



Graue Energie und Treibhausgasemissionen von wiederverwendeten Bauteilen

Methodik und Berechnung
in Varianten am Fallbeispiel
Gebäude K118 in Winterthur

Auftraggeberin

ZHAW, Institut für Konstruktives Entwerfen, Zürich

Finanzierung

Fachstelle Nachhaltiges Bauen, Michael Pöll, Stadt Zürich

Auftragnehmerin

preisig:pfäffli, Architekturbüro K. Pfäffli, Katrin Pfäffli, dipl. Architektin ETH/SIA, 8006 Zürich

INHALTSVERZEICHNIS

1	AUSGANGSLAGE	4
1.1	Aufgabe und Ziel	4
1.2	Beteiligte	4
2	METHODIK	5
2.1	Methodische Grundlagen	5
2.2	Methodische Erweiterung: Wiederverwendung	6
2.3	Bilanzierungsvarianten	8
3	FALLBEISPIEL	12
3.1	Beschrieb Umbau und Aufstockung K118	12
3.2	Einordnung des Fallbeispiels	14
4	BERECHNUNGEN IN VARIANTEN	15
4.1	Variante 1 – Teilamortisation	15
4.2	Variante 2 – Zusatzaufwand	17
4.3	Variante 3 – wie neu	21
4.4	Zusammenfassung der Ergebnisse	24
5	AUSWERTUNG UND INTERPRETATION	26
5.1	Interpretation der Ergebnisse	26
5.2	Diskussion der Methodik	27
5.3	Empfehlung mit Blick auf die Umsetzbarkeit	29
5.4	Ausblick	31
A1	Verweise und Quellen	32
A2	Resultatübersicht und Bauteile nach Variante 1	33
A3	Resultatübersicht und Bauteile nach Variante 2	41
A4	Resultatübersicht und Bauteile nach Variante 3	58

1 AUSGANGSLAGE

Die direkte Wiederverwendung von Bauteilen (Re-Use) für neue Bauten kann einen innovativen und potenten Beitrag zur Ressourcen- und Klimaschutz im Gebäudebereich leisten. Bauteile werden demnach vor Abbruch eines Gebäudes demontiert und – idealerweise ohne nennenswerte Aufbereitung – an einem anderen Gebäude wiederverwendet. Anstatt die Graue Energie und die Treibhausgasemissionen im Bereich Erstellung zu «vernichten», werden sie weiter im Kreislauf gehalten.

Im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens des Gebäudes K118 in Winterthur, das genau dies in exemplarischer Weise tut, stellt sich die Frage nach der Methodik zur Berechnung wiederverwendeter Bauteile im Bereich Erstellung.

Im Nachweisverfahren zum SIA-Effizienzpfad Energie SIA 2040 wurde für dieses Gebäude, mangels Vorgaben, eine behelfsmässige Methodik angewendet. Die Berechnung im Bereich Erstellung von wiederverwendeten Bauteilen ist weder im aktuell gültigen Merkblatt SIA 2032; 2010 noch im neuen Merkblatt SIA 2032, welches voraussichtlich im Frühjahr 2020 publiziert wird, definiert. In letzterem wird aber die Berechnung der Erstellung von Bestandesbauten erstmals methodisch aufgearbeitet. Aus dieser im Anhang F beschriebenen Methodik lassen sich Hinweise für die korrekte Bilanzierung von wiederverwendeten Bauteilen ableiten. Im Workshop «energetische Beurteilung K118» am 11. September 2019 an der ZHAW wurden unterschiedliche methodische Ansätze diskutiert. Es wurde der Wunsch geäussert, die effektiven Auswirkungen der methodischen Varianten zu quantifizieren.

1.1 Aufgabe und Ziel

Um die theoretische Diskussion auf konkrete, beispielhafte Daten zu stützen, wird mit dieser Studie eine Berechnung der Erstellung des Gebäudes K118 in drei Varianten vorgenommen: erstens unter Anrechnung der noch nicht amortisierten Grauen Energie proportional zu den Amortisationszeiten der wiederverwendeten Bauteile, zweitens eine Annäherung über die tatsächlichen Aufwendungen für Demontage, Transport und Montage der Bauteile und drittens als Bilanz mit Neuwerten, also ohne Berücksichtigung der Wiederverwertung der Bauteile.

Die methodische Auslegeordnung und die rechnerische Überprüfung am konkreten Fallbeispiel bilden im Umgang mit wiederverwendeten Bauteilen eine Diskussionsgrundlage. Die Quantifizierung erleichtert eine sachliche Einordnung der Konsequenzen methodischer Entscheide. Die am Beispiel illustrierte Auslegeordnung dürfte die zukünftige Diskussion über den Stellenwert der Strategie «Wiederverwendung» befeuern und im besten Fall zu einem Konsens über die methodische Berücksichtigung wiederverwendeter Bauteile in Grauenergie-Berechnungen verhelfen.

Die Resultate dieser Studie werden in die geplante Publikation «Zirkulär Bauen» (Arbeitstitel) der ZHAW einfließen und dort auch öffentlich publiziert. Lieferobjekt dieser Studie ist ein schriftlicher Bericht mit einer nachvollziehbar dargestellten Methodik, den Berechnungen und Empfehlungen.

1.2 Beteiligte

Das Projekt wurde durch Katrin Pfäffli bearbeitet (Mitarbeit SIA 2032, SIA 2040 und Nachweisprüferin im Projekt K118 im Auftrag der Energiefachstelle Winterthur). Insbesondere für die Dokumentation des Projektes K118 und spezifische Informationen zu Herkunft und Transport der Bauteile sowie zur Art und Weise der Demontage und Montage in diesem Fallbeispiel konnte auf das Wissen von Kerstin Müller und Marc Angst des beauftragten Architekturbüros, dem baubüro in situ abgestützt werden. Der behördliche Nachweis zum Gebäude K118 wurde von Harald Huth erarbeitet, er hat damit im Bereich wiederverwendeter Bauteile wertvolle bauphysikalische Grundlagenarbeit geleistet.

Begleitung und Ansprechperson für Fragen ist Michael Pöll, Fachstelle Nachhaltiges Bauen, Zürich. Auf Seiten ZHAW wird das Projekt begleitet durch Eva Stricker, Institut für Konstruktives Entwerfen.

2 METHODIK

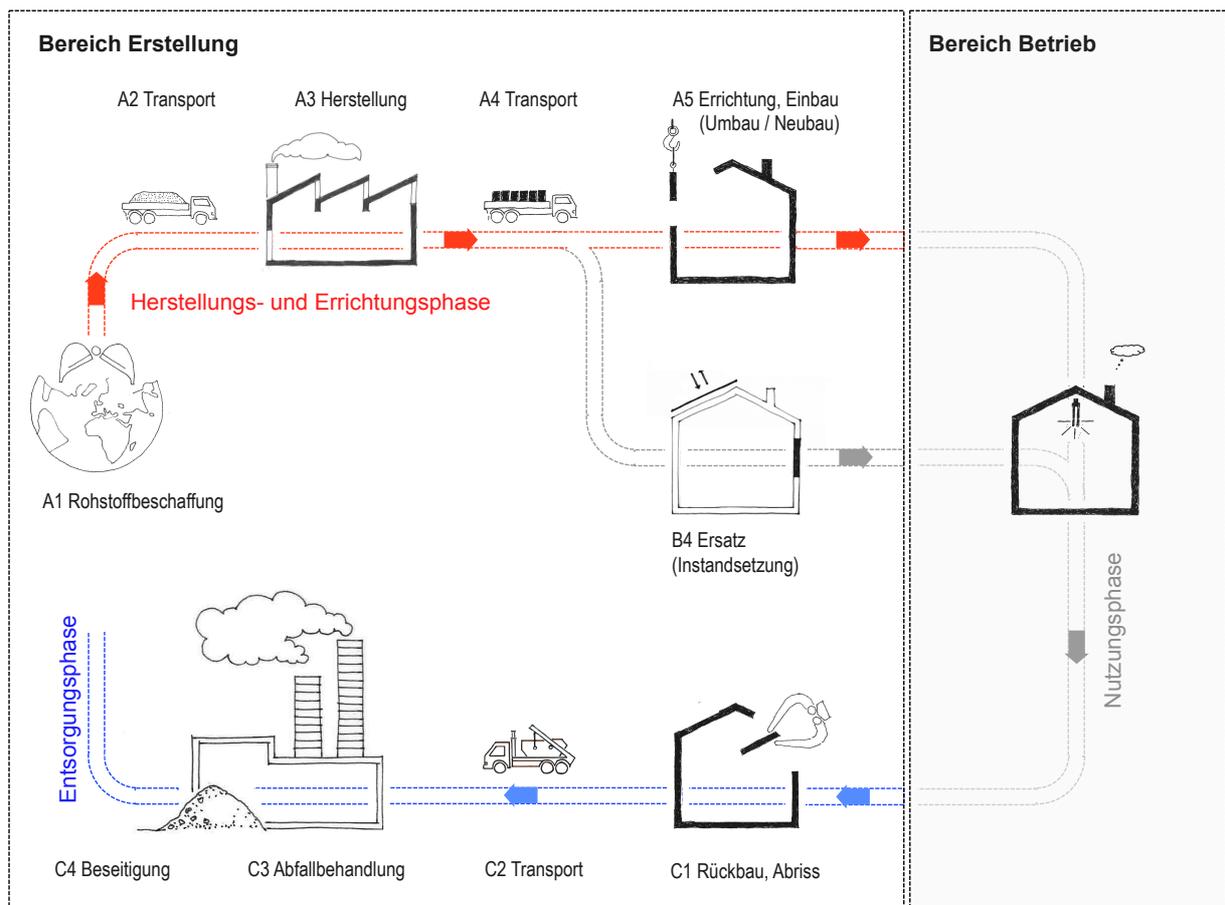
2.1 Methodische Grundlagen

Die Berechnungsgrundlage für die Ökobilanzierung von Gebäuden und Bauteilen ist in SIA 2032;2010 *Graue Energie von Gebäuden* [1] erstmals normativ definiert worden. Der Berechnungsgang wurde dabei ausschliesslich für Neu- und Umbauten festgelegt. Als Indikatoren stehen die Graue Energie (Primärenergie nicht erneuerbar) und die Treibhausgasemissionen (CO₂-Äquivalente) im Vordergrund.

Das revidierte Merkblatt SIA 2032;2020 erscheint unter dem Titel *Graue Energie – Ökobilanzierung für die Erstellung von Gebäuden* [2]. In dieser neuen Fassung wird auch die Berechnung von Bestandsbauten methodisch aufgearbeitet. Im Anhang F dieses im Frühjahr 2020 in Kraft tretenden Merkblatts wird die Berechnung dreier Werte definiert: Der «Restwert», der Wert bei «Werterhalt» und der «Wiederbeschaffungswert». Welcher dieser drei Werte wann angewendet werden soll, ist nicht festgelegt.

Die Ökobilanzierung von Bauteilen entspricht immer einer Lebenszyklusbetrachtung. Figur 1 im Merkblatt SIA 2032;2020 zeigt dies exemplarisch.

Figur 1: Lebenszyklus gemäss SIA 2032;2020



Die Systematik stützt sich dabei auf die Norm SN EN 15804 und übernimmt deren Phasenbezeichnungen.

Phasen nach SN EN 15804 und deren Berücksichtigung in SIA 2032 (aus SIA 2032;2020, Ziffer 2.1.3)

Phasen gemäss SN EN 15804	Herstellungsphase			Errichtungsphase		Nutzungsphase							Entsorgungsphase			
	Rohstoffbereitstellung	Transport	Herstellung	Transport	Errichtung, Einbau	Nutzung	Instandhaltung	Reparatur	Ersatz	Erneuerung	Betrieblicher Energieeinsatz	Betrieblicher Wassereinsatz	Rückbau, Abriss	Transport	Abfallbehandlung	Beseitigung
	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4
Bereich Erstellung gemäss SIA 2032	x	x	x	(x)	(x)				x				x	x	x	x

Die in der obenstehenden Darstellung in Klammer gesetzten (x) Umweltaufwendungen werden bei Neubauten, Umbauten und Bestandsbauten gemäss SIA 2032 in einer Berechnung in der Regel vernachlässigt (vgl. dazu auch Kapitel 2.1 bzw. Ziffer 3.4.2.1 aus SIA 2032;2020). Die gesamte Errichtungsphase entfällt demnach in der Bilanzierung nach SIA 2032 und zwar hauptsächlich deshalb, weil der Transport vom Schweizer Lager auf die Baustelle (A4 Transport) und die Aufwendungen auf der Baustelle selber (A5 Errichtung, Einbau) zu objektspezifisch sind, als dass sie in einem vergleichenden und vereinfachenden Berechnungsverfahren wie es SIA 2032 ist, berücksichtigt werden können.

2.2 Methodische Erweiterung: Wiederverwendung

In allen bisherigen Verfahren werden ausschliesslich neue Bauteile bilanziert. Also solche, die für den Einsatz in den Gebäuden hergestellt werden, in diesen Gebäuden bis zu deren Ersatz oder Rückbau verbleiben und anschliessend entsorgt oder rezykliert werden. Unseres Wissens bisher nirgends definiert ist die Methodik für die Berechnung wiederverwendeter Bauteile. Solche also, die bereits in einem Gebäude verbaut waren, dort demontiert werden, transportiert, allenfalls aufbereitet und an einem neuen Standort wieder neu montiert werden.

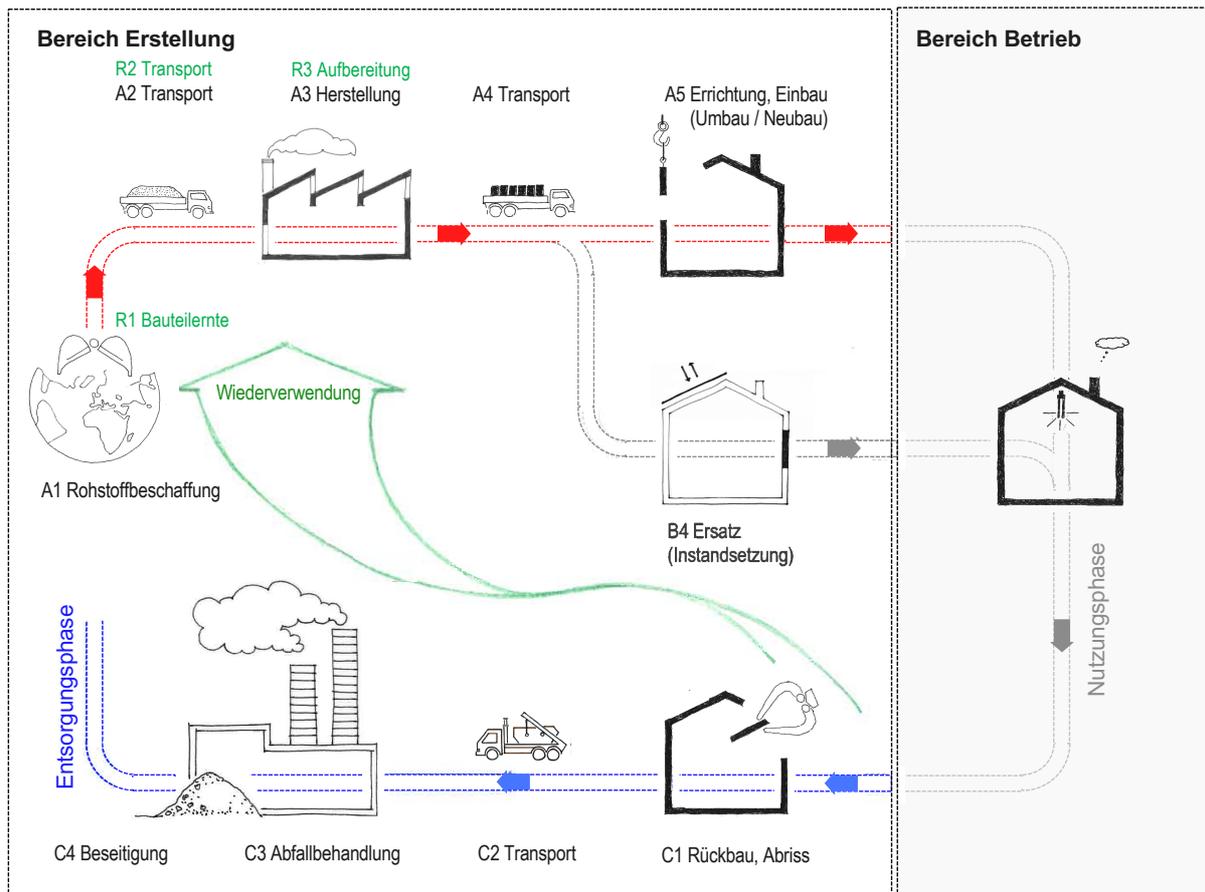
Die Wiederverwendung von Bauteilen hat dabei ein grosses Potenzial bei der dringend anstehenden Dekarbonisierung der Bauwirtschaft: Die Herstellung und Entsorgung von Bauteilen ist ressourcenintensiv und für einen grossen Teil der Treibhausgasemissionen verantwortlich. Wenn es gelingt, Bauteile und Baumaterialien im Kreislauf zu halten und damit länger zu nutzen, bringt uns das einen Schritt näher zur Umsetzung der dringend notwendigen Klimaziele.

Im in der Figur 1 dargestellten Lebenszyklus fehlt die Wiederverwendung. Sie wird hier grafisch ergänzt. Die Wiederverwendung von Bauteilen setzt in der Regel am Ende der Nutzungsphase und – im Gegensatz zum Recycling – vor dem Rückbau eines Gebäudes an. Idealerweise werden die so gewonnenen Bauteile direkt zu ihrem neuen Einsatzort geführt. In diesem Fall können die Emissionen und die Energieverbräuche der Schritte C1, C2, C3, C4, A1, A2 und A3 eingespart werden. Wenn die Bauteile zuerst in ein Zwischenlager geführt bzw. aufgefrischt, angepasst oder ergänzt werden müssen, können die Emissionen und Energieverbräuche aus der Entsorgungsphase, also die Schritte C1, C2, C3 und C4 ebenfalls eingespart werden. Sinngemäss entspricht in diesem Fall die Beschaffung der wiederzuverwendenden Bauteile und der für deren Aufbereitung notwendigen Materialien dem Schritt A1 Rohstoffbereitstellung, der Transport in ein Zwischenlager oder in eine Aufbereitungsstätte dem Schritt A2 Transport, die Aufbereitung, Anpassung, Ergänzung oder Auffrischung des Bauteils kann somit sinngemäss dem Schritt A3 Herstellung zugeordnet werden.

Diese Interpretation der Herstellungsphase ist in der europäischen Norm SN EN 15804 nicht vorgesehen. Sie ist deshalb bewusst als «sinngemäss» zu verstehen. Allenfalls müsste, um Klarheit zu schaffen eine andere Bezeichnung gefunden werden für die entsprechenden Teilphasen.

In der folgenden Figur werden zur Verdeutlichung die Teilschritte A1 bis A3 vorsichtig uminterpretiert und bewusst auch umbenannt: A1 Rohstoffbeschaffung wird im Zyklus der Wiederverwendung zu R1 Bauteilemte, A2 Transport zu R2 Transport (gemeint ist hier der Transport in ein Zwischenlager oder in eine Werkstatt) und A3 Herstellung wird zu R3 Aufbereitung.

Figur 2: Lebenszyklus gemäss SIA 2032;2020 ergänzt mit der Wiederverwendung



Methodisch und bilanztechnisch stellt sich die Frage nach der Allokation der Umweltauswirkungen: Trägt das wiederverwendete Bauteil die Umweltbelastungen aus der Herstellungs- und Errichtungsphase des ursprünglich neu produzierten Bauteils mit? Werden die Umweltauswirkungen aus der Entsorgungsphase dem ursprünglichen oder dem wiederverwendeten Bauteil zugeschrieben? Generiert die Wiederverwendung zusätzliche Umweltauswirkungen, welche bei der direkten Entsorgung nicht anfallen würden?

Entlang diesen Fragen ergeben sich die Bilanzierungsvarianten, welche im Folgenden auf ein Gebäude konkret angewendet werden und anhand der Ergebnisse diskutiert werden können.

2.3 Bilanzierungsvarianten

Grundsätzlich sind verschiedene Bilanzierungsmethoden denkbar. Noch ungeachtet Ihrer bilanzierungstechnischen Korrektheit sollen sie hier einander gegenübergestellt werden.

Variante 1: Teilamortisation / Restwert

In einer Bilanzierung nach SIA 2032 können Bauteile über einen bestimmten Zeitraum amortisiert werden. Um Vergleiche mit den Emissionen aus dem Betrieb anstellen zu können, werden diese sogenannten «Amortisationszeiten» nach SIA 2032 pro Bauteil fix festgelegt. Die Amortisationszeit orientiert sich an der Nutzungszeit, wie sie in Wirtschaftlichkeitsberechnungen gebräuchlich ist.

Bei der Berechnung eines Bestandsbaus oder wenn Bauteile vor Ablauf dieser Amortisationszeit ausgebaut werden, haben diese einen sogenannten «Restwert». Im Merkblatt SIA 2032;2020, Kapitel 1.1 wird der Restwert wie folgt definiert:

«Mit dem Restwert wird in diesem Merkblatt die zu einem bestimmten Zeitpunkt ermittelte Summe der noch nicht amortisierten Umweltauswirkungen im Bereich Erstellung bezeichnet. Sie entspricht dem Buchwert am Bilanzstichtag.»

Im Merkblatt SIA 2040 *SIA-Effizienzpfad Energie* [3], Ziffer 2.1.2.2 lässt sich in Zusammenhang mit vorzeitig umgebauten Gebäuden ebenfalls ein Hinweis finden über eine halbwegs handhabbare Methodik:

Figur 3: Ziffer 2.1.2.2 aus Merkblatt SIA 2040;2017:

2.1.2.2 Bei Umbauten werden die nicht erneuerbare Primärenergie und die entsprechenden Treibhausgasemissionen für die während des Umbaus über den Bilanzperimeter zugeführten Baustoffe, für die während des Betriebs über den Bilanzperimeter gelieferte und zurückgelieferte Energie und für die während des Betriebs durch die Benutzer der Bauteile ausgelöste Alltagsmobilität berechnet. **Für Bauten, die vor Ablauf von 30 Jahren nach Erstellung umfassend erneuert werden, müssen die noch nicht amortisierte Graue Energie und Treibhausgasemissionen der Erstellung (vereinfachend: lineare Amortisation des Richtwerts Erstellung über 30 Jahre) eingerechnet werden.**

Diese Methodik hat den Vorteil, dass sie sich vermeintlich pragmatisch umsetzen und sich mehr oder weniger auf Merkblatt SIA 2040 abstützen lässt. Wenn also der Restwert eines Bauteils wieder durch die Amortisationszeit des Bauteils geteilt wird (in der Annahme, dass das Bauteil an seinem neuen Einsatzort wieder über die gesamte Amortisationszeit im Einsatz steht), ergibt sich die erste mögliche Bilanzierungsmethode.

Anwendungsbeispiel Variante 1: Wird ein Fenster mit einer Amortisationszeit von 30 Jahren nach bereits 20 Jahren wieder ausgebaut (etwa im Rahmen eines Ersatzneubaus oder eines vorzeitigen Umbaus), so sind dessen Umweltauswirkungen erst zu 2/3 amortisiert. Der Restwert wird dem Bauteil angerechnet, wenn es in einem neuen Gebäude wiederverwendet wird.

Im Nachweisverfahren SIA 2040 zum exemplarischen Fallbeispiel des Kopfbaus K118 wurde dieses Verfahren angewendet. Der Entscheid dafür war ein pragmatischer und dem Umstand geschuldet, dass schnell eine Methodik gefunden werden musste, um die Baufreigabe dieses Umbauprojektes nicht zu verzögern.

Variante 2: nur Zusatzaufwand

Die zweite Methodik ist ökobilanztechnisch sicher naheliegender und entspricht auch intuitiv einem gangbaren Weg. Es werden nur zusätzliche Aufwendungen, die durch die Wiederverwendung im Vergleich zur direkten Entsorgung entstehen berücksichtigt.

Damit werden in der Variante 2 dem wiederverwendeten Bauteil keine «noch nicht amortisierten» Energieaufwände und Emissionen angelastet. In der Systematik stimmt dies mit den Definitionen bei «Umbau» überein. Auch dort werden nur die neu über den Bilanzperimeter gelieferten Bauteile angerechnet, nicht aber jene, die sich bereits innerhalb des Perimeters befinden. Dies gilt ungeachtet, ob diese bereits amortisiert sind, oder noch nicht amortisiert sind. Über den Lebenszyklus des Gebäudes werden dabei alle Bauteile immer mit einem 1:1-Ersatz eingerechnet, sobald deren Amortisationszeit abgelaufen ist.

Es werden dabei zwei Untervarianten gerechnet. Variante 2a berücksichtigt alle zusätzlichen Umweltauswirkungen von der Demontage über die Transporte, allfällige Auffrischungs- oder Anpassungsarbeiten bis hin zur erneuten Montage der Bauteile auf der Baustelle. Variante 2b berücksichtigt nur jene zusätzlichen Aufwendungen, die auch in einer ordentlichen Berechnung gemäss SIA 2032 bilanziert werden – Schritte die gemäss SIA 2032 vernachlässigt werden, werden auch hier vernachlässigt. Variante 2b eignet sich daher am Ehesten für einen Vergleich mit der Bilanzierung eines Gebäudes, das mit neuen und nicht wiederverwendeten Bauteilen berechnet wird.

Variante 2a geht davon aus, dass alle zusätzlichen Umweltauswirkungen angerechnet werden müssen, welche durch die Demontage, Transporte, Aufbereitung und Montage wiederverwendeter Bauteile anfallen.

Anwendungsbeispiel Variante 2a: Wird beispielsweise ein Fenster aus einem Objekt ausgebaut, in ein Zwischenlager transportiert, dort aufgefrischt und mit neuen Armaturen versehen und anschliessend auf eine Baustelle transportiert und dort eingebaut, so werden alle diese zusätzlichen Energieaufwände und die Emissionen für die Wiederverwendung vollständig bilanziert. Das ist bei besagtem Fenster die Demontage mit der Bohrmaschine, der Transport mit dem Lastwagen ins Zwischenlager, allfällige Aufwendungen für die Aufbereitung (z.B. Zuschneiden, neu Lackieren, Ergänzen) und schliesslich der Transport auf die Baustelle und die Montage des Bauteils am neuen Ort.

In Variante 2a der Berechnung des Fallbeispiels Kopfbau 118 werden die Zusatzaufwendungen für alle wiederverwendeten Bauteile effektiv gerechnet und zwar spezifisch für die an diesem Bau getroffenen Situationen. Für eine Etablierung dieser Berechnungsmethode müsste vermutlich eine gewisse Vereinfachung angestrebt werden.

Variante 2b reduziert die in Variante 2a berechneten Aufwendungen um jene Schritte, welche gemäss SIA 2032;2020 in der Regel vernachlässigt werden.

Figur 4: Vernachlässigungen bei einer Berechnung nach SIA 2032 (Ziffer 3.4.2 aus Merkblatt SIA 2032;2020):

3.4.2	Vernachlässigungen
3.4.2.1	<p>Für die Berechnungen nach diesem Merkblatt werden die folgenden Leistungen und Elemente in der Regel nicht mitbilanziert, obschon deren Umweltauswirkungen in Spezialfällen bedeutend sein können:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Gütertransporte vom Materiallager in der Schweiz auf die Baustelle.⁵ – Die Energie für den Gebrauch von Maschinen, die Beleuchtung, das Heizen, das Austrocknen von Räumen und das Auspumpen von Baugruben. – Verpackungen und Materialverschnitt.⁶ – Lineare Elemente am Rande von Bauteilen, wie Dachrinnen, Fensterzargen usw.

⁵ Die Materialtransporte des Unternehmers vom Lager zur Baustelle hängen sehr ausgeprägt von der Distanz zwischen Materiallager und Baustelle und von der Vergabepraxis der Bauherrschaft ab. Der Aufwand und die Distanz sind oft erst kurz vor oder erst während der Ausführungsphase bekannt. Eine Pauschalisierung ist nicht sinnvoll.

Vernachlässigt wird demnach der Transport vom Zwischenlager in der Schweiz auf die Baustelle (gemäss SN EN 15804: *A4 Transport*) und sämtliche Aufwendungen für den Einbau von Bauteilen auf der Baustelle selber (gemäss SN EN 15804: *A5 Errichtung*). Nicht explizit definiert ist der Umgang mit der Demontage der Bauteile am ursprünglichen Objekt. In sinngemässer Anwendung der Fussnote 5 in der zitierten Ziffer 3.4.2 werden in der Variante 2b die Aufwendungen für die Demontage gleichbehandelt wie jene für die Montage und damit vernachlässigt.

Anwendungsbeispiel Variante 2b: Wird beispielsweise ein Fenster aus einem Objekt ausgebaut, in ein Zwischenlager transportiert, dort aufgefrischt und anschliessend auf eine Baustelle transportiert und dort eingebaut, so wird der Transport der Bauteile in das Zwischenlager berechnet sowie alle Aufwendungen für die Aufbereitung des Bauteils (z.B. Zuschneiden, neu Lackieren, Ergänzen von Armaturen). Vernachlässigt werden dagegen die Aufwendungen für die Demontage, den Transport vom Zwischenlager auf die Baustelle und die Montage auf der Baustelle.

Die Bilanzierungsmethode in den Varianten 2a und 2b vereinfachen die Berechnung wiederverwendeter Bauteile insofern, als deren Alter keine Rolle spielt. Sie lässt sich dagegen nicht so einfach verallgemeinern, weil der Aufwand für die Demontage, die Transportdistanzen und die Transportmittel sowie der allfällige Aufwand für die Aufbereitung des Bauteils sehr spezifisch und situationsbedingt sind. Der Aufwand für die Demontage ist ganz massgeblich davon abhängig, wie und wo das Bauteil ursprünglich eingebaut wurde.

In Variante 2a fällt die Bilanz umso günstiger aus, je einfacher die Demontage und Montage ist, je kürzer die Transportdistanzen sind und je weniger das Bauteil nach Ausbau und vor Wiedereinbau aufbereitet oder ergänzt werden muss.

In Variante 2b spielt die Art der Demontage und Montage keine Rolle. Die Bilanz fällt umso günstiger aus, je kürzer die Transportdistanzen zwischen ursprünglichem Einsatzort und Zwischenlager sind und je weniger das Bauteil nach Ausbau und vor Wiedereinbau aufbereitet oder ergänzt werden muss.

Variante 3: Alles wie neu

Weniger als ernsthaft in Erwägung zu ziehende Variante sondern mehr um eine Grössenordnung der potenziellen Einsparungen der Wiederverwendung zu illustrieren, werden in der Variante 3 dieser Studie alle Bauteile ohne Berücksichtigung der Wiederverwendung oder Weiterverwendung voll eingerechnet, als ob sie für den Bau neu produziert worden wären. Unterschieden werden dabei zwei Untervarianten 3a und 3b.

Variante 3a: In Variante 3a werden alle Bauteile, welche über den Bilanzperimeter geliefert werden berechnet, ungeachtet ob sie bereits an einem anderen Ort im Einsatz waren oder nicht. Die Berechnung entspricht der etablierten Methodik bei Bilanzierung eines Neubaus oder Umbaus gemäss Merkblatt SIA 2032.

Variante 3b: Variante 3b geht noch einen Schritt weiter und rechnet neben den über den Bilanzperimeter gelieferten Bauteilen auch die Umweltauswirkungen all jener Bauteile vollständig ein, die vor Ort weiterverwendet werden und zwar ungeachtet, ob diese bereits amortisiert sind oder nicht.

Werden die Bauteile in einem Neubau wiederverwendet sind die Ergebnisse der Varianten 3a und 3b identisch. Werden Bauteile in einem Umbau wiederverwendet, können die «in situ» weiterverwendeten Bauteile einen namhaften Anteil an der Gesamtbilanz stellen. Bei einem klassischen Umbau, bei dem die Primärstruktur des Gebäudes weitgehend erhalten und wiederverwendet wird, halbieren sich die Umweltauswirkungen im Vergleich zu einem kompletten Neubau nahezu. Diese «Weiterverwendung von Bauteilen an Ort» ist die wohl wirksamste und effektivste Einsparung von Ressourcen und von Emissionen aus der Erstellung von Bauteilen.

In der Systematik entspricht Variante 3b einer Bilanzierung nach der Methodik «Wiederbeschaffungswert» gemäss SIA 2032;2020:

«Der Wiederbeschaffungswert eines Bestandsbaus bezeichnet in diesem Merkblatt die Umweltauswirkungen, welche anfallen würden, wenn er identisch neu gebaut würde.»

