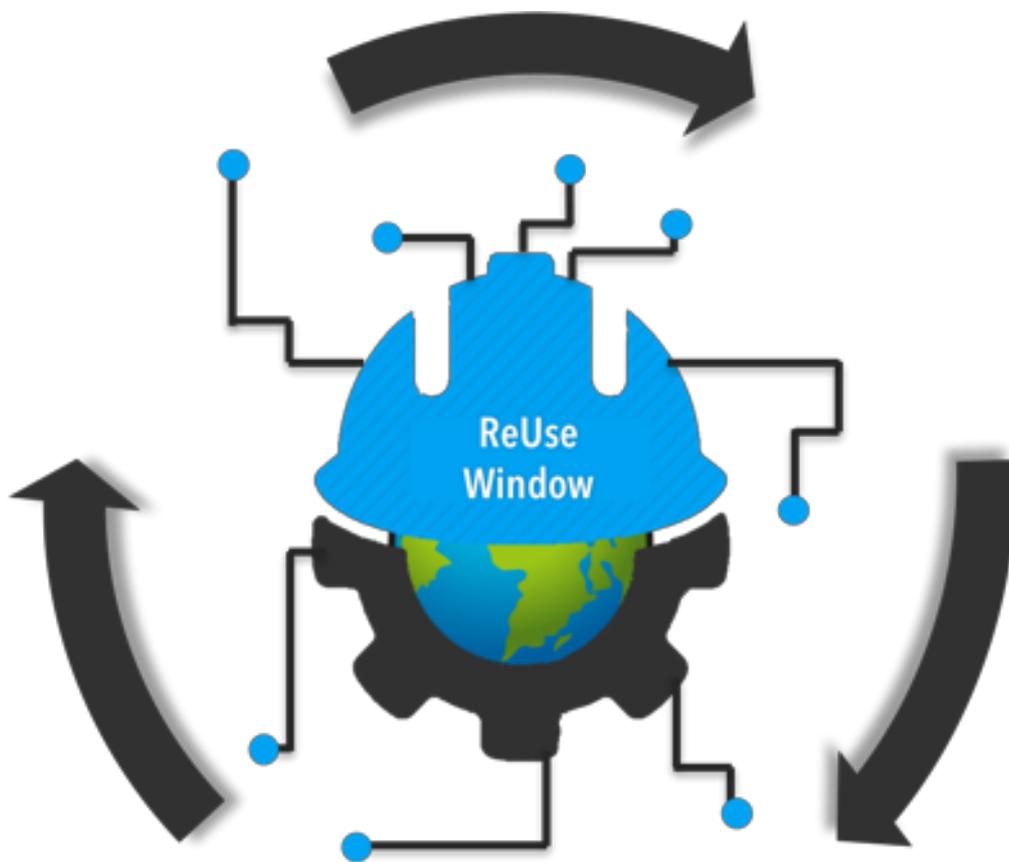


# ReUse Window

Massnahmen zur Förderung einer nachhaltigen,  
digitalen Kreislaufwirtschaft von Fenstern

**AutorInnen:**

Borsien, Franco

Hansen, Maria

Mast, Julia

Streit, Jan

Stübi, Nathalie

Vollenweider, Gabriel



## Inhaltsverzeichnis

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis.....	III
Zusammenfassung .....	1
Ausgangslage und Ziel .....	1
Einsicht .....	1
Stakeholder.....	3
Ziel der Massnahmen .....	3
Stand der Entwicklung.....	4
Darstellung der Massnahmen .....	5
Digitale Kreislaufwirtschaft von Fenstern.....	6
Massnahme 1: Materialpass.....	8
Digitalisierung: Daten an der Quelle erfassen und pflegen .....	8
Technologiebasis: geteilte Datenbank durch Blockchain .....	8
Daten-Implementation: HarvestMap-Plattform Standardisierung .....	9
Massnahme 2: HarvestMap-Plattform .....	11
Evaluation der Materialpassdaten.....	11
Ergänzung mit Verkaufsdaten .....	11
HarvestMap.....	12
Käuferansicht der Plattform, Bewertungssystem und Reservierungen .....	13
Ausbau, Instandsetzung und weitere Dienstleistungen .....	14
Stakeholder zu den Massnahmen .....	15
Produzenten.....	15
Bauherren.....	15
Planer .....	15
Wiederverwender .....	15
Plattformen.....	15
Weitere Experten.....	16
Umsetzung der Massnahmen .....	16
Vereinsorganisation „ReUse Window Switzerland“ .....	17
Finanzierung.....	17
Zukunftsorientierung .....	18
Nachhaltigkeitsbeurteilung nach ARE mit Fallbeispiel und Indikatoren .....	19
1. Relevanzanalyse: .....	19
Schritt 1: Gegenstand darstellen .....	19
Schritt 2: Nachhaltigkeitsrelevanz klären .....	19
2. Wirkungsanalyse: .....	20
Schritt 3: Verfahren definieren.....	20
Schritt 4: Analyse durchführen am Fallbeispiel Orion .....	21
3. Beurteilung und Optimierung .....	22
Schritt 5 und 6: Beurteilung und Optimierung .....	22
Schritt 7: Ergebnisse darlegen .....	22
Massnahmen im System .....	23
Weiteres Vorgehen.....	27
Fazit.....	28
Referenzen .....	30
Anhang .....	32
Plattform-Vergleich Bewertungskriterien .....	32
Massnahmenmarkt .....	33
FAQ zu ReUse Window Switzerland .....	36
Warum braucht es ReUse Window? .....	36
Was bringt ReUse Window den Stakeholdern?.....	36
Wie nachhaltig ist ReUse Window? .....	36
Was unterscheidet ReUse Window von bereits bestehenden Plattformen? .....	37

Wer betreibt die ReUse Window? .....	37
Ist ReUse Window zukunftsorientiert ausgerichtet? .....	37
Vergleich von Aluminium-, PVC- und Holzfensterrahmen .....	38
U-Wert.....	39
Fazit.....	40
Erläuterungen zum System .....	42
Einflussfaktoren und Variablenblätter .....	42
Wirkungsmatrix .....	60
System Grid .....	60
System Loops .....	61

# Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildung 1: Entwicklung des U-Werts von Fenstern von 1900 bis 2020 (Gloor, 2014) .....	2
Abbildung 2: Gruppe 6 am Markt der Massnahmen.....	5
Abbildung 3: Neun Schritte der Kreislaufwirtschaft zum optimierten ReUse von Fenstern.....	6
Abbildung 4: Materialpass auf Blockchain-Technologie (Klauser et al. 2018) .....	9
Abbildung 5: Evaluation als grafische Darstellung .....	11
Abbildung 6: Ergänzung mit Verkaufsdaten .....	12
Abbildung 7: Eine exemplarische HarvestMap .....	13
Abbildung 8: Die Käufer-Ansicht der HarvestMap-Plattform mit den Verkaufsdaten.....	14
Abbildung 9: Auflistung der Kontakte für Firmen, die relevante Dienstleistungen anbieten ..	14
Abbildung 10: ReUse Window Switzerland in Anlehnung an Osterwalder/Pigneur (2011) ....	16
Abbildung 11: Organigramm von ReUse Window Switzerland.....	17
Abbildung 12: Die vier Aspekte der Nachhaltigkeit nach Krüger (2018) .....	19
Abbildung 13: Einflüsse auf die Einsatzdauer der Fenster.....	23
Abbildung 14: Einflüsse auf die Bereitschaft der Architekten .....	24
Abbildung 15: Einflüsse auf den Planungsaufwand für ReUse .....	25
Abbildung 16: Einflüsse auf die Nachfrage nach ReUse-Fenstern .....	26
Abbildung 17: Roadmap ReUse Window Switzerland .....	28
Abbildung 18: Poster zu ReUse Window: Business Case .....	34
Abbildung 19: Poster zu ReUse Window: Kontext der Massnahmen.....	35
Abbildung 20: Umweltbelastungspunkte der verschiedenen Fensterrahmen (gesundes Haus, 2018) .....	38
Abbildung 21: Normierte Primärenergie der verschiedenen Fensterrahmen (gesundes Haus, 2018) .....	39
Abbildung 22: Normierte Emissionen der verschiedenen Fensterrahmen (gesundes Haus, 2018) .....	39
Abbildung 23: Die Berechnung eines ( $U_w$ ) Wertes aus gegebenen ( $U_f$ ) und ( $U_g$ ) Werten .....	39
Abbildung 24: Zeitliche Entwicklung der CO <sub>2</sub> Äquivalente eines ReUse-Fensters (Xynogalas, 2018) .....	40
Abbildung 25: Wirkungsmatrix des Systems .....	60
Abbildung 26: System Grid mit direkten Einflüssen.....	61
Abbildung 27: Analyse der Loops im System .....	62
Tabelle 1: Die beteiligten Stakeholder und ihre Problemstellungen.....	3
Tabelle 2: Steckbriefe der verschiedenen Plattformen in der Schweiz (Altman, 2018; Fischer, 2018; Ziegler, 2018; Zwahlen, 2018).....	4
Tabelle 3: Beispiel für mögliche Daten eines Materialpasses .....	10
Tabelle 4: Cash Flow von ReUse Window Switzerland.....	18
Tabelle 5: Übersicht der Indikatoren und der Wirkung der Indikatoren .....	20
Tabelle 6: Fallbeispiel Orion Fenster, fusioniert mit Indikatoren .....	21



