

Schriftliche Recherche im Rahmen Bachelorthesis
Sommersemester 2023
Fachbereich 1 Architektur,
Frankfurt University of Applied Sciences
– Frankfurt am Main –

Thema: Auswechselbare Fassade-Fassaden-Leasing

Verfasserin: Michelle Dubs

1298028

Spessartstraße 74

63607 Wächtersbach

Erstprüfer: Prof. Dr. -Ing. Holger Techen

Zweitprüfer: Marius Mersinger

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	1
2.	Aktueller Stand	2
2.1.	<i>Problemstellung</i>	2
2.2.	<i>Fassaden Kreislaufwirtschaft</i>	5
2.2.1.	Cradle to cradle	5
2.2.2.	Forschung der Technischen Universität in Delft	6
2.2.2.1.	Pilotprojekt der Technischen Universität in Delft	7
2.3.	<i>Circular Facade Company in den Niederlanden</i>	8
3.	Anforderungen an die Fassade	9
3.1.	<i>Fassadenarten</i>	9
3.1.1.	Pfosten-Riegel-Fassade	10
3.1.2.	Elementfassade	13
3.1.3.	Multifunktionale/ Integrale Fassade	14
4.	Fassaden-Leasing	16
4.1.	<i>Was ist Fassaden-Leasing?</i>	16
4.2.	<i>Möglicher Ablauf nach Leistungsphasen</i>	16
4.2.1.	Montage der austauschbaren Fassade	19
4.2.2.	Instandhaltung	21
4.2.3.	Austausch von Elementen oder der ganzen Fassade	21
4.2.4.	Vereinfachung durch Digitalisierung	22
4.2.4.1.	BIM	23
4.2.4.2.	RFID-Tag	23
4.3.	<i>Vor und Nachteile</i>	25
4.3.1.	Vorteile	25
4.3.2.	Nachteile	26
4.4.	<i>Ausblick</i>	28
5.	Umgestaltung des Showrooms	28
6.	Literaturverzeichnis	29
7.	Abbildungsverzeichnis	32

8. Anhang	33
<i>I. E-Mail-Verkehr mit Fassadenhersteller</i>	33
<i>II. Grafiken und Piktogramme</i>	34
<i>III. Versicherung</i>	37

1. Einleitung

Laut der deutschen Energie-Agentur müssten bis spätestens 2050 rund 22 Millionen Gebäude in Deutschland energetisch saniert werden, um die Klimaschutzziele zu erreichen. Dies wären etwa 2500 Gebäude pro Tag bis zum Jahr 2050 (Umweltbundesamt, 2023a).

Hinzu kommt auch, dass etwa drei Viertel des Altbau-Bestandes noch vor der ersten Wärmeschutzverordnung 1977 errichtet wurden. Diese besagt lediglich, dass durch die Einführung eines maximalen Wärmedurchgangskoeffizienten und Wärmeverlustes der Wärmedurchgang begrenzt werden soll. Erst mit der Wärmeschutzverordnung von 1982 beziehungsweise von 1995 wurden diese Werte verschärft und auch Zustände wie der sommerliche Wärmeschutz hinzugefügt (Energie-experten, 2023).

Die häufigste Bauaufgabe für zukünftige Architekten und andere Baubeteiligte wird somit die (energetische) Sanierung und Umnutzung beziehungsweise der Umbau von Bestandsgebäuden sein (*BDI-Initiative "Energieeffiziente Gebäude" – Zum Thema*, 2023). Aufgrund dieser Tatsache und meiner eigenen Motivation mich intensiver mit möglichen Lösungsstrategien zu beschäftigen, entstand die folgende Arbeit.

Behandelt wird das System des Fassaden- Leasings, seine mögliche Funktionsweise und welche Vor- und Nachteile es mit sich bringen könnte.

Des Weiteren wird das Thema der auswechselbaren Fassade erörtert, da diese ein signifikanter Bestandteil des Konzepts des Showrooms ist und mit ihrer Hilfe konstruktive Details gelöst werden können, die auch relevant für das Fassaden-Leasing sind. Es wird davon ausgegangen, dass, sobald eine Fassade komplett austauschbar ist, sie entweder recycelt oder wiederverwendet werden kann.

2. Aktueller Stand

In Europa fallen jedes Jahr 2,2 Milliarden Tonnen Abfall an. Mehr als die Hälfte davon, stammt von Bau- und Abbruchabfällen (Umweltbundesamt, 2023b). Laut der Europäischen Kommission entspricht dies etwa 230 Millionen Tonnen Abfall. In Deutschland sind es etwa 398 Mio. Tonnen, was etwa 40% des Treibhausgases ausmacht (2,6% gehen dabei direkt auf die Emissionen der Hochbauunternehmen zurück). Deshalb ist es notwendig neue Lösungsstrategien für den (Neu-) Bau und die Sanierung von Gebäuden zu entwickeln.

2.1. Problemstellung

Wie in der Einleitung bereits erwähnt, ist es essentiell Baumaterial zu recyceln und eine Langlebigkeit der Bauteile anzustreben. Gleichzeitig gestaltet sich die Wiederverwendung von Bauteilen noch nachhaltiger als das bloße Recycling .

Hinzu kommt, dass unsere baulichen Ressourcen endlich sind und wir als Menschen jetzt schon anfangen sollten bewusster damit umzugehen. Laut dem Zentrum für Ressourceneffizienz produziert Deutschland mit etwa 40 Millionen Tonnen die größte Menge an Rohstahl in ganz Europa (*Ressourcenverbrauch Im Bauwesen*, 2023). Dies hat zur Folge, dass sich diese Rohstoffe auch in unserer gebauten Umwelt ansammeln.

Aktuell ergibt sich daraus eine Menge von 28,4 Milliarden Tonnen an Baumaterial (Wohn- und Nichtwohngebäude). Dabei fallen jährlich etwa 230 Millionen Tonnen an Bau- und Abbruchabfällen an, von denen zwar ein Großteil umweltgerecht deponiert wird (Wiederverwendung im Tief- und Deponiebau). Trotzdem entstehen auch hier wieder Potenziale diese Mengen zu reduzieren (*Ressourcenverbrauch Im Bauwesen*, 2023).

Des Weiteren entfallen etwa 74,5 % der Treibhausgase für den Betrieb und die Nutzung der Gebäude. Die Energieeffizienz eines Gebäudes richtet sich maßgeblich nach der Konstruktion und Gestaltung der Fassade, da diese die Außenhülle des Gebäudes bildet. Dies unterstreicht nochmals die Notwendigkeit einen langen Materialkreislauf anzustreben.

Durch die steigenden Anforderungen an die Fassade, wurden diese auch immer komplexer. Heutzutage erfüllt eine Fassade nicht nur die Funktion der Gebäudehülle sondern ist gleichzeitig auch für die Lüftung, Kühlung, Stromerzeugung, Akustik, usw. zuständig. Dies führt dazu, dass eine Fassade aus mehreren unterschiedlichen Elementen besteht, die alle eine voneinander abweichende „Lebensdauer“ und Recycling-Anforderungen haben.

Die Fassade als integrales Bauteil, welches aus mehreren verschiedenen Komponenten und Materialien besteht, gestaltet sich in ihrer Rückbaubarkeit meist schwierig. Die Wiederverwendbarkeit von Materialien hängt von der Demontierbarkeit der einzelnen Elemente ab. In den häufigsten Fällen sind die einzelnen Komponenten miteinander verklebt, sodass einzelne Elemente nicht ausgebaut werden können. Das Recycling gestaltet sich dabei in den meisten Fällen auch aufwendiger, da häufig Klebemittel (z.B. Klebeschaum) benutzt werden, die nicht umkehrbar sind. Außerdem muss es Nachfrage für die wiederverwendbaren Elemente geben und die Demontage sowie die folgende (Zweit-) Montage kostengünstig und genormt sein.

Die Deutsche Energie-Agentur schlägt für alle Bestandsbauten (Altbauten) ein serielles Sanieren vor (*Seriell Sanieren: Schnell, Günstig, Hochwertig*, 2023). Dieses System kommt ursprünglich aus den Niederlanden und heißt Energiesprung, zu deutsch: Energiesprung. Angedacht ist ein digitalisierter Bauprozess, der durch vorgefertigte Bauteile und einem neuen Finanzierungsmodell zu schnelleren Sanierungen führen soll (*Was Ist Energiesprung?*, 2023).

Die sanierten Gebäude werden so innerhalb weniger Wochen auf einen Null-Energie Standard gebracht. Die energetische Aufwertung führt außerdem dazu, dass die anfallenden Energiekosten (Strom, Warmwasser und Heizen) alleine von der produzierten Energie getragen werden können.

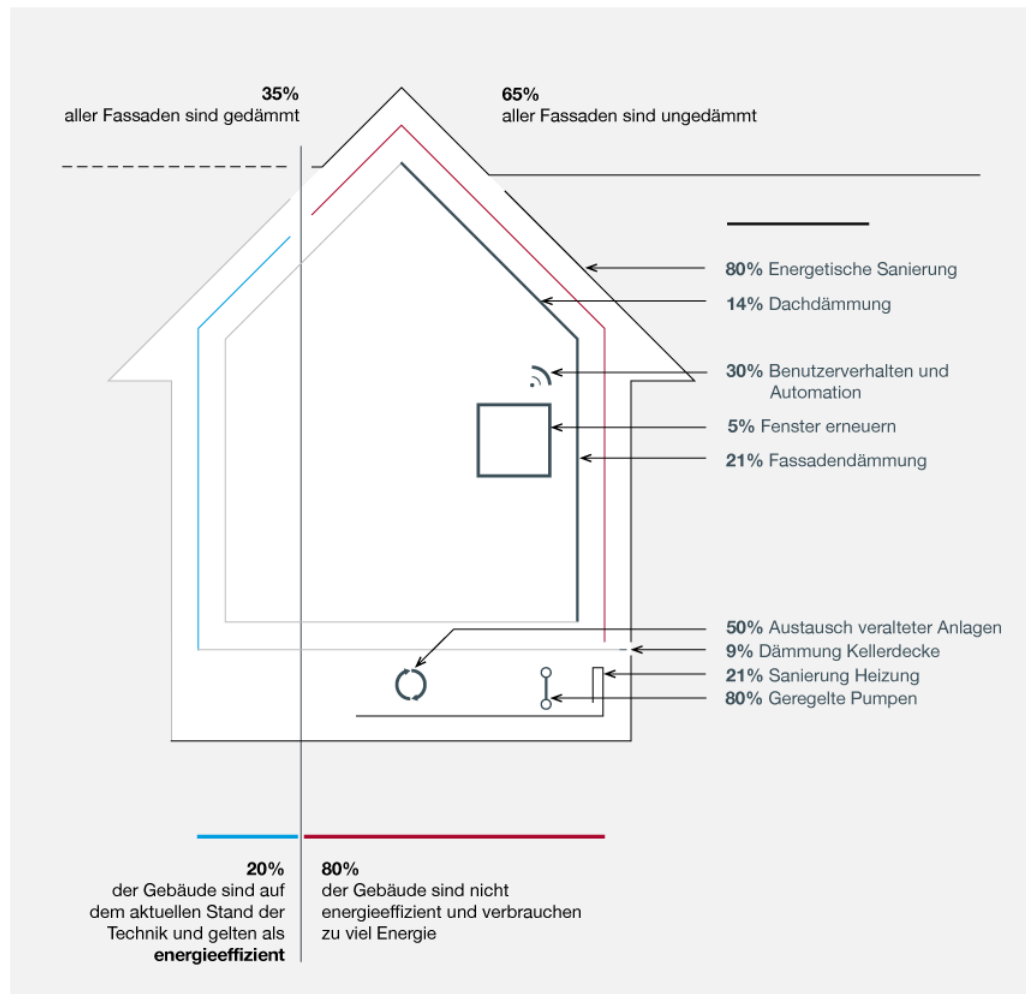


Abbildung 1 Energieeffizienz eines Gebäudes (<https://initiative-energieeffiziente-gebaeude.de/thumbs/zum-thema/bdi-energieeffizienz-850x829.png>) [abgerufen am 07.07.2023]