Anwendungsbeispiel Variante 3a: Das über den Bilanzperimeter gelieferte wiederverwendete Fenster wird mit den normalen Standardwerten nach KBOB-Ökobilanzdaten im Baubereich gerechnet, ungeachtet dessen, dass es bereits an einem anderen Ort im Einsatz war.

Anwendungsbeispiel Variante 3b: Neben den über den Bilanzperimeter gelieferten neuen und wiederverwendeten Fenstern werden auch die am bestehenden Gebäude weiterverwendeten Fenster eingerechnet als ob sie neu produziert worden wären.

Die Berechnungen des Fallbeispiels Kopfbau 118 mit den Varianten 3 erlauben Aussagen zu den potenziellen Einsparungen durch die **Wiederverwendung** oder allenfalls auch **Weiterverwendung** vor Ort von Bauteilen. Mit diesen Basisberechnungen lassen sich auch Aussagen machen über:

- prozentuale und absolute Einsparungen an Treibhausgasemissionen durch die Wiederverwendung im Vergleich zum Einsatz neuer Bauteile.
- prozentuale und absolute Anteile der Wiederverwendung am Total der im Gebäude verbauten Materialien. Es stellt sich dabei die Frage nach der Einheit: Im vorliegenden Fall wird mit Massenprozenten gerechnet.

3 FALLBEISPIEL

Als Fallbeispiel dient der Umbau und Aufstockung des Kopfbaus der Halle 118 auf dem Lagerplatz in Winterthur. An diesem Bau wird die Wiederverwendung von Bauteilen exemplarisch und in grosser Konsequenz durchexerziert. Die Bauherrschaft, die Stiftung Abendrot, hat diese Aufgabe dem baubüro in situ anvertraut. Da das Gebäude mehrfach publiziert wurde und weil zur Baufreigabe dieses Umbaus ein Nachweis nach SIA 2040 verlangt wurde, ist das Gebäude hervorragend dokumentiert.

Figur 5: Darstellung Kopfbau K118 mit Herkunft der wichtigsten wiederverwendeten Bauteile (baubüro in situ)



3.1 Beschrieb Umbau und Aufstockung K118

Folgender Text stammt zum grössten Teil aus dem Nachweis SIA 2040 und damit aus der Feder des Architekturbüros in situ, Kerstin Müller [4].

Ausgangslage

Die Stiftung Abendrot kaufte das «Areal Lagerplatz» im Jahr 2010 von der Sulzer Immobilien AG. In-nerst zirka 10 Jahren soll das ganze Areal energetisch saniert und die Bauten den gesetzlichen Normen entsprechend ertüchtigt werden.

Eine der letzten Aufgaben auf dem Lagerplatz ist der Ausbau/Aufstockung des Kopfbaues der Halle 118. Dieser soll beispielhaft und möglichst ausschliesslich aus wiederverwendeten Baumaterialien erstellt werden. Aufgrund seiner Erfahrung und seines Einsatzes in diesem Bereich wurde das baubüro in situ mit dieser Aufgabe betraut.

Baugeschichte

Der trapezförmige, nicht unterkellerte Kopfbau wurde nachträglich an die 1952 erstellte Halle 118 angebaut. Diese wurde mittlerweile saniert und von innen gedämmt. Eine Studie von RWP Architekten von 2013 schlägt anstelle des Kopfbaus einen achtgeschossigen Ersatzneubau mit einem Untergeschoss vor. Anstelle eines Abbruchs soll nun aber auch dieses Gebäude erhalten, saniert und aufgestockt werden.

Vorgesehene Nutzung

Im Erdgeschoss, Galeriegeschoss bis und mit 1. Obergeschoss ist eine Nutzung für Kleingewerbe oder eine industrielle Nutzung vorgesehen. Die Räume werden nur auf 18°C temperiert. Gemäss SIA 380/1 sind sie der Gebäudekategorie Industrie zugeordnet. Die drei neuen Geschosse (2. Obergeschoss bis und mit 4. Obergeschoss) sind für Ateliernutzungen vorgesehen und gemäss SIA 380/1 der Gebäudekategorie Verwaltung zugeordnet.

Gebäudestruktur / Konstruktion

Die bestehende, dreigeschossige Halle besteht aus einer Stahlrahmenkonstruktion mit einschaliger Backsteinausfachung. Die Raumhöhen im bestehenden Erdgeschoss ermöglichen die Erweiterung der Zwischenebene zu einem Galeriegeschoss, das 50% der Grundfläche des Erdgeschosses beträgt.

Die Aufstockung besteht aus einer eigenständigen, klaren Tragstruktur, welche auf die bestehende Struktur gestellt wird und drei zusätzliche Geschosse trägt. Die verwendete Tragstruktur stammt aus einem Abbruchprojekt des Lysbüchel Areales in Basel. Die beiden obersten Geschosse werden mit einem rechtwinkligen Grundriss ausgeführt und überragen den Bestandsbau an einer Ecke. Diese Überragung ist in der Form der wiederverwendeten Tragstruktur begründet. So kann diese in den horizontalen Ebenen ohne Kürzungen oder Anpassungen weitergenutzt werden.

Gesamthaft besteht der Kopfbau nach der Aufstockung aus 6 Geschossen. Er weist eine kompakte Gebäudeform auf, seine Gebäudehüllzahl A_{th}/A_E beträgt 1.15 gemäss Systemnachweis SIA 380/1.

Erschliessung

Der Kopfbau des Gebäudes 118 erhält eine aussen liegende Erschliessung in Form eines vorgestellten Treppenturms mit Laubengang. Auch dieser ist wiederverwendet. Das Erdgeschoss verfügt über innenliegende Treppen, die zur Galerie führen. Ein Aufzug verbindet alle Geschosse.

Materialisierung

Für die Aufstockung und die Sanierung des Bestandes werden weitestgehend wiederverwendete Bauteile und Materialien aus Rückbauten der näheren Umgebung verwendet. Im Vordergrund steht der direkte Einsatz des Materials in seiner ursprünglichen Qualität und Eigenschaft, das «Weiterverwenden». Ergänzend werden «materiali poveri», in grossen Mengen verfügbare wertlose Abfallstoffe aus der Bau- und Landwirtschaft, zum Einsatz kommen, wie z.B. Holz, Stroh und Lehm.

Gebäudetechnik

Der Kopfbau wird an die Fernwärme der Stadtwerke Winterthur angeschlossen. Im Erdgeschoss und im Galeriegeschosse gibt es eine Lüftungsanlage zur Grundlüftung. In den oberen Geschossen wird in den Bädern eine Abluftanlage über Dach eingebaut. Die Atelierräume werden über die Fenster gelüftet. Das Gebäude wird an das arealinterne Stromnetz angeschlossen, versorgt durch die Stadtwerke Winterthur. Auf dem Dach wird eine PV-Anlage platziert, auch diese ist wiederverwendet. Sie stammt aus Zürich und musste, obwohl voll funktionsfähig, nach 10 Jahren demontiert werden, weil der Dachnutzungsvertrag ablief. Der produzierte Strom der Anlage wird maximal im Eigenverbrauch genutzt, ein Speicher ist bis dato nicht vorgesehen.

3.2 Einordnung des Fallbeispiels

Der Kopfbau 118 in Winterthur ist nicht gerade ein typisches Gebäude, wie man es sich für ein exemplarisches Fallbeispiel wünschen würde.

Die alte, ungedämmte Industriehalle ist einerseits ein Umbau – wobei die Eingriffstiefe in den Bestand doch recht hoch ist – und andererseits handelt sich bei der Aufstockung um einen Neubau. Gemessen an den Geschossflächen überwiegt der Neubauteil mit rund 60% über den Umbauteil.

Der Neubau erfolgt mit einem Tragwerk aus Stahlträgern und Aussenwänden mit Strohballen – für den Neubau eines Bürogebäudes eine rare bis exotisch wirkende Materialisierung. Das Gebäude hat kein Untergeschoss – auch dies für Gewerbebauten aussergewöhnlich. Nahezu die gesamte resultierenden Geschossfläche ist gleichzeitig auch die Energiebezugsfläche (genau genommen 1'416 m² Energiebezugsfläche zu 1'456 m² Geschossfläche).

Trotzdem dürfte es kein Zufall sein, dass gerade dieses Gebäude mit dieser Nutzung als Pilotprojekt für die Wiederverwendung von Bauteilen gewählt wurde. Stahlbau eignet sich zur Wiederverwendung. Ausgediente Industrieareale haben grundsätzlich innovatives und kreatives Potenzial, auch in der Nutzung. Und bei der Umnutzung eines Bestandsbaus ist der Anspruch an die Finissage oft nicht ganz so perfektionistisch, wie bei Neubauten.

4 BERECHNUNGEN IN VARIANTEN

Für die Ökobilanzierung des Gebäudes K118 im Bereich Erstellung werden das Mengengerüst und die Konstruktionen weitgehend aus Nachweis SIA 2040 übernommen. In einer mehrstündigen Sitzung mit dem Co-Projektleiter des baubüro in situ, Marc Angst, wurden die wiederverwendeten Bauteile weiter spezifiziert, das Alter dokumentiert und für die Variante 2 die Art der Demontage, die Transportdistanzen und -mittel, ergänzende Massnahmen am Bauteil und die Art und Weise der Montage erhoben.

Um die Daten insbesondere für die Variante 1 manipulieren zu können, wurde nicht auf eine bestehende Bilanzierungs-Software zurückgegriffen, sondern die Berechnungen direkt aus den «Ökobilanzdaten im Baubereich», KBOB 2016 [5] abgeleitet. Vorlage dazu war das Dokument Vorprojektdaten SIA 2032;2020, das von Matthias Klingler, büro für umweltchemie, im Rahmen der Revision SIA 2032 erarbeitet wurde [6].

Die Berechnungen zeigen immer die Resultate pro Bauteil als auch die Resultate über das ganze Gebäude. Berechnungen in nicht erneuerbarer Primärenergie (Graue Energie) und in Treibhausgasemissionen, wobei letztere aufgrund der drängenden Klimaprobleme im Vordergrund stehen.

4.1 Variante 1 – Teilamortisation

Um für diese Variante die Teilamortisation berücksichtigen zu können wurde der übliche Berechnungsgang durch eine «prozentuale Abschreibung» der Umweltauswirkungen ergänzt:

Figur 6: Auszug aus der Berechnung Variante 1: wiederverwendete 5jährige Holzwerkstoffplatte

Zusammensetzung Bauteil	KBOB-ID	Bezug pro m ²	Amortisation [a]	davon verbleibend [%]	PE n.e. Her-PE n.e. Ent-stellung [kWh/a]	PE n.e. Ent-stellung [kWh/a]	THG Her-stellung [kg CO ₂ -eq./a]	THG Ent-sorgung [kg CO ₂ -eq./a]
Holzriemenlamellen 27mm [kg]	07.001	12.69	30	100%	1.24	0.02	0.17	0.05
Cellulosefasern 18cm [kg]	10.010	9.00	30	100%	0.28	0.03	0.06	0.01
OSB-Platte 24cm wiederverwendet 5-jährig	07.013	14.52	30	83%	1.09	0.02	0.20	0.05
					2.61	0.08	0.44	0.11

Der rot markierte Bauteil OSB-Platte ist wiederverwendet: Die Platte ist 5-jährig. Die Amortisationszeit dieses Bauteils (innere Bekleidung einer Aussenwand) beträgt 30 Jahre gemäss SIA 2032. Damit werden in der Bilanz 83% der Umweltauswirkungen diesem Bauteil zugerechnet $(30 - 5) / 30 = 83\%$

Figur 7: Auszug aus der Berechnung Variante 1: 30jähriges wiederverwendetes Fenster:

Zusammensetzung Bauteil	KBOB-ID	Bezug pro m ²	Amortisation [a]	davon verbleibend [%]	PE n.e. Her-PE n.e. Ent-stellung [kWh/a]	PE n.e. Ent-stellung [kWh/a]	THG Her-stellung [kg CO ₂ -eq./a]	THG Ent-sorgung [kg CO ₂ -eq./a]
Leichtmetallrahmen [m ² i.L.]	05.004	0.44	30	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
Isolierverglasung 2-fach, Ug-Wert 1.1 W/m ² K, Dicke 24 mm	05.001	1.56	30	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
Lamellenstoren [m ²]	05.017	1.00	30	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
					0.00	0.00	0.00	0.00

Wiederverwendete Bauteile, deren Amortisationszeit bereits abgelaufen ist, gehen damit mit 0% in die Bilanzierung ein. Das Beispiel zeigt ein 30jähriges wiederverwendetes Fenster: $(30 - 30) / 30 = 0\%$.

Die Resultate der Berechnung nach **Variante 1** sind im Detail im Anhang dokumentiert. Alle neu zugeführten Bauteile sind in schwarzer Schrift aufgeführt. Alle ex situ wiederverwendeten Bauteile sind zur schnellen Auffindbarkeit in **roter Schrift** aufgeführt. Alle in situ weiterverwendeten Bauteile werden mit **blauer Schrift** markiert.

Figur 8: Übersicht der Resultate Fallbeispiel K118, Bilanzierungsvariante 1 - Teilamortisation

Berechnung im Bereich Erstellung		VARIANTE 1: teilamortisierte Bauteile	Primärenergie nicht erneuerbar	Treibhausgasemissionen
Bezeichnung	Konstruktion		Erstellung pro Jahr [kWh/a]	Erstellung pro Jahr [kg/a]
Baugrube				
Aushub Bestand	Aushub maschinell, unberührter Bestand Bodenplatte		0.00	0.00
Aushub neu	Aushub maschinell im Bereich Fundamenttätzen		4.40	1.09
Bodenplatte, Fundament				
Bodenplatte Bestand	Beton 40 cm und Sauberkeitsschicht, unberührter Bestand		0.00	0.00
Verstärkung Fundamentplatte	Betontätzen zur Fundamentverstärkung		143.82	62.47
Schüttung unter Bodenplatte	Schüttung Misapor 30cm (unter 2/3 der Bodenplatte, neu betoniert)		179.29	15.94
neue Bodenplatte	Beton 30 cm und Sauberkeitsschicht (2/3 der Bodenplatte neu betoniert)		716.35	260.62
Aussenwand unter Terrain				
ungedämmt / gedämmt	keine Unterkellerung		0.00	0.00
Dach unter Terrain				
ungedämmt / gedämmt	kein Dach unter Terrain		0.00	0.00
Aussenwand über Terrain				
Backsteinwand Bestand	bestehende Backsteinwand		0.00	0.00
Holzelement mit Baustrohdammung	Holzrahmen, Baustroh 36cm, Lehmputz innen		1'873.11	385.78
Aussere Wandbekleidung über Terrain				
Innenwärmedämmung Typ 1	Auf Bestand: Zellulosefasern, OSB Platte 5 jährig		924.53	187.63
Innenwärmedämmung Typ 2	Auf Bestand: Zellulosefasern, nicht beplankt		0.00	0.00
Bekleidung Metall/Trapezblech hinterlüftet	Trapezblech Aluminium inkl. Unterkonstruktion und Windpapier 37jährig		810.08	170.15
äussere Bekleidung Auskragung	Zellulosefasern, Gipsfaserplatte auf Stahlunterkonstruktion		251.52	55.31
Fenster und Türen				
Fenster Bestand	bestehende Fenster im EG und 1.OG		0.00	0.00
Fenstertyp 1 neue Aufdoppelung auf Bestand	Auf Bestand: Innere Aufdoppelung Holzfenster mit 3-fach IV Verglasung		1'670.28	387.31
Fenstertyp 2 wiederverw. Aufdoppelung auf Bestand	Auf Bestand: Innere Aufdoppelung Holzfenster mit 2-fach IV Verglasung 7jährig		867.35	197.01
Fenstertyp 3 Kastenfenster doppelter Aufbau	Doppeltes Leichtmetallfenster mit 2-fach IV Verglasung 30 jährig		0.00	0.00
Fenstertyp 4 Ziegler	Kunststoff/Alu-Rahmen, 3-fach IV Verglasung 14 Jahre		405.36	86.61
Fenstertyp 5 Orion	Alurahmen, 3-fach IV Verglasung, 28 Jahre alt		194.50	44.95
Aussentüren 1	Eingangstüre in Alu mit 3-fach Verglasung, 2jährig		229.12	52.71
Aussentüren 2	Eingangstüre in Alu mit 3-fach Verglasung, 20jährig		151.23	34.79
Dach				
Holzelementdecke ausgedämmt	Holzelementdecke ausgedämmt mit Steinwolle 16cm		622.28	139.93
Dachhaut				
Flachdach gedämmt	Dachaufbau, CEMWOOD+EPS, Bituminöse Dampfbremse, Schutz-/Trennschicht		3'443.31	833.24
Innenwand				
Innenwände Bestand	bestehende Innenwände		0.00	0.00
IW 1: Kalksandsteinwand	KS 15cm		647.09	227.55
IW 1: Kalksandsteinwand mit Verkleidung	KS 15cm plus Natursteinplatte 30mm von Orion 28 jährig		325.21	94.54
IW 2: Betonwand tragend	Betonwand tragend 20cm ohne Putz		260.21	90.59
IW 3: Leichtbauwand	Leichtbauwand mit 3-Schichtplatten und Steinwolle 8cm		706.91	127.01
KIW: Konstruktiver Brandschutz: Träger ausbetoniert	Stahlträger ausbetoniert ohne Armierung und Schalung		229.41	113.05
Deckenkonstruktion				
ZWD 1: Zwischendecke Galeriegesschoss Bestand	Holzplatte auf Stahlträgern (Zwischengalerie)		0.00	0.00
ZWD 2: Bestand 1.OG	Betondecke auf Stahlträgern (ehemaliges Dach)		0.00	0.00
ZWD 3: neue Decken	Verbunddecken auf Stahlträgern mit Profiblech und Überbeton		3'605.04	952.06
Bodenbelag, Deckenbekleidung				
Bodenbelag zu ZWD 2	Parkett mit Trittschall auf Ausgleichsschicht		484.50	156.94
Bodenbelag zu ZWD 3	Parkett mit Trittschall auf Ausgleichsschicht		1'497.72	523.57
Balkon				
Balkon inkl. Absturzsicherung	Stahlterasse mit Laubengängen, Orion 28jährig		1'261.54	200.60
Elektroanlage				
Büro	Elektroanlage Büro		5'374.01	1'125.96
Solarstromanlage	Solarstromanlage Flachdach 18jährig, neue Unterkonstruktion		3'101.07	897.07
Wärmeanlage				
Wärmeerzeugung	Wärmeerzeuger 30 W/m2		483.98	108.54
Wärmeverteilung und -Abgabe Büro	Verteilung Büro, Heizkörper + Deckenstrahler 30jährig		1'543.29	359.74
Lufttechnische Anlage:				
Abluftanlage Küche und Bad	Abluftanlage Küche und Bad für Bürogesschosse oben		495.32	111.60
Lüftungsanlage Büro	Lüftungsanlage, Mittelwert spez. Luftmenge 2 und 4 m3/hm2 EBF, Gerät 5jährig		1'337.26	311.20
Wasseranlage				
Sanitäranlage Büro	Sanitäranlagen, Büro, einfach, inkl. Leitungen und Apparate 15jährig		783.99	179.78

ung in situ rot: Wiederverwendung ex situ schwarz: neue Bauteile

34'623.07	8'495.33
------------------	-----------------

Primärenergie nicht erneuerbar	Treibhausgasemissionen
Erstellung pro m2 u. Jahr [kWh/m2 a]	Erstellung pro m2 Jahr [kg/m2 a]

Werte pro Jahr bei einer Energiebezugsfläche von 1416 m2:

24.45	6.00
--------------	-------------

4.2 Variante 2 – Zusatzaufwand

Um für diese Variante den zusätzlichen Aufwand für die Demontage/Montage, den Transport und die Aufbereitung berücksichtigen zu können, wurde auf die Ökobilanzdaten im Baubereich [5], Arbeitsblätter Energie und Transporte zurückgegriffen.

Im Folgenden werden drei typische Situationen kommentiert. Es werden jeweils die beiden Untervarianten 2a und 2b dargestellt.

Figur 9a: Auszug aus der Berechnung Variante 2a einer wiederverwendeten 5jährigen Holzwerkstoffplatte

Zusammensetzung Bauteil	KBOB-ID	Bezug pro m ²	Amortisation [a]	davon verbleibend [%]	PE n.e. Herstellung [kWh/a]	PE n.e. Entsorgung [kWh/a]	THG Herstellung [kg CO ₂ -eq./a]	THG Entsorgung [kg CO ₂ -eq./a]
Holzriemenlamellen 27mm [kg]	07.001	12.69	30	100%	1.24	0.02	0.17	0.05
Cellulosefasern 18cm [kg]	10.010	9.00	30	100%	0.28	0.03	0.06	0.01
OSB-Platte: De-/Montage Bohrmaschine 1kW, 5min/m ²	45.020	0.08	30	100%	0.01	0.00	0.00	0.00
OSB-Platte: Transport LkW Winterthur-Winterthur <10km	62.017	0.15	30	100%	0.01	0.00	0.00	0.00
OSB-Platte: Zuschneiden mit Kreissäge 5kW, 5min/m ²	45.020	0.42	30	100%	0.04	0.00	0.00	0.00
					1.58	0.05	0.24	0.06

Figur 9b: Auszug aus der Berechnung Variante 2b einer wiederverwendeten 5jährigen Holzwerkstoffplatte

Zusammensetzung Bauteil	KBOB-ID	Bezug pro m ²	Amortisation [a]	davon verbleibend [%]	PE n.e. Herstellung [kWh/a]	PE n.e. Entsorgung [kWh/a]	THG Herstellung [kg CO ₂ -eq./a]	THG Entsorgung [kg CO ₂ -eq./a]
Holzriemenlamellen 27mm [kg]	07.001	12.69	30	100%	1.24	0.02	0.17	0.05
Cellulosefasern 18cm [kg]	10.010	9.00	30	100%	0.28	0.03	0.06	0.01
OSB-Platte: De-/Montage Bohrmaschine 1kW, 5min/m ²	45.020	0.08	30	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
OSB-Platte: Transport LkW direkt Winterthur-Winterthur <10km	62.017	0.15	30	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
OSB-Platte: Zuschneiden mit Kreissäge 5kW, 5min/m ²	45.020	0.42	30	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
					1.52	0.05	0.24	0.06

Variante 2a: Die raumhohen OSB-Platten waren mit Nut und Kamm gefügt und verschraubt. Die Demontage war einfach und konnte mit Hilfe eines Handbohrers erfolgen. Transportiert wurden die Holzwerkstoffplatten innerhalb Winterthurs über eine Distanz von weniger als 10 km mit Lastwagen. Auf der Baustelle werden die Platten zum Teil mit einer Handkreissäge zugeschnitten.

Die Daten für die Montage, Demontage und Anpassungen berechnen sich über die Leistung des Geräts, wobei ein Lastfaktor von 0.5 eingerechnet wurde und der geschätzten Einsatzdauer des Gerätes pro m² Bauteil.

In der Variante 2b entfällt die Demontage, Montage sowie der gesamte Transport, da die Platten direkt vom ursprünglichen Standort zur neuen Baustelle transportiert werden. In diesem Beispiel entfällt auch das Zuschneiden der Platten auf der Baustelle: Der Einsatz der Maschinen auf der Baustelle wird gemäss SIA 2032 vernachlässigt.

Figur 10a: Auszug aus der Berechnung Variante 2a eines 28jährigen wiederverwendeten Fensters

Zusammensetzung Bauteil	KBOB-ID	Bezug pro m ²	Amortisation [a]	davon verbleibend [%]	PE n.e. Herstellung [kWh/a]	PE n.e. Entsorgung [kWh/a]	THG Herstellung [kg CO ₂ -eq./a]	THG Entsorgung [kg CO ₂ -eq./a]
Fenster: Demontage und Montage 1kW, 10min/m ²	45.020	0.17	30	100%	0.01	0.00	0.00	0.00
Fenster: Transport Zürich Orion -Pratteln-Wint.169km	62.017	5.07	30	100%	0.41	0.00	0.09	0.00
keine Anpassungen	05.017	0.00	30	100%	0.00	0.00	0.00	0.00
					0.42	0.00	0.09	0.00

Figur 10b: Auszug aus der Berechnung Variante 2b eines 28jährigen wiederverwendeten Fensters

Zusammensetzung Bauteil	KBOB-ID	Bezug pro m ²	Amortisation [a]	davon verbleibend [%]	PE n.e. Herstellung [kWh/a]	PE n.e. Entsorgung [kWh/a]	THG Herstellung [kg CO ₂ -eq./a]	THG Entsorgung [kg CO ₂ -eq./a]
Fenster: Demontage und Montage 1kW, 10min/m ²	45.020	0.17	30	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
Fenster: Transport Zürich Orion -Pratteln 72 km	62.017	2.16	30	100%	0.17	0.00	0.04	0.00
keine Anpassungen	05.017	0.00	30	100%	0.00	0.00	0.00	0.00
					0.17	0.00	0.04	0.00

Variante 2a: Auch die 28jährigen Fenster aus dem Orion Gebäude in Zürich konnten mit Handgeräten demontiert werden. Diese Fenster mussten aber in Pratteln zwischengelagert werden, weil der Abbruch des Orion-Gebäudes fast zwei Jahre vor Baubeginn in Winterthur war. Der Transport ist entsprechend länger. Es mussten keine Anpassungen an den Fenstern gemacht werden.

In der Variante 2b entfällt der Aufwand für die Demontage und Montage der Bauteile sowie der Transport vom Zwischenlager in Pratteln nach Winterthur. Die berücksichtigten Transportdistanzen verringern sich deutlich.

Figur 11a: Auszug aus der Berechnung Variante 2a, neue Zwischendecke mit Stahlträger und Trapezblech

Zusammensetzung Bauteil	KBOB-ID	Bezug pro m ²	Amortisation [a]	davon verbleibend [%]	PE n.e. Her- stellung [kWh/a]	PE n.e. Ent- sorgung [kWh/a]	THG Her- stellung [kg CO ₂ -eq./a]	THG Ent- sorgung [kg CO ₂ -eq./a]
Hochbaubeton 11cm [kg]	01.002	253.00	60	100%	0.62	0.23	0.37	0.04
Trapezblech Stahl: Demontage/Montage Handbohr 1kW, 5min/m ²	45.020	0.08	60	100%	0.00	0.00	0.00	0.00
Trapezblech Stahl: Transport ZH-Pratteln-Winthi 169km	62.017	1.35	60	100%	0.05	0.00	0.01	0.00
Trapezblech Stahl: zuschneiden Handkreissäge, 5kW, 5min/m ²	45.020	0.42	60	100%	0.02	0.00	0.00	0.00
Stahlprofile verzinkt als Verbindung [kg]	06.012	2.20	60	100%	0.13	0.00	0.03	0.00
Stahl-Träger 45cm: Demontage/Montage mit Pneukran	61.002	5.68	60	100%	0.12	0.00	0.03	0.00
Stahl-Träger 45cm: Transport Basel-Pratteln-Winthi 107km	62.010	7.39	60	100%	0.06	0.00	0.01	0.00
Stahl-Träger 45cm: Anpassungen/Schneiden, tot 4 Schnitte	61.001	0.04	60	100%	0.00	0.00	0.00	0.00
					1.01	0.23	0.46	0.04

Figur 11b: Auszug aus der Berechnung Variante 2b, neue Zwischendecke mit Stahlträger und Trapezblech

Zusammensetzung Bauteil	KBOB-ID	Bezug pro m ²	Amortisation [a]	davon verbleibend [%]	PE n.e. Her- stellung [kWh/a]	PE n.e. Ent- sorgung [kWh/a]	THG Her- stellung [kg CO ₂ -eq./a]	THG Ent- sorgung [kg CO ₂ -eq./a]
Hochbaubeton 11cm [kg]	01.002	253.00	60	100%	0.62	0.23	0.37	0.04
Trapezblech Stahl: Demontage/Montage Handbohr 1kW, 5min/m ²	45.020	0.08	60	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
Trapezblech Stahl: Transport ZH-Pratteln 72 km	62.017	0.58	60	100%	0.02	0.00	0.00	0.00
Trapezblech Stahl: zuschneiden Handkreissäge, 5kW, 5min/m ²	45.020	0.42	60	100%	0.02	0.00	0.00	0.00
Stahlprofile verzinkt als Verbindung [kg]	06.012	2.20	60	100%	0.13	0.00	0.03	0.00
Stahl-Träger 45cm: Demontage/Montage mit Pneukran	61.002	5.68	60	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
Stahl-Träger 45cm: Transport Basel-Pratteln 15 km	62.010	1.06	60	100%	0.01	0.00	0.00	0.00
Stahl-Träger 45cm: Anpassungen/Schneiden, tot 4 Schnitte	61.001	0.04	60	100%	0.00	0.00	0.00	0.00
					0.80	0.23	0.41	0.04

Variante 2a: Die Stahlträger kommen aus Basel. Die Demontage und Montage wird mit einem mobilen, dieselbetriebenen Pneukran durchgeführt. Auch hier ist ein Zwischenhalt in Pratteln nötig. Für die Baustelle in Winterthur werden die Stahlträger mit sehr wenigen, präzisen Schnitten angepasst. Auch die Anpassungen an den Trapezblechen in Stahl sind minim.

In der Variante 2b entfällt der Aufwand für die Demontage und Montage auf den Baustellen sowie der Transport vom Zwischenlager in Pratteln nach Winterthur sowohl für die IPE-Stahlprofile als auch für die Trapezbleche.

Die Resultate der Berechnung nach **Variante 2a** sind im Detail im Anhang dokumentiert. Alle neu zugeführten Bauteile sind in schwarzer Schrift aufgeführt. Alle ex situ wiederverwendeten Bauteile sind zur schnellen Auffindbarkeit in **roter Schrift** aufgeführt. Alle in situ weiterverwendeten Bauteile werden mit **blauer Schrift** markiert.