Diese Massnahmen wurden von Studierenden des ersten Jahres BSc Umweltnaturwissenschaften im Rahmen der Veranstaltung Umweltproblemlösen 2017/18 entwickelt.

## Zusammenfassung

Um in der Bauwirtschaft die Wiederverwendung von Fenstern nachhaltig zu etablieren, müssen mehrere Hindernisse überwunden werden. Es gilt die beteiligten Stakeholder zu bündeln, Kontakte zu vermitteln und die nötigen Abläufe für den ReUse eines Fensters effizienter und ökonomischer zu gestalten.

Mit diesem Ziel haben wir die zwei Massnahmen eines Materialpasses und einer HarvestMap-Plattform entwickelt. In einem Materialpass werden alle relevanten Fensterdaten auf Blockchain Basis digital hinterlegt. Er kann automatisiert oder auch manuell aktualisiert und unter den besitzenden Bauherren weitergegeben werden. Durch einen Materialpass werden die bauteilbezogenen Informationen zugänglicher und der Zustand eines Fensters kann leichter beurteilt werden. Dadurch werden Wartungsarbeiten besser abgestimmt, um den Lebenszyklus eines Fensters optimal zu verlängern.

Die Materialpässe von verschiedenen Bauteilen können dann auf eine HarvestMap-Plattform hochgeladen werden. Bei der Datenfreigabe werden innerhalb einer Evaluation jene Fenster aus der Plattform gefiltert, die kein ReUse-Potenzial haben. Die übrigen Fenster werden nach ihrem ReUse-Potenzial bewertet und anschliessend für die Planer veröffentlicht. Für jedes Fenster können sich die Planer die nötigen Daten ansehen bzw. auf der HarvestMap nach einer passenden geografischen Lage suchen und somit gezielt Fenster erwerben. Für die notwendigen Dienstleistungen wie Instandsetzung oder Lagerung werden den Planern zudem nahegelegene Firmen vermittelt, um die Transportwege und deren Emissionswerte kurz zu halten.

Beide Massnahmen können innerhalb eines Fensterkreislaufes dargestellt werden. Sie sind sehr eng miteinander verknüpft und werden daher in einer einzigen Dokumentation festgehalten.

## Ausgangslage und Ziel

### Einsicht

„Rund die Hälfte des schweizerischen Energiebedarfs entfällt auf den Gebäudepark. [...] Entsprechend wichtig sind die Verminderung von Umweltbelastungen und die Wiederverwendung eigener Abfallströme (Energieagentur SG, 2018b).“ Nach einem Artikel von Vanek (2017) wird die Ressourcen-Effizienz immer wichtiger und auch der Standard für nachhaltiges Bauen Schweiz (Luthiger, 2018) hat diese Aspekte in den folgenden Zielen verankert: Lebenszykluskosten minimieren, effizient mit Ressourcen umgehen, Umweltauswirkungen minimieren und Naturräume/Artenvielfalt erhalten.

Für die Bauindustrie bedeutet das konkret eine Entwicklung in Richtung Kreislaufwirtschaft (SwissRecycling, 2018). So werden die Ressourcen geschont, der Energieverbrauch gesenkt und Kosten gespart. Es gilt dabei zwei Methoden zu unterscheiden: Recycling und ReUse (direkte Wiederverwendung). Gemäss Dieziger et al. (2017) ist ReUse aus ökologischer Sicht die nachhaltigere Variante, weil im Unterschied zum Recycling praktisch keine zusätzlichen

Baustoffe verwendet werden müssen und daher auch weniger Energie für die Aufbereitung verbraucht wird. Trotzdem ist aus folgenden Gründen ReUse weniger etabliert als das Recycling (Das Schweizer Parlament, 2017; Diezinger et al. 2017):

- Misstrauen gegenüber der Qualität
- Fehlende Garantieleistungen
- Fehlende Normierungs-Bestimmungen
- Einhaltung von rechtlichen Vorgaben
- Aufwand für ReUse als zu gross wahrgenommen wird: ReUse-Rückbau ist planungsintensiver und zeitaufwändiger, schadensfreier Ausbau setzt spezialisierte Handwerker statt Maschinen voraus, die anschliessende Logistik/Lagerung ist teuer

Die Second-Hand-Bauweise wird daher häufig mit mangelnder Professionalität verknüpft und leidet somit unter einem schlechten Image. Um ReUse attraktiver zu gestalten, fokussieren wir uns auf die Optimierung von bereits etablierten Abläufen. Dazu beschränken wir uns aus folgenden Gründen auf Fenster:

- Fenster sind komplexe Bauteile, die aus verschiedenen Materialien bestehen und ein hohen Produktionsaufwand bzw. einen hohen Anteil grauer Energie (Vergleich von Aluminium-, PVC- und Holzfensterrahmen) mit sich ziehen (Angst B., 2018a).
- Die Werte der Wärmedämmung haben einen ausreichend hohen Wert für den ReUse erreicht, siehe Abbildung 1.

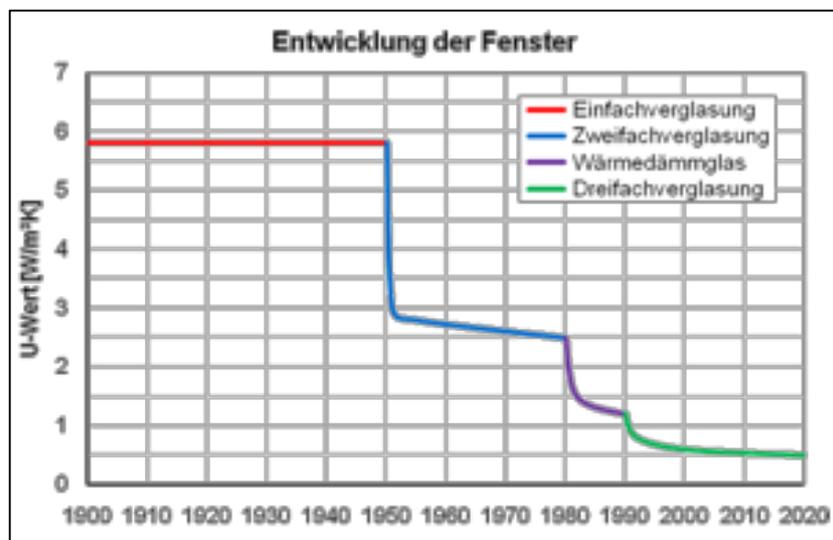


Abbildung 1: Entwicklung des U-Werts von Fenstern von 1900 bis 2020 (Gloor, 2014)

- Der Lebenszyklus von Fenster kann durch Wartungsarbeiten um Jahrzehnte verlängert werden (Angst B., 2018a; Angst M., 2018a).
- Es besteht bereits eine Professionalisierung und Infrastruktur für den ReUse von Fenstern (Hiltbrunner, 2018).