Ein weiteres Problem sind die Kosten einer integralen Fassade. Diese kann bis zu 40% der Gesamtkosten ausmachen. Um Kosteneinsparungen (,die zum Teil zu weniger effizienten und weniger robusten Fassaden führen) innerhalb des Bauprozesses entgegenzuwirken, wäre es sinnvoll die Finanzierung und Instandhaltung von Fassaden in dritte Hände zu geben, dem Fassaden-Leasing-Betreiber oder dem Fassaden-Hersteller. Außerdem würde so sicher gestellt werden, dass sich Fachplaner mit den nötigen Anforderungen sich darum kümmern (‘‘Das Leasing Von Fassaden Wird Die Branche Umkrempeln,’’ 2017).

Im Zusammenhang mit den oben genannten Problematiken ergibt sich das Erfordernis nach einer einfacheren und einheitlichen Lösung zur Fassadensanierung: das Fassaden-Leasing.

2.2. Fassaden Kreislaufwirtschaft

Zum aktuellen Zeitpunkt werden Fassaden-Leasing Systeme noch nicht in Deutschland angeboten. Trotzdem gibt es schon einige Fassadenhersteller, die ihre Fassaden (zum größten Teil) recyceln können.

2.2.1. Cradle to cradle

Der Begriff „Cradle to cradle“ kommt aus dem Englischen und bedeutet wörtlich übersetzt: „Von Wiege zu Wiege“. Sinngemäß wird es aber „Von Ursprung zu Ursprung“ übersetzt. Das Cradle-to-Cradle Prinzip, kurz C2C beschreibt das Konzept eines gesunden Stoffwechsels in welchem sich die menschliche Industrie an den Prozessen der Natur orientiert und Materialien als Nährstoffe betrachtet werden. Das Ziel ist dabei, ein höchst effizientes System zu schaffen, welches (fast) abfallfrei ist. Dabei sollte es nicht mit dem herkömmlichen Recycling verwechselt werden. Bei diesem werden die meisten Materialien in der Regel „gedowncyclet“. Dies bedeutet zum Beispiel, dass Fensterglas nicht mehr zu hochwertigem Fensterglas geschmolzen wird sondern zu Behälterglas. Dabei geht die technische Qualität verloren und auf einen längeren Zeitraum betrachtet, fördert dies nicht den Materialkreislauf.

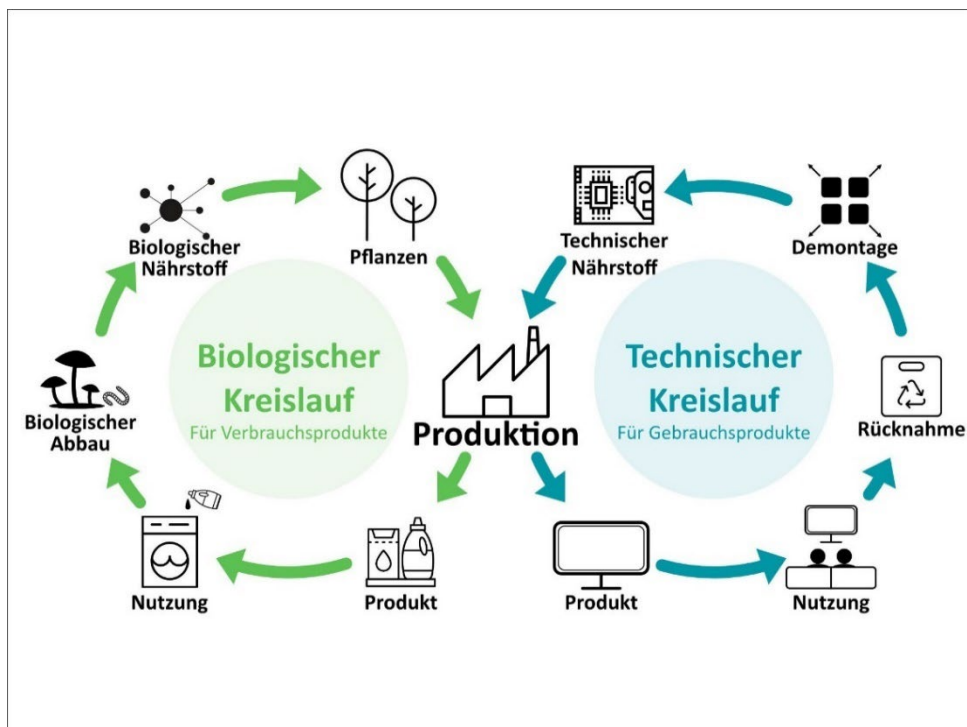


Abbildung 2 Cradle to Cradle-Prinzip (<https://www.baunetzwissen.de/nachhaltig-bauen/fachwissen/baustoffe--teile/cradle-to-cradle-prinzip-748225>) [abgerufen am 07.07.2023]

In Deutschland erreichen Fassadenhersteller wie *Schüco* oder *Wicona* eine C2C-Zertifizierungen von Silber beziehungsweise Bronze für einzelne Bauteile und Bausysteme (dies bedeutet lediglich, dass das spezifische Produkt spezifische Anforderungen bezüglich zum Beispiel Energie, Wasser und Sozialstandards erfüllt). Trotzdem kann das ganze Sortiment noch nicht mit diesen Zertifizierungen angeboten werden (*Cradle to Cradle, 2023; WICONA | Cradle to Cradle Certified, 2023*).

2.2.2. Forschung der Technischen Universität in Delft

Die Technische Universität in Delft forscht seit 2015 an einem System zum Fassaden-Leasing. Der Fokus liegt dabei mehr auf der Leistungserbringung (durch die Fassade) als auf dem bloßen Produktverkauf. Dies würde laut den Forschenden zu fortlaufenden Innovationen von Produkten führen und die Managementprozesse vorantreiben (TU Delft, 2023).

Ein weiteres wichtiges Ziel der Technischen Universität in Delft ist das Bestreben der Kreislaufwirtschaft. So sollen Fassaden so ausgebildet werden, dass sie entweder ganz oder nur Teile davon wiederverwendet werden können. Für das Projekt und seine ausführenden Akteure gibt es drei essentielle Herausforderungen, die es gilt zu bewältigen (*Leasing Fassade, 2023*).

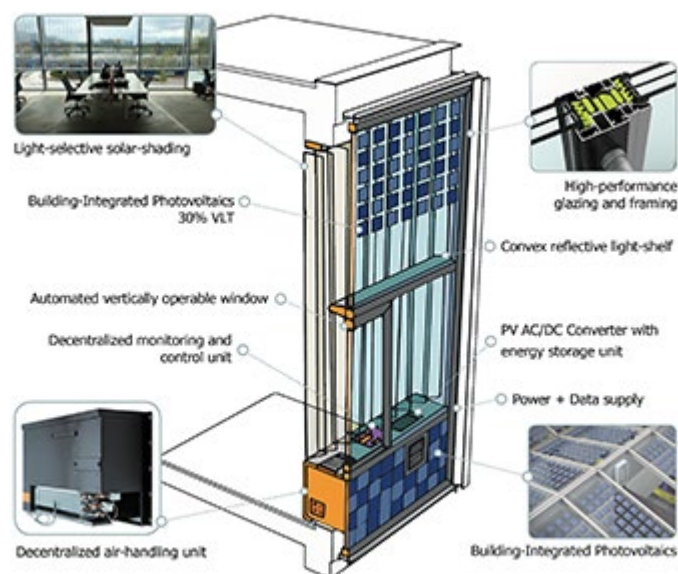


Abbildung 3 Integrale Fassade nach TU Delft (<https://www.climate-kic.org/success-stories/facade-leasing/>) [abgerufen am 07.07.2023]

Zum einen wäre da die Tatsache, dass eine multifunktionale Fassade angestrebt werden sollte. Diese ist in ihrer Anschaffung sehr kostenintensiv, sodass häufig (und meist durch fehlendes Fachwissen) ineffiziente Entscheidungen getroffen werden und robustere, energetisch-optimierte Fassaden nicht zum Einsatz kommen (TU Delft, 2023).

Die zweite Herausforderung besteht in der Annahme, dass trotz des technologischen Fortschritts im Baugewerbe neue Systeme nur langsam und vereinzelt integriert werden, meist für sogenannte „Elite-Projekte“ (Hartwell et al., 2021).

In diesem Zusammenhang, ergibt sich die dritte Herausforderung. Bei allen Fortschrittsbewegungen wird meist außer Acht gelassen, dass unsere Materialien und Ressourcen endlich sind. Im Streben nach einer Kreislaufwirtschaft führt dies unweigerlich dazu, dass ressourcensparender gebaut wird und eine Langlebigkeit von Bauteilen gewährleistet wird. Essentiell für die Projektbetreibenden war es die Fassade nicht mehr als reines Bauteil sondern mehr als Service-Leistung zu betrachten (Hartwell et al., 2021).

2.2.2.1. Pilotprojekt der Technischen Universität in Delft

Aufgrund der festen Bindung von Universitäten an ihren Standortes und ihrem Anspruch an einen effizienteren und verantwortungsvolleren Umgang mit Ressourcen, sind sie laut den Forschenden des Fassaden-Leasing-Projektes ideale Testgelände für neue Innovationen. Im Jahr 2016 wurde deshalb ein Pilotprojekt gestartet, welches den neusten Stand fassadenintegrierter Technologie (zum Beispiel: Lüftungs- und Klimatisierungssysteme, selbsttragende grüne Fassaden) beinhaltet (TU Delft, 2023).