Figur 12: Übersicht der Resultate Fallbeispiel K118, Bilanzierungsvariante 2a – nur Zusatzaufwendungen

Berechnung im Bereich Erstellung	VARIANTE 2a: nur Zusatzaufwendungen	Primärenergie nicht erneuerbar	Treibhausgas-emissionen
Bezeichnung	Konstruktion	Erstellung pro Jahr [kWh/a]	Erstellung pro Jahr [kg/a]
Baugrube			
Aushub Bestand	Aushub maschinell, unberührter Bestand Bodenplatte	0.00	0.00
Aushub neu	Aushub maschinell im Bereich Fundamenttätzen	4.40	1.09
Bodenplatte, Fundament			
Bodenplatte Bestand	Beton 40 cm und Sauberkeitsschicht, unberührter Bestand	0.00	0.00
Verstärkung Fundamentplatte	Betonätzen zur Fundamentverstärkung	143.82	62.47
Schüttung unter Bodenplatte	Schüttung Misapor 30cm (unter 2/3 der Bodenplatte, neu betoniert)	179.29	15.94
neue Bodenplatte	Beton 30 cm und Sauberkeitsschicht (2/3 der Bodenplatte neu betoniert)	716.35	260.62
Aussenwand unter Terrain			
ungedämmt / gedämmt	keine Unterkellerung	0.00	0.00
Dach unter Terrain			
ungedämmt / gedämmt	kein Dach unter Terrain	0.00	0.00
Aussenwand über Terrain			
Backsteinwand Bestand	bestehende Backsteinwand	0.00	0.00
Holzelement mit Baustrohdammlung	Holzrahmen, Baustroh 36cm, Lehmputz innen	1'873.11	385.78
Aussere Wandbekleidung über Terrain			
Innenwärmedämmung Typ 1	Auf Bestand: Zellulosefasern, OSB Platte 5 jährig	560.17	103.95
Innenwärmedämmung Typ 2	Auf Bestand: Zellulosefasern, nicht beplankt	0.00	0.00
Bekleidung Metall/Trapezblech hinterlüftet	Trapezblech Aluminium inkl. Unterkonstruktion und Windpapier 37jährig	607.45	124.18
äussere Bekleidung Auskrugung	Zellulosefasern, Gipsfaserplatte auf Stahlunterkonstruktion	130.93	29.94
Fenster und Türen			
Fenster Bestand	bestehende Fenster im EG und 1.OG	0.00	0.00
Fenster Typ 1 neue Aufdoppelung auf Bestand	Auf Bestand: Innere Aufdoppelung Holzfenster mit 3-fach IV Verglasung	1'670.28	387.31
Fenster Typ 2 wiederverw. Aufdoppelung auf Bestand	Auf Bestand: Innere Aufdoppelung Holzfenster mit 2-fach IV Verglasung 7jährig	584.16	129.66
Fenster Typ 3 Kastenfenster doppelter Aufbau	Doppeltes Leichtmetallfenster mit 2-fach IV Verglasung 30 jährig	0.09	0.59
Fenster Typ 4 Ziegler	Kunststoff/Alu-Rahmen, 3-fach IV Verglasung 14 Jahre	21.45	4.53
Fenster Typ 5 Orion	Alurahmen, 3-fach IV Verglasung, 28 Jahre alt	44.86	9.42
Ausstüren 1	Eingangstüre in Alu mit 3-fach Verglasung, 2jährig	7.88	1.68
Ausstüren 2	Eingangstüre in Alu mit 3-fach Verglasung, 20jährig	21.23	4.55
Dach			
Holzelementdecke ausgedämmt	Holzelementdecke ausgedämmt mit Steinwolle 16cm	159.87	31.79
Dachhaut			
Flachdach gedämmt	Dachaufbau, CEMWOOD+EPS, Bituminöse Dampfbremse, Schutz-/Trennschicht	2'447.04	576.76
Innenwand			
Innenwände Bestand	bestehende Innenwände	0.00	0.00
IW 1: Kalksandsteinwand	KS 15cm	647.09	227.55
IW 1: Kalksandsteinwand mit Verkleidung	KS 15cm plus Natursteinplatte 30mm von Orion 28 jährig	342.53	104.13
IW 2: Betonwand tragend	Betonwand tragend 20cm ohne Putz	260.21	90.59
IW 3: Leichtbauwand	Leichtbauwand mit 3-Schichtplatten und Steinwolle 8cm	151.98	32.93
KIW: Konstruktiver Brandschutz: Träger ausbetoniert	Stahlträger ausbetoniert ohne Armierung und Schalung	229.41	113.05
Deckenkonstruktion			
ZWD 1: Zwischendecke Galeriegeschoss Bestand	Holzplatte auf Stahlträgern (Zwischengalerie)	0.00	0.00
ZWD 2: Bestand 1.OG	Betondecke auf Stahlträgern (ehemaliges Dach)	0.00	0.00
ZWD 3: neue Decken	Verbunddecken auf Stahlträgern mit Profilblech und Überbeton	932.27	379.12
Bodenbelag, Deckenbekleidung			
Bodenbelag zu ZWD 2	Parkett mit Trittschall auf Ausgleichsschicht	490.31	157.64
Bodenbelag zu ZWD 3	Parkett mit Trittschall auf Ausgleichsschicht	1'517.09	525.89
Balkon			
Balkon inkl. Absturzsicherung	Stahlterasse mit Laubengängen, Orion 28jährig	1'289.17	302.44
Elektroanlage			
Büro	Elektroanlage Büro	5'374.01	1'125.96
Solarstromanlage	Solarstromanlage Flachdach 18jährig	99.13	20.96
Wärmeanlage			
Wärmeerzeugung	Wärmeerzeuger 30 W/m2	483.98	108.54
Wärmeverteilung und -Abgabe Büro	Verteilung Büro, Heizkörper + Deckenstrahler 30jährig	1'555.00	362.63
Lufttechnische Anlage:			
Abluftanlage Küche und Bad	Abluftanlage Küche und Bad für Bürogeschosse oben	495.32	111.60
Lüftungsanlage Büro	Lüftungsanlage, Mittelwert spez. Luftmenge 2 und 4 m3/hm2 EBF.Gerät 5jährig	1'130.08	260.29
Wasseranlage			
Sanitäranlage Büro	Sanitäranlagen, Büro, einfach, inkl.Leitungen und Apparate 15jährig	732.03	161.48

lung in situ rot: Wiederverwendung ex situ schwarz: neue Bauteile

	24'901.99	6'215.05
Primärenergie nicht erneuerbar		
Erstellung pro m2 u. Jahr [kWh/m2 a]		
	17.58	4.39

Werte pro Jahr bei einer Energiebezugsfläche von 1416 m2:

Die Resultate der Berechnung nach **Variante 2b** sind nur als Übersichtsblatt im Anhang dokumentiert. Alle neu zugeführten Bauteile sind in schwarzer Schrift aufgeführt. Alle ex situ wiederverwendeten Bauteile sind zur schnellen Auffindbarkeit in **roter Schrift** aufgeführt. Alle in situ weiterverwendeten Bauteile werden mit **blauer Schrift** markiert.

Figur 13: Übersicht der Resultate Fallbeispiel K118, Bilanzierungsvariante 2b – nur Zusatzaufwendungen und mit Vernachlässigungen gemäss SIA 2032

Berechnung im Bereich Erstellung		VARIANTE 2b: nur Zusatzaufwendungen und mit Vernachlässigungen gemäss SIA 2032	Primärenergie nicht erneuerbar	Treibhausgasemissionen
Bezeichnung	Konstruktion	Erstellung pro Jahr [kWh/a]	Erstellung pro Jahr [kg/a]	
Baugrube				
Aushub Bestand	Aushub maschinell, unberührter Bestand Bodenplatte	0.00	0.00	
Aushub neu	Aushub maschinell im Bereich Fundamenttätzen	4.40	1.09	
Bodenplatte, Fundament				
Bodenplatte Bestand	Beton 40 cm und Sauberkeitsschicht, unberührter Bestand	0.00	0.00	
Verstärkung Fundamentplatte	Betontätzen zur Fundamentverstärkung	143.82	62.47	
Schüttung unter Bodenplatte	Schüttung Misapor 30cm (unter 2/3 der Bodenplatte, neu betoniert)	179.29	15.94	
neue Bodenplatte	Beton 30 cm und Sauberkeitsschicht (2/3 der Bodenplatte neu betoniert)	716.35	260.62	
Aussenwand unter Terrain				
ungedämmt / gedämmt	keine Unterkellerung	0.00	0.00	
Dach unter Terrain				
ungedämmt / gedämmt	kein Dach unter Terrain	0.00	0.00	
Aussenwand über Terrain				
Backsteinwand Bestand	bestehende Backsteinwand	0.00	0.00	
Holzelement mit Baustrohdaemmung	Holzrahmen, Baustroh 36cm, Lehmputz innen	1'873.11	385.78	
Aussere Wandbekleidung über Terrain				
Innenwärmedämmung Typ 1	Auf Bestand: Zellulosefasern, OSB Platte 5 jährig	541.74	102.50	
Innenwärmedämmung Typ 2	Auf Bestand: Zellulosefasern, nicht beplankt	0.00	0.00	
Bekleidung Metall/Trapezblech hinterlüftet	Trapezblech Aluminium inkl. Unterkonstruktion und Windpapier 37jährig	584.22	119.77	
äussere Bekleidung Auskragung	Zellulosefasern, Gipsfaserplatte auf Stahlunterkonstruktion	123.40	28.13	
Fenster und Türen				
Fenster Bestand	bestehende Fenster im EG und 1.OG	0.00	0.00	
Fenster Typ 1 neue Aufdoppelung auf Bestand	Auf Bestand: Innere Aufdoppelung Holzfenster mit 3-fach IV Verglasung	1'670.28	387.31	
Fenster Typ 2 wiederverw. Aufdoppelung auf Bestand	Auf Bestand: Innere Aufdoppelung Holzfenster mit 2-fach IV Verglasung 7jährig	579.40	128.76	
Fenster Typ 3 Kastenfenster doppelter Aufbau	Doppeltes Leichtmetallfenster mit 2-fach IV Verglasung 30 jährig	0.00	0.00	
Fenster Typ 4 Ziegler	Kunststoff/Alu-Rahmen, 3-fach IV Verglasung 14 Jahre	10.68	2.31	
Fenster Typ 5 Orion	Alurahmen, 3-fach IV Verglasung, 28 Jahre alt	18.47	3.99	
Aussentüren 1	Eingangstüre in Alu mit 3-fach Verglasung, 2jährig	3.98	0.86	
Aussentüren 2	Eingangstüre in Alu mit 3-fach Verglasung, 20jährig	13.46	2.90	
Dach				
Holzelementdecke ausgedämmt	Holzelementdecke ausgedämmt mit Steinwolle 16cm	88.11	18.11	
Dachhaut				
Flachdach gedämmt	Dachaufbau, CEMWOOD+EPS, Bituminöse Dampfbremse, Schutz-/Trennschicht	2'434.59	574.07	
Innenwand				
Innenwände Bestand	bestehende Innenwände	0.00	0.00	
IW 1: Kalksandsteinwand	KS 15cm	647.09	227.55	
IW 1: Kalksandsteinwand mit Verkleidung	KS 15cm plus Natursteinplatte 30mm von Orion 28 jährig	300.62	95.82	
IW 2: Betonwand tragend	Betonwand tragend 20cm ohne Putz	260.21	90.59	
IW 3: Leichtbauwand	Leichtbauwand mit 3-Schichtplatten und Steinwolle 8cm	70.50	15.80	
KIW: Konstruktiver Brandschutz: Träger ausbetoniert	Stahlträger ausbetoniert ohne Armierung und Schalung	229.41	113.05	
Deckenkonstruktion				
ZWD 1: Zwischendecke Galeriegesschoss Bestand	Holzplatte auf Stahlträgern (Zwischengalerie)	0.00	0.00	
ZWD 2: Bestand 1.OG	Betondecke auf Stahlträgern (ehemaliges Dach)	0.00	0.00	
ZWD 3: neue Decken	Verbunddecken auf Stahlträgern mit Profiblech und Überbeton	776.66	342.94	
Bodenbelag, Deckenbekleidung				
Bodenbelag zu ZWD 2	Parkett mit Trittschall auf Ausgleichsschicht	484.50	156.94	
Bodenbelag zu ZWD 3	Parkett mit Trittschall auf Ausgleichsschicht	1'497.72	523.57	
Balkon				
Balkon inkl. Absturzsicherung	Stahlterasse mit Laubengängen, Orion 28jährig	250.96	54.17	
Elektroanlage				
Büro	Elektroanlage Büro	5'374.01	1'125.96	
Solarstromanlage	Solarstromanlage Flachdach 18jährig	10.47	2.34	
Wärmeanlage				
Wärmeerzeugung	Wärmeerzeuger 30 W/m2	483.98	108.54	
Wärmeverteilung und -Abgabe Büro	Verteilung Büro, Heizkörper + Deckenstrahler 30jährig	1'543.29	359.74	
Lufttechnische Anlage:				
Abluftanlage Küche und Bad	Abluftanlage Küche und Bad für Bürogesschosse oben	495.32	111.60	
Lüftungsanlage Büro	Lüftungsanlage, Mittelwert spez. Luftmenge 2 und 4 m3/hm2 EBF, Gerät 5jährig	1'068.99	248.70	
Wasseranlage				
Sanitäranlage Büro	Sanitäranlagen, Büro, einfach, inkl. Leitungen und Apparate 15jährig	645.64	148.05	

Jung in situ rot: Wiederverwendung ex situ schwarz: neue Bauteile

23'124.65 5'819.98

Primärenergie nicht erneuerbar	Treibhausgasemissionen
Erstellung pro m2 u. Jahr [kWh/m2 a]	Erstellung pro m2 Jahr [kg/m2 a]
16.33	4.11

Werte pro Jahr bei einer Energiebezugsfläche von 1416 m2:

4.3 Variante 3 – wie neu

Beispiele Variante 3a – alle neu zugeführten Bauteile wie neu

Die in Variante 1 nach Alter reduzierten Prozentzahlen aller wiederverwendeten Bauteile werden auf 100% gesetzt. Damit werden alle neu zugeführten Bauteile – ungeachtet ihres Alters – vollständig eingerechnet. Bauteile, welche vor Ort weiterverwendet werden, sind in Variante 3a nicht eingerechnet, weil sie nicht über den Bilanzperimeter geliefert werden.

Diese Berechnung entspricht der üblichen Bilanzierung eines Umbaus nach SIA 2040.

Figur 13: Auszug aus der Berechnung Variante 3a,b einer wiederverwendeten 5jährigen Holzwerkstoffplatte

Zusammensetzung Bauteil	KBOB-ID	Bezug pro m ²	Amortisation [a]	davon verbleibend [%]	PE n.e. Herstellung [kWh/a]	PE n.e. Entsorgung [kWh/a]	THG Herstellung [kg CO ₂ -eq./a]	THG Entsorgung [kg CO ₂ -eq./a]
Holzriemenlamellen 27mm [kg]	07.001	12.69	30	100%	1.24	0.02	0.17	0.05
Cellulosefasern 18cm [kg]	10.010	9.00	30	100%	0.28	0.03	0.06	0.01
OSB-Platte 24cm wiederverwendet 5-jährig	07.013	14.52	30	100%	1.31	0.03	0.24	0.06
					2.83	0.08	0.47	0.12

Figur 14: Auszug aus der Berechnung Variante 3a,b eines 28jährigen wiederverwendeten Fensters

Zusammensetzung Bauteil	KBOB-ID	Bezug pro m ²	Amortisation [a]	davon verbleibend [%]	PE n.e. Herstellung [kWh/a]	PE n.e. Entsorgung [kWh/a]	THG Herstellung [kg CO ₂ -eq./a]	THG Entsorgung [kg CO ₂ -eq./a]
Leichtmetallrahmen [m ² i.L.]	05.004	0.22	30	100%	11.73	0.03	2.39	0.26
Isolierverglasung 3-fach, Ug-Wert 0.6 W/m ² K, Dicke 40 mm [m ²]	05.012	0.78	30	100%	6.73	0.05	1.58	0.16
Lamellenstoren [m ²]	05.017	1.00	30	100%	8.73	0.01	1.88	0.04
					27.20	0.09	5.85	0.46

Beispiel Variante 3b – alle neu zugeführten und wiederverwendeten Bauteile wie neu

In der Variante 3b werden zusätzlich auch alle bereits vor Ort befindlichen Bauteile eingerechnet, als ob sie neu über den Bilanzperimeter zugeführt würden. Damit werden auch die blau markierten, weiterverwendeten Bauteile eingerechnet und auf 100% gesetzt – in allen bisherigen Varianten waren diese Bauteile nicht eingerechnet (0% eingesetzt)

Diese Berechnung entspricht einer Berechnung eines Neubaus nach SIA 2040. Es entspricht auch einer Berechnung nach dem Prinzip «Wiederbeschaffungswert» gemäss SIA 2032;2020.

Figur 15: Auszug aus der Berechnung Variante 3b – Einrechnung der bestehenden Aussenwandkonstruktion

Zusammensetzung Bauteil	KBOB-ID	Bezug pro m ²	Amortisation [a]	davon verbleibend [%]	PE n.e. Herstellung [kWh/a]	PE n.e. Entsorgung [kWh/a]	THG Herstellung [kg CO ₂ -eq./a]	THG Entsorgung [kg CO ₂ -eq./a]
Stahlstützen im Bestand, alt [kg] Annahme: HEA 140 / 25.3 kg/m	06.012	11.59	60	100%	0.67	0.00	0.14	0.00
best. Backsteinfassade 14cm alt [kg]	02.001	126.00	60	100%	1.55	0.11	0.52	0.02
best Mörtel zu Backsteinfassade 14cm alt [kg]	04.009	43.55	60	100%	0.48	0.05	0.19	0.01
					2.70	0.15	0.85	0.03

Die Resultate der Berechnung nach **Variante 3a** sind im Detail im Anhang dokumentiert. Alle neu zugeführten Bauteile sind in schwarzer Schrift aufgeführt. Alle ex situ wiederverwendeten Bauteile sind zur schnellen Auffindbarkeit in **roter Schrift** aufgeführt. Alle in situ weiterverwendeten Bauteile werden mit **blauer Schrift** markiert.

Figur 16: Übersicht der Resultate Fallbeispiel K118, Bilanzierungsvariante 3a – alles wie neu

Berechnung im Bereich Erstellung		VARIANTE 3a: alle Bauteile wie neu	Primärenergie nicht erneuerbar	Treibhausgasemissionen
Bezeichnung	Konstruktion		Erstellung pro Jahr [kWh/a]	Erstellung pro Jahr [kg/a]
Baugrube				
Aushub Bestand	Aushub maschinell, unberührter Bestand Bodenplatte		0.00	0.00
Aushub neu	Aushub maschinell im Bereich Fundamenttätzen		4.40	1.09
Bodenplatte, Fundament				
Bodenplatte Bestand	Beton 40 cm und Sauberkeitsschicht (unberührter Bestand)		0.00	0.00
Verstärkung Fundamentplatte	Betontätzen zur Fundamentverstärkung		143.82	62.47
Schüttung unter Bodenplatte	Schüttung Misapor 30cm (unter 2/3 der Bodenplatte, neu betoniert)		179.29	15.94
neue Bodenplatte	Beton 30 cm und Sauberkeitsschicht (2/3 der Bodenplatte neu betoniert)		716.35	260.62
Aussenwand unter Terrain				
ungedämmt / gedämmt	keine Unterkellerung		0.00	0.00
Dach unter Terrain				
ungedämmt / gedämmt	kein Dach unter Terrain		0.00	0.00
Aussenwand über Terrain				
Backsteinwand Bestand	bestehende Backsteinwand		0.00	0.00
Holzelement mit Baustrohämmung	Holzrahmen, Baustroh 36cm, Lehmputz innen		1'873.11	385.78
Aussere Wandbekleidung über Terrain				
Innenwärmedämmung Typ 1	Auf Bestand: Zellulosefasern, OSB Platte 5 jährig		1'001.09	204.65
Innenwärmedämmung Typ 2	Auf Bestand: Zellulosefasern, nicht beplankt		0.00	0.00
Bekleidung Metall/Trapezblech hinterlüftet	Trapezblech Aluminium inkl. Unterkonstruktion und Windpapier 37jährig		4'065.12	855.29
aussere Bekleidung Auskrägung	Zellulosefasern, Gipsfaserplatte auf Stahlunterkonstruktion		298.27	65.23
Fenster und Türen				
Fenster Bestand	bestehende Fenster im EG und 1.OG		0.00	0.00
Fenster Typ 1 neue Aufdoppelung auf Bestand	Auf Bestand: Innere Aufdoppelung Holzfenster mit 3-fach IV Verglasung		1'670.28	387.31
Fenster Typ 2 wiederverw. Aufdoppelung auf Bestand	Auf Bestand: Innere Aufdoppelung Holzfenster mit 2-fach IV Verglasung 7jährig		973.21	222.42
Fenster Typ 3 Kastenfenster doppelter Aufbau	Doppeltes Leichtmetallfenster mit 2-fach IV Verglasung 30 jährig		41.17	414.97
Fenster Typ 4 Ziegler	Kunststoff/Alu-Rahmen, 3-fach IV Verglasung 14 Jahre		760.05	162.38
Fenster Typ 5 Orion	Alurahmen, 3-fach IV Verglasung, 28 Jahre alt		2'917.43	674.26
Aussentüren 1	Eingangstüre in Alu mit 3-fach Verglasung, 2jährig		245.49	56.48
Aussentüren 2	Eingangstüre in Alu mit 3-fach Verglasung, 20jährig		453.69	104.38
Dach				
Holzelementdecke ausgedämmt	Holzelementdecke ausgedämmt mit Steinwolle 16cm		933.42	209.90
Dachhaut				
Flachdach gedämmt	Dachaufbau, CEMWOOD+EPS, Bituminöse Dampfbremse, Schutz-/Trennschicht		4'034.51	984.84
Innenwand				
Innenwände Bestand	bestehende Innenwände		0.00	0.00
IW 1: Kalksandsteinwand	KS 15cm		647.09	227.55
IW 1: Kalksandsteinwand mit Verkleidung	KS 15cm plus Natursteinplatte 30mm von Orion 28 jährig		1'090.86	162.39
IW 2: Betonwand tragend	Betonwand tragend 20cm ohne Putz		260.21	90.59
IW 3: Leichtbauwand	Leichtbauwand mit 3-Schichtplatten und Steinwolle 8cm		1'025.12	182.61
KIW: Konstruktiver Brandschutz: Träger ausbetoniert	Stahlträger ausbetoniert ohne Armierung und Schalung		229.41	113.05
Deckenkonstruktion				
ZWD 1: Zwischendecke Galeriegeschoss Bestand	Holzplatte auf Stahlträgern (Zwischengalerie)		0.00	0.00
ZWD 2: Bestand 1.OG	Betondecke auf Stahlträgern (ehemaliges Dach)		0.00	0.00
ZWD 3: neue Decken	Verbunddecken auf Stahlträgern mit Profilblech und Überbeton		5'403.01	1'344.64
Bodenbelag, Deckenbekleidung				
Bodenbelag zu ZWD 2	Parkett mit Trittschall auf Ausgleichsschicht		1'158.30	270.39
Bodenbelag zu ZWD 3	Parkett mit Trittschall auf Ausgleichsschicht		3'745.59	902.04
Balkon				
Balkon inkl. Absturzsicherung	Stahlterasse mit Laubengängen, Orion 28jährig		4'596.24	754.04
Elektroanlage				
Büro	Elektroanlage Büro		5'374.01	1'125.96
Solarstromanlage	Solarstromanlage Flachdach 18jährig, neue Unterkonstruktion		5'346.67	1'546.67
Wärmeanlage				
Wärmeerzeugung	Wärmeerzeuger 30 W/m2		483.98	108.54
Wärmeverteilung und -Abgabe Büro	Verteilung Büro, Heizkörper + Deckenstrahler 30jährig		2'616.62	617.63
Lufttechnische Anlage:				
Abluftanlage Küche und Bad	Abluftanlage Küche und Bad für Bürogeschoss oben		495.32	111.60
Lüftungsanlage Büro	Lüftungsanlage, Mittelwert spez. Luftmenge 2 und 4 m3/hm2 EBF, Gerät 5jährig		1'390.91	323.70
Wasseranlage				
Sanitäranlage Büro	Sanitäranlagen, Büro, einfach, inkl. Leitungen und Apparate 15jährig		922.34	211.50

jng in situ	rot: Wiederverwendung ex situ	schwarz: neue Bauteile	55'096.37	13'160.91
			Primärenergie nicht erneuerbar	Treibhausgasemissionen
			Erstellung pro m2 u. Jahr [kWh/m2 a]	Erstellung pro m2 Jahr [kg/m2 a]
Werte pro Jahr bei einer Energiebezugsfläche von 1416 m2:			38.90	9.29

Die Resultate der Berechnung nach **Variante 3b** sind ebenfalls im Detail im Anhang dokumentiert. Das Ergebnis als Übersicht.

Figur 17: Übersicht der Resultate Fallbeispiel K118, Bilanzierungsvariante 3b – alles wie neu inkl. Bestand

Berechnung im Bereich Erstellung	VARIANTE 3b: alle Bauteile neu inkl. Bestand	Primärenergie nicht erneuerbar	Treibhausgasemissionen
Bezeichnung	Konstruktion	Erstellung pro Jahr [kWh/a]	Erstellung pro Jahr [kg/a]
Baugrube			
Aushub Bestand	Aushub maschinell, unberührter Bestand Bodenplatte	2.20	0.54
Aushub neu	Aushub maschinell im Bereich Fundamenttätzen	4.40	1.09
Bodenplatte, Fundament			
Bodenplatte Bestand	Beton 40 cm und Sauberkeitsschicht, unberührter Bestand	2.20	0.54
Verstärkung Fundamentplatte	Betontätzen zur Fundamentverstärkung	143.82	62.47
Schüttung unter Bodenplatte	Schüttung Misapor 30cm (unter 2/3 der Bodenplatte, neu betoniert)	179.29	15.94
neue Bodenplatte	Beton 30 cm und Sauberkeitsschicht (2/3 der Bodenplatte neu betoniert)	716.35	260.62
Aussenwand unter Terrain			
ungedämmt / gedämmt	keine Unterkellerung	0.00	0.00
Dach unter Terrain			
ungedämmt / gedämmt	kein Dach unter Terrain	0.00	0.00
Aussenwand über Terrain			
Backsteinwand Bestand	bestehende Backsteinwand	982.10	302.16
Holzelement mit Baustrohämmung	Holzrahmen, Baustroh 36cm, Lehmputz innen	1'873.11	385.78
Aussere Wandbekleidung über Terrain			
Innenwärmedämmung Typ 1	Auf Bestand: Zellulosefasern, OSB Platte 5 jährig	1'001.09	204.65
Innenwärmedämmung Typ 2	Auf Bestand: Zellulosefasern, nicht beplankt	0.00	0.00
Bekleidung Metall/Trapezblech hinterlüftet	Trapezblech Aluminium inkl. Unterkonstruktion und Windpapier 37jährig	4'065.12	855.29
äussere Bekleidung Auskrägung	Zellulosefasern, Gipsfaserplatte auf Stahlunterkonstruktion	298.27	65.23
Fenster und Türen			
Fenster Bestand	bestehende Fenster im EG und 1.OG	1'145.42	275.02
Fenstertyp 1 neue Aufdoppelung auf Bestand	Auf Bestand: Innere Aufdoppelung Holzfenster mit 3-fach IV Verglasung	1'670.28	387.31
Fenstertyp 2 wiederverw. Aufdoppelung auf Bestand	Auf Bestand: Innere Aufdoppelung Holzfenster mit 2-fach IV Verglasung 7jährig	973.21	222.42
Fenstertyp 3 Kastenfenster doppelter Aufbau	Doppeltes Leichtmetallfenster mit 2-fach IV Verglasung 30 jährig	41.17	414.97
Fenstertyp 4 Ziegler	Kunststoff/Alu-Rahmen, 3-fach IV Verglasung 14 Jahre	760.05	162.38
Fenstertyp 5 Orion	Alurahmen, 3-fach IV Verglasung, 28 Jahre alt	2'917.43	674.26
Aussentüren 1	Eingangstüre in Alu mit 3-fach Verglasung, 2jährig	245.49	56.48
Aussentüren 2	Eingangstüre in Alu mit 3-fach Verglasung, 20jährig	453.69	104.38
Dach			
Holzelementdecke ausgedämmt	Holzelementdecke ausgedämmt mit Steinwolle 16cm	933.42	209.90
Dachhaut			
Flachdach gedämmt	Dachaufbau, CEMWOOD+EPS, Bituminöse Dampfbremse, Schutz-/Trennschicht	4'034.51	984.84
Innenwand			
Innenwände Bestand	bestehende Innenwände	36.87	12.97
IW 1: Kalksandsteinwand	KS 15cm	647.09	227.55
IW 1: Kalksandsteinwand mit Verkleidung	KS 15cm plus Natursteinplatte 30mm von Orion 28 jährig	1'090.86	162.39
IW 2: Betonwand tragend	Betonwand tragend 20cm ohne Putz	260.21	90.59
IW 3: Leichtbauwand	Leichtbauwand mit 3-Schichtplatten und Steinwolle 8cm	1'025.12	182.61
KIW: Konstruktiver Brandschutz: Träger ausbetoniert	Stahlträger ausbetoniert ohne Armierung und Schalung	229.41	113.05
Deckenkonstruktion			
ZWD 1: Zwischendecke Galeriegeschoss Bestand	Holzplatte auf Stahlträgern (Zwischengalerie)	160.00	32.68
ZWD 2: Bestand 1.OG	Betondecke auf Stahlträgern (ehemaliges Dach)	721.04	227.43
ZWD 3: neue Decken	Verbunddecken auf Stahlträgern mit Profilblech und Überbeton	5'403.01	1'344.64
Bodenbelag, Deckenbekleidung			
Bodenbelag zu ZWD 2	Parkett mit Trittschall auf Ausgleichsschicht	1'158.30	270.39
Bodenbelag zu ZWD 3	Parkett mit Trittschall auf Ausgleichsschicht	3'745.59	902.04
Balkon			
Balkon inkl. Absturzsicherung	Stahlterasse mit Laubengängen, Orion 28jährig	4'596.24	754.04
Elektroanlage			
Büro	Elektroanlage Büro	5'374.01	1'125.96
Solarstromanlage	Solarstromanlage Flachdach 18jährig, neue Unterkonstruktion	5'346.67	1'546.67
Wärmeanlage			
Wärmeerzeugung	Wärmeerzeuger 30 W/m2	483.98	108.54
Wärmeverteilung und -Abgabe Büro	Verteilung Büro, Heizkörper + Deckenstrahler 30jährig	2'616.62	617.63
Lufttechnische Anlage:			
Abluftanlage Küche und Bad für Bürogeschosse oben	Abluftanlage Küche und Bad für Bürogeschosse oben	495.32	111.60
Lüftungsanlage Büro	Lüftungsanlage, Mittelwert spez. Luftmenge 2 und 4 m3/hm2 EBF, Gerät 5jährig	1'390.91	323.70
Wasseranlage			
Sanitäranlage Büro	Sanitäranlagen, Büro, einfach, inkl. Leitungen und Apparate 15jährig	922.34	211.50

ing in situ rot: Wiederverwendung ex situ schwarz: neue Bauteile

58'146.21	14'012.25
-----------	-----------

Primärenergie nicht erneuerbar	Treibhausgasemissionen
Erstellung pro m2 u. Jahr [kWh/m2 a]	Erstellung pro m2 Jahr [kg/m2 a]

Werte pro Jahr bei einer Energiebezugsfläche von 1416 m2:

41.06	9.89
-------	------

4.4 Zusammenfassung der Ergebnisse

Gegenüberstellung der Ergebnisse

Ein Vergleich der Resultate der drei Bilanzierungsansätze zeigt erwartungsgemäss grosse Unterschiede. Die Ergebnisse werden auf der Stufe Werte pro Jahr verglichen, wobei die Varianten 3 jeweils als Basis für den Vergleich herangezogen werden.

Figur 18: Gegenüberstellung Resultate aller Varianten in Werten pro Jahr

	Variante 1	Variante 2a	Variante 2b	Variante 3a	Variante 3b
Graue Energie	24.45 kWh/m ² a	17.60 kWh/m ² a	16.33 kWh/m ² a	38.30 kWh/m ² a	41.06 kWh/m ² a
- im Vergleich zu 3a	64%	46%	43%	100%	107%
- im Vergleich zu 3b	60%	43%	40%	93%	100%
Treibhausgasemissionen	6.00 kg/m ² a	4.39 kg/m ² a	4.11 kg/m ² a	9.29 kg/m ² a	9.89 kg/m ² a
- im Vergleich zu 3a	65%	47%	45%	100%	106%
- im Vergleich zu 3b	61%	44%	43%	94%	100%

Die Treibhausgasemissionen und die Graue Energie für die Erstellung des Gebäudes reduzieren sich je nach Variante um etwa ein Drittel bis auf deutlich weniger als die Hälfte im Vergleich zur Variante 3a. Damit wird das Potenzial der Wiederverwendung offensichtlich.

Die tiefsten Werte werden mit Variante 2b erzielt, also mit der Berechnung ausschliesslich der zusätzlichen Aufwendungen und unter Vernachlässigung der Errichtungsphase.

Die zusätzlichen Einsparungen durch die Weiterverwendung der vor Ort vorgefundenen Bauteile in Variante 3b sind dagegen überraschend klein mit nur 6% bzw. 7%.

Massenvergleich

Der Massenvergleich zeigt zur Analyse der Grauen Energie und der Treibhausgasemissionen überraschende Abweichungen. Die wiederverwendeten Bauteile des Bestands machen rund 20 Gewichtsprozent des gesamten Gebäudes aus, verantworten aber nur für 6% der Emissionen. Die wiederverwendeten Bauteile machen rund 15 Gewichtsprozent des gesamten Gebäudes aus, verantworten aber je nach Bilanzierungsvariante 2 bis über 50% der Emissionen.

Der Einsatz von Recyclingbeton kann im Prinzip ebenfalls als Wiederverwendung deklariert werden. In Bezug auf den Anteil recyceltes Material sind in typischem Recyclingbeton 25-50 Massenprozent Misch-/Betonabbruch enthalten. Diese Bestandteile haben aber keinen Einfluss auf die Graue Energie und die Treibhausgasemissionen. Aber Achtung: Die Treibhausgasemissionen und die Graue Energie von Beton werden hauptsächlich durch den Zement und den Gehalt an Armierungseisen bestimmt. Ob der Beton mit Primärmaterial oder mit Misch-/Betonabbruch hergestellt wird, spielt dagegen keine Rolle. Diese Zuschlagstoffe sind in Bezug auf die Treibhausgasemissionen und die Graue Energie praktisch identisch. Darum wirkt sich in der Gebäudebilanz der Einsatz von Recyclingbeton nicht auf die Treibhausgasemissionen und die Graue Energie aus. Unterschiede bestehen aber bei der Einsparung von knappem Deponieraum und der Schonung von Kiesressourcen. Hier ist Misch-/ Betonabbruch als Zuschlag gegenüber Primärmaterial klar im Vorteil. In der vorliegenden Berechnung werden diese Parameter aber nicht berücksichtigt.