## Stakeholder

Im Rahmen dieser Arbeit haben wir 22 Interviews mit Fensterproduzenten, Bauherren, Planern, Wiederverwendern, Bauteil-Plattformen und Nachhaltigkeit- bzw. Technologie-Experten geführt. Die Gespräche mit den Hauptakteuren zeigen sich in Tabelle 1, welche die Problemstellungen der Stakeholder mit der Methode des Design Thinking beschreibt (Pohl, 2018).

Tabelle 1: Die beteiligten Stakeholder und ihre Problemstellungen

Stakeholder-Typus	Beispiele	Problemstellungen
Fenster-Produzent	4B AG, Geilinger AG	Fenster-Produzenten können nach dem Verkauf ihrer Fenster noch von Wartungsarbeiten profitieren. Sie möchten daher die Einsatzdauer der Fenster hoch halten, so dass sie auch länger an ihnen verdienen können (Angst B., 2018a; Stalder, 2018; Stübi, 2018).
Öffentlicher Bauherr	Hochbauamt Kanton Zürich, Hochbauamt Stadt Zürich	Öffentliche Bauherren sind an Recycling und ReUse interessiert, um die staatlich vorgegebenen Nachhaltigkeitsziele einzuhalten. Der Kanton Zürich hat auch bereits ReUse-Projekte durchgeführt (Altman, 2015). Die Bauherren haben aber mit den Vorbehalten der Architekten zu kämpfen und sie wünschen sich von ihnen eine grössere Bereitschaft, nachhaltig zu bauen (Noger, 2018).
Privater Bauherr	Kleine Freiheit Zürich, Kulturschaffende	Private Bauherren, denen eine nachhaltige Bauweise ein persönliches Anliegen ist und die kreativ bzw. künstlerisch bauen wollen, sind am ReUse von Materialien interessiert (Hiltbrunner, 2018). Weil es aber wenige Informationen gibt bezüglich Standort und Zustand solcher Materialien, ist das nachhaltige Bauen mit viel Suchaufwand verbunden (Angst M., 2018a). Die Bauherren haben zusätzlich mit den Vorbehalten der Planer zu kämpfen und sind auf Architekten angewiesen, die dazu bereit sind, nachhaltig zu bauen (Noger, 2017).
Planer	Baubüro in situ AG	Architekten, die sich für den ReUse interessieren, sehen es als kreative und künstlerische Herausforderung, mit bereits vorhandenen Materialien zu planen. Für sie ist es wichtig, die Bauteile möglichst früh zu finden und ihren Zustand zu kennen, um eine reibungslose Planung zu ermöglichen. Weil es aber wenige Informationen gibt bezüglich Standort und Zustand von ReUse-Materialien, ist die Planung schwierig (Angst M., 2018).
Wiederverwender/ Instandsetzer/ Plattformen	Hiltbrunner, Syphon, ReWinner, Madaster, Salza,	Ein- und Ausbaumfirmen die mit wiederverwendbaren Materialien handeln, wünschen sich einen grossen Markt. Der Gewinn aus dem ReUse ist jedoch klein, da ein Misstrauen gegenüber der Qualität vorherrscht. Daher ist auch die Nachfrage sehr tief und diese Firmen halten sich stattdessen mit anderen Dienstleistungen über Wasser (Altman, 2018; Fischer et al. 2018; Hiltbrunner, 2018; Syphon, 2018; Ziegler, 2018).

## Ziel der Massnahmen

Mit den Massnahmen soll die Nachhaltigkeit in der Bauindustrie durch eine Kreislaufwirtschaft der Fenster gefördert werden. Die Massnahmen steigern primär die Zugänglichkeit der Bauteil-Informationen, womit der Planungsaufwand für die Architekten abnimmt und ihre Bereitschaft gegenüber dem nachhaltigen Bauen zunimmt. Ausserdem wird durch die neu verfügbaren Informationen das Qualitätsmisstrauen sinken und ReUse-Firmen können dadurch ihre Produkte leichter vermarkten. Bauherren entwickeln zudem ein grösseres Bewusstsein für den Zustand ihrer Fenster und fragen dadurch mehr Wartungsarbeiten bei Produzenten nach.

# Stand der Entwicklung

Obwohl ReUse-Plattformen seit mehreren Jahren bestehen, wurde der Markt noch nicht erkannt, da die Stakeholder in ihren Problemstellungen verharren oder sich individuell arrangieren. Bereits seit 10 Jahren erfasst der Produzent Daten zu seinen Fenstern für mögliche Servicearbeiten (Stalder, 2018). Den Planern sind diese Informationen aber nicht zugänglich (Angst M., 2018a), weshalb der Planungsaufwand gross ist und die Bauherren mit Vorbehalten der Architekten zu kämpfen haben (Noger, 2017). Daher gibt es aktuell nur Pilot-Projekte mit ReUse (Ziegler, 2018).

Die Schweizer Plattformen verfolgen mehrheitlich das gleiche Ziel, nämlich die Förderung der Kreislaufwirtschaft. Daher konkurrieren sie untereinander und es ergibt sich ein kleiner segmentierter Markt für ReUse. In Tabelle 2 wird eine Auswahl der meist genannten Plattformen auf Basis von Recherchegesprächen vorgestellt. Die Mehrheit beschäftigt sich mit dem Handel von gebrauchten Bauteilen. Bei Madaster System/Madaster Foundation handelt es sich um eine niederländische Firma, die eine Materialpasserfassung für verbaute Rohstoffe anbietet und den Schweizer Markteintritt sucht. Weiter zeigen sich im Vergleich verschiedene Finanzierungsformen, einbezogene Stakeholder und angesprochene Kunden. Die Produkt-Palette zeigt eine grosse Varianz und die dahinterliegende Technologie der benutzten Erfassungs- und Transaktionssysteme erscheint aufgrund ihrer manuellen Natur ineffizient.

Tabelle 2: Steckbriefe der verschiedenen Plattformen in der Schweiz (Altman, 2018; Fischer, 2018; Ziegler, 2018; Zwahlen, 2018)

Firma	Salza GmbH	ReWinner Altman	Useagain In Kooperation mit Bauteilnetz Schweiz & Bauteilbörsen (inkl. Syphon AG)	Madaster System/ Madaster Foundation
URL	salza.ch	rewinner.ch	bauteilclick.ch	madaster.com
Vision & Ziel	möglichst vielen wertvollen Bauteilen ein zweites Leben ermöglichen	Maximieren der Produkt- und Material Wiederverwendung	Förderung von Kreislauf der Dinge i.S. der Wiederverwendung von Bauteilen	Baumaterial mittels Materialpässen eine Identität verleihen mit dem Ziel Ressourcen zu schonen
Organisationsstruktur	Gesellschaft mit beschränkter Haftung	Einzelfirma	gemeinnütziger Verein	Stiftung, gemeinnützige Organisation
Produkt Palette	Türen/Tor, Treppe, Tragewerk, Spenglerei, Sonnenschutz, Fenster, Ausseneinrichtung	Türen/ Tor, Sanitärbedarf, Beleuchtung, Fenster, Bodenbelag, Schränke, Küchen, Storen	Boden- & Wandbeläge, Komplett Objekte, Garten- & Aussenbereich, Möbel, Küchen/Gastronomie, Sanitär, Heizung/ Klima, Elektro & Leuchten, Treppen & Aufzüge, Fenster, Wänden, Decken, Dächer, Türen & Tore	Verbaute Rohstoffe innerhalb eines Gebäudes
Produkt Auswahl	kleines bis mittleres Angebot	kleines bis mittleres Angebot	sehr grosses Angebot	mittleres Angebot
Finanzierung	Gebühr für Angebotserstellung, BAFU	Transaktionsgebühr für vermitteltes Büro-Inventar und Bauteile	Einzelmitgliedschaften, Spenden, Partnerschaften mit Unternehmungen, Erwerbslosenkasse der Kantone	Partnerschaften mit Unternehmungen (Kennedy's Ansatz), Gebühr für Materialpässe, EU-Funding (Horizon 2020 research)
Einbezogene Stakeholder	Bauherren, Architekten, Künstler	Bauherren, staatliche Organe, andere Unternehmen	Bauherren, Architekten, Künstler, Wiederverwender, staatliche Organe	Bauherren, Architekten, Produzenten
Usability* Bewertung nach Skalenergebnisse von 1 (sehr tief) bis 5 (sehr hoch)	Ästhetik: 5 Informationswert: 4 Bedienung: 5 Übersichtlichkeit: 4 Funktionalität: 4	Ästhetik: 4 Informationswert: 3 Bedienung: 4 Übersichtlichkeit: 3 Funktionalität: 4	Ästhetik: 3 Informationswert: 5 Bedienung: 4 Übersichtlichkeit: 4 Funktionalität: 5	Ästhetik: 5 Informationswert: 3 Bedienung: 3 Übersichtlichkeit: 3 Funktionalität: 3