An einem Bereich der Fassade der Fakultät für Elektrotechnik, Mathematik und Informatik entstand ein Projekt in Zusammenarbeit von verschiedenen Fachplanern. In diesem interdisziplinären Projekt werden nicht nur die Technologien (der Fassade) weiterentwickelt sondern auch Finanzierungsstrukturen und Betriebsdienstleistungen. Dies führte auch schlussendlich zum Fassaden-Leasing.

Wichtig ist hierbei auch zu betonen, dass das Projekt nicht auf die besonderen Ziele des Gebäudes der Fakultät abzielt sondern lediglich seine repräsentative

Qualität nutzt. So können „Standard“-Altbauten wie das Fakultätsgebäude als Beispiel und Testgelände für neue Sanierungsmöglichkeiten genutzt werden.

Anfang 2018 wurde das Projekt auf eine Demonstrations-Fallstudie ausgeweitet, sodass durch das Zusammenbringen von verschiedenen Prozessbeteiligten (Architekten, Gebäudeverwalter, Anwälte, Finanziers und Bauherren) ein erstes Praxisbeispiel eines Fassaden-Leasing Vertrages entwickelt werden konnte.

2.3. Circular Facade Company in den Niederlanden

Die Firma *Ciskin* in den Niederlanden hat zum jetzigen Zeitpunkt ein eigenes System zum Fassaden-Leasing entwickelt. Als Haupt-Material für die Fassade wird zu 75% recyceltes Aluminium verwendet (*Warum Ciskin, 2023*). Die Fassade ist konstruktiv so hergestellt, dass Fassadenelemente einzeln entnommen werden und an einer anderen Stelle wiederverwendet werden können. Die Fassade wird an das Gebäude geklemmt und im Sockelbereich wird auf chemische Baustoffe verzichtet.

Außerdem bekommt die Fassade seine eigene ID wodurch man jedes einzelne Bauteil mit dem Smartphone scannen kann. Dadurch können die Informationen auf einer Online-Plattform gespeichert und gesammelt werden.

Weiterhin bietet *Ciskin* an, die Fassade nach einer bestimmten Zeit wieder auf ihren ursprünglichen (energetischen) Stand aufzuwerten. Einselemente wie Glas oder Paneelen können angepasst werden. Die restlichen Materialien können wiederverwendet werden.

Seit 2021 gilt in den Niederlanden ein neues Gesetz, welches vorschreibt, dass Neubauten nahezu energieneutral geplant werden müssen. Die Firma *Ciskin* reagiert darauf mit höheren Wärmedämmungen, Integration von Photovoltaik-Modulen und Lüftungssystemen (*RVO.nl, 2023*).

Dieses Fassadensystem ist zum jetzigen Zeitpunkt nur in den Benelux-Staaten verfügbar. In den Niederlanden selbst, kann die Fassade zwar verkauft werden, doch verweigern einige Banken das System, da aufgrund des Leasing-Vertrags, eine passende Finanzierung noch nicht möglich sei (Anhang I).

3. Anforderungen an die Fassade

Als Visitenkarte des Gebäudes ergeben sich auch eine Vielzahl von Anforderungen an die Fassade. So muss sie in ihrer Gestaltung und Materialität individuelle Vorlieben erfüllen und sich gleichzeitig auch an städtebauliche Vorgaben halten.

Sie ist für die thermische Behaglichkeit innerhalb des Gebäudes zuständig und muss einen optimalen Wind-, Regen-, Wärme- und Sonnenschutz gewährleisten. Je besser der passive Wärmeschutz der Fassade ausgebildet ist, desto geringer ist der Heizbedarf. Nach dem gleichen Prinzip heißt dies auch, je besser der Sonnenschutz, desto weniger Kühlung wird benötigt.

Außerdem ist die Fassade für die visuelle Behaglichkeit verantwortlich. So muss eine bestimmte Raumbelichtung gegeben sein sowie auch nach Möglichkeit ein Sichtbezug nach außen. Ein Blendschutz und eine leichte Reinigung müssen ebenfalls garantiert sein.

Ebenfalls muss die akustische Behaglichkeit durch Schalldämmung nach außen und Schallabsorption nach innen sichergestellt werden.

Die Fassade als Gebäudehülle hat eine Sicherheits- und Schutzfunktion. Sie soll vor Schäden, wie zum Beispiel durch Einbruch, Explosion, Sonneneinstrahlung oder auch in der Höhe vor Absturz (auch mithilfe von Brüstungshöhen,...) schützen.

3.1. Fassadenarten

Die Fassade kann je nach Konzept, Umwelt- und Umgebungseinflüssen oder Bedarf entworfen werden. Dabei haben sich einige gängige Glas-Fassadenarten herausgebildet, deren Funktionsweise im weiteren Verlauf näher erläutert wird. Betrachtet werden außerdem nur Fassadenarten, die für einen Austausch in Frage kommen.

3.1.1. Pfosten-Riegel-Fassade

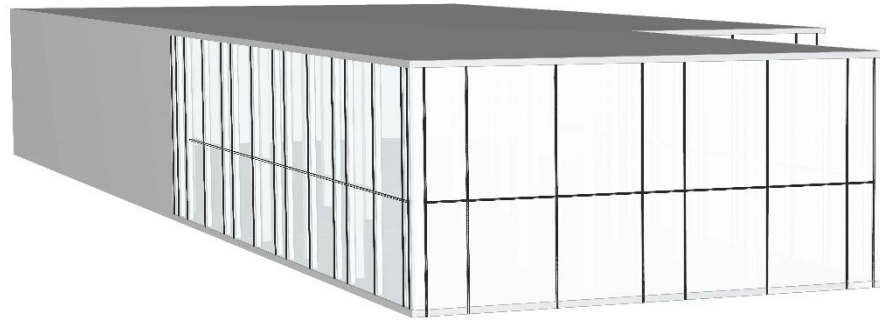


Abbildung 4 3D-Modell Showroom mit Pfosten-Riegel-Fassade (Michelle Dubs)

Die Pfosten-Riegel Fassade besteht aus vertikalen Pfostenprofilen und horizontalen Riegelprofilen. Diese ergeben zusammen verschweißt, verschraubt oder gesteckt eine skelettartige Tragstruktur. Dabei erfolgt der Lastabtrag über die vertikalen Pfosten. Zwischen der Tragstruktur (Pfosten und Riegel) und den Fassadenfeldern werden elastische Dichtungsprofile meist aus EPDM (Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk) eingesetzt (BauNetz).

Die Konstruktion besteht aus mindestens zwei Dichtungsebenen. Die erste Dichtungsebene bildet die raumseitige Verglasungsdichtung. Der entstehende Übergang wird meistens überlappend ausgeführt. In Dach- oder querverlaufenden Bereichen ist die Entwässerung kaskadenartig in der Konstruktion integriert.

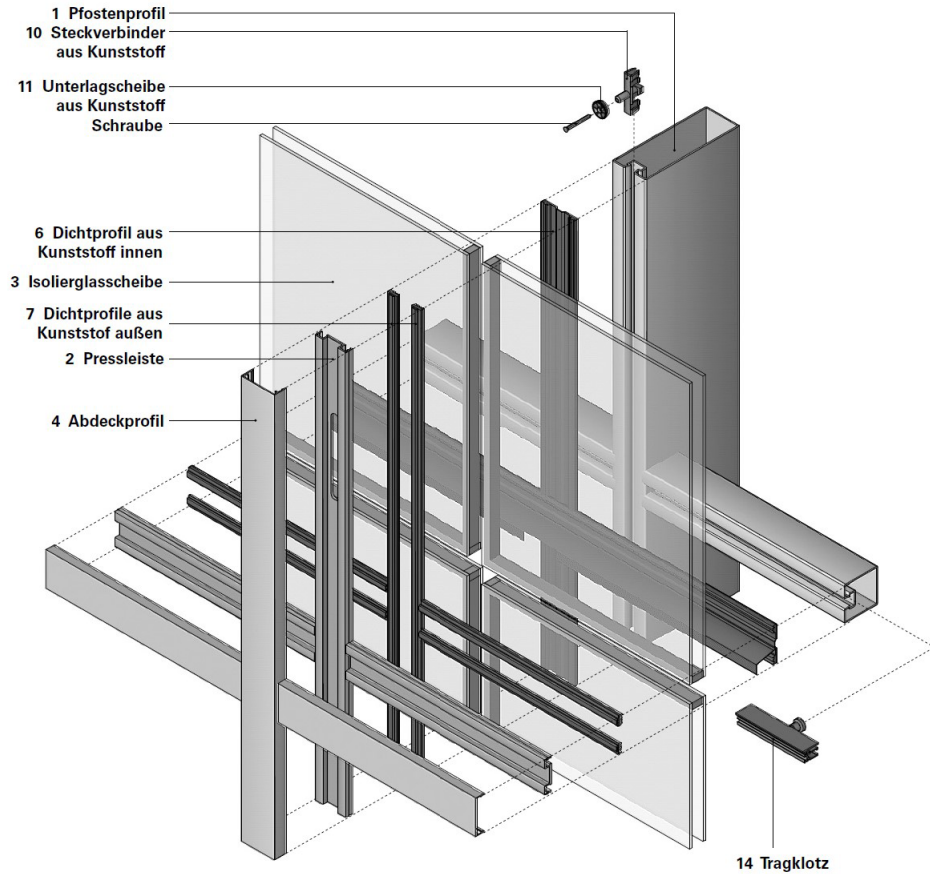


Abbildung 6 Explosionszeichnung Konstruktion Pfosten-Riegel-Fassade (Moro, 2022)

Befestigt wird die Fassade an dem Gebäude toleranzausgleichend, meistens mit Los- und Festlagern. Die Montage mithilfe korrosionsgeschützter Winkelprofile, die an den Stirnseiten des Rohbaus befestigt sind, ist auch möglich. Dabei sichert die Verschraubung in Langlöchern oder spezielle, einbetonierte Ankerschienen den Ausgleich von Bautoleranzen zwischen dem Rohbau und der Fassade. Auch eine Befestigung mittels parallel (oder auch horizontal) zur Fassadenebenen einbetonierter Ankerschienen ist möglich.