Figur 19: Massenvergleich zwischen weiterverwendeten, wiederverwendeten und neu zugeführten Bauteilen am Fallbeispiel K118

	Total Gebäude	davon Weiter- verwendet	davon Wieder- verwendet	davon Anteil RC-Beton	davon ganz neu
Gewicht in Tonnen	1'165 t 100%	250 t 20%	160 t 15%	215 t 18%	540 t 47%
... eingespartes Primärmaterial	500 t 100%	250 t 50%	160 t 32%	90 t* 18%	0 t 0%
CO ₂ -Äquivalente gem. Variante 3b	840'720 kg 100%	51'060 kg 6%	446'422 kg 53%	343'238 kg 41%	
CO ₂ -Äquivalente gem. Variante 2b	349'200 kg 100%	0 kg 0%	5'962 kg 2%	343'238 kg 98%	

* Annahme: 42% Recyclinganteil

5 AUSWERTUNG UND INTERPRETATION

Die Ergebnisse aus den Berechnungen im Fallbeispiel K118 sind für dieses Objekt stimmig und interessant und ergeben ein relativ klares Bild. In diesem abschliessenden Kapitel wird der Versuch unternommen, die Resultate für den Spezialfall des Kopfbaus 118 zu interpretieren, die Bilanzierungsvariante methodisch zu diskutieren und einzuordnen und daraus mögliche Schlüsse für eine allgemeine Anwendung zu ziehen.

5.1 Interpretation der Ergebnisse

Übersicht über die Bilanz der Treibhausgasemissionen

Werden die Treibhausgasemissionen aller untersuchten Berechnungsvarianten am Fallbeispiel absolut ausgedrückt, ergibt sich ein doch recht eindrückliches Bild der am Fallbeispiel eingesparten Emissionen.

Figur 20: Vergleich der absoluten Treibhausgasemissionen in allen Bilanzierungsvarianten zwischen weiterverwendeten, wiederverwendeten und neu zugeführten Bauteilen am Fallbeispiel K118

	Total Gebäude	davon Weiterverwendet	davon Wiederverwendet	davon neu (inkl. RC-Beton)
CO ₂ -Äquivalente gem. Variante 3b	840'720 kg 100%	51'060 kg 6%	446'422 kg 53%	343'238 kg 41%
CO ₂ -Äquivalente gem. Variante 3a	789'660 kg 100%	0 kg 0%	446'422 kg 57%	343'238 kg 43%
CO ₂ -Äquivalente gem. Variante 1	509'700 kg 100%	0 kg 0%	166'462 kg 33%	343'238 kg 67%
CO ₂ -Äquivalente gem. Variante 2a	372'900 kg 100%	0 kg 0%	29'662 kg 8%	343'238 kg 92%
CO ₂ -Äquivalente gem. Variante 2b	349'200 kg 100%	0 kg 0%	5'962 kg 2%	343'238 kg 98%

Weiterverwenden – Vergleich Varianten 3a und 3b

Im Fallbeispiel K118 ist der Unterschied zwischen den Varianten 3a und 3b überraschend klein. Dies ist dem Umstand geschuldet, dass beim Umbau und Erweiterung des Kopfbaus K118 tatsächlich nur wenig alte Baustruktur erhalten bleibt. Mehr als die Hälfte der Geschossflächen befinden sich zudem in den drei neuen Obergeschossen, welche auf den Bestand aufgesetzt werden. Das Verhältnis zwischen Neubau und Umbau beträgt auf der Basis der Energiebezugsflächen nach der Erweiterung 60% zu 40%. Dass die «Weiterverwendung vor Ort» im vorliegenden Fallbeispiel deutlich weniger Potenzial zu haben scheint als die «Wiederverwendung ex situ» ist damit ein Sonderfall und darf über das riesige Potenzial der Strategie «Weiterverwenden vor Ort» bzw. «Umbau statt Neubau» nicht hinwegtäuschen. Absolut gesehen werden durch die Weiterverwendung der Bauteile am Fallbeispiel 51 Tonnen Treibhausgasemissionen vermieden.

Teilamortisation – Variante 1

Die Einsparungen an Grauer Energie und Treibhausgasemissionen sind durch die Wiederverwendung von Bauteilen bei dieser Bilanzierungsvariante am Beispiel des Kopfbaus K118 im Vergleich zur Verwendung neuer Bauteile gross: Die Umweltauswirkungen werden um rund einen Drittel reduziert – bei den Treibhausgasemissionen handelt es sich um rund 280 Tonnen CO₂-Äquivalente, die durch die Wiederverwendung eingespart werden können.

Die Resultate in dieser Variante folgen einer ähnlichen Logik wie wir sie aus den Neu- und Umbauten kennen: Es gilt möglichst wenig Material zu verwenden und bei der Wahl der Materialien ist auf eine gute Umweltbilanz zu achten. Denn: Je tiefer die Umweltauswirkungen aus dem Herstellungs- und Entsorgungsprozess des ursprünglichen Bauteils sind, desto besser ist dies für die Bilanz. Überlagert wird dieser Effekt bei der Bilanzierungsvariante 1 allerdings durch einen ganz neuen Effekt: Je älter die Bauteile sind, desto besser schneiden sie in der Bilanz ab.

Im Kopfbau 118 sind es vor allem die ressourcenaufwendigen Stahlbauteile und der Einsatz der schweren Granitplatten, welche das Resultat in der Bilanzierungsvariante 1 in die Höhe treiben. Der Einsatz der wohl sogar etwas überdimensionierten Stahlträger und der schweren Natursteinplatten als Plättli-Ersatz in den Nasszellen zeigt, dass die Logik bei der Wiederverwendung nicht dem Ressourcenaufwand oder dem ursprünglichen Preis des Bauteils folgt. Es ist wohl vielmehr so, dass diese hochwertigen Bauteile in diesem Um- und Erweiterungsbau wohl nicht eingesetzt worden wären, wenn sie nicht zur Wiederverwendung zur Verfügung gestanden wären.

Zusatzaufwand – Variante 2

Am Beispiel des Kopfbaus K118 sind die Einsparungen an Grauer Energie und Treibhausgasemissionen bei der Bilanzierungsvariante 2 noch grösser als mit Variante 1. Im Vergleich zur Verwendung neuer Bauteile können die Umweltauswirkungen bei dieser Bilanzierungsvariante um deutlich mehr als die Hälfte reduziert werden. Die Einsparungen bei den Treibhausgasemissionen betragen bei der Variante 2a rund 420 Tonnen CO₂-Äquivalente, bei der Variante 2b rund 440 Tonnen, die durch die Wiederverwendung eingespart werden können. Das Potenzial der «Wiederverwendung» von Bauteilen zeigt sich an diesem Beispiel eindrücklich.

In dieser Variante werden nur die zusätzlichen Aufwendungen angerechnet, welche durch die Wiederverwendung der vorher bereits andernorts verbauten Bauteile anfallen. Diese Variante setzt an einem interessanten Punkt an. Damit der Aufwand für die Wiederverwendung im Kopfbau 118 nicht zu gross ist und die Kosten verhältnismässig bleiben, wurde gezielt nach Bauteilen gesucht, welche leicht demontiert werden können, sich nicht allzu weit entfernt vom Zielort befinden und nur wenige Anpassungen benötigen. Insbesondere letzteres führt zu einem komplett umgekrempelten Entwurfsprozess: Die vorgefundenen Bauteile bestimmen die Dimensionen des Gebäudes. Der Kostendruck läuft damit parallel mit den Umweltauswirkungen in dieser Bilanzierungsvariante: Je einfacher die Bauteile ausgebaut werden können, je weniger weit sie transportiert werden müssen und je weniger Anpassungen notwendig sind, desto tiefer sind die Umweltauswirkungen und die Kosten der Wiederverwendung.

Im Fall des Kopfbaus 118 hat dies zu überraschenden Konsequenzen geführt: Beispielsweise wurden beim Rückbau des Orion-Gebäudes nur die Granitplatten in der untersten Fassadenreihe «geerntet», weil für die oberen Reihen eine teure Demontage mit grossen Geräten notwendig geworden wäre. Diese Natursteinplatten wurden im Kopfbau 118 nicht, wie ursprünglich geplant, als Bodenplatten verlegt: Die Kosten für das Zuschneiden der Platten wäre teurer zu stehen gekommen, als ein neuer Bodenbelag.

5.2 Diskussion der Methodik / Bilanzierungsvarianten

Weiterverwenden – Vergleich Varianten 3a und 3b

Methodisch stellen sich bei der Variante 3 keine Fragen. Es handelt sich um die in SIA 2032 klar definierte Bilanzierung von Neu- und Umbauten, wie sie auch in Nachweisverfahren für das «2000-Watt-Bauen» nach SIA-Effizienzpfad Energie SIA 2040 angewendet wird. Variante 3a ist das übliche Verfahren bei Umbau: Es werden nur die Bauteile bilanziert, welche über den Bilanzperimeter geliefert werden. Die vor Ort weiterverwendeten Bauteile bei einem Umbau werden nicht bilanziert, ungeachtet dessen, ob die Amortisationszeit abgelaufen ist oder nicht. Dies weil sie schon beim Neubau eingerechnet wurden.

Die Bilanzierung nach Variante 3b entspricht jener für einen Neubau des Gebäudes. Abgebildet wird damit der Wiederbeschaffungswert nach Anhang F in SIA 2032;2020.

Teilamortisation – Variante 1

Methodisch wirft die Variante 1 viele Fragen auf. Eine lineare Reduktion der Werte pro Jahr wie sie in SIA 2040 Ziffer 2.1.2.2 als Vereinfachung vorgeschlagen wird, ist bilanztechnisch unhaltbar. Die Umweltauswirkungen für die Herstellung und Entsorgung der Bauteile fallen zu einem bestimmten Zeitpunkt an. Sie in Werten pro Jahr auszudrücken entspricht einer «Aufteilung in Raten». Diese Raten bleiben über die gesamte Amortisationszeit gleich.

Über die Methodik «Restwert» gemäss Anhang F in SIA 2032;2020 lässt sich diese Bilanzierungsvariante allenfalls begründen. Bilanziert werden in diesem Fall aber die «nicht amortisierten Umweltauswirkungen» der wiederverwendeten Bauteile. Diese werden bei Neu- und Umbauten nicht berücksichtigt. Die Anwendung der Restwert-Bilanzierung nur für wiederverwendete, nicht aber für weiterverwendete Bauteile (beispielsweise bei einem Umbau) hat eine kaum nachvollziehbare Zufälligkeit.

Zu diesen methodischen Fragezeichen gesellen sich weitere. Nach Bilanzierungsvariante 1 werden die wiederverwendeten Bauteile mangels besserer Daten mit aktuellen Ökobilanzdaten gerechnet, obwohl sich die Herstellungsprozesse in der Zwischenzeit verändert haben dürften. Zudem verändert sich nach Bilanzierungsvariante 1 das Ergebnis einer Berechnung ständig in Abhängigkeit der abgelaufenen Zeitdauer seit der Herstellung der Bauteile. Wenn deren Amortisationsdauer abgelaufen ist, fallen die Bauteile gar vollständig aus der Bilanz. Das setzt fragwürdige Anreize: Die Wiederverwendung der zur Entsorgung bestimmten Bauteile wird «bestraft», wenn deren Einsatz am ursprünglichen Objekt nur sehr kurz war. Es ist also gemäss dieser Bilanzierungsvariante vorteilhafter, ein sehr altes Bauteil weiter zu verwenden und damit vor der Entsorgung zu bewahren, als die vorzeitige Entsorgung eines praktisch neuwertigen Bauteils zu verhindern.

Zusatzaufwand – Variante 2

Methodisch lässt sich die Variante 2 gut begründen. Entscheidend ist dabei die Allokation der Umweltauswirkungen. Gemäss SIA 2032 und den Ökobilanzdaten im Baubereich werden Baustoffen und Bauteilen die Umweltauswirkungen für deren Herstellung und Entsorgung zugeschrieben. Bilanztechnisch handelt es sich dabei um einen abgeschlossenen Lebenszyklus (vgl. dazu auch Figur 1 in diesem Bericht).

Wenn dieser Lebenszyklus durch die Wiederverwendung von Bauteilen verlängert wird, verändern sich die Umweltauswirkungen für die Herstellung und Entsorgung des Bauteils nicht. Für die Umweltauswirkungen in der Herstellung und Entsorgung eines Bauteils ist es auch irrelevant, in welchem Objekt sie verbaut werden. Genauso wenig interessiert es, ob das Bauteil in mehreren, oder nur in einem Objekt eingebaut wird und wie lange es jeweils in einem dieser Objekte verbleibt.

Was sich dagegen verändert ist der Aufwand für den Transport, Einbau und Rückbau des Bauteils, weil dieser bei der Wiederverwendung nun mehrfach anfällt. Dieser Zusatzaufwand verortet sich in den Phasen A4, A5 und C1 gemäss SIA EN 15804.

Die Berücksichtigung dieser zusätzlichen Aufwendungen ist methodisch nachvollziehbar und die Anreize werden mit dieser Bilanzierungsvariante gut gesetzt: Es zahlt sich bilanzierungstechnisch aus, wenn Bauteile wiederverwendet statt entsorgt werden. Die Bilanz fällt dabei umso günstiger aus, je einfacher die Demontage und Montage ist, je kürzer die Transportdistanzen sind und je weniger das Bauteil nach Ausbau und vor Wiedereinbau aufbereitet oder ergänzt werden muss. Es ist dagegen nicht relevant, wie alt das Bauteil bei der Wiederverwendung bereits ist. Es ist für die Bilanz des wiederverwendeten Bauteils auch nicht relevant, wie gross die Umweltauswirkungen bei der Herstellung und Entsorgung des Bauteils waren – diese werden dem Bauteil bei Ersteinbau belastet.

Sollen wiederverwendete Bauteile im Rahmen einer Berechnung nach Merkblatt SIA 2032 eingesetzt werden, so sind – gleich wie bei neuen Bauteilen – dieselben Systemgrenzen zu setzen und dieselben Vernachlässigungen anzuwenden. Um eine Vergleichbarkeit der Resultate von Berechnungen nach SIA 2032 zu sichern, eine Berechnung auch in frühen Planungsphasen zu ermöglichen und den Aufwand für eine Bilanzierung vertretbar zu halten, werden gemäss SIA 2032 die Umweltauswirkungen aus dem «Transport vom Zwischenlager in der Schweiz auf die Baustelle» und die Umweltauswirkungen «aller Arbeitsschritte auf der Baustelle» selber vernachlässigt. In diesem Sinn bietet sich für eine methodisch konsistente Bilanzierung wiederverwendeter Bauteile die Variante 2b an.

5.3 Empfehlung mit Blick auf die Umsetzbarkeit

Die **Bilanzierungsvariante 1** ist methodisch nicht korrekt und setzt kaum nachvollziehbare Anreize. Die ursprüngliche Idee, dass sie als pragmatische Behelfs-Formel eine einfache Berechnung mit den heute zur Verfügung stehenden software-Programmen erlauben würde, bewahrheitet sich nicht. Der Nachweis SIA 2040 für das Projekt K118, der nach dieser Bilanzierungsvariante gerechnet wurde, hat dies deutlich gemacht. Die Bilanzierungsvariante 1 mit Anrechnung von teilamortisierten Bauteilen, kann sich im Vergleich keine Vorteile verzeichnen gegenüber der Bilanzierungsvariante 2.

Die **Bilanzierungsvariante 2** ist dagegen methodisch gut fundiert und bildet die Einsparungen der Wiederverwendung im Vergleich zum Einbau neuer Bauteile korrekt ab. Zudem setzt sie nachvollziehbare Anreize. Die Bilanzierung gemäss dieser Variante ist auf der Grundlage der Ökobilanzdaten im Baubereich [5] möglich, wenn auch aufwendig.

Es stellt sich deshalb die Frage nach einer pragmatischen Vereinfachung. Hier soll, um die Zusammenhänge besser zu verstehen, das Ergebnis der Bilanzierung nach den beiden Varianten 2a und 2b des Beispielbaus noch einmal genauer betrachtet werden.

Figur 21a: Anteil der Aufwendungen für Transport, Demontage/Montage und der Aufbereitung am Total der Zusatzaufwendungen am Fallbeispiel Kopfbau K118

	Variante 2a	Variante mit Zusatzaufwand = 0	Differenz	davon Transport	davon Demontage/Montage	davon Aufbereitung
Graue Energie	17.6 kWh/m ² a	16.0 kWh/m ² a	1.6 kWh/m ² a	0.9 kWh/m ² a	0.7 kWh/m ² a	0.03 kWh/m ² a
	100%	91%	100%	58%	40%	2%
Treibhausgasemissionen	4.39 kg/m ² a	4.04 kg/m ² a	0.35 kg/m ² a	0.20 kg/m ² a	0.15 kg/m ² a	0.00 kg/m ² a
	100%	92%	100%	57%	43%	0%

Figur 21b: Anteil der Aufwendungen für Transport, Demontage/Montage und der Aufbereitung am Total der Zusatzaufwendungen am Fallbeispiel Kopfbau K118

	Variante 2b	Variante mit Zusatzaufwand = 0	Differenz	davon Transport	davon Demontage/Montage	davon Aufbereitung
Graue Energie	16.3 kWh/m ² a	16.0 kWh/m ² a	0.37 kWh/m ² a	0.34 kWh/m ² a	0.0 kWh/m ² a	0.03 kWh/m ² a
	100%	98%	100%	92%	0%	8%
Treibhausgasemissionen	4.11 kg/m ² a	4.04 kg/m ² a	0.07 kg/m ² a	0.07 kg/m ² a	0.00 kg/m ² a	0.00 kg/m ² a
	100%	98%	100%	100%	0%	0%

Die Berücksichtigung der Zusatzaufwendungen ist zumindest in Variante 2a nicht vernachlässigbar. Werden die wiederverwendeten Bauteile überhaupt nicht eingerechnet, wäre das Resultat beim hier betrachteten Fallbeispiel immerhin 8-9% kleiner als bei deren Berücksichtigung gemäss Variante 2a.

Im Fallbeispiel verantwortet der Transport in Variante 2a rund 60% des zusätzlichen Aufwands für die Wiederverwendung. Der Ausbau und Wiedereinbau 40%. Der Aufwand für die Anpassungen an den Bauteilen dagegen ist mit 0-2% vernachlässigbar.

Die Berücksichtigung der Zusatzaufwendungen inklusive Vernachlässigungen gemäss SIA 2032 ergibt ein etwas anderes Bild: Im Vergleich zu einer Nullbilanz für alle wiederverwendeten Bauteile verschlechtert sich das Resultat gemäss Variante 2b nur um 2%. Es sind jetzt praktisch nur noch die Aufwendungen für den Transport vom ursprünglichen Einsatzort des Bauteils zu einem allfälligen Zwischenlager, welche den Unterschied ausmachen. Die Aufbereitung ist gleich wie in Variante 2a weitgehend vernachlässigbar.

Damit stellt sich durchaus die Frage, ob nicht – zumindest vorläufig – eine Nullbilanz von wiederverwendeten Bauteilen vertretbar wäre. Während von den Zahlen her eine solche Variante wohl nicht ganz abwegig ist, würden dadurch schwierige Anreize gesetzt: Die **Weiterverwendung** von Bauteilen vor Ort und die **Wiederverwendung** von Bauteilen andernorts hätten die gleiche Bilanz. Insbesondere falls in Zukunft wiederverwendete Bauteile nicht nur über kurze Strecken innerhalb der Schweiz transportiert werden, sondern allenfalls auch international, wäre diese Äquivalenz nicht mehr vertretbar.

Empfehlung / Fazit

Bei der methodischen Berücksichtigung der Wiederverwendung von Bauteilen bei der Berechnung der Grauen Energie und Treibhausgasemissionen in der Erstellung zeichnet sich mit dieser Studie klar die Variante 2 als möglicher Weg ab. Auch hier ist die Umsetzung aber noch zu etablieren: die Berechnung gemäss Variante 2a ist recht komplex und erschwert Vergleiche zwischen unterschiedlichen Projekten. Die Anrechnung aller zusätzlicher Umweltauswirkungen bei der Bilanzierung eines wiederverwendeten Bauteils macht zwar methodisch, intuitiv und auch bezüglich Anreizsetzung Sinn. Dass aber gerade dieser Zusatzaufwand bei der Erstellung nach SIA 2032 grösstenteils vernachlässigt wird, hilft einer schnellen Etablierung dieser Methode nicht.

Wenn eine Bilanzierung von Gebäuden mit neuen, wiederverwendeten und weiterverwendeten Bauteilen auf der Grundlage des Merkblatts SIA 2032 möglich sein soll, müssen die Bilanzierungsgrundsätze einheitlich gelten. Damit scheint zum jetzigen Zeitpunkt die Variante 2b die richtige Methodik zu sein. Eine Anwendung der Variante 2a bietet sich an, sobald die Aufwendungen aus der Errichtungsphase in üblichen Bilanzierungen und auch bei Verwendung neuer Bauteile eingerechnet werden.

Da gemäss Variante 2b im Fallbeispiel K118 praktisch nur der Transport vom ursprünglichen Einsatzort des Bauteils zu einem Zwischenlager ins Gewicht fällt, ist hier allenfalls für eine Bilanzierung früh im Planungsprozess mit «default-Werten» zu rechnen. Das heisst: solange noch unklar ist, woher die Bauteile kommen werden und wo ein allfälliges Zwischenlager eingerichtet wird, kann ein Standard-Wert eingesetzt werden – dieser sollte tendenziell eher auf der ungünstigen Seite liegen. Sobald die Transportdistanzen und -mittel klar sind, können die effektiven Werte eingesetzt werden.

5.4 Ausblick

Ähnlich wie die **Weiterverwendung** von Bauteilen vor Ort ist auch die **Wiederverwendung** von Bauteilen andernorts eine äusserst wirksame Strategie zur Ressourcenschonung und Einsparungen von Treibhausgasemissionen. Während der emissionsreduzierte oder gar emissionsfreie Betrieb von Gebäuden heute gut umsetzbar ist und sich diese Zielvorgabe bereits in Vorschriften und Energiegesetzen niederschlägt, bleibt die Umsetzung einer emissionsfreien Erstellung noch weitgehend unbekanntes Neuland. Es zeigt sich, dass in der Wiederverwendung von Bauteilen ein grosses Potenzial brachliegt. Wie immer, wenn Neuland betreten wird und Innovationen umgesetzt werden, bleiben zunächst gewisse Risiken und Unwägbarkeiten zu bewältigen.

Das zirkuläre Bauen betrachtet den Gebäudebestand auch als eine Art Rohstofflager. Der rohstoffarmen Schweiz öffnet sich durch dieses Prinzip des «Urban Mining» ein höchst interessantes Feld.

Das baubüro in situ demonstriert mit dem Umbau und der Erweiterung des Kopfbaus K118 in Winterthur die Chancen der Wiederverwendung von Bauteilen auf eindrückliche Art und Weise. Das unkonventionelle Architekturbüro stellt sich sowohl den weitreichenden Auswirkungen auf den Planungs- und Bauprozess als auch in pragmatischer Weise dem Bewilligungsprozess.

Im Vergleich zur Verwendung ausschliesslich neuer Bauteile können am Kopfbau K118 rund 50 Tonnen Treibhausgasemissionen durch die Weiterverwendung vor Ort und rund 440 Tonnen Treibhausgasemissionen durch die Wiederverwendung von ausrangierten Bauteilen vermieden werden. Zum Vergleich: Mit diesen insgesamt über 500 Tonnen eingesparten Treibhausgasemissionen liesse sich ein effizientes kleines Mehrfamilienhaus erstellen und über 60 Jahre lang betreiben. Oder: Diese 500 Tonnen Treibhausgasemissionen entsprechen den zu erwartenden Emissionen aus dem Betrieb des Gebäudes K118 ab heute bis zum Jahr 2080!¹

¹ Ein SIA 2040-kompatibles Mehrfamilienhaus mit 700 m² Energiebezugsfläche emittiert jährlich 12 kg Treibhausgasemissionen pro Quadratmeter (500 t / (700 m² * 12 kg/m² a) = 60 Jahre). Der Betrieb des Gebäudes K118 wird gemäss Nachweis SIA 2040 6 kg/m² Treibhausgasemissionen verursachen (500 t / (1416 m² x 0.006 t/m² a) = 59 Jahre).

A1 Verweise und Quellen

- [1] Merkblatt SIA 2032 *Graue Energie von Gebäuden*. Ausgabe 2010.
- [2] Merkblatt SIA 2032 *Graue Energie – Ökobilanzierung für die Erstellung von Gebäuden*. Ausgabe 2020
- [3] Merkblatt SIA 2040 *SIA-Effizienzpfad Energie*. Ausgabe 2017.
- [4] Nachweis SIA 2040 Effizienzpfad Energie – Gebäude 118, Lagerplatz Winterthur, baubüro in situ ag Basel / Kerstin Müller. Mai 2019
- [5] KBOB-Empfehlung 2009/1:2016: *Ökobilanzdaten im Baubereich*. Koordinationskonferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane der öffentlichen Bauherren c/o BBL Bundesamt für Bauten und Logistik, www.ecoinvent.org, Stand 2016
- [6] Vorprojektdaten gemäss Anhang D zu SIA 2032;2020, www.energytools.ch.

A2 Resultatübersicht und Bauteile nach Variante 1

K118 Berechnung im Bereich Erstellung VARIANTE 1: teilamortisierte Bauteile						Primärenergie nicht erneuerbar	Treibhausgas-emissionen	Primärenergie nicht erneuerbar	Treibhausgas-emissionen	
Gebäudeteil	Bezeichnung	Konstruktion	Bezugsgrösse	Einheit	Menge	Erstellung pro Jahr [kWh/a]	Erstellung pro Jahr [kg/a]	Erstellung pro m2 u. Jahr [kWh/m2 a]	Erstellung pro m2 Jahr [kg/m2 a]	
Vorarbeiten	Baugrube									
	Aushub Bestand	Aushub maschinell, unberührter Bestand Bodenplatte	Volumen	m3	79.06	0.00	0.00			
	Aushub neu	Aushub maschinell im Bereich Fundamenttätzen	Volumen	m3	158.12		4.40	1.09	0.00	
Gebäudehülle unter Terrain	Bodenplatte, Fundament									
	Bodenplatte Bestand	Beton 40 cm und Sauberkeitsschicht, unberührter Bestand	BTF	m2	79.06	0.00	0.00			
	Verstärkung Fundamentplatte	Betontätzen zur Fundamentverstärkung	BTF	m3	15.00	143.82		62.47		
	Schüttung unter Bodenplatte	Schüttung Misapor 30cm (unter 2/3 der Bodenplatte, neu betoniert)	BTF	m2	158.12	179.29		15.94		
	neue Bodenplatte	Beton 30 cm und Sauberkeitsschicht (2/3 der Bodenplatte neu betoniert)	BTF	m2	158.12	716.35		260.62		
	Aussenwand unter Terrain									
	ungedämmt / gedämmt	keine Unterkellerung	BTF	m2	0.00	0.00		0.00		
	Dach unter Terrain									
	ungedämmt / gedämmt	kein Dach unter Terrain	BTF	m2	0.00	0.00		0.00	0.73	
	Gebäudehülle über Terrain	Aussenwand über Terrain								
Backsteinwand Bestand		bestehende Backsteinwand	BTF	m2	343.75	0.00	0.00			
Holzelement mit Baustroh dämmung		Holzrahmen, Baustroh 36cm, Lehmputz innen	BTF	m2	658.98	1'873.11		385.78		
Aussere Wandbekleidung über Terrain										
Innenwärmedämmung Typ 1		Auf Bestand: Zellulosefasern, OSB Platte 5 jährig	BTF	m2	343.75	924.53		187.63		
Innenwärmedämmung Typ 2		Auf Bestand: Zellulosefasern, nicht beplankt	BTF	m2	0.00	0.00		0.00		
Bekleidung Metall/Trapezblech hinterlüftet		Trapezblech Aluminium inkl. Unterkonstruktion und Windpapier 37jährig	BTF	m2	658.98	810.08		170.15		
äussere Bekleidung Auskragung		Zellulosefasern, Gipsfaserplatte auf Stahlunterkonstruktion	BTF	m2	44.00	251.52		55.31		
Fenster und Türen										
Fenster Bestand		bestehende Fenster im EG und 1.OG	BTF	m2	132.30	0.00	0.00			
Fenster typ 1 neue Aufdoppelung auf Bestand		Auf Bestand: Innere Aufdoppelung Holzfenster mit 3-fach IV Verglasung	BTF	m2	79.90	1'670.28		387.31		
Fenster typ 2 wiederverw. Aufdoppelung auf Bestand		Auf Bestand: Innere Aufdoppelung Holzfenster mit 2-fach IV Verglasung 7jährig	BTF	m2	52.40	867.35		197.01		
Fenster typ 3 Kastenfenster doppelter Aufbau		Doppeltes Leichtmetallfenster mit 2-fach IV Verglasung 30 jährig	BTF	m2	43.70	0.00		0.00		
Fenster typ 4 Ziegler		Kunststoff/Alu-Rahmen, 3-fach IV Verglasung 14 Jahre	BTF	m2	42.40	405.36		86.61		
Fenster typ 5 Orion		Alurahmen, 3-fach IV Verglasung, 28 Jahre alt	BTF	m2	106.90	194.50		44.95		
Aussentüren 1		Eingangstüre in Alu mit 3-fach Verglasung, 2jährig	BTF	m2	7.90	229.12		52.71		
Aussentüren 2		Eingangstüre in Alu mit 3-fach Verglasung, 20jährig	BTF	m2	14.60	151.23		34.79		
Dach										
Holzelementdecke ausgedämmt		Holzelementdecke ausgedämmt mit Steinwolle 16cm	BTF	m2	294.80	622.28		139.93		
Dachhaut										
Flachdach gedämmt		Dachaufbau, CEMWOOD+EPS, Bituminöse Dampfbremse, Schutz-/Trennschicht	BTF	m2	294.80	3'443.31		833.24	8.08	
Innen- und Aussenbauteile		Innenwand								
		Innenwände Bestand	bestehende Innenwände	BTF	m2	10.00	0.00	0.00		
		IW 1: Kalksandsteinwand	KS 15cm	BTF	m2	175.50	647.09		227.55	
		IW 1: Kalksandsteinwand mit Verkleidung	KS 15cm plus Natursteinplatte 30mm von Orion 28 jährig	BTF	m2	60.00	325.21		94.54	
		IW 2: Betonwand tragend	Betonwand tragend 20cm ohne Putz	BTF	m2	89.30	260.21		90.59	
		IW 3: Leichtbauwand	Leichtbauwand mit 3-Schichtplatten und Steinwolle 8cm	BTF	m2	377.00	706.91		127.01	
	KIW: Konstruktiver Brandschutz: Träger ausbetoniert	Stahlträger ausbetoniert ohne Armierung und Schalung	BTF	m2	148.50	229.41		113.05		
	Deckenkonstruktion									
	ZWD 1: Zwischendecke Galeriegeschoss Bestand	Holzplatte auf Stahlträgern (Zwischengalerie)	BTF	m2	114.20	0.00	0.00			
	ZWD 2: Bestand 1.OG	Betondecke auf Stahlträgern (ehemaliges Dach)	BTF	m2	226.70	0.00	0.00			
	ZWD 3: neue Decken	Verbunddecken auf Stahlträgern mit Profilblech und Überbeton	BTF	m2	756.30	3'605.04		952.06		
	Bodenbelag, Deckenbekleidung									
	Bodenbelag zu ZWD 2	Parkett mit Trittschall auf Ausgleichsschicht	BTF	m2	226.70	484.50		156.94		
	Bodenbelag zu ZWD 3	Parkett mit Trittschall auf Ausgleichsschicht	BTF	m2	756.30	1'497.72		523.57		
	Balkon									
	Balkon inkl. Absturzsicherung	Stahlterrasse mit Laubengängen, Orion 28jährig	BTF	m2	188.72	1'261.54		200.60	6.37	
	Gebäudetechnik	Elektroanlage								
		Büro	Elektroanlage Büro	EBF	m2	1'416.30	5'374.01		1'125.96	
		Solarstromanlage	Solarstromanlage Flachdach 18jährig, neue Unterkonstruktion	Leistung	kWp	20.00	3'101.07		897.07	
Wärmeanlage										
Wärmeerzeugung		Wärmeerzeuger 30 W/m2	EBF	m2	1'416.30	483.98		108.54		
Wärmeverteilung und -Abgabe Büro		Verteilung Büro, Heizkörper + Deckenstrahler 30jährig	EBF	m2	1'416.30	1'543.29		359.74		
Lufttechnische Anlage:										
Abluftanlage Küche und Bad		Abluftanlage Küche und Bad für Bürogeschoss oben	EBF	m2	983.00	495.32		111.60		
Lüftungsanlage Büro		Lüftungsanlage, Mittelwert spez. Luftmenge 2 und 4 m3/hm2 EBF, Gerät 5jährig	EBF	m2	433.30	1'337.26		311.20		
Wasseranlage										
Sanitäranlage Büro		Sanitäranlagen, Büro, einfach, inkl. Leitungen und Apparate 15jährig	EBF	m2	1'416.30	783.99		179.78	9.26	

blau: Weiterverwendung in situ rot: Wiederverwendung ex situ schwarz: neue Bauteile