\* Indikatorendefinition im Anhang unter Plattform-Vergleich Bewertungskriterien

# Darstellung der Massnahmen

Im folgenden Kapitel werden zwei Massnahmen basierend auf den Problemstellungen beschrieben. Da diese Massnahmen innerhalb eines ReUse-Systems eng miteinander verwoben sind, wird zuerst der Ablauf einer gesamten digitalen, nachhaltigen Kreislaufwirtschaft aufgezeigt. Danach werden die Massnahmen einzeln detailliert vorgestellt. Spezifizierungen von Standards von Kriterien bei den einzelnen Schritten sollen künftig durch die Stakeholder selbst erarbeitet werden, da fachliches Know-How und eine breite Akzeptanz für die Umsetzung nötig ist.

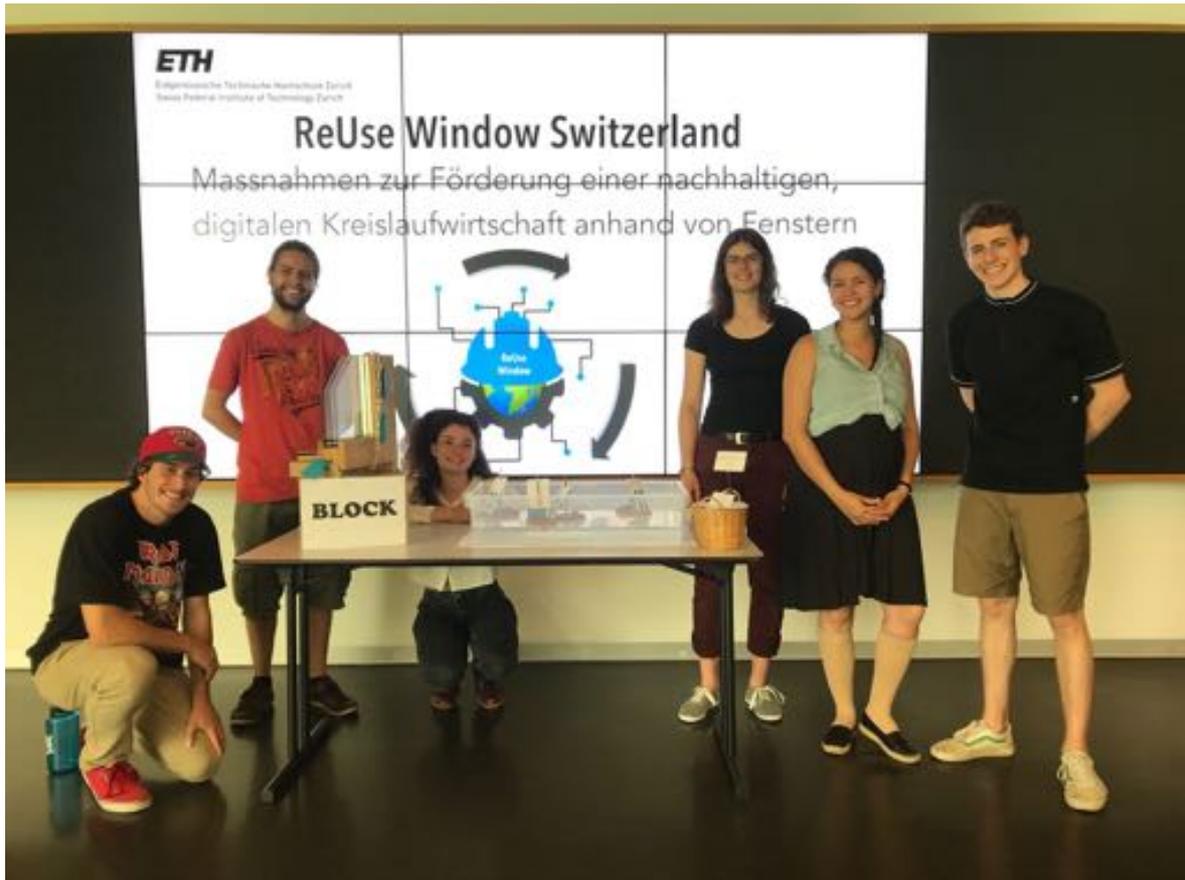


Abbildung 2: Gruppe 6 am Markt der Massnahmen

Die beiden Massnahmen wurden im Rahmen von Umweltproblemlösen II am Markt der Massnahmen an der ETH Zürich präsentiert, siehe Massnahmenmarkt im Anhang.

## Digitale Kreislaufwirtschaft von Fenstern

Die beiden Massnahmen, Materialpass und HarvestMap-Plattform, bilden das Kreislaufsystem. Die illustrierte Kreislaufwirtschaft (Abbildung 3) ist das Resultat des Austauschs mit den wichtigsten Stakeholder-Gruppen. Ziel der Kreislaufwirtschaft ist der Einbezug und die Sensibilisierung aller Akteure, die Teil des Systems sind. Der Materialpass spielt in den Schritten 1-3 die Hauptrolle, während die HarvestMap-Plattform die Schritte 4-9 dominiert.