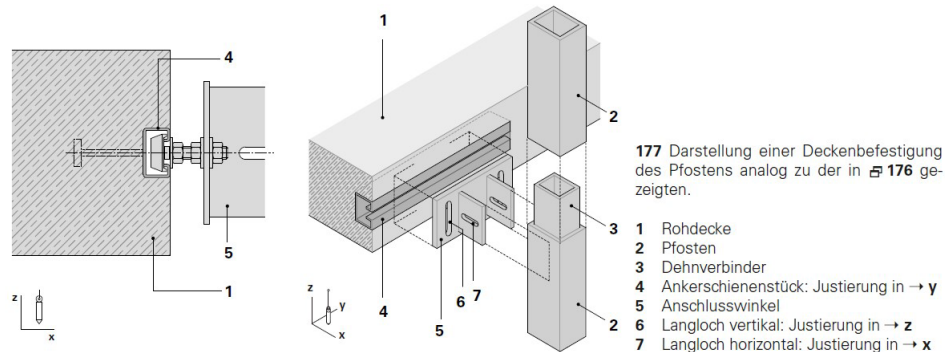


Abbildung 7 Darstellung Deckenbefestigung (Moro, 2022)

Um die Montage auf der Baustelle zu beschleunigen, wird die Pfosten-Riegel Fassade zum Teil als Gerüste schon in der Werkstatt vorgefertigt. Dieser Vorgang wird als Leitermontage bezeichnet.

3.1.2. Elementfassade

Die Elementfassade wird in der Werkstatt vorgefertigt und als Ganzes, mindestens geschosshohes, Element an die Baustelle geliefert. Durch den hohen Vorfertigungsgrad hat sie den Vorteil einer kürzeren Montagezeit. Außerdem wird auf der Baustelle weniger Platz als bei einer Pfosten-Riegel-Fassade benötigt, da nur ganze Elemente gelagert werden und sie zum Teil auch ohne Gerüst montiert werden können. Dies ist vor allem ein Vorteil für große Gebäudehöhen, da Gerüste ab einer bestimmten Höhe an Stabilität verlieren. Durch die schnellere Montage der Fassade ist auch ein schnellerer Innenausbau möglich, sodass zumindest (im Hinblick auf die Fassade) eine schnelleren Baufertigstellung möglich wäre. Ein weiterer Vorteil der Elementfassade ist die Vorfertigung in der Werkstatt. Dadurch können aufkommende Fehler schneller erkannt und noch in der Werkstatt direkt am Bauteil behoben werden (BauNetz).

Die einzelnen Elemente werden untereinander meist durch speziell ausgebildete Kopplungsstöße mit sich überlappenden Dichtprofilen verbunden, welche vertikal sowie auch horizontalverlaufen. Die Verankerung der Elementfassade an dem Gebäude erfolgt meist durch vorher befestigte Los- und Festlager. Diese

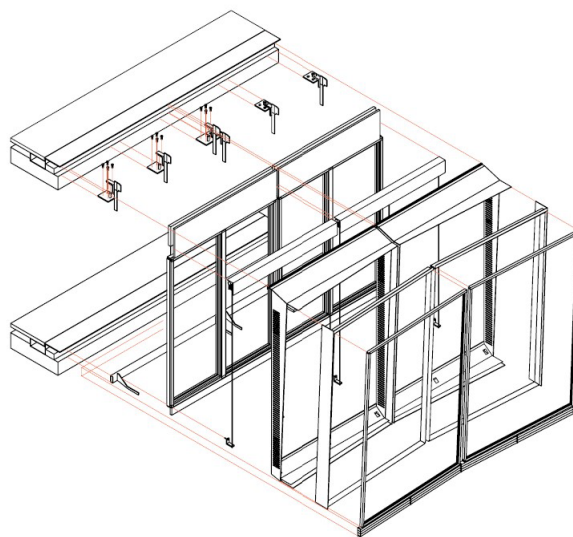


Abbildung 8 Explosionszeichnung Elementfassade (Auer et al., 2007)

werden an toleranzausgleichenden Befestigungskonsolen angebracht, die variabel ausgerichtet werden können. Mithilfe eines Krans oder anderer Hebegeräte werden die Elemente auf die Konsolen gesetzt.

Die Profile sind meistens Sonderanfertigungen, da diese speziell für das jeweilige Gebäude mit seinen gegebenen Eigenheiten konzipiert werden. Oftmals werden dabei thermisch getrennte Profile aus stranggespresstem Aluminium eingesetzt. Die Profilverbindungen können dabei als gesteckt, gesickt und geklebt ausgeführt werden.

Je nach Konzept kann die Elementfassade als ein- oder zweischalige Fassade ausgebildet werden. Ein weiterer Vorteil hinsichtlich der Gestaltung der Fassade ist die Variantenvielfalt. So müssen die Sprossen nicht unbedingt waagrecht oder senkrecht angeordnet sein, sondern können auch schräg befestigt sein. Dadurch werden nicht nur Rechtecke möglich sondern auch Freiformen (z. B. Dreiecke oder Ähnliches).

3.1.3. Multifunktionale/ Integrale Fassade

Die multifunktionale Fassade ist, wie der Name schon sagt multifunktional und damit nicht nur für die Aufgabe der Gebäudehülle zuständig. Die integrale Fassade besteht dabei zum Beispiel nicht nur aus Fassadenpaneelen und Glas sondern beinhaltet außerdem auch Komponenten zur Kühlung oder Heizung. Diese sind in der Fassade integriert. Das Ganze folgt einem Baukastenprinzip, bei welchem je nach Bedarf Elemente hinzugefügt werden können. Die integrale Fassade wird deshalb auch als Elementfassade gefertigt (BauNetz).

Aktuell wird hier zwischen solarthermischen und solarelektrischen Energiefassaden unterschieden.

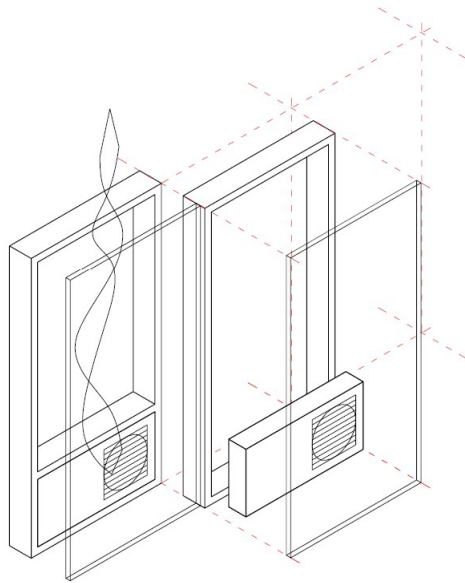


Abbildung 9 Explosionszeichnung (Auer et al., 2007)

Die solarthermische Energiefassade besteht aus Solarkollektoren, die meist auf die bestehenden Wände aufgesteckt werden. Bauwerkintegrierte Kollektoren (kurz: BIST) bilden hier leider noch die Minderheit. Hierfür werden Flachkollektoren mit selektiv beschichteten Absorbern verwendet. Diese beinhalten Vakuumröhren, welche aufgrund ihrer Bauweise höhere Temperaturen erzielen.

Ein Beispiel hierfür wäre die Unipower-Pro-Energiefassade von UNIMET. Hier sind die Kollektoren in gängige Pfosten-Riegel-Fassaden integrierbar. Die Kollektoren können dabei auch mit Belüftungs- und Belichtungselementen kombiniert werden. In den Kollektoren wird jetzt nicht nur Luft sondern auch Wasser erwärmt. Sobald die Sonneneinstrahlung nicht mehr zur Warmwasseraufbereitung ausreicht, wird nur noch geheizt. (*Forschung Und Entwicklung*, 2023)

Die solarelektrische Energiefassade unterscheidet sich durch ihre Photovoltaik-Elemente, die Solarstrom produzieren. Die bauwerkintegrierte Photovoltaik (kurz BIPV) findet deutlich häufiger Anwendung, da sie einfacher zu produzieren und zu integrieren ist. (BauNetz)

4. Fassaden-Leasing

Das Wort „leasen“ bedeutet etwas zur eigenen Nutzung zu mieten. Häufig wird hierbei der Begriff mit Auto-Leasing assoziiert. Zum aktuellen Zeitpunkt werden Fassaden-Leasing Systeme noch nicht in Deutschland angeboten.

4.1. Was ist Fassaden-Leasing?

Beim Fassaden-Leasing wird die Fassade nicht mehr als normales Bauteil sondern als Service-Leistung gesehen. Angedacht ist dabei ein Leasing System, bei dem der Hersteller oder der Betreiber Eigentümer der Fassade bleibt. Der Gebäudeeigentümer mietet demzufolge über einen bestimmten Zeitraum die Fassade und kann diese nutzen. Nutzungsdauer (bzw. Vertragslaufzeit), Wartung, Reinigung sowie Instandhaltung werden in einem Leasing Vertrag festgehalten.

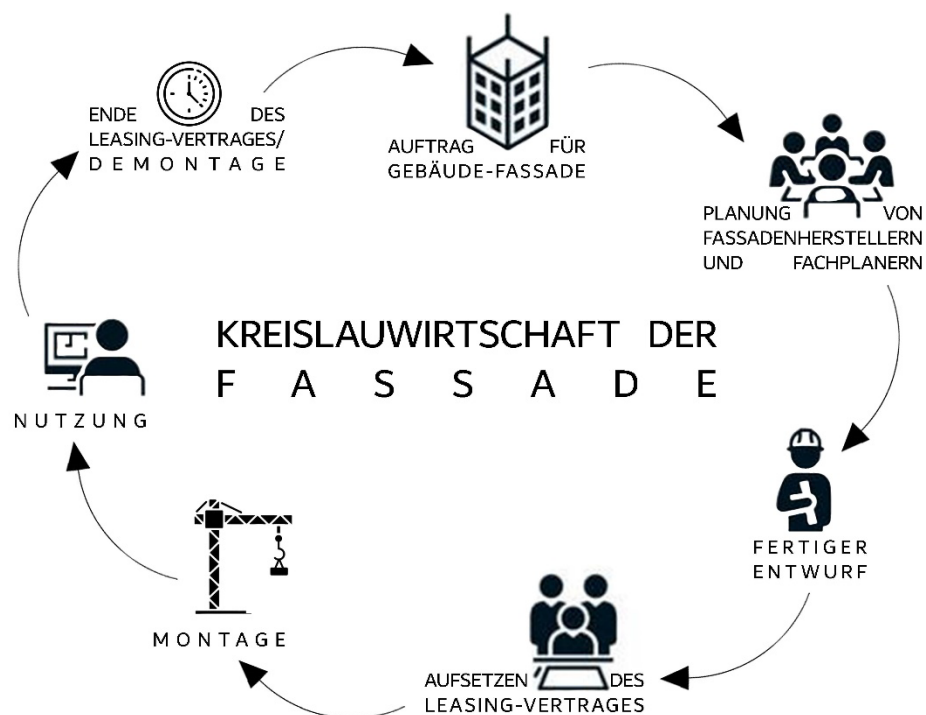


Abbildung 10 Kreislaufwirtschaft der Fassade (Michelle Dubs)

4.2. Möglicher Ablauf nach Leistungsphasen

Unter Leistungsphasen versteht man Planungsstufen, anhand deren sich Arbeiten von Architekten und Ingenieuren abrechnen lassen (HOAI.de, 2022).