Energiebezugsfläche m2

1416.30

34'623.07

8'495.33

24.45

6.00

K118 / VARIANTE 1	Beschreibung Bauteil	Zusammensetzung Bauteil	KBOB-ID	Bezug pro m ³	Amortisation [a]	davon verbleibend [%]	PE n.e. Her-PE n.e. Ent- stellung [kWh/a]	PE n.e. Ent- stellung [kWh/a]	THG Her- stellung [kg CO ₂ -eq./a]	THG Ent- sorgung [kg CO ₂ -eq./a]
Aushub										
Aushub Bestand	Aushub maschinell	bestehende Bodenplatte	62.001	1.00	60	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
							0.00	0.00	0.00	0.00
Aushub neu	Aushub maschinell	für Fundamenttätzen	62.001	1.00	60	100%	0.03	0.00	0.01	0.00
							0.03	0.00	0.01	0.00
Bodenplatte Fundament										
pro m² BTF										
Betonplatte Bestand als Flachfundation, ungedämmt	Bodenplatte Bestand	Magerbeton 7 cm [kg]	01.001	150.50	60	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
		Hochbaubeton, 40 cm [kg]	01.002	920.00	60	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
		Armierungsstahl [kg]	06.003	31.50	60	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
							0.00	0.00	0.00	0.00
Fundamentverstärkung	Betontätzen, CEM II 300 kg/m3, Bewehrung 105 kg/m3	Hochbaubeton, 1m3 [kg]	01.002	2'300.00	60	100%	5.67	2.05	3.41	0.40
		Armierungsstahl [kg]	06.003	31.50	60	100%	1.86	0.00	0.36	0.00
							7.54	2.05	3.77	0.40
Betonplatte als Flachfundation, ungedämmt	CEM II 300 kg/m3, Bewehrung 105 kg/m3, inkl. Sauberkeitsschicht	Magerbeton 7 cm [kg]	01.001	150.50	60	100%	0.23	0.12	0.13	0.02
		Hochbaubeton, 30 cm [kg]	01.002	690.00	60	100%	1.70	0.62	1.02	0.12
		Armierungsstahl [kg]	06.003	31.50	60	100%	1.86	0.00	0.36	0.00
							3.80	0.73	1.51	0.14
Schüttung unter Bodenplatte	Misapor 30cm	Schüttung Schaumglasschotter	10.013	39.00	60	100%	1.10	0.04	0.10	0.00
							1.10	0.04	0.10	0.00
Aussenwand unter Terrain										
pro m² BTF										
Aussenwand unter Terrain	(kein Untergeschoss)		62.001	0.00	60	100%	0.00	0.00	0.00	0.00
							0.00	0.00	0.00	0.00
Dach unter Terrain										
pro m² BTF										
Dach unter Terrain	(kein Untergeschoss)		62.001	0.00	60	100%	0.00	0.00	0.00	0.00
							0.00	0.00	0.00	0.00

K118 / VARIANTE 1	Beschreibung Bauteil	Zusammensetzung Bauteil	KBOB-ID	Bezug pro m ²	davon ver-		PE n.e. Her- stellung [kWh/a]	PE n.e. Ent- sorgung [kWh/a]	THG Her- stellung [kg CO2- eq./a]	THG Ent- sorgung [kg CO2- eq./a]
					Amortisa- tion [a]	bleibend [%]				
Aussenwand über Terrain										
Bestand Aussenwand	Stahlkonstruktion mit Backsteinfüllung einfach	Stahlstützen im Bestand, alt [kg] Annahme: HEA 140 / 25.3 kg/m ¹	06.012	11.59	60	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
		best. Backsteinfassade 14cm alt [kg]	02.001	126.00	60	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
		best Mörtel zu Backsteinfassade 14cm alt [kg]	04.009	43.55	60	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
							0.00	0.00	0.00	0.00
Zu Bestand Aussenwand: Innenwärmedämmung Typ 1	Innenwärmedämmng mit Zellulose und innerer Beplankung	Holzriemenlamellen 27mm [kg]	07.001	12.69	30	100%	1.24	0.02	0.17	0.05
		Cellulosefasern 18cm [kg]	10.010	9.00	30	100%	0.28	0.03	0.06	0.01
		OSB-Platte 24cm wiederverwendet 5-jährig	07.013	14.52	30	83%	1.09	0.02	0.20	0.05
							2.61	0.08	0.44	0.11
Zu Bestand Aussenwand: Innenwärmedämmung Typ 2	Innenwärmedämmung mit Cellulose-Fasern ohne Beplankung	Holzriemenlamellen 27mm [kg]	07.001	12.69	30	100%	1.24	0.02	0.17	0.05
		Cellulosefasern 18cm [kg]	10.010	9.00	30	100%	0.28	0.03	0.06	0.01
		keine innere Beplankung	07.013	0.00	30	100%	0.00	0.00	0.00	0.00
							1.52	0.05	0.24	0.06
Untersicht Auskragung: Äussere Bekleidung	Zellulose in Element	Stahlprofile Träger 16jährig 45cm hoch [kg] (80kg/m ¹)	06.012	69.09	60	73%	2.92	0.00	0.62	0.00
		Nutzholz als Unterkonstruktion 15mm [kg]	07.001	0.28	30	100%	0.03	0.00	0.00	0.00
		Cellulosefasern 60cm [kg]	10.010	28.80	30	100%	0.89	0.10	0.21	0.04
		Gipsfaserplatten 18mm [kg]	03.007	21.60	30	100%	1.73	0.05	0.38	0.01
							5.57	0.15	1.21	0.05
Aufstockung Neubau: Aussenwand Holzelementbau mit Baustrohämmung	Strohballenwand in Holzelement	Gipsfaserplatten 18mm [kg]	03.007	21.60	60	100%	0.86	0.02	0.19	0.00
		Dreischichtplatte 2x 27mm [kg]	07.001	25.38	60	100%	1.24	0.02	0.17	0.05
		Strohballenwand 36cm	10.015	77.40	60	100%	0.29	0.00	0.12	0.00
		Putzaufbau innen	04.004	72.00	30	100%	0.32	0.07	0.04	0.01
							2.72	0.12	0.52	0.06
Aufstockung Neubau: Bekleidung Aussenwand. Trapezblech hinterlüftet	Trapezblech inkl. Unterkonstruktion	Trapezblech Alu als Fassadenplatte SP27 111 37 jährig [kg]	06.001	8.00	40	8%	0.40	0.00	0.08	0.00
		Aluminiumprofile neu Fensterleibungen zu Trapezblech [kg]	06.002	1.00	40	100%	0.68	0.00	0.14	0.00
		Nutzholz als Unterkonstruktion 15mm [kg]	07.009	0.29	40	100%	0.00	0.00	0.00	0.00
		Windpapier (PE Spinnvlies) [kg]	09.008	0.22	40	100%	0.14	0.00	0.02	0.01
							1.23	0.00	0.24	0.01
Fenster und Türen										
pro m²										
Fenstertyp 1 Bestand 1.OG	Bestand	Holzrahmen [m2 i.L.]	05.005	0.22	30	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
		einfache Isolierverglasung	05.001	0.78	30	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
							0.00	0.00	0.00	0.00
Fenstertyp 1 mit Sonnenschutz	neue Aufdoppelung innen auf Bestand	Holzrahmen [m2 i.L.]	05.005	0.22	30	100%	4.14	0.06	0.80	0.14
		Isolierverglasung 3-fach, Ug-Wert 0.6 W/m2K, Dicke 40 mm [m2]	05.012	0.78	30	100%	6.73	0.05	1.58	0.16
		Ausstellstoren [m2]	05.018	1.00	30	100%	9.90	0.01	2.12	0.05
							20.78	0.13	4.49	0.35

Fenster typ 1 Bestand EG	Bestand	Holzrahmen [m2 i.L.]	05.005	0.22	30	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
		einfache Isolierverglasung	05.001	0.78	30	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
							0.00	0.00	0.00	0.00
Fenster typ 2 mit Sonnenschutz	neue Aufdoppelung innen aus 7 jährigen Fenstern	Holzrahmen [m2 i.L.]	05.005	0.22	30	77%	3.18	0.05	0.61	0.11
		Isolierverglasung 2-fach, Ug-Wert 1.1 W/m²K, Dicke 24 mm	05.001	0.78	30	77%	3.39	0.03	0.79	0.08
		Ausstellstoren [m2]	05.018	1.00	30	100%	9.90	0.01	2.12	0.05
							16.47	0.09	3.52	0.24
Fenster typ 3 Kastenfenster	Doppelter Aufbau aus Werk 1, 30jährig	Leichtmetallrahmen [m2 i.L.]	05.004	0.44	30	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
		Isolierverglasung 2-fach, Ug-Wert 1.1 W/m²K, Dicke 24 mm	05.001	1.56	30	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
		Lamellenstoren [m2]	05.017	1.00	30	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
							0.00	0.00	0.00	0.00
Fenster typ 4 Ziegler	fach IV-Glas aus Ziegler Druck 14jährig (bei Laubengang, oh.	Kunststoffrahmen [m2 i.L.]	05.007	0.22	30	53%	5.83	0.11	0.89	0.22
		Isolierverglasung 3-fach, Ug-Wert 0.6 W/m2K, Dicke 40 mm [m2]	05.012	0.78	30	53%	3.59	0.03	0.84	0.09
							9.42	0.14	1.73	0.31
Fenster typ 5 Orion	Aluminiumfenster 3-fach Verglasung getrennte Alu-Rahmen, 28jährig	Leichtmetallrahmen [m2 i.L.]	05.004	0.22	30	7%	0.78	0.00	0.16	0.02
		Isolierverglasung 3-fach, Ug-Wert 0.6 W/m2K, Dicke 40 mm [m2]	05.012	0.78	30	7%	0.45	0.00	0.11	0.01
		Lamellenstoren [m2]	05.017	1.00	30	7%	0.58	0.00	0.13	0.00
							1.81	0.01	0.39	0.03
Aussentüren	Alutür mit 3-fach IV-Verglasung 2jährig	Leichtmetallrahmen [m2 i.L.]	05.004	0.50	30	93%	24.89	0.05	5.07	0.56
		Isolierverglasung 3-fach, Ug-Wert 0.6 W/m2K, Dicke 40 mm [m2]	05.012	0.50	30	93%	4.03	0.03	0.94	0.10
							28.92	0.08	6.02	0.66
Aussentüren	Alutür mit 3-fach IV-Verglasung 20jährig	Leichtmetallrahmen [m2 i.L.]	05.004	0.50	30	33%	8.89	0.02	1.81	0.20
		Isolierverglasung 3-fach, Ug-Wert 0.6 W/m2K, Dicke 40 mm [m2]	05.012	0.50	30	33%	1.44	0.01	0.34	0.03
							10.33	0.03	2.15	0.23

Dächer

pro m²

Holzdecke, Tragkonstruktion	Holzelementdecke ausgedämmt	3-Schichtplatte 2x 28mm, 20jährig [kg]	07.001	26.32	60	67%	0.86	0.02	0.12	0.03
		Nadelschnittholz, 20jährig [kg]	07.011	0.19	60	67%	0.00	0.00	0.00	0.00
		Steinwolle 16 cm, 160kg/m3, 20 jährig [kg]	10.008	25.60	60	67%	1.21	0.02	0.32	0.00
							2.08	0.03	0.44	0.04
gedämmt (Flachdach)	Dachaufbau: CEMWOOD+EPS Samatherm, Bituminöse Dampfbremse, 2x Polymerbitumendichtungsbahn, Schutz-/Trennschicht, Extensivbegrünung.	CEMWOOD 6cm, eingesetzt schwere Weichfaser 320kg/m3	10.009	19.20	30	100%	2.23	0.03	0.40	0.03
		EPS 25 Standard, 22 cm, 25 kg/m3 11jährig [kg]	10.004	5.50	30	63%	3.45	0.02	0.52	0.37
		2 x EGV3 Polymerbitumenbahn [kg]	09.001	7.20	30	100%	3.26	0.05	0.28	0.57
		Bitumenemulsion [m2]	14.003	1.00	30	100%	0.06	0.00	0.00	0.02
		1x EP4 Polymerbitumenbahn [kg]	09.003	5.20	30	100%	2.13	0.04	0.15	0.41
		PP-Vlies Trenn-/Schutzvlies [kg]	09.008	0.14	30	100%	0.12	0.00	0.01	0.01
		Kies 3 cm [kg]	3.012	45.00	30	100%	0.03	0.07	0.00	0.01
		Substrat 7 cm [kg]	03.013	70.00	30	100%	0.04	0.15	0.01	0.03
							11.33	0.35	1.38	1.45

K118 / VARIANTE 1	Beschreibung Bauteil	Zusammensetzung Bauteil	KBOB-ID	Bezug pro m ²	Amortisa- tion [a]	davon ver- bleibend [%]	PE n.e. Her- stellung [kWh/a]	PE n.e. Ent- sorgung [kWh/a]	THG Her- stellung [kg CO2- eq./a]	THG Ent- sorgung [kg CO2- eq./a]	
											Innenwand
Innenwand Bestand	Kalksandsteinwand 15cm inkl. Mörtel	15 cm Kalksandstein [kg]	02.002	210.00	30	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	
		Mörtel [kg]	04.009	37.10	30	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	
							0.00	0.00	0.00	0.00	
Innenwand Typ 1 Kalksandstein	Kalksandsteinwand 15cm inkl. Mörtel	15 cm Kalksandstein [kg]	02.002	210.00	30	100%	2.45	0.34	0.90	0.06	
		Mörtel [kg]	04.009	37.10	30	100%	0.82	0.08	0.32	0.01	
							3.27	0.42	1.22	0.07	
Innenwand Typ 1 Kalksandstein mit Aufdoppelung Naturstein	Kalksandsteinwand 15cm inkl. Mörtel	15 cm Kalksandstein [kg]	02.002	210.00	30	100%	2.45	0.34	0.90	0.06	
		Mörtel [kg]	04.009	37.10	30	100%	0.82	0.08	0.32	0.01	
		Natursteinplatte aufgeklebt 30 mm inkl. Klebstoff	Klebstoff [kg]	08.001	1.00	30	100%	0.81	0.01	0.15	0.04
		Natursteinplatte 30mm, Orion 28jährig [m2]		21.007	1.00	30	7%	0.90	0.01	0.08	0.00
							4.98	0.44	1.46	0.12	
Innenwand Typ 2 Betonwand (ohne Putz)	Betonwand 20 cm, CEM II 300 kg/m3, Bewehrung 97.5 kg/m3	Hochbaubeton, 20 cm [kg]	01.002	454.29	60	100%	1.12	0.41	0.67	0.08	
		Armierungsstahl [kg]	06.003	19.50	60	100%	1.15	0.00	0.22	0.00	
		3-SP Schalung 2.5cm (Annahme 5xverwendet) [kg]	07.001	4.70	60	100%	0.23	0.00	0.03	0.01	
							2.50	0.41	0.93	0.09	
Innenwand Typ 3 Leichtbauwand	Leichtbauwand in Holz	3-Schichtplatte 2x 27mm [kg] 10jährig	07.001	25.38	30	67%	1.66	0.03	0.23	0.06	
		Steinwolle [kg]	10.008	0.74	30	100%	0.10	0.00	0.03	0.00	
		Nadelschnittholz [kg]	07.011	2.98	30	100%	0.08	0.00	0.01	0.00	
							1.84	0.04	0.27	0.06	
Konstruktiver Brandschutz	Betonfüllung ohne Bewehrung um Stahlträger	Hochbaubeton, 20 cm [kg]	01.002	460.00	60	100%	1.13	0.41	0.68	0.08	
							1.13	0.41	0.68	0.08	
Deckenkonstruktion					pro m²						
Zwischendecke 1 einfache Holzdecke	Galleriegeschoss Bestand auf best. Stahlträgern	Nadelschnittholz Bretterboden im Bestand, alt 35mm [kg]	07.011	16.28	60	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	
		Nadelschnittholz Balkenlage im Bestand, alt 20cm [kg]	07.011	6.51	60	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	
		Stahlträger im Bestand, alt 60kg/m1 3 Stk à 12m1 [kg] [kg]	06.012	18.95	60	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	
							0.00	0.00	0.00	0.00	
Zwischendecke 2 im 1. OG	Betondecke Bestand 16cm (ehemaliges Dach)	Hochbaubeton 16cm [kg]	01.002	366.59	60	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	
		Armierungsstahl (Bewehrungsgehalt 90 kg/m3) [kg]	06.003	14.40	60	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	
		Stahlträger im Bestand, alt 60kg/m1 6 Stk à 12m1 [kg]	06.012	19.03	60	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	
							0.00	0.00	0.00	0.00	
Zwischendecke 3 neue Konstruktion	Trapezblech mit Überbeton	Hochbaubeton 11cm [kg]	01.002	253.00	60	100%	0.62	0.23	0.37	0.04	
		Trapezblech Stahl SP27 111 37 jährig [kg]	06.011	8.00	60	38%	0.80	0.00	0.18	0.00	
		Stahlprofile verzinkt als Verbindung [kg]	06.012	2.20	60	100%	0.13	0.00	0.03	0.00	
		Stahlprofile IPE Träger 16jährig 45cm hoch [kg] 80kg/m1	06.012	70.65	60	73%	2.99	0.00	0.63	0.00	
							4.54	0.23	1.21	0.04	

Bodenbelag		pro m ²								
Zu Zwischendecke 2 Unterkonstruktion und Bodenbelag	Parkett, Zementunterlagsboden, Trennschicht, 3cm Trittschall	Parkett 20mm, über 50jährig [m2]	11.018	2	30	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
		Klebstoff [kg]	08.001	1.00	30	100%	0.81	0.01	0.15	0.04
		Zementunterlagsboden 4cm [kg]	02.007	74	30	100%	0.51	0.12	0.30	0.02
		PE-Folie	09.007	0.15	30	100%	0.12	0.00	0.01	0.01
		Trittschall 3cm Steinwolle 130kg/m3	10.008	3.9	30	100%	0.56	0.01	0.15	0.00
					30		2.00	0.14	0.61	0.08
Zu Zwischendecke 3 Unterkonstruktion und Bodenbelag	Parkett, Zementunterlagsboden, Trennschicht, 3cm Trittschall	Parkett 20mm, über 50jährig [m2]	11.018	2	30	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
		Klebstoff [kg]	08.001	1.00	30	100%	0.81	0.01	0.15	0.04
		Zementunterlagsboden 3cm [kg]	02.007	55.5	30	100%	0.38	0.09	0.22	0.02
		PE-Folie	09.007	0.15	30	100%	0.12	0.00	0.01	0.01
		Trittschall 3cm Steinwolle 130kg/m3	10.008	3.9	30	100%	0.56	0.01	0.15	0.00
					30		1.87	0.11	0.54	0.08
Balkon / Laubengang / Aussentreppe		pro m ²								
Balkon	Laubengang mit Treppe als Stahlkonstruktion inkl. Metallgeländer	Stahlprofile Laubengang 30jährig von Orion [kg] 4.65 t	06.012	24.64	40	25%	0.53	0.00	0.11	0.00
		Stahlterasse Laubengang 30jährig von Orion [kg] 8 t	06.012	41.60	40	25%	0.90	0.00	0.19	0.00
		Stahlprofile Laubengang 30jährig von Uster [kg] 4.65 t	06.011	17.08	40	25%	1.68	0.00	0.37	0.00
		Metallstabgeländer 30jährig von Orion [kg](17.8 kg/m1)	06.011	4.24	40	30%	0.50	0.00	0.11	0.00
		Natursteinplatte 30mm, Orion 28jährig [m2] als Gehbelag	21.007	1.00	40	30%	3.05	0.03	0.27	0.01
					40		6.65	0.03	1.06	0.01

K118 / VARIANTE 1		Beschreibung Bauteil	Zusammensetzung Bauteil	KBOB-ID	Bezug pro m ²	Amortisation [a]	davon verbleibend [%]	PE n.e. Herstellung [kWh/a]	PE n.e. Entsorgung [kWh/a]	THG Herstellung [kg CO ₂ -eq./a]	THG Entsorgung [kg CO ₂ -eq./a]
Elektroanlagen											
Büro	Elektroanlage Büro			34.002	1	30	100%	3.77	0.03	0.75	0.05
								3.77	0.03	0.75	0.05
Solarstromanlage	Solarstromanlage Flachdach	PV-Anlage auf Dach ohne Unterkonstruktion 18jährig		34.026	0.7	30	40%	74.85	0.00	21.65	0.00
		PV-Anlage auf Dach nur Unterkonstruktion neu		34.026	0.3	30	100%	80.20	0.00	23.20	0.00
								155.05	0.00	44.85	0.00
Wärmeanlage		pro m ²									
Wärmeerzeugung	Wärmeerzeuger 30 W/m ²	Wärmeerzeuger, spez. Leistungsbedarf 30 W/m ² [m ²]		31.002	1	20	100%	0.34	0.00	0.08	0.00
								0.34	0.00	0.08	0.00
Wärmeverteilung und -Abgabe	Verteilung Büro, Heizkörper	Wärmeverteilung Büro [m ²]		31.022	1	30	100%	1.00	0.09	0.22	0.04
		Abgabe über Heizkörper+Deckenstrahler je 30 jährig [m ²]		31.023	1	30	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
								1.00	0.09	0.22	0.04
Lufttechnische Anlage		pro m ²									
Abluftanlage Küche und Bad	Abluftanlage Küche und Bad	Einfache Abluftanlage für obere Bürogeschosse		32.003	1	30	100%	0.50	0.00	0.11	0.00
								0.50	0.00	0.11	0.00
Lüftungsanlage Büro Mittelwert	Luftmenge 2 m ³ /hm ² EBF	inkl. Verteilung, ohne Lüftungsggerät (Annahme 20%)		32.005	0.8	30	100%	1.95	0.01	0.44	0.01
	Luftmenge 4 m ³ /hm ² EBF	inkl. Verteilung, ohne Lüftungsggerät (Annahme 20%)		32.006	0.8	30	100%	2.96	0.01	0.67	0.02
	Lüftungsggerät	Lüftungsggerät vorhanden 5jährig		32.006	0.2	30	83%	0.62	0.00	0.14	0.00
								3.07	0.01	0.70	0.02
Wasseranlage		pro m ²									
Büro einfach	Sanitäranlagen, Büro, einfach	inkl. Leitungen (Annahme: Apparate = 30%)		33.001	0.7	30	100%	0.45	0.00	0.08	0.03
	Sanitäranlagen, Büro, einfach	nur Apparate im Schnitt 15 jährig		33.001	0.3	30	50%	0.10	0.00	0.02	0.01
								0.55	0.00	0.09	0.03

A3 Resultatübersicht und Bauteile nach Variante 2a und 2b

K118 Berechnung im Bereich Erstellung VARIANTE 2a: nur Zusatzaufwendungen						Primärenergie nicht erneuerbar	Treibhausgas-emissionen	Primärenergie nicht erneuerbar	Treibhausgas-emissionen	
Gebäudeteil	Bezeichnung	Konstruktion	Bezugsgrösse	Einheit	Menge	Erstellung pro Jahr [kWh/a]	Erstellung pro Jahr [kg/a]	Erstellung pro m2 u. Jahr [kWh/m2 a]	Erstellung pro m2 Jahr [kg/m2 a]	
Vorarbeiten	Baugrube									
	Aushub Bestand	Aushub maschinell, unberührter Bestand Bodenplatte	Volumen	m3	79.06	0.00	0.00			
	Aushub neu	Aushub maschinell im Bereich Fundamenttätzen	Volumen	m3	158.12	4.40	1.09	0.00	0.00	
Gebäudehülle unter Terrain	Bodenplatte, Fundament									
	Bodenplatte Bestand	Beton 40 cm und Sauberkeitsschicht, unberührter Bestand	BTF	m2	79.06	0.00	0.00			
	Verstärkung Fundamentplatte	Betontätzen zur Fundamentverstärkung	BTF	m3	15.00	143.82	62.47			
	Schüttung unter Bodenplatte	Schüttung Misapor 30cm (unter 2/3 der Bodenplatte, neu betoniert)	BTF	m2	158.12	179.29	15.94			
	neue Bodenplatte	Beton 30 cm und Sauberkeitsschicht (2/3 der Bodenplatte neu betoniert)	BTF	m2	158.12	716.35	260.62			
	Aussenwand unter Terrain									
	ungedämmt / gedämmt	keine Unterkellerung	BTF	m2	0.00	0.00	0.00			
	Dach unter Terrain									
	ungedämmt / gedämmt	kein Dach unter Terrain	BTF	m2	0.00	0.00	0.00	0.73	0.24	
Gebäudehülle über Terrain	Aussenwand über Terrain									
	Backsteinwand Bestand	bestehende Backsteinwand	BTF	m2	343.75	0.00	0.00			
	Holzelement mit Baustroh dämmung	Holzrahmen, Baustroh 36cm, Lehmputz innen	BTF	m2	658.98	1'873.11	385.78			
	Aussere Wandbekleidung über Terrain									
	Innenwärmedämmung Typ 1	Auf Bestand: Zellulosefasern, OSB Platte 5 jährig	BTF	m2	343.75	560.17	103.95			
	Innenwärmedämmung Typ 2	Auf Bestand: Zellulosefasern, nicht beplankt	BTF	m2	0.00	0.00	0.00			
	Bekleidung Metall/Trapezblech hinterlüftet	Trapezblech Aluminium inkl. Unterkonstruktion und Windpapier 37jährig	BTF	m2	658.98	607.45	124.18			
	äussere Bekleidung Auskragung	Zellulosefasern, Gipsfaserplatte auf Stahlunterkonstruktion	BTF	m2	44.00	130.93	29.94			
	Fenster und Türen									
	Fenster Bestand	bestehende Fenster im EG und 1.OG	BTF	m2	132.30	0.00	0.00			
	Fenstertyp 1 neue Aufdoppelung auf Bestand	Auf Bestand: Innere Aufdoppelung Holzfenster mit 3-fach IV Verglasung	BTF	m2	79.90	1'670.28	387.31			
	Fenstertyp 2 wiederverw. Aufdoppelung auf Bestand	Auf Bestand: Innere Aufdoppelung Holzfenster mit 2-fach IV Verglasung 7jährig	BTF	m2	52.40	584.16	129.66			
	Fenstertyp 3 Kastenfenster doppelter Aufbau	Doppeltes Leichtmetallfenster mit 2-fach IV Verglasung 30 jährig	BTF	m2	43.70	0.09	0.59			
	Fenstertyp 4 Ziegler	Kunststoff/Alu-Rahmen, 3-fach IV Verglasung 14 Jahre	BTF	m2	42.40	21.45	4.53			
	Fenstertyp 5 Orion	Alurahmen, 3-fach IV Verglasung, 28 Jahre alt	BTF	m2	106.90	44.86	9.42			
	Aussentüren 1	Eingangstüre in Alu mit 3-fach Verglasung, 2jährig	BTF	m2	7.90	7.88	1.68			
	Aussentüren 2	Eingangstüre in Alu mit 3-fach Verglasung, 20jährig	BTF	m2	14.60	21.23	4.55			
	Dach									
	Holzelementdecke ausgedämmt	Holzelementdecke ausgedämmt mit Steinwolle 16cm	BTF	m2	294.80	159.87	31.79			
	Dachhaut									
	Flachdach gedämmt	Dachaufbau, CEMWOOD+EPS, Bituminöse Dampfbremse, Schutz-/Trennschicht	BTF	m2	294.80	2'447.04	576.76	5.74	1.26	
	Innen- und Aussenbauteile	Innenwand								
		Innenwände Bestand	bestehende Innenwände	BTF	m2	10.00	0.00	0.00		
IW 1: Kalksandsteinwand		KS 15cm	BTF	m2	175.50	647.09	227.55			
IW 1: Kalksandsteinwand mit Verkleidung		KS 15cm plus Natursteinplatte 30mm von Orion 28 jährig	BTF	m2	60.00	342.53	104.13			
IW 2: Betonwand tragend		Betonwand tragend 20cm ohne Putz	BTF	m2	89.30	260.21	90.59			
IW 3: Leichtbauwand		Leichtbauwand mit 3-Schichtplatten und Steinwolle 8cm	BTF	m2	377.00	151.98	32.93			
KIW: Konstruktiver Brandschutz: Träger ausbetoniert		Stahlträger ausbetoniert ohne Armierung und Schalung	BTF	m2	148.50	229.41	113.05			
Deckenkonstruktion										
ZWD 1: Zwischendecke Galeriegeschoss Bestand		Holzplatte auf Stahlträgern (Zwischengalerie)	BTF	m2	114.20	0.00	0.00			
ZWD 2: Bestand 1.OG		Betondecke auf Stahlträgern (ehemaliges Dach)	BTF	m2	226.70	0.00	0.00			
ZWD 3: neue Decken		Verbunddecken auf Stahlträgern mit Profilblech und Überbeton	BTF	m2	756.30	932.27	379.12			
Bodenbelag, Deckenbekleidung										
Bodenbelag zu ZWD 2		Parkett mit Trittschall auf Ausgleichsschicht	BTF	m2	226.70	490.31	157.64			
Bodenbelag zu ZWD 3		Parkett mit Trittschall auf Ausgleichsschicht	BTF	m2	756.30	1'517.09	525.89			
Balkon										
Balkon inkl. Absturzsicherung		Stahlterrasse mit Laubengängen, Orion 28jährig	BTF	m2	188.72	1'289.17	302.44	4.14	1.37	
Gebäudetechnik		Elektroanlage								
	Büro	Elektroanlage Büro	EBF	m2	1'416.30	5'374.01	1'125.96			
	Solarstromanlage	Solarstromanlage Flachdach 18jährig	Leistung	kWp	20.00	99.13	20.96			
	Wärmeanlage									
	Wärmeerzeugung	Wärmeerzeuger 30 W/m2	EBF	m2	1'416.30	483.98	108.54			
	Wärmeverteilung und -Abgabe Büro	Verteilung Büro, Heizkörper + Deckenstrahler 30jährig	EBF	m2	1'416.30	1'555.00	362.63			
	Lufttechnische Anlage:									
	Abluftanlage Küche und Bad	Abluftanlage Küche und Bad für Bürogeschoss oben	EBF	m2	983.00	495.32	111.60			
	Lüftungsanlage Büro	Lüftungsanlage, Mittelwert spez. Luftmenge 2 und 4 m3/hm2 EBF, Gerät 5jährig	EBF	m2	433.30	1'130.08	260.29			
	Wasseranlage									
Sanitäranlage Büro	Sanitäranlagen, Büro, einfach, inkl. Leitungen und Apparate 15jährig	EBF	m2	1'416.30	732.03	161.48	6.97	1.52		

blau: Weiterverwendung in situ rot: Wiederverwendung ex situ schwarz: neue Bauteile

Energiebezugsfläche m2

1416.30

24'901.99	6'215.05
-----------	----------

17.58	4.39
-------	------

K118 / VARIANTE 2a	Beschreibung Bauteil	Zusammensetzung Bauteil	KBOB-ID	Bezug pro m ³	Amortisa- tion [a]	davon ver- bleibend [%]	PE n.e. Her- stellung [kWh/a]	PE n.e. Ent- sorgung [kWh/a]	THG Her- stellung [kg CO2- eq./a]	THG Ent- sorgung [kg CO2- eq./a]
Aushub										
Aushub Bestand	Aushub maschinell	bestehende Bodenplatte	62.001	1.00	60	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
							0.00	0.00	0.00	0.00
Aushub neu	Aushub maschinell	für Fundamenttätzen	62.001	1.00	60	100%	0.03	0.00	0.01	0.00
							0.03	0.00	0.01	0.00
Bodenplatte Fundament										
pro m² BTF										
Betonplatte Bestand als Flachfundation, ungedämmt	Bodenplatte Bestand	Magerbeton 7 cm [kg]	01.001	150.50	60	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
		Hochbaubeton, 40 cm [kg]	01.002	920.00	60	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
		Armierungsstahl [kg]	06.003	31.50	60	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
							0.00	0.00	0.00	0.00
Fundamentverstärkung	Betontätzen, CEM II 300 kg/m3, Bewehrung 105 kg/m3	Hochbaubeton, 1m3 [kg]	01.002	2'300.00	60	100%	5.67	2.05	3.41	0.40
		Armierungsstahl [kg]	06.003	31.50	60	100%	1.86	0.00	0.36	0.00
							7.54	2.05	3.77	0.40
Betonplatte als Flachfundation, ungedämmt	CEM II 300 kg/m3, Bewehrung 105 kg/m3, inkl. Sauberkeitsschicht	Magerbeton 7 cm [kg]	01.001	150.50	60	100%	0.23	0.12	0.13	0.02
		Hochbaubeton, 30 cm [kg]	01.002	690.00	60	100%	1.70	0.62	1.02	0.12
		Armierungsstahl [kg]	06.003	31.50	60	100%	1.86	0.00	0.36	0.00
							3.80	0.73	1.51	0.14
Schüttung unter Bodenplatte	Misapor 30cm	Schüttung Schaumglasschotter	10.013	39.00	60	100%	1.10	0.04	0.10	0.00
							1.10	0.04	0.10	0.00
Aussenwand unter Terrain										
pro m² BTF										
Aussenwand unter Terrain	(kein Untergeschoss)		62.001	0.00	60	100%	0.00	0.00	0.00	0.00
							0.00	0.00	0.00	0.00
Dach unter Terrain										
pro m² BTF										
Dach unter Terrain	(kein Untergeschoss)		62.001	0.00	60	100%	0.00	0.00	0.00	0.00
							0.00	0.00	0.00	0.00