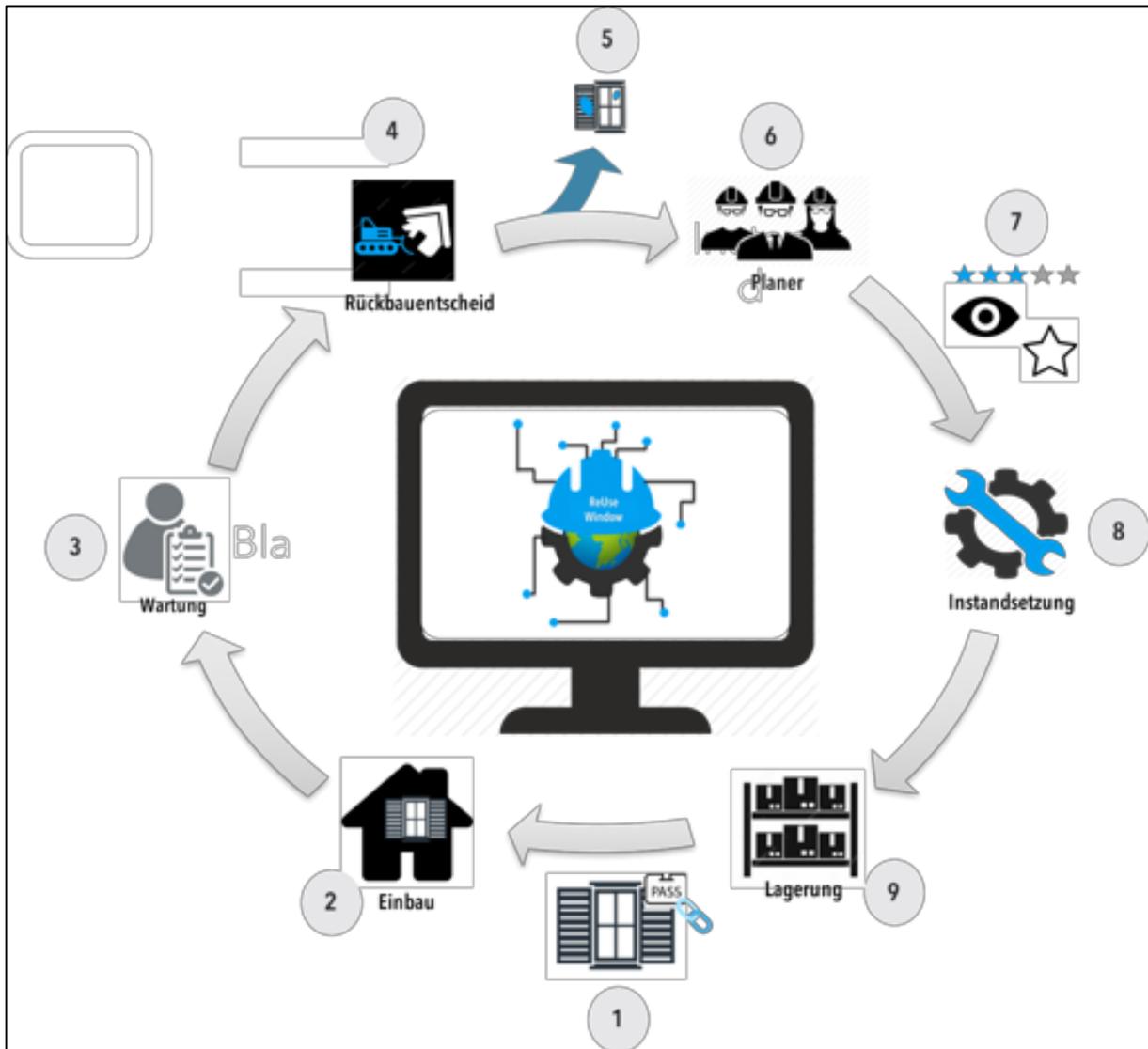


Abbildung 3: Neun Schritte der Kreislaufwirtschaft zum optimierten ReUse von Fenstern

1. Beim Kauf eines Fensters durch einen Bauherrn werden die vom Produzenten erfassten Daten mitverkauft (Stalder, 2018). Diese Daten werden, mit einem Wartungsvertrag verknüpft geliefert und dadurch gepflegt. Dort setzt die erste Massnahme des Materialpasses an.
2. Das Fenster wird eingebaut und der Bauherr lädt die Daten des Fensters nach vordefinierten Kriterien im Materialpass ab. Der ausgefüllte Materialpass ist stets mit dem Fenster verknüpft. Er wird aktualisiert und weitergereicht, falls es zu einem Wechsel des Bauherrn kommt. Jedes Fenster erhält somit eine digitale Identität, mit der es eindeutig seinem Materialpass zugeordnet werden kann.

3. Wie beim Verkauf im Wartungsvertrag definiert, werden die eingebauten Fenster in regelmäßigen Abständen vom Produzenten gewartet. Dies verlängert die Lebensdauer der Fenster (Angst B., 2018a). Die Wartungen werden im Materialpass vermerkt.
4. Steht der Rückbau des Gebäudes fest, so kann der Bauherr den Materialpass der noch verbauten Fenster zur Evaluation freigeben. Dieser Bewertungsprozess durchläuft ein spezifisches Punktesystem, das auf die Qualität der Fenster schließen lässt.
5. Auch bei Fenstern, die nicht wiederverwendet aber recycelt werden, ist ein Materialpass aus verschiedenen Gründen (Sicherheit, Logistik, Entsorgung, etc.) von Vorteil, da somit auf die verbauten Rohstoffe in den Fenstern geschlossen werden kann (Fischer, 2018).
6. Der Bauherr kann den evaluierten Materialpass, ergänzt mit Verkaufsdaten (Preis, Abrissdatum), auf der HarvestMap-Plattform zum Verkauf freigeben. Die Planenden können nun die verfügbaren Fenster aufrufen. Mit der HarvestMap wird dabei die geografische Lage der Fenster in den Mittelpunkt gestellt, um die Transportwege zu verringern.
7. Die Plattform vergibt für jedes Fenster einerseits eine Qualitätsbewertung anhand der ReUse-Evaluation und andererseits ein bestimmtes Nachfragepotenzial basierend auf der Anzahl Aufrufe und Favoriten-Markierungen. Dies dient dem aktiven Kaufantrieb für Drittparteien wie z.B. Wiederverwendungsfirmen.
8. Bei der Instandsetzung geht es darum, das Fenster entsprechend des Verwendungszwecks in einen Zustand zu bringen, in dem es wieder eingebaut werden kann. Falls nicht bereits im Vorfeld bekannt ist, wer die Fenster instandsetzt, kann dies vom Käufer als zusätzliche Dienstleistung erworben werden. Auch für weiteren Service wie Transport und Lagerung liefert die Plattform Kontakte.
9. Ein unmittelbarer Einbau der Fenster nach einer Instandsetzung ist oftmals nicht möglich, da die Planung bereits vor der Freigabe der passenden Fenster stattfindet (Noger, 2018). Somit kommt es bis zum erneuten Einbau zu einer Lagerung. Danach wird das Fenster eingebaut und der Materialpass entsprechend aktualisiert.

## Massnahme 1: Materialpass

Der Wunsch nach einem Materialpass kommt von den nachhaltigen Planern, da ReUse zum jetzigen Zeitpunkt planungsintensiv ist (Angst M., 2018a). Der obige Kreislauf zeigt die Nützlichkeit eines gut erfassten und gepflegten Materialpasses in den Schritten 1-3 auf, wobei sich dieser Nutzen auf den gesamten Lebenszyklus auswirkt. Einerseits verlängert die regelmässige Wartung die Lebensspanne eines Fensters (Angst B., 2018a) und andererseits schafft die optimale Datenpflege eine Skalierbarkeit, indem die Planung von ReUse-Fenstern bei Grossprojekten möglich wird. Dabei spielen die Digitalisierung, die Technologiebasis und die Daten-Implementation eine wichtige Rolle. Gleichzeitig soll die HarvestMap-Plattform für manuell erfasste Materialpässe offen sein, damit Einträge von Einzelpersonen ermöglicht werden. Diese werden als solche deklariert und können nur unter Vorbehalt von der Plattform evaluiert werden.

### **Digitalisierung: Daten an der Quelle erfassen und pflegen**

Gemäss Stalder (2018) werden Fenster aktuell mit bestellten Datenpunkten zu Grösse, Material, Typus etc. hergestellt. Diese Messpunkte werden vom Fensterhersteller für allfällige Nachbestellungen in einer zentralen Datenbank hinterlegt. Weiter werden die Daten mit der Information ergänzt, wo die Fenster künftig verbaut werden. Dafür wird jedes Fenster individuell mit einem physischen Nummerncode, versteckt im Rahmen, gekennzeichnet. Das heisst, jedes Exemplar ist einzeln erkennbar und auch verfolgbar. Gemäss Verkaufslogik und aufgrund des Planungsaufwandes ohne Bauteilinformationen (Angst M., 2018b) sollten beim Verkauf eines Fensters auch gleich die Objektdaten dem Bauherrn übergeben werden. Unser Kreislaufmodell empfiehlt zudem einen Wartungsvertragsabschluss mit dem Bauherrn, um den Herstellern einen Anreiz zu liefern, die Daten weiterhin zu erheben, zu pflegen und zusätzlich den Lebenszyklus eines Fensters für den optimalen ReUse um Jahrzehnte zu verlängern (Angst B., 2018a). Gemäss Aussagen eines Verwaltungsrates von 4B entspricht dies der neuen Stossrichtung ihrer Strategie zur Intensivierung der Kundenbetreuung (Stübi, 2018). Kleinere, spezialisierte Fensterproduzenten wie Geilinger AG schliessen bereits bei über 40% ihrer verkauften Fenster einen Wartungsvertrag ab, mit automatischer Verlängerung über mehrere Jahre (Angst B., 2018a). Nach dem Rückbauentscheid des Hauses und Kauf der Fenster durch einen neuen Bauherrn wird die Aktualisierung des Materialpasses automatisiert auf der Plattform durchgeführt. Weitere Datenänderung werden vom neuen Bauherrn und dem Instandsetzer durchgeführt, wobei auch der Produzent die Rolle des Instandsetzers übernehmen kann (siehe Stakeholder zu den Massnahmen).

