klima2000/klimadaten_oesterreich_1971_frame1.htm.jpg (21.10.2011)

Abb.9 Seite 57, http://www.verwaltung.steiermark.at/cms/dokumente/10232095_7954241/ac36ab64/Graz-Universit%C3%A4t.pdf.jpg (21.10.2011)

Abb.10 Seite 95, STIWOG Hausverwaltung/jpg (29.10.2011)

Abb.11 Seite 96, STIWOG Hausverwaltung/jpg (29.10.2011)

Abb.12 Seite 116, www.energytools.ch/jpg (21.10.2011)

Abb.13 Seite 122,<http://www.konarka.com//jpg> (15.05.2011)

Abb.14 Seite 123, <http://www.konarka.com//jpg> (15.05.2011)

Abb.15 Seite 123, <http://www.konarka.com//jpg> (21.10.2011)

Abb.16 Seite 124,<http://www.photon.de/jpg> (21.10.2011)

Abb.17 Seite 124, <http://www.photon.de/jpg> (21.10.2011)

Abb.18 Seite 125,<http://www.epia.com//jpg> (22.10.2011)

Abb.19 Seite 125, <http://www.pvaustria.at/content/default.asp/jpg> (22.10.2011)

Abb.20 Seite 129, http://opus.kobv.de/tuberlin/volltexte/2008/1794/pdf/adamczewski_piotr.pdf.jpg (23.10.2011)

Abb.21 Seite 130, http://opus.kobv.de/tuberlin/volltexte/2008/1794/pdf/adamczewski_piotr.pdf.jpg (23.10.2011)

Abb.22 Seite 133, http://www.freeimageslive.co.uk/free_stock_image/uknationalspacecentre0391.jpg/jpg (23.12.2011)

Alle restlichen Darstellungen und Bilder sind Eigentum des Verfassers.

Danksagung

Ich danke Allen Studienkollegen, die mich in der Zeit meines Studiums in Wien, München und Graz begleitet haben.

Die Kollegen aus den Zeichensälen AZ1, AZ Blume und AZ0. Besonders an Diko, Zdravko, Horea, Svetlin, Ramses, Robert R, Andreas H, Christian W. und Andreas Weirer, den ich in vielen LV als guten Kollegen in Erinnerung haben werde.

Ein herzlicher Dank geht an Prof.Hammerl der mich in den LV Baustoffe, E3 und Diplomarbeit betreut und unterstützt hat.

Der STIWOG Hausverwaltung für die Daten und die Kooperation.

Ich danke meinen Eltern, dass ich immer auf Sie zählen konnte.

Ein Dank geht an meine Töchter Olivia und Claudia, die jahrelang Ihren Papa als Student gesehen haben. Nun ist es so weit :-)
Papa ist fertig ;-)
Danke Izabella für Ihre jahrelange Unterstützung und für Olivia und Claudia.

Danke meiner Damaris (duso moja), die mich in der Endphase meines Diplom unterstützt hat und ein Teil meines Lebens geworden ist.

per aspera ad astra