K118 / VARIANTE 2a	Beschreibung Bauteil	Zusammensetzung Bauteil	KBOB-ID	Bezug pro m ²	davon ver-		PE n.e. Her- stellung [kWh/a]	PE n.e. Ent- sorgung [kWh/a]	THG Her- stellung [kg CO ₂ - eq./a]	THG Ent- sorgung [kg CO ₂ - eq./a]
					Amortisa- tion [a]	bleibend [%]				
Aussenwand über Terrain										
Bestand Aussenwand	Stahlkonstruktion mit Backsteinfüllung einfach	Stahlstützen im Bestand, alt [kg] Annahme: HEA 140 / 25.3 kg/m1	06.012	11.59	60	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
		best. Backsteinfassade 14cm alt [kg]	02.001	126.00	60	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
		best Mörtel zu Backsteinfassade 14cm alt [kg]	04.009	43.55	60	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
							0.00	0.00	0.00	0.00
Zu Bestand Aussenwand: Innenwärmedämmung Typ 1	Innenwärmedämmng mit Zellulose und innerer Beplankung	Holzriemenlamellen 27mm [kg]	07.001	12.69	30	100%	1.24	0.02	0.17	0.05
		Cellulosefasern 18cm [kg]	10.010	9.00	30	100%	0.28	0.03	0.06	0.01
		OSB-Platte: De-/Montage Bohrmaschine 1kW, 5min/m2	45.020	0.08	30	100%	0.01	0.00	0.00	0.00
		OSB-Platte: Transport LkW Winterthur-Winterthur <10km	62.017	0.15	30	100%	0.01	0.00	0.00	0.00
		OSB-Platte: Zuschneiden mit Kreissäge 5kW, 5min/m2	45.020	0.42	30	100%	0.04	0.00	0.00	0.00
							1.58	0.05	0.24	0.06
Zu Bestand Aussenwand: Innenwärmedämmung Typ 2	Innenwärmedämmung mit Cellulose-Fasern ohne Beplankung	Holzriemenlamellen 27mm [kg]	07.001	12.69	30	100%	1.24	0.02	0.17	0.05
		Cellulosefasern 18cm [kg]	10.010	9.00	30	100%	0.28	0.03	0.06	0.01
		keine innere Beplankung	07.013	0.00	30	100%	0.00	0.00	0.00	0.00
							1.52	0.05	0.24	0.06
Auskrägung Neubau: Tragkonstruktion und Äussere Bekleidung	Neue Tragkonstruktion	Stahl-Träger 45cm: Demontage/Montage mit Pnuekran	61.002	5.68	60	100%	0.12	0.00	0.03	0.00
		Stahl-Träger 45cm: Transport Basel-Pratteln-Winthi 107km	62.010	7.56	60	100%	0.06	0.00	0.01	0.00
		Stahl-Träger 45cm: Anpassungen/Schneiden, tot 4 Schnitte	61.001	0.04	60	100%	0.00	0.00	0.00	0.00
	Zellulose in Element	Nutzholz als Unterkonstruktion 15mm [kg]	07.001	0.28	30	100%	0.03	0.00	0.00	0.00
		Cellulosefasern 60cm [kg]	10.010	28.80	30	100%	0.89	0.10	0.21	0.04
		Gipsfaserplatten 18mm [kg]	03.007	21.60	30	100%	1.73	0.05	0.38	0.01
							2.83	0.15	0.63	0.05
Aufstockung Neubau: Aussenwand Holzelementbau mit Baustrohddämmung	Strohballenwand in Holzelement	Gipsfaserplatten 18mm [kg]	03.007	21.60	60	100%	0.86	0.02	0.19	0.00
		Dreischichtplatte 2x 27mm [kg]	07.001	25.38	60	100%	1.24	0.02	0.17	0.05
	Putzaufbau innen	Strohballenwand 36cm	10.015	77.40	60	100%	0.29	0.00	0.12	0.00
		Lehmputz [kg]	04.004	72.00	30	100%	0.32	0.07	0.04	0.01
							2.72	0.12	0.52	0.06
Aufstockung Neubau: Bekleidung Aussenwand. Trapezblech hinterlüftet	Trapezblech inkl. Unterkonstrukton	Trapezblech Alu: Demontage/Montage mit Bohrmaschine 1kW, 5	45.020	0.08	40	100%	0.01	0.00	0.00	0.00
		Trapezblech Alu: Transport Oberwinterthur-Pratteln-Wint. 205km	62.017	1.03	40	100%	0.06	0.00	0.01	0.00
		Trapezblech Alu: Handkreissäge, 5kW, 5min/m2	45.020	0.42	40	100%	0.03	0.00	0.00	0.00
		Aluminiumprofile neu Fensterleibungen zu Trapezblech [kg]	06.002	1.00	40	100%	0.68	0.00	0.14	0.00
		Nutzholz als Unterkonstruktion 15mm [kg]	07.009	0.29	40	100%	0.00	0.00	0.00	0.00
		Windpapier (PE Spinnvlies) [kg]	09.008	0.22	40	100%	0.14	0.00	0.02	0.01
									0.92	0.00

Fenster und Türen		pro m ²									
Fenstertyp 1 Bestand 1.OG	Bestand	Holzrahmen [m2 i.L.]	05.005	0.22	30	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		einfache Isolierverglasung	05.001	0.78	30	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
							0.00	0.00	0.00	0.00	
Fenstertyp 1 mit Sonnenschutz	neue Aufdoppelung innen auf Bestand	Holzrahmen [m2 i.L.]	05.005	0.22	30	100%	4.14	0.06	0.80	0.14	
		Isolierverglasung 3-fach, Ug-Wert 0.6 W/m2K, Dicke 40 mm [m2]	05.012	0.78	30	100%	6.73	0.05	1.58	0.16	
		Ausstellstoren [m2]	05.018	1.00	30	100%	9.90	0.01	2.12	0.05	
									20.78	0.13	4.49
Fenstertyp 1 Bestand EG	Bestand	Holzrahmen [m2 i.L.]	05.005	0.22	30	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	
		einfache Isolierverglasung	05.001	0.78	30	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	
							0.00	0.00	0.00	0.00	
Fenstertyp 2 mit Sonnenschutz	neue Aufdoppelung innen aus 7 jährigen Fenstern	Fenster: Montage/Demontage mit Handbohrer 1kW 10min/m2	45.020	0.17	30	100%	0.01	0.00	0.00	0.00	
		Fenster: Transport Zürich Orion - Winterthur 32km, 30kg/m2	62.017	0.96	30	100%	0.08	0.00	0.02	0.00	
		Fenster: neue Ergänzungen: 0.2 pro 1m2	05.001	0.20	30	100%	1.13	0.01	0.27	0.03	
		Ausstellstoren [m2]	05.018	1.00	30	100%	9.90	0.01	2.12	0.05	
							11.12	0.02	2.40	0.08	
Fenstertyp 3 Kastenfenster	Doppelter Aufbau aus Werk 1, 30jährig	Fenster: Demontage und Montage Handbohrer 1kW, 10min/m2	45.020	0.33	30	100%	0.03	0.00	0.00	0.00	
		Fenster:: Transport Neftenbach - Winterthur 32 km	62.017	0.96	40	100%	0.06	0.00	0.01	0.00	
		keine Anpassungen	05.017	0.00	30	100%	0.00	0.00	0.00	0.00	
							0.09	0.00	0.01	0.00	
Fenstertyp 4 Ziegler	Kunststoff/Alu-Rahmen mit 3-fach IV-Glas aus Ziegler Druck	Fenster: Demontage und Montage Handbohrer 1kW, 10min/m2	45.020	0.17	30	100%	0.01	0.00	0.00	0.00	
		Fenster:: Transport Oberwinterthur-Pratteln-Wint. 205km	62.017	6.15	30	100%	0.49	0.00	0.11	0.00	
							0.51	0.00	0.11	0.00	
Fenstertyp 5 Orion	Aluminiumfenster 3-fach Verglasung getrennte Alu-Rahmen, 28jährig	Fenster: Demontage und Montage 1kW, 10min/m2	45.020	0.17	30	100%	0.01	0.00	0.00	0.00	
		Fenster:: Transport Zürich Orion -Pratteln-Wint.169km	62.017	5.07	30	100%	0.41	0.00	0.09	0.00	
		keine Anpassungen	05.017	0.00	30	100%	0.00	0.00	0.00	0.00	
							0.42	0.00	0.09	0.00	
Aussentüren	Alutür mit 3-fach IV-Verglasung 2jährig	Leichtmetall/Glas: Demontage/Montage 1kW, 10min/m2	45.020	0.17	30	100%	0.01	0.00	0.00	0.00	
		Türen:: Transport Oberwinterthur-Pratteln-Wint. 205km	62.017	12.30	30	100%	0.98	0.00	0.21	0.00	
							1.00	0.00	0.21	0.00	
Aussentüren	Alutür mit 3-fach IV-Verglasung 20jährig	Leichtmetall/Glas: Demontage und Montage 1kW, 10min/m2	45.020	0.17	30	100%	0.01	0.00	0.00	0.00	
		Leichtmetall mit Glas: Transport Lausanne-Pratteln-Winthi 300km	62.017	18.00	30	100%	1.44	0.00	0.31	0.00	
							1.45	0.00	0.31	0.00	

Dächer		pro m ²									
Holzdecke, Tragkonstruktion	Holzelementdecke ausgedämmt	Dachelement: Montage/Demontage Kran, 5k, 10min/m2	45.020	0.83	60	100%	0.04	0.00	0.00	0.00	
		Dachelement: Transport Aarau-Burgdorf-Pratteln-Winterthur 235km	62.017	12.24	60	100%	0.49	0.00	0.11	0.00	
		Dachelement: Teilweise zuschneidenKreissäge 5kW, 5min/m2	45.020	0.42	60	100%	0.02	0.00	0.00	0.00	
								0.54	0.00	0.11	0.00
gedämmt (Flachdach)	Dachaufbau: CEMWOOD+EPS Sarnatherm, Bituminöse Dampfbremse, 2x Polymerbitumendichtungsbahn , Schutz-/Trennschicht, Extensivbegrünung.	CEMWOOD 6cm, eingesetzt schwere Weichfaser 320kg/m3	10.009	19.20	30	100%	2.23	0.03	0.40	0.03	
		EPS 25 Standard: Demontage/Montage Handarbeit	45.020	0.00	30	100%	0.00	0.00	0.00	0.00	
		EPS 25 Standard:Transport Winterthur-Pratteln-Winterthur 192km	62.017	1.06	30	100%	0.08	0.00	0.02	0.00	
		2 x EGV3 Polymerbitumenbahn [kg]	09.001	7.20	30	100%	3.26	0.05	0.28	0.57	
		Bitumenemulsion [m2]	14.003	1.00	30	100%	0.06	0.00	0.00	0.02	
		1x EP4 Polymerbitumenbahn [kg]	09.003	5.20	30	100%	2.13	0.04	0.15	0.41	
		PP-Vlies Trenn-/Schutzvlies [kg]	09.008	0.14	30	100%	0.12	0.00	0.01	0.01	
		Kies 3 cm [kg]	3.012	45.00	30	100%	0.03	0.07	0.00	0.01	
		Substrat 7 cm [kg]	03.013	70.00	30	100%	0.04	0.15	0.01	0.03	
								7.96	0.34	0.88	1.08

K118 / VARIANTE 2a	Beschreibung Bauteil	Zusammensetzung Bauteil	KBOB-ID	Bezug pro m ²	Amortisa- tion [a]	davon ver- bleibend [%]	PE n.e. Her- stellung [kWh/a]	PE n.e. Ent- sorgung [kWh/a]	THG Her-	THG Ent-	
									stellung [kg CO2- eq./a]	sorgung [kg CO2- eq./a]	
Innenwand											
Innenwand Bestand	Kalksandsteinwand 15cm inkl. Mörtel	15 cm Kalksandstein [kg]	02.002	210.00	30	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	
		Mörtel [kg]	04.009	37.10	30	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	
							0.00	0.00	0.00	0.00	
Innenwand Typ 1 Kalksandstein	Kalksandsteinwand 15cm inkl. Mörtel	15 cm Kalksandstein [kg]	02.002	210.00	30	100%	2.45	0.34	0.90	0.06	
		Mörtel [kg]	04.009	37.10	30	100%	0.82	0.08	0.32	0.01	
							3.27	0.42	1.22	0.07	
Innenwand Typ 1 Kalksandstein mit Aufdoppelung Naturstein	Kalksandsteinwand 15cm inkl. Mörtel	15 cm Kalksandstein [kg]	02.002	210.00	30	100%	2.45	0.34	0.90	0.06	
		Mörtel [kg]	04.009	37.10	30	100%	0.82	0.08	0.32	0.01	
		Klebstoff [kg]	08.001	1.00	30	100%	0.81	0.01	0.15	0.04	
		Natursteinplatte ausgeklebt 30 mm inkl. Klebstoff	Natursteinplatte: Montage/Demontage mit Kran 5kW/10min/m2	45.020	0.83	30	100%	0.07	0.00	0.00	0.00
		Natursteinplatte: Transport ZH-Pratteln Winterthur 169km	62.017	13.69	30	100%	1.10	0.00	0.24	0.00	
Natursteinplatte: zuschneiden Handkreissäge, 5kW, 5min/m2	45.020	0.42	30	100%	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00		
							5.28	0.43	1.62	0.12	
Innenwand Typ 2 Betonwand (ohne Putz)	Betonwand 20 cm, CEM II 300 kg/m3, Bewehrung 97.5 kg/m3	Hochbaubeton, 20 cm [kg]	01.002	454.29	60	100%	1.12	0.41	0.67	0.08	
		Armierungsstahl [kg]	06.003	19.50	60	100%	1.15	0.00	0.22	0.00	
		3-SP Schalung 2.5cm (Annahme 5xverwendet) [kg]	07.001	4.70	60	100%	0.23	0.00	0.03	0.01	
							2.50	0.41	0.93	0.09	
Innenwand Typ 3 Leichtbauwand	Leichtbauwand in Holz	3-Schichtplatte: Montage/Demontage Bohrer 1kW, 5min/m2	45.020	0.08	30	100%	0.01	0.00	0.00	0.00	
		3-Schichtplatte: Transport Willisau-Winterthur 103km	62.017	2.61	30	100%	0.21	0.00	0.05	0.00	
		Steinwolle [kg]	10.008	0.74	30	100%	0.10	0.00	0.03	0.00	
		Nadelschnittholz [kg]	07.011	2.98	30	100%	0.08	0.00	0.01	0.00	
							0.40	0.01	0.09	0.00	
Konstruktiver Brandschutz	Betonfüllung ohne Bewehrung um Stahlträger	Hochbaubeton, 20 cm [kg]	01.002	460.00	60	100%	1.13	0.41	0.68	0.08	
							1.13	0.41	0.68	0.08	
Deckenkonstruktion											
pro m²											
Zwischendecke 1 einfache Holzdecke	Galleriegeschoss Bestand auf best. Stahlträgern	Nadelschnittholz Bretterboden im Bestand, alt 35mm [kg]	07.011	16.28	60	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	
		Nadelschnittholz Balkenlage im Bestand, alt 20cm [kg]	07.011	6.51	60	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	
		Stahlträger im Bestand, alt 60kg/m1 3 Stk à 12m1 [kg] [kg]	06.012	18.95	60	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	
							0.00	0.00	0.00	0.00	
Zwischendecke 2 im 1. OG	Betondecke Bestand 16cm (ehemaliges Dach)	Hochbaubeton 16cm [kg]	01.002	366.59	60	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	
		Armierungsstahl (Bewehrungsgehalt 90 kg/m3) [kg]	06.003	14.40	60	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	
		Stahlträger im Bestand, alt 60kg/m1 6 Stk à 12m1 [kg]	06.012	19.03	60	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	
							0.00	0.00	0.00	0.00	

Zwischendecke 3 neue Konstruktion	Trapezblech mit Überbeton	Hochbaubeton 11cm [kg]	01.002	253.00	60	100%	0.62	0.23	0.37	0.04
		Trapezblech Stahl: Demontage/Montage Handbohr 1kW, 5min/m2	45.020	0.08	60	100%	0.00	0.00	0.00	0.00
		Trapezblech Stahl: Transport ZH-Pratteln-Winthi 169km	62.017	1.35	60	100%	0.05	0.00	0.01	0.00
		Trapezblech Stahl: zuschneiden Handkreissäge, 5kW, 5min/m2	45.020	0.42	60	100%	0.02	0.00	0.00	0.00
		Stahlprofile verzinkt als Verbindung [kg]	06.012	2.20	60	100%	0.13	0.00	0.03	0.00
		Stahl-Träger 45cm: Demontage/Montage mit PneuKran	61.002	5.68	60	100%	0.12	0.00	0.03	0.00
		Stahl-Träger 45cm: Transport Basel-Pratteln-Winthi 107km	62.010	7.56	60	100%	0.06	0.00	0.01	0.00
		Stahl-Träger 45cm: Anpassungen/Schneiden, tot 4 Schnitte	61.001	0.04	60	100%	0.00	0.00	0.00	0.00
							1.01	0.23	0.46	0.04

Bodenbelagpro m²

Zu Zwischendecke 2 Unterkonstruktion und Bodenbelag	Parkett, Zementunterlagsboden, Trennschicht, 3cm Trittschall	Parkett: Langriemen Demontage/Montage 1kW 10min/m2	45.020	0.17	30	100%	0.01	0.00	0.00	0.00
		Parkett: Transport Winterthur-Winterthur <10km	62.017	0.15	30	100%	0.01	0.00	0.00	0.00
		Klebstoff [kg]	08.001	1.00	30	100%	0.81	0.01	0.15	0.04
		Zementunterlagsboden 4cm [kg]	02.007	74	30	100%	0.51	0.12	0.30	0.02
		PE-Folie	09.007	0.15	30	100%	0.12	0.00	0.01	0.01
		Trittschall 3cm Steinwolle 130kg/m3	10.008	3.9	30	100%	0.56	0.01	0.15	0.00
									2.02	0.14

Zu Zwischendecke 3 Unterkonstruktion und Bodenbelag	Parkett, Zementunterlagsboden, Trennschicht, 3cm Trittschall	Parkett: Langriemen Demontage/Montage 1kW 10min/m2	45.020	0.17	30	100%	0.01	0.00	0.00	0.00
		Parkett: Transport Winterthur-Winterthur <10km	62.017	0.15	30	100%	0.01	0.00	0.00	0.00
		Klebstoff [kg]	08.001	1.00	30	100%	0.81	0.01	0.15	0.04
		Zementunterlagsboden 3cm [kg]	02.007	55.5	30	100%	0.38	0.09	0.22	0.02
		PE-Folie	09.007	0.15	30	100%	0.12	0.00	0.01	0.01
		Trittschall 3cm Steinwolle 130kg/m3	10.008	3.9	30	100%	0.56	0.01	0.15	0.00
									1.90	0.11

Balkon / Laubengang / Aussentreppepro m²

Balkon	Laubengang mit Treppe als Stahlkonstruktion inkl. Metallgeländer	Stahlprofile Laubengang: Demontage/Montage PneuKran	61.002	62.50	40	100%	1.91	0.00	0.48	0.00		
		Stahlterasse Laubengang:Transport ZH-Pratteln-Winthi 169km	62.017	11.31	40	100%	0.68	0.00	0.15	0.00		
		Stahlprofile Laubengang: Demontage/Montage PneuKran	61.002	62.50	40	100%	1.91	0.00	0.48	0.00		
		Stahlprofile Laubengang: Transport Uster-Pratteln-Winthi 190km	62.017	12.72	40	100%	0.76	0.00	0.16	0.00		
		Metallstabgeländer: Demontage/Montage PneuKran	61.002	0.80	40	100%	0.02	0.00	0.01	0.00		
		Metallstabgeländer: Transport ZH-Pratteln-Winthi 169km	62.017	11.31	40	100%	0.68	0.00	0.15	0.00		
		Natursteinplatte: Montage/Demontage mit Kran 5kW/10min/m2	45.020	0.83	40	100%	0.05	0.00	0.00	0.00		
		Natursteinplatte: Transport ZH-Pratteln Winterthur 169km	62.017	13.69	40	100%	0.82	0.00	0.18	0.00		
									6.83	0.00	1.60	0.00

K118 / VARIANTE 2a		Beschreibung Bauteil	Zusammensetzung Bauteil	KBOB-ID	Bezug pro m ²	Amortisa- tion [a]	davon ver- bleibend [%]	PE n.e. Her- stellung [kWh/a]	PE n.e. Ent- sorgung [kWh/a]	THG Her- stellung [kg CO2- eq./a]	THG Ent- sorgung [kg CO2- eq./a]
Elektroanlagen											
Büro	Elektroanlage Büro			34.002	1	30	100%	3.77	0.03	0.75	0.05
								3.77	0.03	0.75	0.05
Solarstromanlage	Solarstromanlage Flachdach	PV-Anlage: Demontage/Montage 1kW, 15min/kWp		45.020	1.75	30	100%	0.15	0.00	0.01	0.00
		PV-Anlage: Transport ZH-ZH-Winterthur 30km pro kWp		62.017	53.58	30	100%	4.29	0.00	0.93	0.00
		PV-Anlage: Ergänzung, Unterkonstruktion		06.011	1	30	100%	0.52	0.00	0.12	0.00
								4.96	0.00	1.05	0.00
Wärmeanlage				pro m ²							
Wärmeerzeugung	Wärmeerzeuger 30 W/m2	Wärmeerzeuger, spez. Leistungsbedarf 30 W/m2 [m2]		31.002	1	20	100%	0.34	0.00	0.08	0.00
								0.34	0.00	0.08	0.00
Wärmeverteilung und -Abgabe Büro	Verteilung Büro, Heizkörper	Wärmeverteilung Büro [m2]		31.022	1.00	30	100%	1.00	0.09	0.22	0.04
		Heizkörper+Deckenstrahler: Montage/Demontage		61.002	0.18	30	100%	0.01	0.00	0.00	0.00
		Heizkörper+Deckenstrahler: Winthi-Winthi <10km		62.017	0.01	30	100%	0.00	0.00	0.00	0.00
		Heizkörper+Deckenstrahler: keine Anpassungen		31.023	0.00	30	100%	0.00	0.00	0.00	0.00
								1.00	0.09	0.22	0.04
Luftechnische Anlage				pro m ²							
Abluftanlage Küche und Bad	Abluftanlage Küche und Bad	Einfache Abluftanlage für obere Bürogeschosse		32.003	1	30	100%	0.50	0.00	0.11	0.00
								0.50	0.00	0.11	0.00
Lüftungsanlage Büro Mittelwert	Lüftungsanlage, spez.	inkl. Verteilung, ohne Lüftungsgerät (Annahme 20%)		32.005	0.8	30	100%	1.95	0.01	0.44	0.01
	Lüftungsanlage, spez.	inkl. Verteilung, ohne Lüftungsgerät (Annahme 20%)		32.006	0.8	30	100%	2.96	0.01	0.67	0.02
	Lüftungsgerät	Lüftungsgerät: Montage/Demontage Handbohrer		45.020	0.25	30	100%	0.02	0.00	0.00	0.00
	Lüftungsgerät	Lüftungsgerät: ZH-ZH-Winterthur 30km		62.017	1.50	30	100%	0.12	0.00	0.03	0.00
	Lüftungsgerät	Lüftungsgerät: Aufbereitung nichts		32.006	0.00	30	100%	0.00	0.00	0.00	0.00
								2.60	0.01	0.58	0.02
Wasseranlage				pro m ²							
Wasseranlage Büro	Sanitäranlagen, Büro, einfach	inkl. Leitungen (Annahme: Apparate = 30%)		33.001	0.7	30	100%	0.45	0.00	0.08	0.03
	Sanitäranlagen, Büro, einfach	nur Apparate: ab Bauteilbörse, nur Montage		45.020	0.25	30	100%	0.02	0.00	0.00	0.00
	Sanitäranlagen, Büro, einfach	nur Apparate: Transport <10km		62.017	0.50	30	100%	0.04	0.00	0.01	0.00
	Sanitäranlagen, Büro, einfach	nur Apparate: Aufbereitung nichts		33.001	0.00	30	100%	0.00	0.00	0.00	0.00
								0.51	0.00	0.09	0.03

K118 Berechnung im Bereich Erstellung						VARIANTE 2b: nur Zusatzaufwendungen und mit Vernachlässigungen gemäss SIA 2032		Primärenergie nicht erneuerbar	Treibhausgas-emissionen	Primärenergie nicht erneuerbar	Treibhausgas-emissionen	
Gebäudeteil	Bezeichnung	Konstruktion	Bezugsgrösse	Einheit	Menge	Erstellung pro Jahr [kWh/a]	Erstellung pro Jahr [kg/a]	Erstellung pro m2 u. Jahr [kWh/m2 a]	Erstellung pro m2 Jahr [kg/m2 a]	Erstellung pro m2 u. Jahr [kWh/m2 a]	Erstellung pro m2 Jahr [kg/m2 a]	
Vorarbeiten	Baugrube											
	Aushub Bestand	Aushub maschinell, unberührter Bestand Bodenplatte	Volumen	m3	79.06	0.00	0.00					
Gebäudehülle unter Terrain	Aushub neu	Aushub maschinell im Bereich Fundamenttätzen	Volumen	m3	158.12	4.40	1.09	0.00	0.00			
	Bodenplatte, Fundament											
	Bodenplatte Bestand	Beton 40 cm und Sauberkeitsschicht, unberührter Bestand	BTF	m2	79.06	0.00	0.00					
	Verstärkung Fundamentplatte	Betontätzen zur Fundamentverstärkung	BTF	m3	15.00	143.82	62.47					
	Schüttung unter Bodenplatte	Schüttung Misapor 30cm (unter 2/3 der Bodenplatte, neu betoniert)	BTF	m2	158.12	179.29	15.94					
	neue Bodenplatte	Beton 30 cm und Sauberkeitsschicht (2/3 der Bodenplatte neu betoniert)	BTF	m2	158.12	716.35	260.62					
	Aussenwand unter Terrain											
	ungedämmt / gedämmt	keine Unterkellerung	BTF	m2	0.00	0.00	0.00					
	Dach unter Terrain											
	ungedämmt / gedämmt	kein Dach unter Terrain	BTF	m2	0.00	0.00	0.00			0.73	0.24	
Gebäudehülle über Terrain	Aussenwand über Terrain											
	Backsteinwand Bestand	bestehende Backsteinwand	BTF	m2	343.75	0.00	0.00					
	Holzelement mit Baustrohämmung	Holzrahmen, Baustroh 36cm, Lehmputz innen	BTF	m2	658.98	1'873.11	385.78					
	Aussere Wandbekleidung über Terrain											
	Innenwärmedämmung Typ 1	Auf Bestand: Zellulosefasern, OSB Platte 5 jährig	BTF	m2	343.75	541.74	102.50					
	Innenwärmedämmung Typ 2	Auf Bestand: Zellulosefasern, nicht beplankt	BTF	m2	0.00	0.00	0.00					
	Bekleidung Metall/Trapezblech hinterlüftet	Trapezblech Aluminium inkl. Unterkonstruktion und Windpapier 37jährig	BTF	m2	658.98	584.22	119.77					
	äussere Bekleidung Auskragung	Zellulosefasern, Gipsfaserplatte auf Stahlunterkonstruktion	BTF	m2	44.00	123.40	28.13					
	Fenster und Türen											
	Fenster Bestand	bestehende Fenster im EG und 1.OG	BTF	m2	132.30	0.00	0.00					
	Fenstertyp 1 neue Aufdoppelung auf Bestand	Auf Bestand: Innere Aufdoppelung Holzfenster mit 3-fach IV Verglasung	BTF	m2	79.90	1'670.28	387.31					
	Fenstertyp 2 wiederverw. Aufdoppelung auf Bestand	Auf Bestand: Innere Aufdoppelung Holzfenster mit 2-fach IV Verglasung 7jährig	BTF	m2	52.40	579.40	128.76					
	Fenstertyp 3 Kastenfenster doppelter Aufbau	Doppeltes Leichtmetallfenster mit 2-fach IV Verglasung 30 jährig	BTF	m2	43.70	0.00	0.00					
	Fenstertyp 4 Ziegler	Kunststoff/Alu-Rahmen, 3-fach IV Verglasung 14 Jahre	BTF	m2	42.40	10.68	2.31					
	Fenstertyp 5 Orion	Alurahmen, 3-fach IV Verglasung, 28 Jahre alt	BTF	m2	106.90	18.47	3.99					
	Aussentüren 1	Eingangstüre in Alu mit 3-fach Verglasung, 2jährig	BTF	m2	7.90	3.98	0.86					
	Aussentüren 2	Eingangstüre in Alu mit 3-fach Verglasung, 20jährig	BTF	m2	14.60	13.46	2.90					
	Dach											
	Holzelementdecke ausgedämmt	Holzelementdecke ausgedämmt mit Steinwolle 16cm	BTF	m2	294.80	88.11	18.11					
	Dachhaut											
	Flachdach gedämmt	Dachaufbau, CEMWOOD+EPS, Bituminöse Dampfbremse, Schutz-/Trennschicht	BTF	m2	294.80	2'434.59	574.07			5.61	1.24	
	Innen- und Aussenbauteile	Innenwand										
		Innenwände Bestand	bestehende Innenwände	BTF	m2	10.00	0.00	0.00				
IW 1: Kalksandsteinwand		KS 15cm	BTF	m2	175.50	647.09	227.55					
IW 1: Kalksandsteinwand mit Verkleidung		KS 15cm plus Natursteinplatte 30mm von Orion 28 jährig	BTF	m2	60.00	300.62	95.82					
IW 2: Betonwand tragend		Betonwand tragend 20cm ohne Putz	BTF	m2	89.30	260.21	90.59					
IW 3: Leichtbauwand		Leichtbauwand mit 3-Schichtplatten und Steinwolle 8cm	BTF	m2	377.00	70.50	15.80					
KIW: Konstruktiver Brandschutz: Träger ausbetoniert		Stahlträger ausbetoniert ohne Armierung und Schalung	BTF	m2	148.50	229.41	113.05					
Deckenkonstruktion												
ZWD 1: Zwischendecke Galeriegesschoss Bestand		Holzplatte auf Stahlträgern (Zwischengalerie)	BTF	m2	114.20	0.00	0.00					
ZWD 2: Bestand 1.OG		Betondecke auf Stahlträgern (ehemaliges Dach)	BTF	m2	226.70	0.00	0.00					
ZWD 3: neue Decken		Verbunddecken auf Stahlträgern mit Profilblech und Überbeton	BTF	m2	756.30	776.66	342.94					
Bodenbelag, Deckenbekleidung												
Bodenbelag zu ZWD 2		Parkett mit Trittschall auf Ausgleichsschicht	BTF	m2	226.70	484.50	156.94					
Bodenbelag zu ZWD 3		Parkett mit Trittschall auf Ausgleichsschicht	BTF	m2	756.30	1'497.72	523.57					
Balkon												
Balkon inkl. Absturzsicherung		Stahlterrasse mit Laubengängen, Orion 28jährig	BTF	m2	188.72	250.96	54.17			3.19	1.14	
Gebäudetechnik		Elektroanlage										
	Büro	Elektroanlage Büro	EBF	m2	1'416.30	5'374.01	1'125.96					
	Solarstromanlage	Solarstromanlage Flachdach 18jährig	Leistung	kWp	20.00	10.47	2.34					
	Wärmeanlage											
	Wärmeerzeugung	Wärmeerzeuger 30 W/m2	EBF	m2	1'416.30	483.98	108.54					
	Wärmeverteilung und -Abgabe Büro	Verteilung Büro, Heizkörper + Deckenstrahler 30jährig	EBF	m2	1'416.30	1'543.29	359.74					
	Lufttechnische Anlage:											
	Abluftanlage Küche und Bad	Abluftanlage Küche und Bad für Bürogeschosse oben	EBF	m2	983.00	495.32	111.60					
	Lüftungsanlage Büro	Lüftungsanlage, Mittelwert spez. Luftmenge 2 und 4 m3/hm2 EBF, Gerät 5jährig	EBF	m2	433.30	1'068.99	248.70					
	Wasseranlage											
Sanitäranlage Büro	Sanitäranlagen, Büro, einfach, inkl. Leitungen und Apparate 15jährig	EBF	m2	1'416.30	645.64	148.05			6.79	1.49		

blau: Weiterverwendung in situ rot: Wiederverwendung ex situ schwarz: neue Bauteile