### **Technologiebasis: geteilte Datenbank durch Blockchain**

Momentan sind jegliche Fensterdaten beim Produzenten zentral hinterlegt. Gemäss Recherchen ist anderen Stakeholdern der Zugriff auf diese Datenbank nicht möglich. Für die dezentrale Hinterlegung dieser Daten ist die Blockchain-Technologie eine optimale Lösung. Blockchain ist eine zukunftsorientierte, ausbaufähige Technologie, die für alle Stakeholder eine kryptografisch gesicherte Nachverfolgbarkeit innerhalb einer geteilten Datenbank bietet. Alle Attribute und Vorteile, welche die Blockchain-Technologie mit sich bringt, werden mit Abbildung 4 beschrieben.

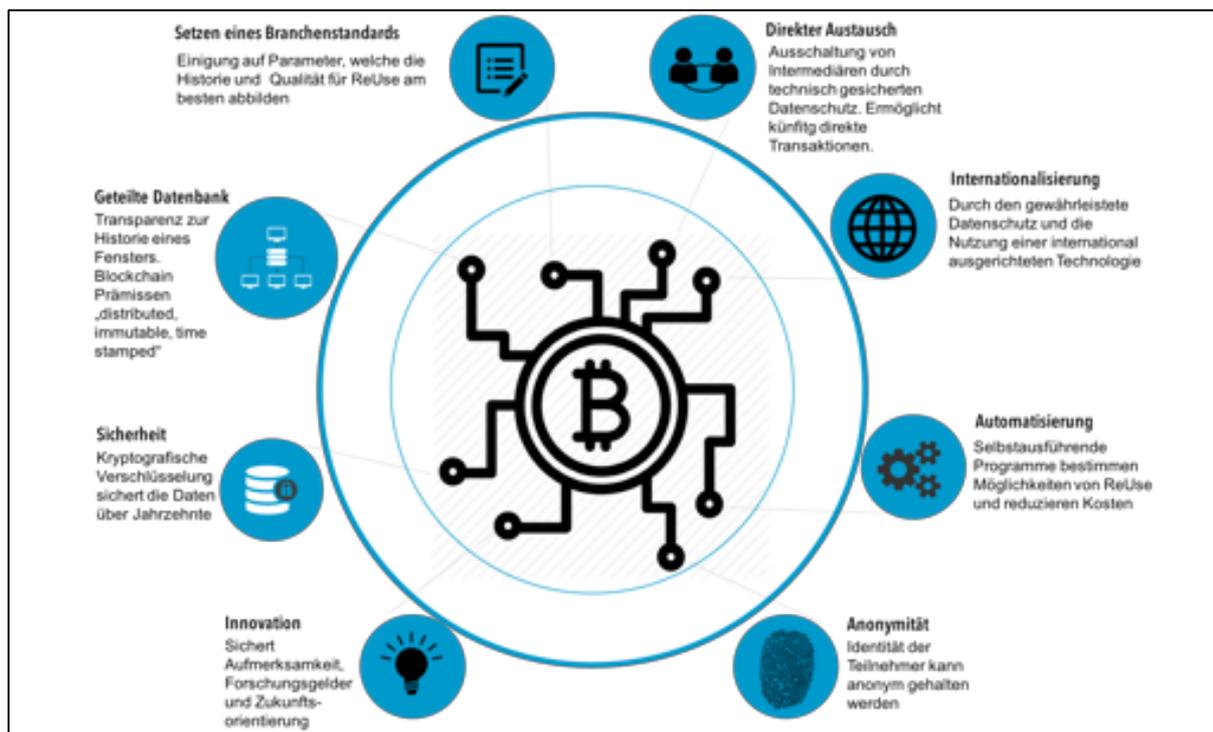


Abbildung 4: Materialpass auf Blockchain-Technologie (Klauser et al. 2018)

### Daten-Implementation: HarvestMap-Plattform Standardisierung

Aufgrund des kontinuierlich gepflegten Datensatzes des grössten Schweizer Fensterherstellers könnten bereits aktuell verbaute Fenster, die vor 10 Jahren produziert wurden, mit einem Materialpass auf die HarvestMap-Plattform geladen werden (Stalder, 2018). Um alle Produzenten innerhalb der Plattform abzudecken, sollte mit dem Fensterverband ein Standard erarbeitet werden, der festlegt, welche Daten erfassungs- und pflegewert sind. Dieses gemeinsam definierte Datenset (siehe Tabelle 3) kann bei Vertragsabschluss mit einem Bauherrn in die HarvestMap-Plattform implementiert werden. Das geschieht entweder durch einen vereinfachten Excel-Upload oder automatisiert durch eine programmierte Schnittstelle zum Produzenten-CRM-Programm (Customer Relations Management).

Tabelle 3: Beispiel für mögliche Daten eines Materialpasses

Identifikationsnummer	Aktueller Besitzer
<b>Fensterkonstruktion(Produktion)</b>	
Fenster typ	Rahmen
Produzent	Bezeichnung
Produktionsdatum	Hersteller
System	Fensterbeschlag
Fenster typnummer	Öffnungsart
Bezeichnung	Abmessung Konstruktionslichtmass (KLM)
Füllung (Glas)	Abmessung Rahmenaussenmass (RAM)
Hersteller	Rahmenmaterialien
Bezeichnung	Abmessung (Füllung)
Glastyp	Abmessung Dreh-Flügel links
U-Wert / G-Wert	Abmessung Dreh-Flügel rechts
Griffe	Dichtungen und Dämmungen
Hersteller	Hersteller
Bezeichnung	Bezeichnung
Typ	Typ
<b>Einbauinformationen</b>	
Allgemeine Infos	Zugang
Einbaudatum	Stockwerk
Geografische Lage	Montage
Ausrichtung	Ersatzteile und Verschleissteile
Einbauart	Rahmen Dichtungen und Dämmungen
<b>Planungsinformation</b>	
Gebäude & Fassadenplan	Bilder
<b>Ökobilanz</b>	
Transport	Produktion
Einbau	Rahmen
Ressource	Füllung (Glas)
<b>Wartungs-/Zustandsinformationen</b>	
Wartung	Historie
Historie	Zustand Rahmen
Wartungsvertrag	Zustand Glas
Aktueller Zustand	Zustand Dichtungen und Dämmungen
<b>Statusinformationen</b>	
Verfügbarkeitsstatus	Wiederverwendungsstatus
Instandsetzungsstatus	
<b>Instandsetzung</b>	
Instandsetzer Firma	verrichtete Arbeiten
Instandsetzungsdatum	

## Massnahme 2: HarvestMap-Plattform

Die Massnahme einer HarvestMap-Plattform setzt im Kreislauf beim Punkt 4 an, siehe Abbildung 3. Es ist eine internetbasierte Plattform, die verschiedene Funktionen beim ReUse von Fenstern übernimmt. Diese Funktionen werden im folgenden Kapitel vorgestellt.

### Evaluation der Materialpassdaten

Nachdem sich der Bauherr für den Rückbau des Gebäudes entschieden hat, gibt er den Materialpass des Fensters zur automatisierten Evaluation frei, siehe Abbildung 5. Dabei gilt der Grundsatz: je mehr Daten im Materialpass vorhanden sind, desto aussagekräftiger die Evaluation.

Bei der Evaluation wird mit einem Punktesystem die Qualität der Materialpasseinträge bewertet. Die unterschiedlichen Daten aus dem Materialpass führen über die Evaluation zu einer Bewertung, welche die Sinnhaftigkeit des ReUse für ein Fenster offenlegt. Die Qualität steht hierbei im Zentrum. Vorteilhaft ist, dass dieses Bewertungssystem sehr simpel aufgebaut ist und sich zukünftig auf Basis von Erfahrungswerten der Stakeholder weiterentwickeln kann. Der Bauherr entscheidet aufgrund der Auswertung, welche Fenster er für den ReUse und somit auch für den Verkauf freigibt. Dabei sollen möglichst viele Fenster freigegeben werden und somit den Planenden zur Auswahl stehen. Zum jetzigen Zeitpunkt sind die Fenster immer noch verbaut und es wurde auch noch kein Ausbau-Aufwand betrieben. Die Plattform berücksichtigt somit die grösstmögliche Zeitspanne für eine Wiedereinplanung bei einem anderen Objekt zwischen Rückbauentscheid und Verkauf bzw. Ausbau der Fenster. So kann die Lagerungszeit minimal gehalten werden.