Ein möglicher Ablauf innerhalb des Fassaden-Leasings könnte sich deshalb wie folgt, gestalten: Während der Grundlagenermittlung (Leistungsphase eins) können die Fachplaner mit den Bauherren die individuellen Anforderungen an ihre Fassade festsetzen. Es sollte, wie schon im oberen Teil erwähnt, eine integrale Fassade angestrebt werden, die nicht nur die Aufgabe der Gebäudehülle übernimmt.

In der Vorplanung (Leistungsphase zwei) können die Anforderungen weiter ausgeführt und entwickelt werden. Für das Fassaden-Leasing wäre es jetzt schon sinnvoll sich mit möglichen Herstellern in Verbindung zu setzen um mögliche Ausführungen zu besprechen. Des Weiteren sollte bereits das spätere Fassaden-Recycling berücksichtigt und entsprechen der Anforderung die Materialien ausgewählt werden.

Nach Abschluss der Vorplanung, folgt die Entwurfsphase (Leistungsphase drei). Während dieser Planungsstufe werden die bisher gesammelten Anforderungen in einem passenden Design zusammengefügt. Hierbei sollte darauf geachtet werden, dass auch das Design der Fassade ihre Funktion unterstützt und nicht beeinträchtigt (form follows function). Gleichmaßen sollte das Design nachhaltig (keine Verklebungen, umweltbewusstes Material, ...) und effizient sein. Die Fassade wird nun von ihren Fachplanern in einem integralen Prozess mithilfe von BIM (Building Information Modelling) entwickelt. Dabei können Problematiken oder Fehler früh erkannt und behoben werden. Der Austausch unter den einzelnen Akteuren funktioniert hier einfacher und schneller. Unumgänglich, besonders für Glasfassaden ist außerdem ein funktionierendes Reinigungskonzept. Im Falle des Fassaden-Leasings wäre dies entweder vom Hersteller der Fassade oder dem Leasing-Anbieter in Zusammenarbeit mit dem ausführenden Architekten zu planen.

Nach dem Stellen des Bauantrags in der Genehmigungsphase (Leistungsphase vier) folgt die Ausführungsplanung (Leistungsphase fünf), bei der alle konstruktiven Details und Anschlüsse konzipiert werden. Hier ergeben sich einige Anforderungen an die Auswechselbare- oder Leasing-Fassade.

Die Fassaden-Anschlüsse müssen konstruktiv so ausgebildet sein, dass sie ohne größeren Aufwand und ohne einen Qualitätsverlust austauschbar sind. Deshalb

sollten Anschlüsse ohne Klebemittel ausgeführt werden. Gleichzeitig sollte darauf geachtet werden (besonders bei integralen Fassaden), dass die einzelnen Komponenten möglichst identische „Lebenserwartungen“ und Recycling-Möglichkeiten besitzen. Außerdem sollten in der Ausführungsphase bestenfalls einheitliche Systeme angestrebt werden, um die Wiederverwendbarkeit der Fassade zu unterstützen.

Im Falle des Showrooms mit einer auswechselbaren Fassade wäre es denkbar, dass alle Showrooms des Herstellers etwa die gleiche Höhe aufweisen, sodass die Fassaden zwischen den einzelnen Standorten ausgetauscht werden könnten. Zugleich sollte auch ein ressourcenschonender Umgang mit den Baumaterialien angestrebt werden. Auch in dieser Leistungsphase ist es essentiell, dass eine gute Kommunikation zwischen den Fachplanern herrscht. Des Weiteren ist darauf zu achten, dass Bauanschlüsse und Baufügungen einfach und simpel ausgeführt sind, damit man sie je nach Bedarf energetisch aufwerten kann.

Nach der Ausführungsphase folgt nun die Vorbereitung der Vergabe (Leistungsphase sechs). In dieser Phase werden die Leistungsbeschreibungen mit Leistungsverzeichnissen aufgestellt und die Kosten ermittelt. Im Fall des Fassaden-Leasings ist es in dieser Phase sinnvoll, die vertraglichen Bedingungen (monatliche Kosten, Laufzeit,...) des Leasings festzusetzen und mit den Beteiligten zu erörtern. Laut Fassadenherstellern sollten Fassadenkonstruktionen jährlichen Wartungen unterzogen werden. Die Reinigung insbesondere von Glasfassaden sollte ein- bis zweimal jährlich stattfinden. Andere Fassaden sollten je nach Standort und Verschmutzung alle fünf bis zehn Jahre gereinigt werden.

Nun beginnt die Mitwirkung der Vergabe (Leistungsphase sieben). Normalerweise würden der Fassadenhersteller erst jetzt in den Prozess involviert werden. Beim Fassaden-Leasings ist es aber sinnvoller, wenn die einzelnen Akteure schon vorher miteinander arbeiten würden. Dadurch können Fehler in der Herstellung und Ausführung minimiert und schnellere Bauprozesse erreicht werden.

Während der Objektüberwachung (Leistungsphase acht) ist es wichtig, dass darauf geachtet wird, dass alle Anschlüsse ordnungsgemäß ausgeführt werden. Aufkommende Mängel oder Fehler können nun im Bautagebuch oder im Falle

des Fassaden-Leasings in den RFID (**R**adio-**F**requency **I**dentification) Fassadenteilen gesammelt werden.

Die letzte Phase, die Objektbetreuung (Leistungsphase neun), beansprucht den größten Teil des Fassaden-Leasings. Hier wird vom Leasing-Betreiber oder Fassaden-Hersteller eine regelmäßige Wartung, Reinigung und Sicherung laut den im Vertrag festgesetzten Zeiträumen sichergestellt. Der Gebäudeinhaber beziehungsweise Bauherr wird dadurch entlastet, was besonders für öffentliche Bauten wie Universitäten o.ä. von Vorteil wäre. Unter anderem kümmert sich der Leasing-Betreiber nun auch um das „Lebensende“ der Fassade. Glasfassaden haben je nach Ausführung eine erwartete Lebensdauer von 12-25 Jahren (Herzog, 2016.0). So könnte man zum Beispiel vertraglich festhalten, dass der Leasing Vertrag 25 Jahre läuft. Nach Vertragsende könnte nun entschieden werden, ob die Fassade wirklich ausgetauscht werden muss oder ob man sie im besten Fall noch energetisch aufwerten kann.

Besonders für sanierungsbedürftige Bestandsbauten wäre das System des Fassaden-Leasings relevant. So könnte man in Zusammenarbeit mit der Deutschen Energie-Agentur das serielle Sanieren vorantreiben.

4.2.1. Montage der austauschbaren Fassade

Die austauschbare Fassade für den Showroom wird auf zwei verschiedene Weisen konstruiert.

Für die erste Variante werden Fassadenpfosten mit integrierten Fußplatten auf der Stahlbetondecke mithilfe von Bolzenankern befestigt (siehe Detail Bodenanschluss Variante 1). Die Abdichtung erfolgt über eine bituminöse Abdichtungsbahn, die in dem Abdeckblech der Unterkonstruktion verschraubt wird. Im Innenraum wird die Konstruktion mit einem Stahlprofil abgedeckt.

Durch diese Konstruktionsart wird eine niedrige Ansichtskante erreicht, sodass die Fassade von außen einheitlicher aussieht. Außerdem ist diese Konstruktion einfacher in der Montage und Vorplanung, da sich die Fußplatten direkt an den Pfosten befinden und keine zusätzlichen Befestigungsmittel eingeplant werden müssen.

Ein Nachteil bei dieser Konstruktionsart, ist der höhere Arbeitsaufwand beim Hinzufügen von Fassadenpfosten. Hier müssten für jeden Pfosten neue Bolzenanker in die Stahlbetondecke eingesetzt werden. Im Falle einer Leckage oder Undichtheit ergibt sich hier auch die Problematik, dass durch die geringe Aufbauhöhe, Feuchtigkeit schneller in die Bodenkonstruktion eintreten könnte.

Für die zweite Variante werden zwei HTA-CE 40/25 Ankerschienen (*Halfenschienen*, 2023) nebeneinander im Boden in einem Abstand von fünf Zentimetern befestigt (siehe Werkplan Variante 2). Die Ankerschienen werden hierbei unten auf die Stahlbetondecke und oben stirnseitig einbetoniert. Dies geschieht durch Verankerungselemente (meist Kopfbolzendübel), die in den Stahlbeton eingebettet werden und mit der Ankerschiene verschweißt sind (siehe Detail Bodenanschluss Variante 2).

Im Innenraum werden die Ankerschienen durch ein gekantetes Stahlprofil verdeckt, welches in der Ebene der Riegel verläuft (siehe Detail Abdeckung). Dies hat zum einen den Vorteil, dass die ganze Konstruktion kaschiert und zum anderen ein einheitlicher Bodenabschluss geschaffen wird. Das Blech kann hierbei genauso variiert werden wie die Fassade. So kann es entweder in derselben Farbe beziehungsweise Lackierung wie die Pfosten der Fassadenkonstruktion hergestellt werden oder sich davon abheben.

Die Abdichtung verläuft außenbündig oberhalb der Dämmung, sodass sie mithilfe einer Schraube an das Abdeckblech (im Bodenanschluss) befestigt werden kann. Dabei wird sie durch das Abdeckblech verdeckt und gleichzeitig geschützt. Beim Austausch ist es dadurch auch möglich höhere Elemente einzubauen, da die Abdichtung mit etwas Spielraum befestigt wird und durch eine weitere Abdichtungsbahn verlängert werden kann.

Dadurch ergibt sich eine hohe Flexibilität im Hinblick auf die Austauschbarkeit der Fassade. Außerdem hat diese Konstruktion den Vorteil, dass Pfosten beliebig verschoben und ausgetauscht werden können. Durch die Aufkantung der Stahlbetondecke, schafft man einen bündigen Anschluss an den fertigen Fußboden (siehe Detail Bodenanschluss Variante 2). Dies hat den Vorteil, dass beim Austauschen der Fassade, der Bodenaufbau geschützt ist und nicht beschädigt

werden kann. Im Falle einer Leckage oder Undichtheit der Fassade, ergibt sich hier der Vorteil, dass die innere Konstruktion dank der Aufkantung geschützt bleibt.

Aufgrund der Aufkantung ergibt sich eine höhere Fassadenoberkante (siehe Fassadenschnitte Variante 2). Dies hat den Nachteil, dass man außen eine höhere Ansichtskante hat und Innen- und Außenraum nicht ebenerdig sind. Trotzdem kann man dies auch als Chance sehen um verschiedene Fassadenpaneele zu präsentieren.