Energiebezugsfläche m2

1416.30

23'124.65

5'819.98

16.33

4.11

K118 / VARIANTE 2b	Beschreibung Bauteil	Zusammensetzung Bauteil	KBOB-ID	Bezug pro m ³	Amortisa- tion [a]	davon ver- bleibend [%]	PE n.e. Her- stellung [kWh/a]	PE n.e. Ent- sorgung [kWh/a]	THG Her- stellung [kg CO2- eq./a]	THG Ent- sorgung [kg CO2- eq./a]
Aushub										
pro m³										
Aushub Bestand	Aushub maschinell	bestehende Bodenplatte	62.001	1.00	60	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
							0.00	0.00	0.00	0.00
Aushub neu	Aushub maschinell	für Fundamenttaten	62.001	1.00	60	100%	0.03	0.00	0.01	0.00
							0.03	0.00	0.01	0.00
Bodenplatte Fundament										
pro m² BTF										
Betonplatte Bestand als Flachfundation, ungedämmt	Bodenplatte Bestand	Magerbeton 7 cm [kg]	01.001	150.50	60	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
		Hochbaubeton, 40 cm [kg]	01.002	920.00	60	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
		Armierungsstahl [kg]	06.003	31.50	60	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
							0.00	0.00	0.00	0.00
Fundamentverstärkung	Betonatzen, CEM II 300 kg/m3, Bewehrung 105 kg/m3	Hochbaubeton, 1m3 [kg]	01.002	2'300.00	60	100%	5.67	2.05	3.41	0.40
		Armierungsstahl [kg]	06.003	31.50	60	100%	1.86	0.00	0.36	0.00
							7.54	2.05	3.77	0.40
Betonplatte als Flachfundation, ungedämmt	CEM II 300 kg/m3, Bewehrung 105 kg/m3, inkl. Sauberkeitsschicht	Magerbeton 7 cm [kg]	01.001	150.50	60	100%	0.23	0.12	0.13	0.02
		Hochbaubeton, 30 cm [kg]	01.002	690.00	60	100%	1.70	0.62	1.02	0.12
		Armierungsstahl [kg]	06.003	31.50	60	100%	1.86	0.00	0.36	0.00
							3.80	0.73	1.51	0.14
Schüttung unter Bodenplatte	Misapor 30cm	Schüttung Schaumglasschotter	10.013	39.00	60	100%	1.10	0.04	0.10	0.00
							1.10	0.04	0.10	0.00
Aussenwand unter Terrain										
pro m² BTF										
Aussenwand unter Terrain	(kein Untergeschoss)		62.001	0.00	60	100%	0.00	0.00	0.00	0.00
							0.00	0.00	0.00	0.00
Dach unter Terrain										
pro m² BTF										
Dach unter Terrain	(kein Untergeschoss)		62.001	0.00	60	100%	0.00	0.00	0.00	0.00
							0.00	0.00	0.00	0.00

K118 / VARIANTE 2b	Beschreibung Bauteil	Zusammensetzung Bauteil	KBOB-ID	Bezug pro m ²	davon ver-		PE n.e. Her- stellung [kWh/a]	PE n.e. Ent- sorgung [kWh/a]	THG Her- stellung [kg CO ₂ - eq./a]	THG Ent- sorgung [kg CO ₂ - eq./a]
					Amortisa- tion [a]	bleibend [%]				
Aussenwand über Terrain										
Bestand Aussenwand	Stahlkonstruktion mit Backsteinfüllung einfach	Stahlstützen im Bestand, alt [kg] Annahme: HEA 140 / 25.3 kg/m1	06.012	11.59	60	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
		best. Backsteinfassade 14cm alt [kg]	02.001	126.00	60	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
		best Mörtel zu Backsteinfassade 14cm alt [kg]	04.009	43.55	60	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
							0.00	0.00	0.00	0.00
Zu Bestand Aussenwand: Innenwärmedämmung Typ 1	Innenwärmedämmung mit Zellulose und innerer Beplankung	Holzriemenlamellen 27mm [kg]	07.001	12.69	30	100%	1.24	0.02	0.17	0.05
		Cellulosefasern 18cm [kg]	10.010	9.00	30	100%	0.28	0.03	0.06	0.01
		OSB-Platte: De-/Montage Bohrmaschine 1kW, 5min/m2	45.020	0.08	30	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
		OSB-Platte: Transport LkW direkt Winterthur-Winterthur <10km	62.017	0.15	30	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
		OSB-Platte: Zuschneiden mit Kreissäge 5kW, 5min/m2	45.020	0.42	30	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
							1.52	0.05	0.24	0.06
Zu Bestand Aussenwand: Innenwärmedämmung Typ 2	Innenwärmedämmung mit Cellulose-Fasern ohne Beplankung	Holzriemenlamellen 27mm [kg]	07.001	12.69	30	100%	1.24	0.02	0.17	0.05
		Cellulosefasern 18cm [kg]	10.010	9.00	30	100%	0.28	0.03	0.06	0.01
		keine innere Beplankung	07.013	0.00	30	100%	0.00	0.00	0.00	0.00
							1.52	0.05	0.24	0.06
Auskrägung Neubau: Tragkonstruktion und Äussere Bekleidung	Neue Tragkonstruktion	Stahl-Träger 45cm: Demontage/Montage mit Pneukran	61.002	5.68	60	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
		Stahl-Träger 45cm: Transport Basel-Pratteln 15km	62.010	1.06	60	100%	0.01	0.00	0.00	0.00
		Stahl-Träger 45cm: Anpassungen/Schneiden, tot 4 Schnitte	61.001	0.04	60	100%	0.00	0.00	0.00	0.00
	Zellulose in Element	Nutzholz als Unterkonstruktion 15mm [kg]	07.001	0.28	30	100%	0.03	0.00	0.00	0.00
		Cellulosefasern 60cm [kg]	10.010	28.80	30	100%	0.89	0.10	0.21	0.04
		Gipsfaserplatten 18mm [kg]	03.007	21.60	30	100%	1.73	0.05	0.38	0.01
							2.66	0.15	0.59	0.05
Aufstockung Neubau: Aussenwand Holzelementbau mit Baustrohddämmung	Strohballenwand in Holzelement Putzaufbau innen	Gipsfaserplatten 18mm [kg]	03.007	21.60	60	100%	0.86	0.02	0.19	0.00
		Dreischichtplatte 2x 27mm [kg]	07.001	25.38	60	100%	1.24	0.02	0.17	0.05
		Strohballenwand 36cm	10.015	77.40	60	100%	0.29	0.00	0.12	0.00
		Lehmputz [kg]	04.004	72.00	30	100%	0.32	0.07	0.04	0.01
							2.72	0.12	0.52	0.06
Aufstockung Neubau: Bekleidung Aussenwand. Trapezblech hinterlüftet	Trapezblech inkl. Unterkonstruktion	Trapezblech Alu: Demontage/Montage mit Bohrmaschine 1kW, 5min/m2	45.020	0.08	40	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
		Trapezblech Alu: Transport Oberwinterthur-Pratteln 105km	62.017	0.53	40	100%	0.03	0.00	0.01	0.00
		Trapezblech Alu: Handkreissäge, 5kW, 5min/m2	45.020	0.42	40	100%	0.03	0.00	0.00	0.00
		Aluminiumprofile neu Fensterleibungen zu Trapezblech [kg]	06.002	1.00	40	100%	0.68	0.00	0.14	0.00
		Nutzholz als Unterkonstruktion 15mm [kg]	07.009	0.29	40	100%	0.00	0.00	0.00	0.00
		Windpapier (PE Spinnvlies) [kg]	09.008	0.22	40	100%	0.14	0.00	0.02	0.01
									0.89	0.00

Fenster und Türen			pro m ²							
Fenstertyp 1 Bestand 1.OG	Bestand	Holzrahmen [m2 i.L.]	05.005	0.22	30	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
		einfache Isolierverglasung	05.001	0.78	30	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
							0.00	0.00	0.00	0.00
Fenstertyp 1 mit Sonnenschutz	neue Aufdoppelung innen auf Bestand	Holzrahmen [m2 i.L.]	05.005	0.22	30	100%	4.14	0.06	0.80	0.14
		Isolierverglasung 3-fach, Ug-Wert 0.6 W/m2K, Dicke 40 mm [m2]	05.012	0.78	30	100%	6.73	0.05	1.58	0.16
		Ausstellstoren [m2]	05.018	1.00	30	100%	9.90	0.01	2.12	0.05
							20.78	0.13	4.49	0.35
Fenstertyp 1 Bestand EG	Bestand	Holzrahmen [m2 i.L.]	05.005	0.22	30	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
		einfache Isolierverglasung	05.001	0.78	30	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
							0.00	0.00	0.00	0.00
Fenstertyp 2 mit Sonnenschutz	neue Aufdoppelung innen aus 7 jährigen Fenstern	Fenster: Montage/Demontage mit Handbohrer 1kW 10min/m2	45.020	0.17	30	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
		Fenster: Transport direkt Zürich Orion - Winterthur 32km, 30kg/m2	62.017	0.96	30	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
		Fenster: neue Ergänzungen: 0.2 pro 1m2	05.001	0.20	30	100%	1.13	0.01	0.27	0.03
		Ausstellstoren [m2]	05.018	1.00	30	100%	9.90	0.01	2.12	0.05
							11.03	0.02	2.38	0.08
Fenstertyp 3 Kastenfenster	Doppelter Aufbau aus Werk 1, 30jährig	Fenster: Demontage und Montage Handbohrer 1kW, 10min/m2	45.020	0.33	30	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
		Fenster:: Transport Neftenbach - Winterthur 32 km	62.017	0.96	40	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
		keine Anpassungen	05.017	0.00	30	100%	0.00	0.00	0.00	0.00
							0.00	0.00	0.00	0.00
Fenstertyp 4 Ziegler	Kunststoff/Alu-Rahmen mit 3-fach IV-Glas aus Ziegler Druck	Fenster: Demontage und Montage Handbohrer 1kW, 10min/m2	45.020	0.17	30	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
		Fenster:: Transport Oberwinterthur-Pratteln 105km	62.017	3.15	30	100%	0.25	0.00	0.05	0.00
							0.25	0.00	0.05	0.00
Fenstertyp 5 Orion	Aluminiumfenster 3-fach Verglasung getrennte Alu-Rahmen, 28jährig	Fenster: Demontage und Montage 1kW, 10min/m2	45.020	0.17	30	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
		Fenster:: Transport Zürich Orion -Pratteln 72 km	62.017	2.16	30	100%	0.17	0.00	0.04	0.00
		keine Anpassungen	05.017	0.00	30	100%	0.00	0.00	0.00	0.00
							0.17	0.00	0.04	0.00
Aussentüren	Alutür mit 3-fach IV-Verglasung 2jährig	Leichtmetall/Glas: Demontage/Montage 1kW, 10min/m2	45.020	0.17	30	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
		Türen:: Transport Oberwinterthur-Pratteln 105km	62.017	6.30	30	100%	0.50	0.00	0.11	0.00
							0.50	0.00	0.11	0.00
Aussentüren	Alutür mit 3-fach IV-Verglasung 20jährig	Leichtmetall/Glas: Demontage und Montage 1kW, 10min/m2	45.020	0.17	30	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
		Leichtmetall mit Glas: Transport Lausanne-Pratteln 192km	62.017	11.52	30	100%	0.92	0.00	0.20	0.00
							0.92	0.00	0.20	0.00

Dächer		pro m ²								
Holzdecke, Tragkonstruktion	Holzelementdecke ausgedämmt	Dachelement: Montage/Demontage Kran, 5k, 10min/m2	45.020	0.83	60	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
		Dachelement: Transport Aarau-Burgdorf-Pratteln 135km	62.017	7.03	60	100%	0.28	0.00	0.06	0.00
		Dachelement: Teilweise zuschneidenKreissäge 5kW, 5min/m2	45.020	0.42	60	100%	0.02	0.00	0.00	0.00
							0.30	0.00	0.06	0.00
gedämmt (Flachdach)	Dachaufbau: CEMWOOD+EPS Sarnatherm, Bituminöse Dampfbremse, 2x Polymerbitumendichtungsbahn , Schutz-/Trennschicht, Extensivbegrünung.	CEMWOOD 6cm, eingesetzt schwere Weichfaser 320kg/m3	10.009	19.20	30	100%	2.23	0.03	0.40	0.03
		EPS 25 Standard: Demontage/Montage Handarbeit	45.020	0.00	30	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
		EPS 25 Standard:Transport Winterthur-Pratteln 96 km	62.017	0.53	30	100%	0.04	0.00	0.01	0.00
		2 x EGV3 Polymerbitumenbahn [kg]	09.001	7.20	30	100%	3.26	0.05	0.28	0.57
		Bitumenemulsion [m2]	14.003	1.00	30	100%	0.06	0.00	0.00	0.02
		1x EP4 Polymerbitumenbahn [kg]	09.003	5.20	30	100%	2.13	0.04	0.15	0.41
		PP-Vlies Trenn-/Schutzvlies [kg]	09.008	0.14	30	100%	0.12	0.00	0.01	0.01
		Kies 3 cm [kg]	3.012	45.00	30	100%	0.03	0.07	0.00	0.01
		Substrat 7 cm [kg]	03.013	70.00	30	100%	0.04	0.15	0.01	0.03
							7.92	0.34	0.87	1.08

K118 / VARIANTE 2b	Beschreibung Bauteil	Zusammensetzung Bauteil	KBOB-ID	Bezug pro m ²	Amortisa- tion [a]	davon ver- bleibend [%]	PE n.e. Her- stellung [kWh/a]	PE n.e. Ent- sorgung [kWh/a]	THG Her-	THG Ent-	
									stellung [kg CO2- eq./a]	sorgung [kg CO2- eq./a]	
Innenwand											
Innenwand Bestand	Kalksandsteinwand 15cm inkl. Mörtel	15 cm Kalksandstein [kg]	02.002	210.00	30	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	
		Mörtel [kg]	04.009	37.10	30	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	
							0.00	0.00	0.00	0.00	
Innenwand Typ 1 Kalksandstein	Kalksandsteinwand 15cm inkl. Mörtel	15 cm Kalksandstein [kg]	02.002	210.00	30	100%	2.45	0.34	0.90	0.06	
		Mörtel [kg]	04.009	37.10	30	100%	0.82	0.08	0.32	0.01	
							3.27	0.42	1.22	0.07	
Innenwand Typ 1 Kalksandstein mit Aufdoppelung Naturstein	Kalksandsteinwand 15cm inkl. Mörtel	15 cm Kalksandstein [kg]	02.002	210.00	30	100%	2.45	0.34	0.90	0.06	
		Mörtel [kg]	04.009	37.10	30	100%	0.82	0.08	0.32	0.01	
		Klebstoff [kg]	08.001	1.00	30	100%	0.81	0.01	0.15	0.04	
		Natursteinplatte ausgeklebt 30 mm inkl. Klebstoff	Natursteinplatte: Montage/Demontage mit Kran 5kW/10min/m2	45.020	0.83	30	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
		Natursteinplatte: Transport ZH-Pratteln 72 km	62.017	5.83	30	100%	0.47	0.00	0.10	0.00	
Natursteinplatte: zuschneiden Handkreissäge, 5kW, 5min/m2	45.020	0.42	30	100%	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00		
							4.58	0.43	1.48	0.12	
Innenwand Typ 2 Betonwand (ohne Putz)	Betonwand 20 cm, CEM II 300 kg/m3, Bewehrung 97.5 kg/m3	Hochbaubeton, 20 cm [kg]	01.002	454.29	60	100%	1.12	0.41	0.67	0.08	
		Armierungsstahl [kg]	06.003	19.50	60	100%	1.15	0.00	0.22	0.00	
		3-SP Schalung 2.5cm (Annahme 5xverwendet) [kg]	07.001	4.70	60	100%	0.23	0.00	0.03	0.01	
							2.50	0.41	0.93	0.09	
Innenwand Typ 3 Leichtbauwand	Leichtbauwand in Holz	3-Schichtplatte: Montage/Demontage Bohrer 1kW, 5min/m2	45.020	0.08	30	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	
		3-Schichtplatte: Transport direkt Willisau-Winterthur 103km	62.017	2.61	30	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	
		Steinwolle [kg]	10.008	0.74	30	100%	0.10	0.00	0.03	0.00	
		Nadelschnittholz [kg]	07.011	2.98	30	100%	0.08	0.00	0.01	0.00	
							0.18	0.01	0.04	0.00	
Konstruktiver Brandschutz	Betonfüllung ohne Bewehrung um Stahlträger	Hochbaubeton, 20 cm [kg]	01.002	460.00	60	100%	1.13	0.41	0.68	0.08	
							1.13	0.41	0.68	0.08	
Deckenkonstruktion											
pro m²											
Zwischendecke 1 einfache Holzdecke	Galleriegeschoss Bestand auf best. Stahlträgern	Nadelschnittholz Bretterboden im Bestand, alt 35mm [kg]	07.011	16.28	60	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	
		Nadelschnittholz Balkenlage im Bestand, alt 20cm [kg]	07.011	6.51	60	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	
		Stahlträger im Bestand, alt 60kg/m1 3 Stk à 12m1 [kg]	06.012	18.95	60	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	
							0.00	0.00	0.00	0.00	
Zwischendecke 2 im 1. OG	Betondecke Bestand 16cm (ehemaliges Dach)	Hochbaubeton 16cm [kg]	01.002	366.59	60	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	
		Armierungsstahl (Bewehrungsgehalt 90 kg/m3) [kg]	06.003	14.40	60	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	
		Stahlträger im Bestand, alt 60kg/m1 6 Stk à 12m1 [kg]	06.012	19.03	60	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	
							0.00	0.00	0.00	0.00	

Zwischendecke 3 neue Konstruktion	Trapezblech mit Überbeton	Hochbaubeton 11cm [kg]	01.002	253.00	60	100%	0.62	0.23	0.37	0.04
		Trapezblech Stahl: Demontage/Montage Handbohr 1kW, 5min/m2	45.020	0.08	60	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
		Trapezblech Stahl: Transport ZH-Pratteln 72 km	62.017	0.58	60	100%	0.02	0.00	0.00	0.00
		Trapezblech Stahl: zuschneiden Handkreissäge, 5kW, 5min/m2	45.020	0.42	60	100%	0.02	0.00	0.00	0.00
		Stahlprofile verzinkt als Verbindung [kg]	06.012	2.20	60	100%	0.13	0.00	0.03	0.00
		Stahl-Träger 45cm: Demontage/Montage mit Pneukran	61.002	5.68	60	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
		Stahl-Träger 45cm: Transport Basel-Pratteln 15 km	62.010	1.06	60	100%	0.01	0.00	0.00	0.00
		Stahl-Träger 45cm: Anpassungen/Schneiden, tot 4 Schnitte	61.001	0.04	60	100%	0.00	0.00	0.00	0.00
							0.80	0.23	0.41	0.04

Bodenbelag pro m²

Zu Zwischendecke 2 Unterkonstruktion und Bodenbelag	Parkett, Zementunterlagsboden, Trennschicht, 3cm Trittschall	Parkett: Langriemen Demontage/Montage 1kW 10min/m2	45.020	0.17	30	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
		Parkett: Transport Winterthur-Winterthur <10km	62.017	0.15	30	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
		Klebstoff [kg]	08.001	1.00	30	100%	0.81	0.01	0.15	0.04
		Zementunterlagsboden 4cm [kg]	02.007	74	30	100%	0.51	0.12	0.30	0.02
		PE-Folie	09.007	0.15	30	100%	0.12	0.00	0.01	0.01
		Trittschall 3cm Steinwolle 130kg/m3	10.008	3.9	30	100%	0.56	0.01	0.15	0.00
									2.00	0.14

Zu Zwischendecke 3 Unterkonstruktion und Bodenbelag	Parkett, Zementunterlagsboden, Trennschicht, 3cm Trittschall	Parkett: Langriemen Demontage/Montage 1kW 10min/m2	45.020	0.17	30	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
		Parkett: Transport Winterthur-Winterthur <10km	62.017	0.15	30	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
		Klebstoff [kg]	08.001	1.00	30	100%	0.81	0.01	0.15	0.04
		Zementunterlagsboden 3cm [kg]	02.007	55.5	30	100%	0.38	0.09	0.22	0.02
		PE-Folie	09.007	0.15	30	100%	0.12	0.00	0.01	0.01
		Trittschall 3cm Steinwolle 130kg/m3	10.008	3.9	30	100%	0.56	0.01	0.15	0.00
									1.87	0.11

Balkon / Laubengang / Aussentreppe pro m²

Balkon	Laubengang mit Treppe als Stahlkonstruktion inkl. Metallgeländer	Stahlprofile Laubengang: Demontage/Montage Pneukran	61.002	62.50	40	0%	0.00	0.00	0.00	0.00		
		Stahlterasse Laubengang:Transport ZH-Pratteln 72 km	62.017	4.82	40	100%	0.29	0.00	0.06	0.00		
		Stahlprofile Laubengang: Demontage/Montage Pneukran	61.002	62.50	40	0%	0.00	0.00	0.00	0.00		
		Stahlprofile Laubengang: Transport Uster-Pratteln 100km	62.017	6.69	40	100%	0.40	0.00	0.09	0.00		
		Metallstabgeländer: Demontage/Montage Pneukran	61.002	0.80	40	0%	0.00	0.00	0.00	0.00		
		Metallstabgeländer: Transport ZH-Pratteln 72 km	62.017	4.82	40	100%	0.29	0.00	0.06	0.00		
		Natursteinplatte: Montage/Demontage mit Kran 5kW/10min/m2	45.020	0.83	40	0%	0.00	0.00	0.00	0.00		
		Natursteinplatte: Transport ZH-Pratteln 72 km	62.017	5.83	40	100%	0.35	0.00	0.08	0.00		
									1.33	0.00	0.29	0.00

K118 / VARIANTE 2b		Beschreibung Bauteil	Zusammensetzung Bauteil	KBOB-ID	Bezug pro m ²	Amortisa- tion [a]	davon ver- bleibend [%]	PE n.e. Her- stellung [kWh/a]	PE n.e. Ent- sorgung [kWh/a]	THG Her- stellung [kg CO2- eq./a]	THG Ent- sorgung [kg CO2- eq./a]
Elektroanlagen											
Büro	Elektroanlage Büro			34.002	1	30	100%	3.77	0.03	0.75	0.05
								3.77	0.03	0.75	0.05
Solarstromanlage	Solarstromanlage Flachdach	PV-Anlage: Demontage/Montage 1kW, 15min/kWp		45.020	1.75	30	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
		PV-Anlage: Transport ZH-ZH-Winterthur 30km pro kWp		62.017	53.58	30	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
		PV-Anlage: Ergänzung, Unterkonstruktion		06.011	1	30	100%	0.52	0.00	0.12	0.00
								0.52	0.00	0.12	0.00
Wärmeanlage				pro m²							
Wärmeerzeugung	Wärmeerzeuger 30 W/m2	Wärmeerzeuger, spez. Leistungsbedarf 30 W/m2 [m2]		31.002	1	20	100%	0.34	0.00	0.08	0.00
								0.34	0.00	0.08	0.00
Wärmeverteilung und -Abgabe Büro	Verteilung Büro, Heizkörper	Wärmeverteilung Büro [m2]		31.022	1.00	30	100%	1.00	0.09	0.22	0.04
		Heizkörper+Deckenstrahler: Montage/Demontage pro m2 EBF		61.002	0.18	30	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
		Heizkörper+Deckenstrahler: Winthi-Winthi <10km pro m2 EBF		62.017	0.01	30	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
		Heizkörper+Deckenstrahler: keine Anpassungen pro m2 EBF		31.023	0.00	30	100%	0.00	0.00	0.00	0.00
								1.00	0.09	0.22	0.04
Lufttechnische Anlage				pro m²							
Abluftanlage Küche und Bad	Abluftanlage Küche und Bad	Einfache Abluftanlage für obere Bürogeschosse		32.003	1	30	100%	0.50	0.00	0.11	0.00
								0.50	0.00	0.11	0.00
Lüftungsanlage Büro Mittelwert	Lüftungsanlage, spez.	inkl. Verteilung, ohne Lüftungsgerät (Annahme 20%)		32.005	0.8	30	100%	1.95	0.01	0.44	0.01
	Lüftungsanlage, spez.	inkl. Verteilung, ohne Lüftungsgerät (Annahme 20%)		32.006	0.8	30	100%	2.96	0.01	0.67	0.02
	Lüftungsgerät	Lüftungsgerät: Montage/Demontage Handbohrer		45.020	0.25	30	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
	Lüftungsgerät	Lüftungsgerät: ZH-ZH-Winterthur 30km		62.017	1.50	30	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
	Lüftungsgerät	Lüftungsgerät: Aufbereitung nichts		32.006	0.00	30	100%	0.00	0.00	0.00	0.00
								2.46	0.01	0.56	0.02
Wasseranlage				pro m²							
Wasseranlage Büro	Sanitäranlagen, Büro, einfach	inkl. Leitungen (Annahme: Apparate = 30%)		33.001	0.7	30	100%	0.45	0.00	0.08	0.03
	Sanitäranlagen, Büro, einfach	nur Apparate: ab Bauteilbörse, nur Montage		45.020	0.25	30	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
	Sanitäranlagen, Büro, einfach	nur Apparate: Transport <10km		62.017	0.50	30	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
	Sanitäranlagen, Büro, einfach	nur Apparate: Aufbereitung nichts		33.001	0.00	30	100%	0.00	0.00	0.00	0.00
								0.45	0.00	0.08	0.03

A4 Resultatübersicht und Bauteile nach Variante 3

K118 Berechnung im Bereich Erstellung VARIANTE 3a: alle Bauteile wie neu						Primärenergie nicht erneuerbar	Treibhausgas-emissionen	Primärenergie nicht erneuerbar	Treibhausgas-emissionen	
Gebäudeteil	Bezeichnung	Konstruktion	Bezugsgrösse	Einheit	Menge	Erstellung pro Jahr [kWh/a]	Erstellung pro Jahr [kg/a]	Erstellung pro m2 u. Jahr [kWh/m2 a]	Erstellung pro m2 Jahr [kg/m2 a]	
Vorarbeiten	Baugrube									
	Aushub Bestand	Aushub maschinell, unberührter Bestand Bodenplatte	Volumen	m3	79.06	0.00	0.00			
	Aushub neu	Aushub maschinell im Bereich Fundamenttätzen	Volumen	m3	158.12	4.40	1.09	0.00	0.00	
Gebäudehülle unter Terrain	Bodenplatte, Fundament									
	Bodenplatte Bestand	Beton 40 cm und Sauberkeitsschicht (unberührter Bestand)	BTF	m2	79.06	0.00	0.00			
	Verstärkung Fundamentplatte	Betontätzen zur Fundamentverstärkung	BTF	m3	15.00	143.82	62.47			
	Schüttung unter Bodenplatte	Schüttung Misapor 30cm (unter 2/3 der Bodenplatte, neu betoniert)	BTF	m2	158.12	179.29	15.94			
	neue Bodenplatte	Beton 30 cm und Sauberkeitsschicht (2/3 der Bodenplatte neu betoniert)	BTF	m2	158.12	716.35	260.62			
	Aussenwand unter Terrain									
	ungedämmt / gedämmt	keine Unterkellerung	BTF	m2	0.00	0.00	0.00			
	Dach unter Terrain									
	ungedämmt / gedämmt	kein Dach unter Terrain	BTF	m2	0.00	0.00	0.00	0.73	0.24	
Gebäudehülle über Terrain	Aussenwand über Terrain									
	Backsteinwand Bestand	bestehende Backsteinwand	BTF	m2	343.75	0.00	0.00			
	Holzelement mit Baustroh dämmung	Holzrahmen, Baustroh 36cm, Lehmputz innen	BTF	m2	658.98	1'873.11	385.78			
	Aussere Wandbekleidung über Terrain									
	Innenwärmedämmung Typ 1	Auf Bestand: Zellulosefasern, OSB Platte 5 jährig	BTF	m2	343.75	1'001.09	204.65			
	Innenwärmedämmung Typ 2	Auf Bestand: Zellulosefasern, nicht beplankt	BTF	m2	0.00	0.00	0.00			
	Bekleidung Metall/Trapezblech hinterlüftet	Trapezblech Aluminium inkl. Unterkonstruktion und Windpapier 37jährig	BTF	m2	658.98	4'065.12	855.29			
	äussere Bekleidung Auskragung	Zellulosefasern, Gipsfaserplatte auf Stahlunterkonstruktion	BTF	m2	44.00	298.27	65.23			
	Fenster und Türen									
	Fenster Bestand	bestehende Fenster im EG und 1.OG	BTF	m2	132.30	0.00	0.00			
	Fenstertyp 1 neue Aufdoppelung auf Bestand	Auf Bestand: Innere Aufdoppelung Holzfenster mit 3-fach IV Verglasung	BTF	m2	79.90	1'670.28	387.31			
	Fenstertyp 2 wiederverw. Aufdoppelung auf Bestand	Auf Bestand: Innere Aufdoppelung Holzfenster mit 2-fach IV Verglasung 7jährig	BTF	m2	52.40	973.21	222.42			
	Fenstertyp 3 Kastenfenster doppelter Aufbau	Doppeltes Leichtmetallfenster mit 2-fach IV Verglasung 30 jährig	BTF	m2	43.70	41.17	414.97			
	Fenstertyp 4 Ziegler	Kunststoff/Alu-Rahmen, 3-fach IV Verglasung 14 Jahre	BTF	m2	42.40	760.05	162.38			
	Fenstertyp 5 Orion	Alurahmen, 3-fach IV Verglasung, 28 Jahre alt	BTF	m2	106.90	2'917.43	674.26			
	Aussentüren 1	Eingangstüre in Alu mit 3-fach Verglasung, 2jährig	BTF	m2	7.90	245.49	56.48			
	Aussentüren 2	Eingangstüre in Alu mit 3-fach Verglasung, 20jährig	BTF	m2	14.60	453.69	104.38			
	Dach									
	Holzelementdecke ausgedämmt	Holzelementdecke ausgedämmt mit Steinwolle 16cm	BTF	m2	294.80	933.42	209.90			
	Dachhaut									
	Flachdach gedämmt	Dachaufbau, CEMWOOD+EPS, Bituminöse Dampfbremse, Schutz-/Trennschicht	BTF	m2	294.80	4'034.51	984.84	13.60	3.34	
	Innen- und Aussenbauteile	Innenwand								
		Innenwände Bestand	bestehende Innenwände	BTF	m2	10.00	0.00	0.00		
IW 1: Kalksandsteinwand		KS 15cm	BTF	m2	175.50	647.09	227.55			
IW 1: Kalksandsteinwand mit Verkleidung		KS 15cm plus Natursteinplatte 30mm von Orion 28 jährig	BTF	m2	60.00	1'090.86	162.39			
IW 2: Betonwand tragend		Betonwand tragend 20cm ohne Putz	BTF	m2	89.30	260.21	90.59			
IW 3: Leichtbauwand		Leichtbauwand mit 3-Schichtplatten und Steinwolle 8cm	BTF	m2	377.00	1'025.12	182.61			
KIW: Konstruktiver Brandschutz: Träger ausbetoniert		Stahlträger ausbetoniert ohne Armierung und Schalung	BTF	m2	148.50	229.41	113.05			
Deckenkonstruktion										
ZWD 1: Zwischendecke Galeriegeschoss Bestand		Holzplatte auf Stahlträgern (Zwischengalerie)	BTF	m2	114.20	0.00	0.00			
ZWD 2: Bestand 1.OG		Betondecke auf Stahlträgern (ehemaliges Dach)	BTF	m2	226.70	0.00	0.00			
ZWD 3: neue Decken		Verbunddecken auf Stahlträgern mit Profilblech und Überbeton	BTF	m2	756.30	5'403.01	1'344.64			
Bodenbelag, Deckenbekleidung										
Bodenbelag zu ZWD 2		Parkett mit Trittschall auf Ausgleichsschicht	BTF	m2	226.70	1'158.30	270.39			
Bodenbelag zu ZWD 3		Parkett mit Trittschall auf Ausgleichsschicht	BTF	m2	756.30	3'745.59	902.04			
Balkon										
Balkon inkl. Absturzsicherung		Stahlterrasse mit Laubengängen, Orion 28jährig	BTF	m2	188.72	4'596.24	754.04	12.82	2.86	
Gebäudetechnik		Elektroanlage								
	Büro	Elektroanlage Büro	EBF	m2	1'416.30	5'374.01	1'125.96			
	Solarstromanlage	Solarstromanlage Flachdach 18jährig, neue Unterkonstruktion	Leistung	kWp	20.00	5'346.67	1'546.67			
	Wärmeanlage									
	Wärmeerzeugung	Wärmeerzeuger 30 W/m2	EBF	m2	1'416.30	483.98	108.54			
	Wärmeverteilung und -Abgabe Büro	Verteilung Büro, Heizkörper + Deckenstrahler 30jährig	EBF	m2	1'416.30	2'616.62	617.63			
	Lufttechnische Anlage:									
	Abluftanlage Küche und Bad	Abluftanlage Küche und Bad für Bürogeschoss oben	EBF	m2	983.00	495.32	111.60			
	Lüftungsanlage Büro	Lüftungsanlage, Mittelwert spez. Luftmenge 2 und 4 m3/hm2 EBF, Gerät 5jährig	EBF	m2	433.30	1'390.91	323.70			
	Wasseranlage									
	Sanitäranlage Büro	Sanitäranlagen, Büro, einfach, inkl. Leitungen und Apparate 15jährig	EBF	m2	1'416.30	922.34	211.50	11.74	2.86	

blau: Weiterverwendung in situ rot: Wiederverwendung ex situ schwarz: neue Bauteile