### Ergänzung mit Verkaufsdaten

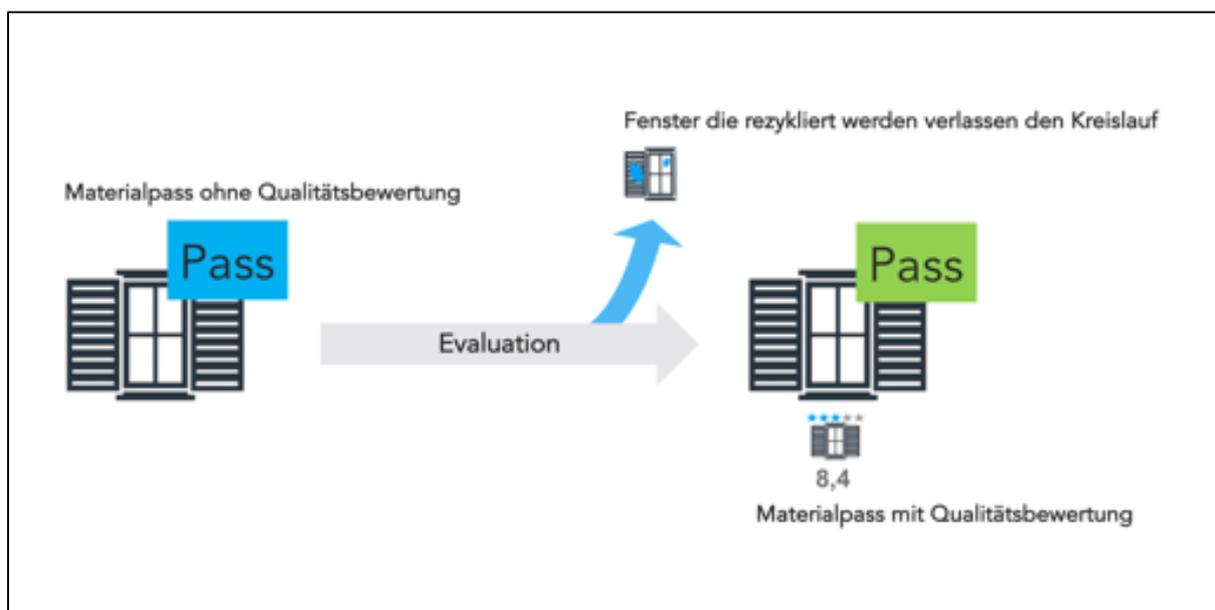


Abbildung 5: Evaluation als grafische Darstellung

Um einen Verkauf überhaupt möglich zu machen, müssen die Daten im Materialpass mit Verkaufsdaten ergänzt werden, siehe Abbildung 6.

Mögliche Verkaufsdaten sind:

- Preis
- Verfügbarkeitsdatum
- Kontakt des Verkäufers für Fragen zum Fenster

Der ergänzte Materialpass ermöglicht es dem Bauherrn, das Fenster auf der Plattform zum Verkauf freizugeben. Das Fenster kann nun von den Käufern als Ortsmarkierung auf der HarvestMap und als Verkaufsprofil aufgerufen werden.

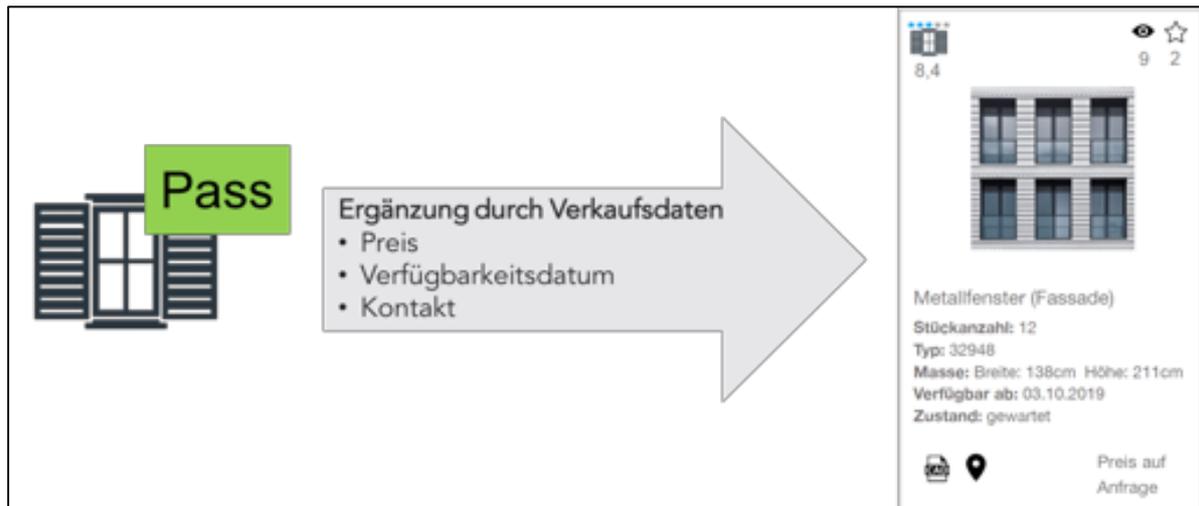


Abbildung 6: Ergänzung mit Verkaufsdaten

## HarvestMap

Eine HarvestMap ist eine Karte, die in einem bestimmten Umkreis Dateneinträge von verfügbaren Materialien bzw. Produkten mit Punkt-Markierungen darstellt. Sie gibt einen geografischen Überblick über die Dinge, die „geerntet“ werden können (Hinte et al. 2007).

Auf der HarvestMap-Plattform wird das Verkaufsprofil mithilfe der Koordinaten auf einer Karte positioniert (Abbildung 7) und zeigt somit den Käufern, wo welche Fenster verfügbar sind. Durch die HarvestMap können Transportwege eingespart werden, was für die ökologische und ökonomische Bilanz wichtig ist (Hinte et al. 2007).