4.2.2. Instandhaltung

Die Instandhaltung der Fassade würde nicht der Gebäudeinhaber sondern der Leasing-Partner oder der Hersteller übernehmen. Dies hätte zum einen den Vorteil, dass sich der Gebäudeinhaber (der kein Fachplaner ist und dem entsprechendes Wissen fehlt) keine Gedanken um seine Fassade machen muss. Zum anderen könnte man durch den Leasing-Vertrag festhalten, wie oft die Fassade gewartet werden muss (dies sollte halbjährlich erfolgen). Man kann davon ausgehen, dass die Fassade hier regelmäßiger kontrolliert wird, was einer frühen Sanierung entgegen wirken würde. Gleichzeitig bedeutet eine funktionierende Fassade auch eine funktionierende Gebäudehülle (Belüftung, Wärme oder Kälte, ...). Dadurch bleibt die Energieeffizienz des Gebäudes gleich oder kann sich im besten Fall sogar steigern, wenn beschädigte Elemente durch energieeffizientere Elemente ausgetauscht werden. Dies würde gleichermaßen auch Heiz- oder Kühlkosten sparen.

4.2.3. Austausch von Elementen oder der ganzen Fassade

Den Austausch der Elemente würde der Fachplaner während einer Inspektion vornehmen. Dies könnte so aussehen, dass zuerst sichergestellt wird ob, nur ein Teil der Fassade (z. B. eine Glasfläche) ausgetauscht werden muss.

Für die austauschbare Fassade des Showrooms würde ein Austausch etwa alle drei bis fünf Jahre erfolgen. Bei einem kompletten Austausch des Fassadensystems könnten diese Elemente ebenfalls für einen anderen Showroom des

Herstellers genutzt werden. Auch eine Wiederverwendung einzelner Elemente in anderen Projekten wäre denkbar.

Bei einem Austausch einzelner Elemente, wie zum Beispiel einer neuen Rasterenteilung durch neue Riegel (Pfosten-Riegel-Fassade) oder einem Austausch der Glasfelder, müssten nur die einzelnen Elemente ausgeschraubt und ausgehoben werden. Nach dem Plug-and-Play-Prinzip wären hier unzählige Varianten möglich.

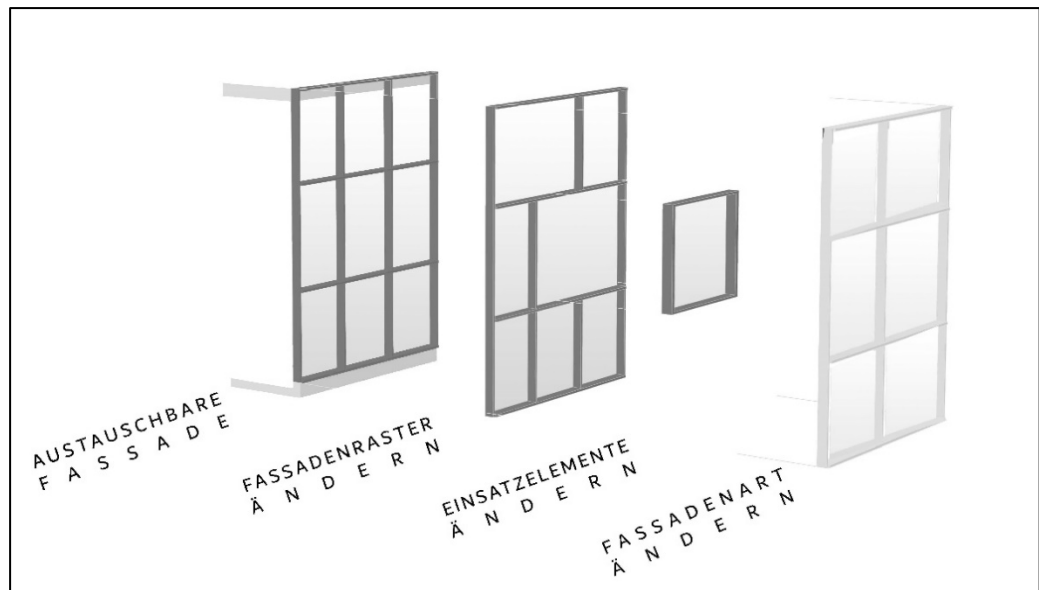


Abbildung 11 Konzept austauschbare Fassade (Michelle Dubs)

4.2.4. Vereinfachung durch Digitalisierung

Das System des Fassaden-Leasings würde durch digitalisierte Prozesse innerhalb der Planung, Instandhaltung und Wartung nur profitieren.

Durch die Digitalisierung des Bau- und Planungsprozesses würde der zeitliche Aufwand erheblich verringert werden. So könnte man zum Beispiel den Planungsablauf beschleunigen indem man mithilfe von BIM die Fassade plant und alle Planer (Baubeauftragten) eine Datei nutzen. Des Weiteren würde auch die Wiederverwendbarkeit beziehungsweise Rückbaubarkeit der Fassade dadurch profitieren. Durch RFID- oder NFC-Tags, die an den Elementen der Fassade befestigt wären, würde die Wartung und Sicherung der Fassade vereinfacht werden.

4.2.4.1. BIM

BIM (**B**uilding **I**nformation **M**odelling) ist ein Plug-In für diverse Zeichenprogramme. Dabei wird ein digitales Model Gebäudes erstellt, sodass jeder Fachplaner mit zugriff dieses Bearbeiten kann. Da die Fassade einen hohen Planungsgrad aufweist und verschiedene Fachplaner in ihre Konzeption involviert sind, ist es sinnvoll, auch hier BIM zu nutzen.

Zum einen hat das den Vorteil, dass alle beteiligten Fachplaner aufkommende Konflikte noch in der Entwurfsphase beheben können. Andererseits werden dadurch Kosten minimiert und ein effizienter Bauprozess ermöglicht. Folglich werden auch die Entwurfsprozesse erheblich vereinfacht.

Ein entscheidender Vorteil für das Fassaden-Leasing ergibt sich aus dem BIM-Modell. Für den Fall, dass eine Fassade wiederverwendet werden soll, kann Kompatibilität anhand des BIM-Modells überprüft werden. Außerdem ist es hierbei auch möglich, während der Planung alle Informationen der geplanten Fassade einzuspeisen, sodass jeder Planer darauf Zugriff hat.

4.2.4.2. RFID-Tag

RFID steht für **R**adio-**F**requency **I**dentification und beschreibt den kontaktlosen Datenaustausch mithilfe von Funkwellen zwischen einem RFID-Transponder und einem RFID-Lesegerät. Für das Fassaden-Leasing ist das System insofern relevant, da es Prozessabläufe erheblich vereinfachen würde. Wenn zum Beispiel die Fassade innerhalb des Leasing-Systems mit einem Transponder ausgestattet werden würde, könnte die Fachkraft mithilfe eines RFID-Lesegeräts direkt einsehen, ob es eventuelle Makel gibt. Das heißt: mögliche Bauschäden, Wartungs- oder Austauscharbeiten könnten in einem System erfasst werden.

Dieses System würde auch Informationen über die jeweiligen Bauteilkennzahlen (Wärmeverlust, U-Wert, ...) beinhalten. Das hätte zum Vorteil, dass man die „Lebensgeschichte“ und alle Eigenschaften des Bauteils digital festhalten und daraufhin entscheiden könnte, ob es recycelt, aufbereitet oder wiederverwendet werden soll.

Ein weiteres Argument für die RFID-Technologie ist, dass Fassaden eine erwartete Bestandsdauer von etwa 25-50 Jahren haben. Die Lagerung von allen Plänen, Rechnungen und Baudokumentationen sowie Produktdatenblättern in Papierform wäre hierbei viel zu aufwändig. Außerdem ist es sicherer, wenn gewährleistet sein würde, dass sich alle relevanten Informationen an einem Ort befinden: nämlich an dem Bauteil selbst. So würden wichtige Informationen nicht verloren gehen.

Hinzu kommt, dass während der Bauabnahme sichergestellt werden kann, ob geeignete Systemelemente eingesetzt wurden. Zusammen mit den anderen oben genannten Informationen ergibt sich daraus eine digitale Bauteil-Akte.

Der Fassadenhersteller Schüco bietet so ein System bereits an. Hier wird jedes Element (Fenster, Fassade, ...) mit einer kleinen Plakette ausgestattet, der sogenannten ioF ID. Dies funktioniert folgendermaßen: Das Gebäude wird in der dazugehörigen ioF-Manager-Software angelegt. In dieser können alle Elemente des Gebäudes eingefügt werden. Gleichzeitig können durch den ioF-Manager Wartungen, Daten und Dokumente verwaltet werden (*IoF ID Digitale Identität Ihrer Schüco Elemente*, 2023).

Nun wird das Element beziehungsweise in diesem Fall die Fassade montiert. Dabei wird auch die Plakette an der Fassade befestigt. Im Anschluss erfolgt nun die Herstellung eines digitalen Zwillings in der dazugehörigen App.

Als letzten Schritt können nun im ioF-Manager alle nötigen Dokumente und Informationen an die Fassade angeheftet werden. Gleichzeitig ist es durch die App möglich, die Fassade auch digital einzusehen (zum Beispiel im Falle einer Servicemeldung oder Beschwerde), sodass unnötige vor-Ort-Sichtungen minimiert werden können.

Bei einer bevorstehenden Wartung kann der QR-Code der Plakette von dem Reparateur abgescannt werden. Folglich können auch die neuen Daten wieder auf die Plakette übertragen beziehungsweise durch den ioF-Manager gespeichert werden. So erhält jedes Element seine eigene digitale Identität (Scherer & Faschingbauer, 2011).

4.3. Vor und Nachteile

Im folgenden Teil werden die möglichen Vor- und Nachteile des Fassaden-Leasings weiter erörtert.

4.3.1. Vorteile

Die Vorteile des Fassaden-Leasings sind zum einen der Minderaufwand für Gebäude-Inhaber oder zukünftige Bauherren von öffentlichen Gebäuden. Diese würden davon profitieren, weil sie sich keine Gedanken um ihre Fassade machen müssten. Für öffentliche Bauten wie Schulen oder Universitäten wäre das besonders vorteilhaft, da hier große Fassadenflächen zu überwachen wären. Gleichermäßen würden hierdurch auch Kosten und Zeit eingespart werden. Die Reinigung und Inspektion würde von dem Leasing-Betreiber geplant und überwacht werden. Der Gebäude-Eigentümer müsste sich lediglich um die festgesetzte Zahlung jeden Monat kümmern.