Energiebezugsfläche m2

1416.30

55'096.37

13'160.91

38.90

9.29

K118 Berechnung im Bereich Erstellung VARIANTE 3b: alle Bauteile neu inkl. Bestand						Primärenergie nicht erneuerbar	Treibhausgas-emissionen	Primärenergie nicht erneuerbar	Treibhausgas-emissionen	
Gebäudeteil	Bezeichnung	Konstruktion	Bezugsgrösse	Einheit	Menge	Erstellung pro Jahr [kWh/a]	Erstellung pro Jahr [kg/a]	Erstellung pro m2 u. Jahr [kWh/m2 a]	Erstellung pro m2 Jahr [kg/m2 a]	
Vorarbeiten	Baugrube									
	Aushub Bestand	Aushub maschinell, unberührter Bestand Bodenplatte	Volumen	m3	79.06	2.20	0.54			
	Aushub neu	Aushub maschinell im Bereich Fundamenttätzen	Volumen	m3	158.12	4.40	1.09	0.00	0.00	
Gebäudehülle unter Terrain	Bodenplatte, Fundament									
	Bodenplatte Bestand	Beton 40 cm und Sauberkeitsschicht, unberührter Bestand	BTF	m2	79.06	2.20	0.54			
	Verstärkung Fundamentplatte	Betontätzen zur Fundamentverstärkung	BTF	m3	15.00	143.82	62.47			
	Schüttung unter Bodenplatte	Schüttung Misapor 30cm (unter 2/3 der Bodenplatte, neu betoniert)	BTF	m2	158.12	179.29	15.94			
	neue Bodenplatte	Beton 30 cm und Sauberkeitsschicht (2/3 der Bodenplatte neu betoniert)	BTF	m2	158.12	716.35	260.62			
	Aussenwand unter Terrain									
	ungedämmt / gedämmt	keine Unterkellerung	BTF	m2	0.00	0.00	0.00			
	Dach unter Terrain									
	ungedämmt / gedämmt	kein Dach unter Terrain	BTF	m2	0.00	0.00	0.00	0.74	0.24	
	Gebäudehülle über Terrain	Aussenwand über Terrain								
Backsteinwand Bestand		bestehende Backsteinwand	BTF	m2	343.75	982.10	302.16			
Holzelement mit Baustroh dämmung		Holzrahmen, Baustroh 36cm, Lehmputz innen	BTF	m2	658.98	1'873.11	385.78			
Aussere Wandbekleidung über Terrain										
Innenwärmedämmung Typ 1		Auf Bestand: Zellulosefasern, OSB Platte 5 jährig	BTF	m2	343.75	1'001.09	204.65			
Innenwärmedämmung Typ 2		Auf Bestand: Zellulosefasern, nicht beplankt	BTF	m2	0.00	0.00	0.00			
Bekleidung Metall/Trapezblech hinterlüftet		Trapezblech Aluminium inkl. Unterkonstruktion und Windpapier 37jährig	BTF	m2	658.98	4'065.12	855.29			
äussere Bekleidung Auskragung		Zellulosefasern, Gipsfaserplatte auf Stahlunterkonstruktion	BTF	m2	44.00	298.27	65.23			
Fenster und Türen										
Fenster Bestand		bestehende Fenster im EG und 1.OG	BTF	m2	132.30	1'145.42	275.02			
Fenstertyp 1 neue Aufdoppelung auf Bestand		Auf Bestand: Innere Aufdoppelung Holzfenster mit 3-fach IV Verglasung	BTF	m2	79.90	1'670.28	387.31			
Fenstertyp 2 wiederverw. Aufdoppelung auf Bestand		Auf Bestand: Innere Aufdoppelung Holzfenster mit 2-fach IV Verglasung 7jährig	BTF	m2	52.40	973.21	222.42			
Fenstertyp 3 Kastenfenster doppelter Aufbau		Doppeltes Leichtmetallfenster mit 2-fach IV Verglasung 30 jährig	BTF	m2	43.70	41.17	414.97			
Fenstertyp 4 Ziegler		Kunststoff/Alu-Rahmen, 3-fach IV Verglasung 14 Jahre	BTF	m2	42.40	760.05	162.38			
Fenstertyp 5 Orion		Alurahmen, 3-fach IV Verglasung, 28 Jahre alt	BTF	m2	106.90	2'917.43	674.26			
Aussentüren 1		Eingangstüre in Alu mit 3-fach Verglasung, 2jährig	BTF	m2	7.90	245.49	56.48			
Aussentüren 2		Eingangstüre in Alu mit 3-fach Verglasung, 20jährig	BTF	m2	14.60	453.69	104.38			
Dach										
Holzelementdecke ausgedämmt		Holzelementdecke ausgedämmt mit Steinwolle 16cm	BTF	m2	294.80	933.42	209.90			
Dachhaut										
Flachdach gedämmt		Dachaufbau, CEMWOOD+EPS, Bituminöse Dampfbremse, Schutz-/Trennschicht	BTF	m2	294.80	4'034.51	984.84	15.11	3.75	
Innen- und Aussenbauteile		Innenwand								
		Innenwände Bestand	bestehende Innenwände	BTF	m2	10.00	36.87	12.97		
		IW 1: Kalksandsteinwand	KS 15cm	BTF	m2	175.50	647.09	227.55		
		IW 1: Kalksandsteinwand mit Verkleidung	KS 15cm plus Natursteinplatte 30mm von Orion 28 jährig	BTF	m2	60.00	1'090.86	162.39		
		IW 2: Betonwand tragend	Betonwand tragend 20cm ohne Putz	BTF	m2	89.30	260.21	90.59		
		IW 3: Leichtbauwand	Leichtbauwand mit 3-Schichtplatten und Steinwolle 8cm	BTF	m2	377.00	1'025.12	182.61		
	KIW: Konstruktiver Brandschutz: Träger ausbetoniert	Stahlträger ausbetoniert ohne Armierung und Schalung	BTF	m2	148.50	229.41	113.05			
	Deckenkonstruktion									
	ZWD 1: Zwischendecke Galeriegeschoss Bestand	Holzplatte auf Stahlträgern (Zwischengalerie)	BTF	m2	114.20	160.00	32.68			
	ZWD 2: Bestand 1.OG	Betondecke auf Stahlträgern (ehemaliges Dach)	BTF	m2	226.70	721.04	227.43			
	ZWD 3: neue Decken	Verbunddecken auf Stahlträgern mit Profilblech und Überbeton	BTF	m2	756.30	5'403.01	1'344.64			
	Bodenbelag, Deckenbekleidung									
	Bodenbelag zu ZWD 2	Parkett mit Trittschall auf Ausgleichsschicht	BTF	m2	226.70	1'158.30	270.39			
	Bodenbelag zu ZWD 3	Parkett mit Trittschall auf Ausgleichsschicht	BTF	m2	756.30	3'745.59	902.04			
	Balkon									
	Balkon inkl. Absturzsicherung	Stahlterrasse mit Laubengängen, Orion 28jährig	BTF	m2	188.72	4'596.24	754.04	13.47	3.05	
	Gebäudetechnik	Elektroanlage								
		Büro	Elektroanlage Büro	EBF	m2	1'416.30	5'374.01	1'125.96		
		Solarstromanlage	Solarstromanlage Flachdach 18jährig, neue Unterkonstruktion	Leistung	kWp	20.00	5'346.67	1'546.67		
Wärmeanlage										
Wärmeerzeugung		Wärmeerzeuger 30 W/m2	EBF	m2	1'416.30	483.98	108.54			
Wärmeverteilung und -Abgabe Büro		Verteilung Büro, Heizkörper + Deckenstrahler 30jährig	EBF	m2	1'416.30	2'616.62	617.63			
Lufttechnische Anlage:										
Abluftanlage Küche und Bad		Abluftanlage Küche und Bad für Bürogeschoss oben	EBF	m2	983.00	495.32	111.60			
Lüftungsanlage Büro		Lüftungsanlage, Mittelwert spez. Luftmenge 2 und 4 m3/hm2 EBF, Gerät 5jährig	EBF	m2	433.30	1'390.91	323.70			
Wasseranlage										
Sanitäranlage Büro	Sanitäranlagen, Büro, einfach, inkl. Leitungen und Apparate 15jährig	EBF	m2	1'416.30	922.34	211.50	11.74	2.86		

blau: Weiterverwendung in situ rot: Wiederverwendung ex situ schwarz: neue Bauteile

Energiebezugsfläche m2

1416.30

58'146.21

14'012.25

41.06

9.89

K118 / VARIANTE 3b	Beschreibung Bauteil	Zusammensetzung Bauteil	KBOB-ID	Bezug pro m ³	Amortisation [a]	davon verbleibend [%]	PE n.e. Her-PE n.e. Ent- stellung [kWh/a]	PE n.e. Her-PE n.e. Ent- stellung [kWh/a]	THG Her- stellung [kg CO2- eq./a]	THG Ent- sorgung [kg CO2- eq./a]
Aushub										
Aushub Bestand	Aushub maschinell	bestehende Bodenplatte	62.001	1.00	60	100%	0.03	0.00	0.01	0.00
							0.03	0.00	0.01	0.00
Aushub neu	Aushub maschinell	für Fundamenttätzen	62.001	1.00	60	100%	0.03	0.00	0.01	0.00
							0.03	0.00	0.01	0.00
Bodenplatte Fundament										
pro m² BTF										
Betonplatte Bestand als Flachfundation, ungedämmt	Bodenplatte Bestand	Magerbeton 7 cm [kg]	01.001	150.50	60	100%	0.23	0.12	0.13	0.02
		Hochbaubeton, 40 cm [kg]	01.002	920.00	60	100%	2.27	0.82	1.36	0.16
		Armierungsstahl [kg]	06.003	31.50	60	100%	1.86	0.00	0.36	0.00
							4.36	0.94	1.85	0.18
Fundamentverstärkung	Betontätzen, CEM II 300 kg/m3, Bewehrung 105 kg/m3	Hochbaubeton, 1m3 [kg]	01.002	2'300.00	60	100%	5.67	2.05	3.41	0.40
		Armierungsstahl [kg]	06.003	31.50	60	100%	1.86	0.00	0.36	0.00
							7.54	2.05	3.77	0.40
Betonplatte als Flachfundation, ungedämmt	CEM II 300 kg/m3, Bewehrung 105 kg/m3, inkl. Sauberkeitsschicht	Magerbeton 7 cm [kg]	01.001	150.50	60	100%	0.23	0.12	0.13	0.02
		Hochbaubeton, 30 cm [kg]	01.002	690.00	60	100%	1.70	0.62	1.02	0.12
		Armierungsstahl [kg]	06.003	31.50	60	100%	1.86	0.00	0.36	0.00
							3.80	0.73	1.51	0.14
Schüttung unter Bodenplatte	Misapor 30cm	Schüttung Schaumglasschotter	10.013	39.00	60	100%	1.10	0.04	0.10	0.00
							1.10	0.04	0.10	0.00
Aussenwand unter Terrain										
pro m² BTF										
Aussenwand unter Terrain	(kein Untergeschoss)		62.001	0.00	60	100%	0.00	0.00	0.00	0.00
							0.00	0.00	0.00	0.00
Dach unter Terrain										
pro m² BTF										
Dach unter Terrain	(kein Untergeschoss)		62.001	0.00	60	100%	0.00	0.00	0.00	0.00
							0.00	0.00	0.00	0.00

K118 / VARIANTE 3b	Beschreibung Bauteil	Zusammensetzung Bauteil	KBOB-ID	Bezug pro m ²	davon ver-		PE n.e. Her- stellung [kWh/a]	PE n.e. Ent- sorgung [kWh/a]	THG Her- stellung [kg CO ₂ - eq./a]	THG Ent- sorgung [kg CO ₂ - eq./a]
					Amortisa- tion [a]	bleibend [%]				
Aussenwand über Terrain										
Bestand Aussenwand	Stahlkonstruktion mit Backsteinfüllung einfach	Stahlstützen im Bestand, alt [kg] Annahme: HEA 140 / 25.3 kg/m ¹	06.012	11.59	60	100%	0.67	0.00	0.14	0.00
		best. Backsteinfassade 14cm alt [kg]	02.001	126.00	60	100%	1.55	0.11	0.52	0.02
		best Mörtel zu Backsteinfassade 14cm alt [kg]	04.009	43.55	60	100%	0.48	0.05	0.19	0.01
							2.70	0.15	0.85	0.03
Zu Bestand Aussenwand: Innenwärmedämmung Typ 1	Innenwärmedämmng mit Zellulose und innerer Beplankung	Holzriemenlamellen 27mm [kg]	07.001	12.69	30	100%	1.24	0.02	0.17	0.05
		Cellulosefasern 18cm [kg]	10.010	9.00	30	100%	0.28	0.03	0.06	0.01
		OSB-Platte 24cm wiederverwendet 5-jährig	07.013	14.52	30	100%	1.31	0.03	0.24	0.06
							2.83	0.08	0.47	0.12
Zu Bestand Aussenwand: Innenwärmedämmung Typ 2	Innenwärmedämmung mit Cellulose-Fasern ohne Beplankung	Holzriemenlamellen 27mm [kg]	07.001	12.69	30	100%	1.24	0.02	0.17	0.05
		Cellulosefasern 18cm [kg]	10.010	9.00	30	100%	0.28	0.03	0.06	0.01
		keine innere Beplankung	07.013	0.00	30	100%	0.00	0.00	0.00	0.00
							1.52	0.05	0.24	0.06
Untersicht Auskragung: Äussere Bekleidung	Zellulose in Element	Stahlprofile Träger 16jährig 45cm hoch [kg] (80kg/m ¹)	06.012	69.09	60	100%	3.98	0.00	0.85	0.00
		Nutzholz als Unterkonstruktion 15mm [kg]	07.001	0.28	30	100%	0.03	0.00	0.00	0.00
		Cellulosefasern 60cm [kg]	10.010	28.80	30	100%	0.89	0.10	0.21	0.04
		Gipsfaserplatten 18mm [kg]	03.007	21.60	30	100%	1.73	0.05	0.38	0.01
							6.63	0.15	1.44	0.05
Aufstockung Neubau: Aussenwand Holzelementbau mit Baustrohämmung	Strohballenwand in Holzelement	Gipsfaserplatten 18mm [kg]	03.007	21.60	60	100%	0.86	0.02	0.19	0.00
		Dreischichtplatte 2x 27mm [kg]	07.001	25.38	60	100%	1.24	0.02	0.17	0.05
		Strohballenwand 36cm	10.015	77.40	60	100%	0.29	0.00	0.12	0.00
		Putzaufbau innen	04.004	72.00	30	100%	0.32	0.07	0.04	0.01
							2.72	0.12	0.52	0.06
Aufstockung Neubau: Bekleidung Aussenwand. Trapezblech hinterlüftet	Trapezblech inkl. Unterkonstrukton	Trapezblech Alu als Fassadenplatte SP27 111 37 jährig [kg]	06.001	8.00	40	100%	5.34	0.00	1.12	0.00
		Aluminiumprofile neu Fensterleibungen zu Trapezblech [kg]	06.002	1.00	40	100%	0.68	0.00	0.14	0.00
		Nutzholz als Unterkonstruktion 15mm [kg]	07.009	0.29	40	100%	0.00	0.00	0.00	0.00
		Windpapier (PE Spinnvlies) [kg]	09.008	0.22	40	100%	0.14	0.00	0.02	0.01
							6.17	0.00	1.28	0.01
 Fenster und Türen										
pro m²										
Fenstertyp 1 Bestand 1.OG	Bestand	Holzrahmen [m2 i.L.]	05.005	0.22	30	100%	4.14	0.06	0.80	0.14
		einfache Isolierverglasung	05.001	0.78	30	100%	4.42	0.04	1.03	0.10
							8.56	0.09	1.83	0.24
Fenstertyp 1 mit Sonnenschutz	neue Aufdoppelung innen auf Bestand	Holzrahmen [m2 i.L.]	05.005	0.22	30	100%	4.14	0.06	0.80	0.14
		Isolierverglasung 3-fach, Ug-Wert 0.6 W/m ² K, Dicke 40 mm [m2]	05.012	0.78	30	100%	6.73	0.05	1.58	0.16
		Ausstellstoren [m2]	05.018	1.00	30	100%	9.90	0.01	2.12	0.05
							20.78	0.13	4.49	0.35

Fenster typ 1 Bestand EG	Bestand	Holzrahmen [m2 i.L.]	05.005	0.22	30	100%	4.14	0.06	0.80	0.14
		einfache Isolierverglasung	05.001	0.78	30	100%	4.42	0.04	1.03	0.10
							8.56	0.09	1.83	0.24
Fenster typ 2 mit Sonnenschutz	neue Aufdoppelung innen aus 7 jährigen Fenstern	Holzrahmen [m2 i.L.]	05.005	0.22	30	100%	4.14	0.06	0.80	0.14
		Isolierverglasung 2-fach, Ug-Wert 1.1 W/m²K, Dicke 24 mm	05.001	0.78	30	100%	4.42	0.04	1.03	0.10
		Ausstellstoren [m2]	05.018	1.00	30	100%	9.90	0.01	2.12	0.05
							18.46	0.11	3.95	0.29
Fenster typ 3 Kastenfenster	Doppelter Aufbau aus Werk 1, 30jährig	Leichtmetallrahmen [m2 i.L.]	05.004	0.44	30	100%	23.47	0.05	4.78	0.53
		Isolierverglasung 2-fach, Ug-Wert 1.1 W/m²K, Dicke 24 mm	05.001	1.56	30	100%	8.84	0.07	2.07	0.20
		Lamellenstoren [m2]	05.017	1.00	30	100%	8.73	0.01	1.88	0.04
							41.04	0.13	8.73	0.77
Fenster typ 4 Ziegler	fach IV-Glas aus Ziegler Druck 14jährig (bei Laubengang, oh.	Kunststoffrahmen [m2 i.L.]	05.007	0.22	30	100%	10.93	0.21	1.67	0.42
		Isolierverglasung 3-fach, Ug-Wert 0.6 W/m2K, Dicke 40 mm [m2]	05.012	0.78	30	100%	6.73	0.05	1.58	0.16
							17.66	0.26	3.25	0.58
Fenster typ 5 Orion	Aluminiumfenster 3-fach Verglasung getrennte Alu-Rahmen, 28jährig	Leichtmetallrahmen [m2 i.L.]	05.004	0.22	30	100%	11.73	0.03	2.39	0.26
		Isolierverglasung 3-fach, Ug-Wert 0.6 W/m2K, Dicke 40 mm [m2]	05.012	0.78	30	100%	6.73	0.05	1.58	0.16
		Lamellenstoren [m2]	05.017	1.00	30	100%	8.73	0.01	1.88	0.04
							27.20	0.09	5.85	0.46
Aussentüren	Alutür mit 3-fach IV-Verglasung 2jährig	Leichtmetallrahmen [m2 i.L.]	05.004	0.50	30	100%	26.67	0.06	5.43	0.60
		Isolierverglasung 3-fach, Ug-Wert 0.6 W/m2K, Dicke 40 mm [m2]	05.012	0.50	30	100%	4.32	0.03	1.01	0.10
							30.98	0.09	6.45	0.70
Aussentüren	Alutür mit 3-fach IV-Verglasung 20jährig	Leichtmetallrahmen [m2 i.L.]	05.004	0.50	30	100%	26.67	0.06	5.43	0.60
		Isolierverglasung 3-fach, Ug-Wert 0.6 W/m2K, Dicke 40 mm [m2]	05.012	0.50	30	100%	4.32	0.03	1.01	0.10
							30.98	0.09	6.45	0.70

Dächer

pro m²

Holzdecke, Tragkonstruktion	Holzelementdecke ausgedämmt	3-Schichtplatte 2x 28mm, 20jährig [kg]	07.001	26.32	60	100%	1.29	0.02	0.18	0.05
		Nadelschnittholz, 20jährig [kg]	07.011	0.19	60	100%	0.00	0.00	0.00	0.00
		Steinwolle 16 cm, 160kg/m3, 20 jährig [kg]	10.008	25.60	60	100%	1.82	0.03	0.48	0.00
							3.11	0.05	0.66	0.05
gedämmt (Flachdach)	Dachaufbau: CEMWOOD+EPS Samatherm, Bituminöse Dampfbremse, 2x Polymerbitumendichtungsbahn, Schutz-/Trennschicht, Extensivbegrünung.	CEMWOOD 6cm, eingesetzt schwere Weichfaser 320kg/m3	10.009	19.20	30	100%	2.23	0.03	0.40	0.03
		EPS 25 Standard, 22 cm, 25 kg/m3 11jährig [kg]	10.004	5.50	30	100%	5.45	0.02	0.82	0.58
		2 x EGV3 Polymerbitumenbahn [kg]	09.001	7.20	30	100%	3.26	0.05	0.28	0.57
		Bitumenemulsion [m2]	14.003	1.00	30	100%	0.06	0.00	0.00	0.02
		1x EP4 Polymerbitumenbahn [kg]	09.003	5.20	30	100%	2.13	0.04	0.15	0.41
		PP-Vlies Trenn-/Schutzvlies [kg]	09.008	0.14	30	100%	0.12	0.00	0.01	0.01
		Kies 3 cm [kg]	3.012	45.00	30	100%	0.03	0.07	0.00	0.01
		Substrat 7 cm [kg]	03.013	70.00	30	100%	0.04	0.15	0.01	0.03
									13.32	0.36

K118 / VARIANTE 3b		Beschreibung Bauteil	Zusammensetzung Bauteil	KBOB-ID	Bezug pro m ²	Amortisa- tion [a]	davon ver- bleibend [%]	PE n.e. Her- stellung [kWh/a]	PE n.e. Ent- sorgung [kWh/a]	THG Her- stellung [kg CO2- eq./a]	THG Ent- sorgung [kg CO2- eq./a]
Innenwand											
Innenwand Bestand	Kalksandsteinwand 15cm inkl. Mörtel	15 cm Kalksandstein [kg]	02.002	210.00	30	100%	2.45	0.34	0.90	0.06	
		Mörtel [kg]	04.009	37.10	30	100%	0.82	0.08	0.32	0.01	
								3.27	0.42	1.22	0.07
Innenwand Typ 1 Kalksandstein	Kalksandsteinwand 15cm inkl. Mörtel	15 cm Kalksandstein [kg]	02.002	210.00	30	100%	2.45	0.34	0.90	0.06	
		Mörtel [kg]	04.009	37.10	30	100%	0.82	0.08	0.32	0.01	
								3.27	0.42	1.22	0.07
Innenwand Typ 1 Kalksandstein mit Aufdoppelung Naturstein	Kalksandsteinwand 15cm inkl. Mörtel	15 cm Kalksandstein [kg]	02.002	210.00	30	100%	2.45	0.34	0.90	0.06	
		Mörtel [kg]	04.009	37.10	30	100%	0.82	0.08	0.32	0.01	
		Natursteinplatte aufgeklebt 30 mm inkl. Klebstoff	Klebstoff [kg]	08.001	1.00	30	100%	0.81	0.01	0.15	0.04
		Natursteinplatte 30mm, Orion 28jährig [m2]		21.007	1.00	30	100%	13.53	0.14	1.19	0.02
								17.61	0.57	2.56	0.14
Innenwand Typ 2 Betonwand (ohne Putz)	Betonwand 20 cm, CEM II 300 kg/m3, Bewehrung 97.5 kg/m3	Hochbaubeton, 20 cm [kg]	01.002	454.29	60	100%	1.12	0.41	0.67	0.08	
		Armierungsstahl [kg]	06.003	19.50	60	100%	1.15	0.00	0.22	0.00	
		3-SP Schalung 2.5cm (Annahme 5xverwendet) [kg]	07.001	4.70	60	100%	0.23	0.00	0.03	0.01	
								2.50	0.41	0.93	0.09
Innenwand Typ 3 Leichtbauwand	Leichtbauwand in Holz	3-Schichtplatte 2x 27mm [kg] 10jährig	07.001	25.38	30	100%	2.49	0.04	0.35	0.09	
		Steinwolle [kg]	10.008	0.74	30	100%	0.10	0.00	0.03	0.00	
		Nadelschnittholz [kg]	07.011	2.98	30	100%	0.08	0.00	0.01	0.00	
								2.67	0.05	0.39	0.10
Konstruktiver Brandschutz	Betonfüllung ohne Bewehrung um Stahlträger	Hochbaubeton, 20 cm [kg]	01.002	460.00	60	100%	1.13	0.41	0.68	0.08	
								1.13	0.41	0.68	0.08
Deckenkonstruktion											
pro m²											
Zwischendecke 1 einfache Holzdecke	Galleriegeschoss Bestand auf best. Stahlträgern	Nadelschnittholz Bretterboden im Bestand, alt 35mm [kg]	07.011	16.28	60	100%	0.21	0.01	0.04	0.00	
		Nadelschnittholz Balkenlage im Bestand, alt 20cm [kg]	07.011	6.51	60	100%	0.08	0.00	0.01	0.00	
		Stahlträger im Bestand, alt 60kg/m1 3 Stk à 12m1 [kg] [kg]	06.012	18.95	60	100%	1.09	0.00	0.23	0.00	
								1.39	0.01	0.28	0.00
Zwischendecke 2 im 1. OG	Betondecke Bestand 16cm (ehemaliges Dach)	Hochbaubeton 16cm [kg]	01.002	366.59	60	100%	0.90	0.33	0.54	0.06	
		Armierungsstahl (Bewehrungsgehalt 90 kg/m3) [kg]	06.003	14.40	60	100%	0.85	0.00	0.16	0.00	
		Stahlträger im Bestand, alt 60kg/m1 6 Stk à 12m1 [kg]	06.012	19.03	60	100%	1.10	0.00	0.23	0.00	
								2.85	0.33	0.94	0.06
Zwischendecke 3 neue Konstruktion	Trapezblech mit Überbeton	Hochbaubeton 11cm [kg]	01.002	253.00	60	100%	0.62	0.23	0.37	0.04	
		Trapezblech Stahl SP27 111 37 jährig [kg]	06.011	8.00	60	100%	2.09	0.00	0.47	0.00	
		Stahlprofile verzinkt als Verbindung [kg]	06.012	2.20	60	100%	0.13	0.00	0.03	0.00	
		Stahlprofile IPE Träger 16jährig 45cm hoch [kg] 80kg/m1	06.012	70.65	60	100%	4.07	0.00	0.86	0.00	
								6.92	0.23	1.73	0.04

Bodenbelag		pro m ²								
Zu Zwischendecke 2 Unterkonstruktion und Bodenbelag	Parkett, Zementunterlagsboden, Trennschicht, 3cm Trittschall	Parkett 20mm, über 50jährig [m2]	11.018	2	30	100%	2.96	0.01	0.50	0.00
		Klebstoff [kg]	08.001	1.00	30	100%	0.81	0.01	0.15	0.04
		Zementunterlagsboden 4cm [kg]	02.007	74	30	100%	0.51	0.12	0.30	0.02
		PE-Folie	09.007	0.15	30	100%	0.12	0.00	0.01	0.01
		Trittschall 3cm Steinwolle 130kg/m3	10.008	3.9	30	100%	0.56	0.01	0.15	0.00
					30		4.96	0.15	1.11	0.08
Zu Zwischendecke 3 Unterkonstruktion und Bodenbelag	Parkett, Zementunterlagsboden, Trennschicht, 3cm Trittschall	Parkett 20mm, über 50jährig [m2]	11.018	2	30	100%	2.96	0.01	0.50	0.00
		Klebstoff [kg]	08.001	1.00	30	100%	0.81	0.01	0.15	0.04
		Zementunterlagsboden 3cm [kg]	02.007	55.5	30	100%	0.38	0.09	0.22	0.02
		PE-Folie	09.007	0.15	30	100%	0.12	0.00	0.01	0.01
		Trittschall 3cm Steinwolle 130kg/m3	10.008	3.9	30	100%	0.56	0.01	0.15	0.00
					30		4.83	0.12	1.03	0.08
Balkon / Laubengang / Aussentreppe		pro m ²								
Balkon	Laubengang mit Treppe als Stahlkonstruktion inkl. Metallgeländer	Stahlprofile Laubengang 30jährig von Orion [kg] 4.65 t	06.012	24.64	40	100%	2.13	0.00	0.45	0.00
		Stahlterasse Laubengang 30jährig von Orion [kg] 8 t	06.012	41.60	40	100%	3.60	0.00	0.76	0.00
		Stahlprofile Laubengang 30jährig von Uster [kg] 4.65 t	06.011	17.08	40	100%	6.71	0.00	1.50	0.00
		Metallstabgeländer 30jährig von Orion [kg](17.8 kg/m1)	06.011	4.24	40	100%	1.67	0.00	0.37	0.00
		Natursteinplatte 30mm, Orion 28jährig [m2] als Gehbelag	21.007	1.00	40	100%	10.15	0.10	0.89	0.02
					40		24.25	0.10	3.98	0.02

K118 / VARIANTE 3b		Beschreibung Bauteil	Zusammensetzung Bauteil	KBOB-ID	Bezug pro m ²	Amortisation [a]	davon verbleibend [%]	PE n.e. Herstellung [kWh/a]	PE n.e. Entsorgung [kWh/a]	THG Herstellung [kg CO ₂ -eq./a]	THG Entsorgung [kg CO ₂ -eq./a]
Elektroanlagen											
Büro	Elektroanlage Büro			34.002	1	30	100%	3.77	0.03	0.75	0.05
								3.77	0.03	0.75	0.05
Solarstromanlage	Solarstromanlage Flachdach	PV-Anlage auf Dach ohne Unterkonstruktion 18jährig		34.026	0.7	30	100%	187.13	0.00	54.13	0.00
		PV-Anlage auf Dach nur Unterkonstruktion neu		34.026	0.3	30	100%	80.20	0.00	23.20	0.00
								267.33	0.00	77.33	0.00
Wärmeanlage											
pro m ²											
Wärmeerzeugung	Wärmeerzeuger 30 W/m ²	Wärmeerzeuger, spez. Leistungsbedarf 30 W/m ² [m ²]		31.002	1	20	100%	0.34	0.00	0.08	0.00
								0.34	0.00	0.08	0.00
Wärmeverteilung und -Abgabe	Verteilung Büro, Heizkörper	Wärmeverteilung Büro [m ²]		31.022	1	30	100%	1.00	0.09	0.22	0.04
		Abgabe über Heizkörper+Deckenstrahler je 30 jährig [m ²]		31.023	1	30	100%	0.76	0.00	0.18	0.00
								1.75	0.09	0.40	0.04
Lufttechnische Anlage											
pro m ²											
Abluftanlage Küche und Bad	Abluftanlage Küche und Bad	Einfache Abluftanlage für obere Bürogeschosse		32.003	1	30	100%	0.50	0.00	0.11	0.00
								0.50	0.00	0.11	0.00
Lüftungsanlage Büro Mittelwert	Luftmenge 2 m ³ /hm ² EBF	inkl. Verteilung, ohne Lüftungsggerät (Annahme 20%)		32.005	0.8	30	100%	1.95	0.01	0.44	0.01
	Luftmenge 4 m ³ /hm ² EBF	inkl. Verteilung, ohne Lüftungsggerät (Annahme 20%)		32.006	0.8	30	100%	2.96	0.01	0.67	0.02
	Lüftungsggerät	Lüftungsggerät vorhanden 5jährig		32.006	0.2	30	100%	0.74	0.00	0.17	0.01
								3.20	0.01	0.73	0.02
Wasseranlage											
pro m ²											
Büro einfach	Sanitäranlagen, Büro, einfach	inkl. Leitungen (Annahme: Apparate = 30%)		33.001	0.7	30	100%	0.45	0.00	0.08	0.03
	Sanitäranlagen, Büro, einfach	nur Apparate im Schnitt 15 jährig		33.001	0.3	30	100%	0.19	0.00	0.03	0.01
								0.65	0.00	0.11	0.04

Stadt Zürich
Amt für Hochbauten
Lindenhofstrasse 21
Postfach, 8021 Zürich
T+ 41 44 412 11 11
stadt-zuerich.ch/hochbau