Da laut Leasing-Vertrag die Inspektion und Wartung in regelmäßigen Abständen erfolgt, kann davon ausgegangen werden, dass dadurch die Lebensdauer von Fassaden verlängert wird. Des Weiteren können durch die RFID-Tags auch schneller Bauschäden erkannt und behoben werden



Abbildung 12 Vorteile des Fassaden-Leasings (Michelle Dubs)

Außerdem können durch das Fassaden-Leasing Kosten minimiert werden. Nicht nur durch die Leasing-Methode an sich, sondern auch durch die längere Lebensdauer der Fassade. Bedingt durch die regelmäßigen Inspektionen wird auch die Funktionalität der Fassade gesichert, sodass auch Kosten in Bezug auf Heizen und Ähnlichem gering gehalten werden können.

Ein weiterer wichtiger Vorteil ist die damit verbundene Kreislaufwirtschaft. Diese schont nicht nur Ressourcen sondern steigert auch den Recycling-Willen. Gleichmaßen werden so nicht Bauherren, sondern die Unternehmen und Fassaden-Hersteller animiert ihre Produkte aufzuwerten und anzupassen.

Speziell für die austauschbare Fassade ergeben sich zum einen der Vorteil der Flexibilität. So kann man nach Ablauf des Leasing-Zeitraums einen neuen Vertrag für eine neue Fassade abschließen. Außerdem bildet sich hier die Möglichkeit neue Fassaden auszuprobieren.

4.3.2. Nachteile

Neben vielen Gründen für das Fassaden-Leasing, gibt es auch einige Aspekte die dagegen sprechen. So ist besonders am Anfang der Aufwand während des Planungs- und Realisierungsprozesses deutlich höher als bei einer normalen Fassade. Dem kann natürlich nach einiger Zeit durch mehr Routine und Beispielprojekte entgegen gewirkt werden. Trotzdem gestalten sich die ersten Fassaden-Leasing-Projekte als sehr planungsintensiv.

Dies wird durch die Tatsache verstärkt, dass eine gute Kommunikation und ein guter Informationsaustausch unter den Fachplanern essentiell für eine reibungslose Planung und Projektabwicklung ist. Besonders in der Entwurfs- und Ausführungsplanung können hier noch die meisten Fehler behoben werden.

Außerdem stellt sich die Frage, wie individuell die Fassaden der Gebäude gestaltet werden können, da davon ausgegangen werden muss, sie an einem anderen Gebäude wiederzuverwenden.

In diesem Zusammenhang muss erwähnt werden, dass besonders Elementfassaden sehr schwer an ein anderes Gebäude montiert werden können, da diese durch ihre Profile individuell gefertigt sind.

Abschließend sollte bedacht werden, dass herkömmliche Fassadenhersteller ihr ganzes System umstellen müssten, um das Fassaden-Leasing zu ermöglichen. Dies erfordert nicht nur Zeit, sondern auch ein hohes Maß an Planungsaufwand.

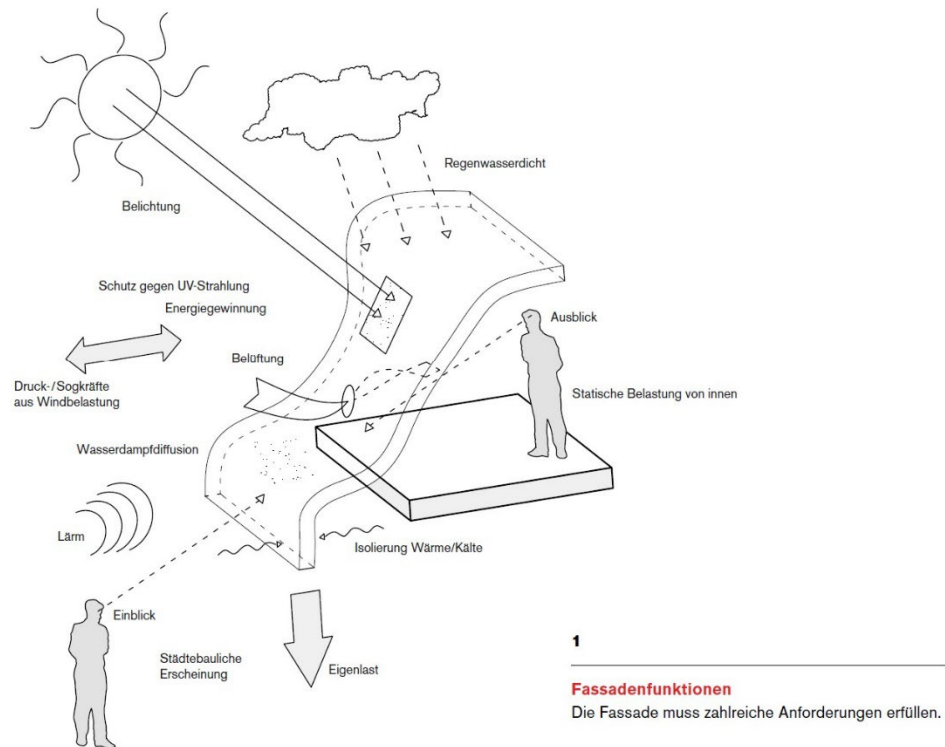


Abbildung 13 Anforderungen an die Fassade (Auer et al., 2007)

Eine der wichtigsten Anforderungen ist die Funktionalität. Eine Fassade muss funktionieren in Bezug auf ihre Barrierefreiheit (durch Zugänglichkeit, Schwellen,...), ihre individuelle Bedienbarkeit (z. B. durch schaltbaren Sonnenschutz), ihre Flexibilität beziehungsweise Anpassung an interne und externe Einwirkungen. Im besten Fall sollte die Gebäudetechnik auch mit ihr integriert sein.

In ihrer Konstruktion sind die Aufnahmen von Lasten und Bewegungen von ihr gefordert. Gleichzeitig sollten die Bauteilverbindungen beschädigungsfrei demontierbar und die Bauteile recyclebar sein. Während der Montage muss der Arbeitsschutz für die Bauarbeitenden gesichert sein.

Die letzte Anforderung ist die Wartung beziehungsweise Pflege der Fassade. Hierfür müssen die zu reinigenden Flächen gut und vor allem sicher erreichbar sein (von innen wie von außen). Gleichzeitig muss die Wartung und Instandhaltung der Fassade gewährleistet sein.

4.4. Ausblick

Wie bereits erwähnt ergeben sich durch das Fassaden Leasing weitreichende Vorteile für den Bau- und Planungsprozess. Im Hinblick auf die ständig steigenden Anforderungen an Gebäude sowie Anpassung an den Klimawandel ist es unumgänglich ein System zu entwickeln, welches eine Verbesserung der Fassade bei gleichzeitig möglichst einfacher Wartung vorsieht. Da das System noch weitestgehend unbekannt ist, wäre es von Vorteil, wenn sich größere Fassadenhersteller mit dem Thema beschäftigen würden um neue Entwicklungen in diesem Bereich zu fördern.

5. Umgestaltung des Showrooms

Der Showroom des Bürogebäudes ist mit einer auswechselbaren Fassade geplant. Dies hat zum einen das Ziel eines Wiedererkennungswerts des Fassadenherstellers und bietet die Möglichkeit je nach technischem Fortschritt seine Fassade anzupassen. So wie sich auch die Umgebung des Gebäudes verändert, könnte man mit der Fassade darauf reagieren.

Beim Showroom wird das Plug and Play-Prinzip verwendet. Der Begriff kommt aus dem Computerumfeld und beschreibt eigentlich „das Anstecken und direkt loslegen“. Bei der austauschbaren Fassade beschreibt es das einfache anstecken oder weglassen von Fassadenteilen.

Des Weiteren bietet das System des „Plug and Play“ den Vorteil, dass man eine Reihe an verschiedenen Bauteilen des Herstellers ausstellen könnte, sodass man als Kunde oder Planer direkt sehen könnte wie das Element in der gebauten Realität wirkt und auf verschiedene Wettereinflüsse reagiert.

Geplant ist außerdem, dass die vorherige Fassade entweder an Kunden geleast oder eben an einen Showroom desselben Herstellers an einem anderen Standort eingesetzt werden könnte. So würde der Fassadenhersteller (Showroom-Mieter) selbst ein Vorreiter des Fassaden-Leasings werden. Ebenso hat dies den Vorteil, dass man als Fassadenhersteller (Showroom-Mieter) selbst aus eigener Erfahrung wahrnimmt was für Schwierigkeiten oder ähnliches auftreten könnten.

6. Literaturverzeichnis

- Auer, T., Bilow, M., Klein, T. & Knaack, U. (2007). *Fassaden: Prinzipien der Konstruktion*. De Gruyter. <https://www.degruyter.com/isbn/9783764383190> <https://doi.org/10.1007/978-3-7643-8319-0>
- BauNetz. Elementfassaden | Fassade | Fassadenarten | Baunetz_Wissen. *BauNetz*. <https://www.baunetzwissen.de/fassade/fachwissen/fassadenarten/elementfassaden-154417>
- BauNetz. Komponenten- oder Integralfassaden | Fassade | Fassadenarten | Baunetz_Wissen. *BauNetz*. <https://www.baunetzwissen.de/fassade/fachwissen/fassadenarten/komponenten--oder-integralfassaden-1462985>
- BauNetz. Pfosten-Riegel-Fassade | Fassade | Fassadenarten | Baunetz_Wissen. *BauNetz*. <https://www.baunetzwissen.de/fassade/fachwissen/fassadenarten/pfosten-riegel-fassade-154415>
- BauNetz. Sonderform: Fassaden mit integrierter Photovoltaik | Fassade | Fassadenarten | Baunetz_Wissen. *BauNetz*. <https://www.baunetzwissen.de/fassade/fachwissen/fassadenarten/sonderform-fassaden-mit-integrierter-photovoltaik-3209789>
- BDI-Initiative "Energieeffiziente Gebäude" – Zum Thema. (2023, 28. Juni). <https://initiative-energieeffiziente-gebaeude.de/de/zum-thema>
- Cradle to Cradle. (2023, 28. Juni). <https://www.schueco.com/de/nachhaltigkeit/zertifizierungen/cradle-to-cradle>
- Energie-experten. (2023, 28. Juni). *Die Wärmeschutzverordnung von 1977 bis 2002*. Energie-experten; Energie Experten. <https://www.energie-experten.org/energie-sparen/energieberatung/gebaeudeenergiegesetz/waermeschutzverordnung>
- Forschung und Entwicklung. (2023, 28. Juni). <https://priedemann.net/de/services/facade-lab/forschung-und-entwicklung.html>
- Halfenschienen. (2023, 29. Juni). https://www.halfen.com/de_DE/produktbereiche/beton/verankerungstechnik/halfenschienen
- Hartwell, R., Macmillan, S. & Overend, M. (2021). Circular economy of façades: Real-world challenges and opportunities. *Resources*,

- Conservation and Recycling*, 175, 105827.
<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105827>
- Herzog, T. (2016.0). *Detail Atlas: Fassaden Atlas : Zweite?uberarbeitete und erweiterte Auflage? Grundlagen, Konzepte, Realisierungen? (2) (0002. Aufl.). Detail Atlas*. DETAIL. <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kxp/detail.action?docID=4787562>
- HOAI.de. (2022, 29. Juli). *HOAI Leistungsphasen: Bauphasen 1-9 auf HOAI.de*. <https://www.hoai.de/hoai/leistungsphasen/>
- IoF ID Digitale Identität Ihrer Schüco Elemente*. (2023, 29. Juni). https://docucenter.schueco.com/web/main/SinglePage-App.php?_=DCW_2021_11.1&fwd=true#1452689
- Leasing Fassade*. (2023, 28. Juni). <https://www.arc.ed.tum.de/en/klima/forschung/abgeschlossene-forschungsprojekte/leasing-fassade/>
- Das Leasing von Fassaden wird die Branche umkrempeln (20. Juni 2017). *GLASWELT*. <https://www.glaswelt.de/hefteinblick/hefteinblick-das-leasing-von-fassaden-wird-die-branche-umkrempeln>
- Moro, J. L. (2022). *Baukonstruktion - vom Prinzip zum Detail: Band 3 · Umsetzung* (3rd ed. 2022). Springer Berlin Heidelberg; Springer Vieweg. <http://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-epflicht-1981236>
- Ressourcenverbrauch im Bauwesen*. (2023, 28. Juni). <https://www.ressourcen-deutschland.de/themen/bauwesen/ressourcenverbrauch-im-bauwesen/>
- RVO.nl. (2023, 7. Juli). *Energieprestatie - BENG | RVO.nl*. <https://www.rvo.nl/onderwerpen/wetten-en-regels-gebouwen/beng>
- Scherer, R. & Faschingbauer, G. (2011). *Bauinformatik - Baupraxis Industrieforschungsprojekte in der Bau-IT: Tagungsband der 2. Fachkonferenz Bauinformatik - Baupraxis, 14. Oktober 2011, Dresden. Veranstaltungen des Instituts für Bauinformatik: Bd. 5*. Inst. für Bauinformatik.
- Seriell sanieren: schnell, günstig, hochwertig*. (2023, 28. Juni). <https://www.dena.de/themen-projekte/energieeffizienz/gebäude/bauen-und-sanieren/>
- TU Delft. (2023, 28. Juni). *Façade Leasing pilot project at TU Delft*. <https://www.tudelft.nl/bk/onderzoek/projecten/green-building-innovation/facade-leasing/facade-leasing-pilot-project-at-tu-delft>

- Umweltbundesamt. (2023a, 28. Juni). *Wie ist der Stand der energetischen Gebäudesanierung in Deutschland?* <https://www.umweltbundesamt.de/umweltatlas/bauen-wohnen/verursacher/energetischer-gebäudezustand/wie-ist-der-stand-der-energetischen>
- Umweltbundesamt. (2023b, 6. Juli). *Abfallaufkommen*. <https://www.umweltbundesamt.de/daten/ressourcen-abfall/abfallaufkommen#bau-abbruch-gewerbe-und-bergbauabfalle>
- Warum Ciskin*. (2023, 7. Juli). <https://circularfacadecompany.com/waarom-ciskin#waarom-ciskin>
- Was ist Energiesprung?* (2023, 28. Juni). <https://www.energiesprung.de/was-ist-energiesprung/>
- WICONA | Cradle to Cradle Certified*. (2023, 28. Juni). <https://www.wicona.com/de/de/nachhaltigkeit/Materialien/cradle-to-cradle-c2c-certified/>

7. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Energieeffizienz eines Gebäudes (https://initiative-energieeffiziente-gebaeude.de/thumbs/zum-thema/bdi-energieeffizienz-850x829.png) [abgerufen am 07.07.2023]	4
Abbildung 2 Cradle to Cradle-Prinzip (https://www.baunetzwissen.de/nachhaltig-bauen/fachwissen/baustoffe--teile/cradle-to-cradle-prinzip-748225) [abgerufen am 07.07.2023].....	5
Abbildung 3 Integrale Fassade nach TU Delft (https://www.climate-kic.org/success-stories/facade-leasing/) [abgerufen am 07.07.2023]	6
Abbildung 4 3D-Modell Showroom mit Pfosten-Riegel-Fassade (Michelle Dubs).....	10
Abbildung 5 Explosionszeichnung (Moro, 2022)	11
Abbildung 6 Explosionszeichnung Konstruktion Pfosten-Riegel-Fassade (Moro, 2022).....	12
Abbildung 7 Darstellung Deckenbefestigung (Moro, 2022)	12
Abbildung 8 Explosionszeichnung Elementfassade (Auer et al., 2007)	13
Abbildung 9 Explosionszeichnung (Auer et al., 2007).....	15
Abbildung 10 Kreislaufwirtschaft der Fassade (Michelle Dubs)	16
Abbildung 11 Konzept austauschbare Fassade (Michelle Dubs)	22
Abbildung 12 Vorteile des Fassaden-Leasings (Michelle Dubs)	25
Abbildung 13 Anforderungen an die Fassade (Auer et al., 2007)	27
Abbildung 14 E-Mailverkehr mit Fassadenhersteller, geschwärzt.....	33
Abbildung 15 Perspektive Showroom Nord-West-Ansicht (Michelle Dubs) ..	34
Abbildung 16 Perspektive Showroom Süd-West-Ansicht (Michelle Dubs)	35
Abbildung 17 Perspektive Showroom Süd-West-Ansicht (Michelle Dubs)	35
Abbildung 18 Perspektive Showroom West-Ansicht (Michelle Dubs).....	36
Abbildung 19 Plug and Play Konzept (Michelle Dubs)	36

II. Grafiken und Piktogramme



Abbildung 15 Perspektive Showroom Nord-West-Ansicht (Michelle Dubs)

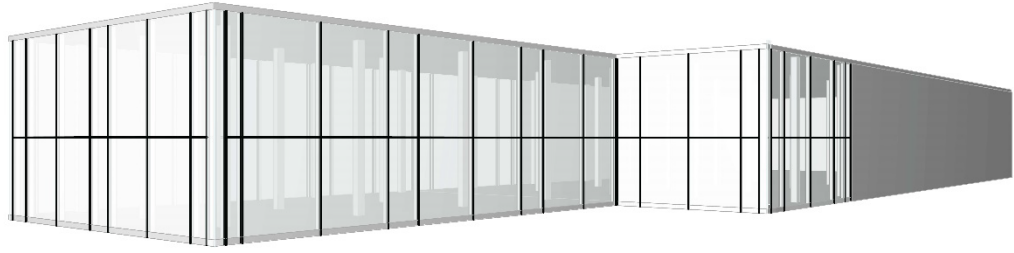


Abbildung 16 Perspektive Showroom Süd-West-Ansicht (Michelle Dubs)



Abbildung 17 Perspektive Showroom Süd-West-Ansicht (Michelle Dubs)



Abbildung 18 Perspektive Showroom West-Ansicht (Michelle Dubs)

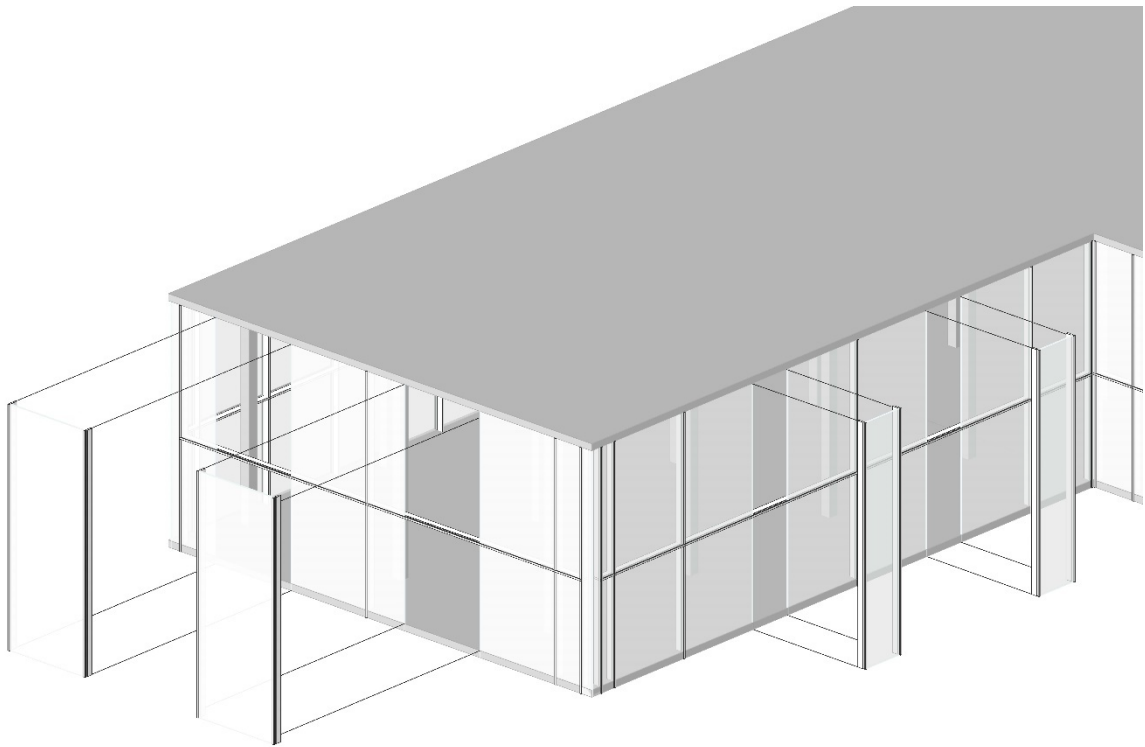


Abbildung 19 Plug and Play Konzept (Michelle Dubs)

III. Versicherung

Hiermit versichere ich, dass ich die Arbeit selbstständig verfasst, keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel verwendet und sämtliche Stellen, die anderen Druckwerken oder digitalisierten Werken im Wortlaut oder dem Sinn nach entnommen sind, in jedem einzelnen Fall unter Angabe der Quelle kenntlich gemacht habe. Die Versicherung gilt auch für verwendete Zeichnungen, Skizzen, Notenbeispiele sowie bildliche und sonstige Darstellungen.

Ort und Datum: Wächtersbach, 07.07.2023

Unterschrift: *Michelle Dubs*