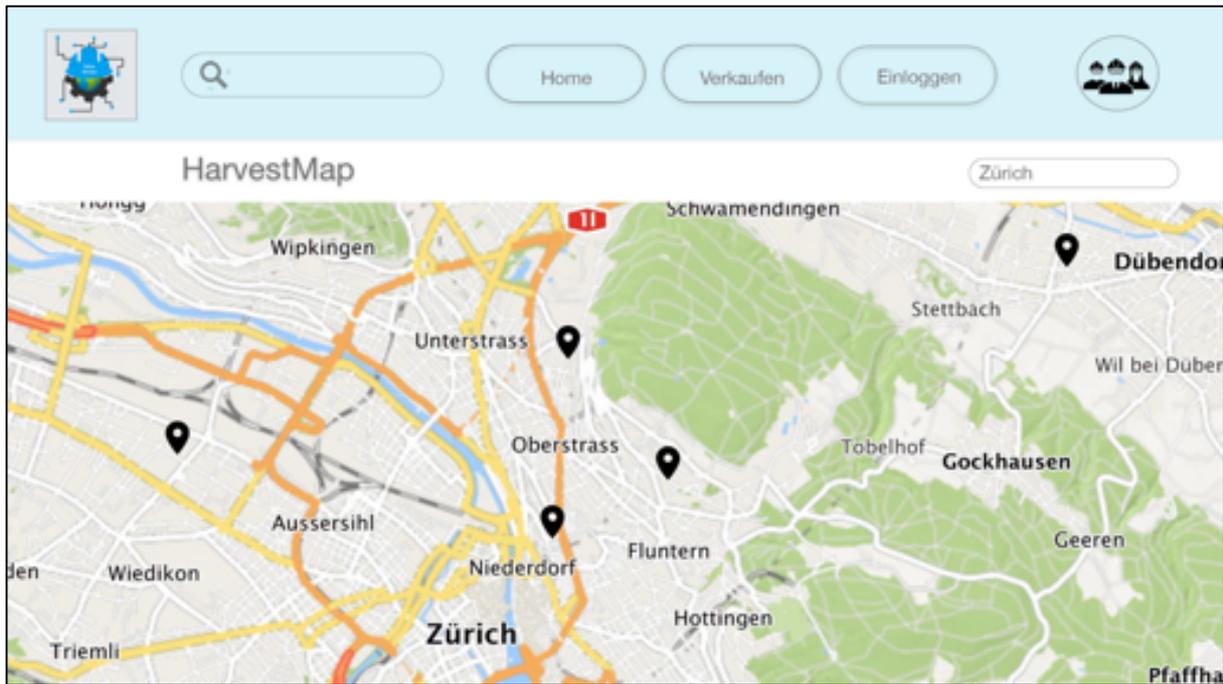


Abbildung 7: Eine exemplarische HarvestMap

## Käuferansicht der Plattform, Bewertungssystem und Reservierungen

Die Käuferansicht (Abbildung 8) ermöglicht es, auf einem schnellen und effizienten Weg das am besten passende Fenster in möglichst naher Umgebung zu finden. Um eine gezielte Suche sicherzustellen, braucht es Suchkriterien, die durch Filter schneller zu einem gewünschten Angebot an Fenstern führen. Grundlage dafür sind die Daten aus dem Materialpass und die Verkaufsdaten.

Die Anzahl der Aufrufe eines Fensters wird dokumentiert, wodurch auf die Beliebtheit geschlossen werden kann. Auch die Anzahl der Speicherungen als Favorit wird auf dem Verkaufsprofil angegeben. Durch diese Transparenz können Anreize für einen Kauf geschaffen werden und Unternehmen, die im Bereich des ReUse tätig sind, haben eine Referenz, welche Fenster sich für einen Ankauf und eine Instandsetzung lohnen könnten.

Planende führen ihre Tätigkeiten mit Absprache ihrer Kunden durch. Die Verwendung von ReUse-Fenstern bedarf einer gewissen Rücksprache- und Planungszeit, bis es zur Einigung für den Kauf eines Fensters kommt. Anhand einer Reservation entgegen einer minimalen Gebühr kann das Angebot für andere Käufer gesperrt und für sich gesichert werden.

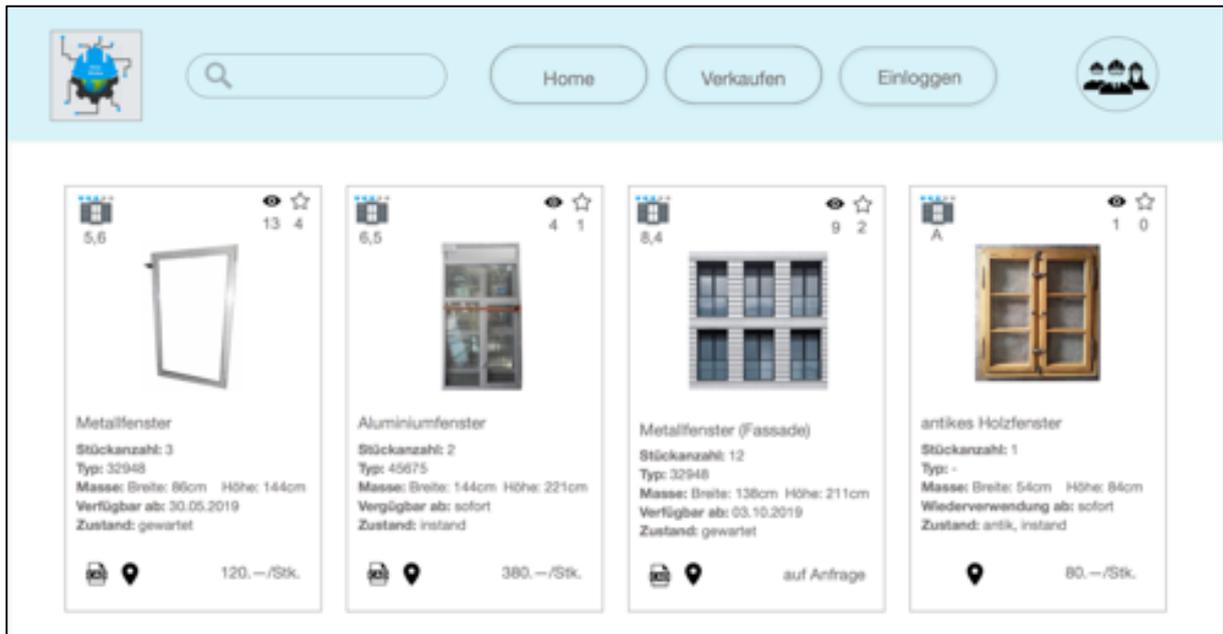


Abbildung 8: Die Käufer-Ansicht der HarvestMap-Plattform mit den Verkaufsdaten

## Ausbau, Instandsetzung und weitere Dienstleistungen

Ist das passende Fenster gefunden, werden die weiteren Schritte für den ReUse der Fenster organisiert. Im Zentrum dieser Funktion steht die Vernetzung der Stakeholder, welche die relevanten Dienstleistungen anbieten. Dafür wird dem Bauherrn eine Kontaktliste (Abbildung 9) der gewünschten Dienstleister gezeigt, sortiert nach ihrer geografischen Lage aufgrund von ökologischen Überlegungen.

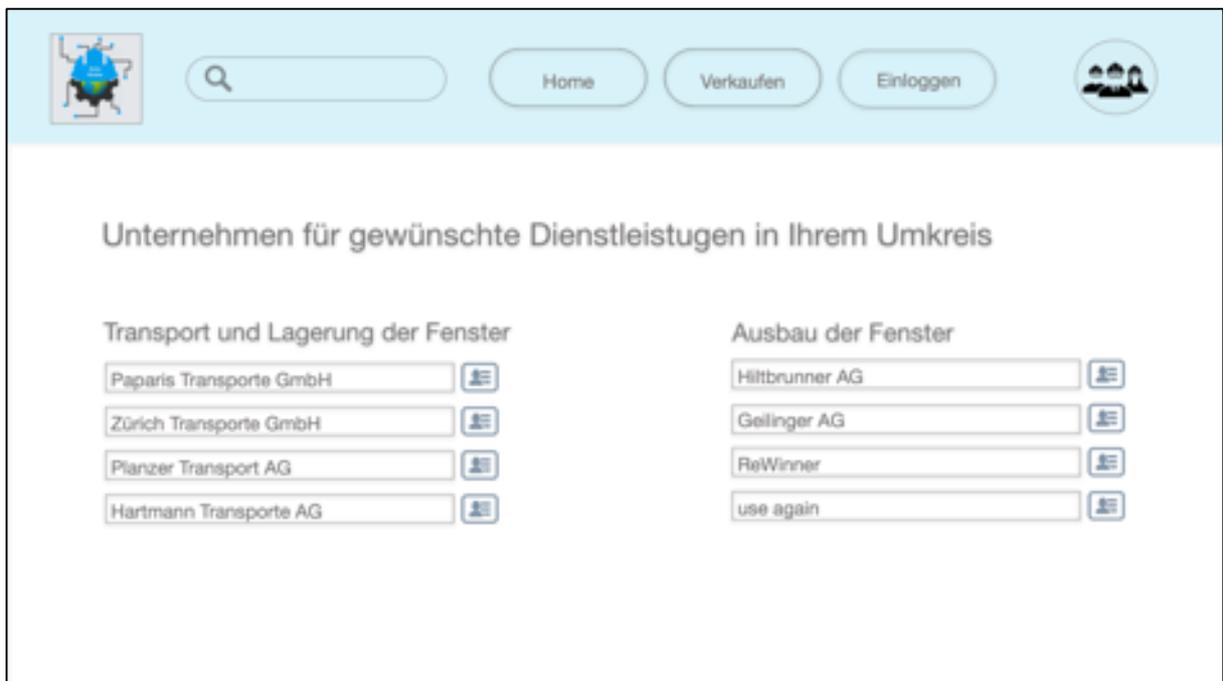


Abbildung 9: Auflistung der Kontakte für Firmen, die relevante Dienstleistungen anbieten

## Stakeholder zu den Massnahmen

Im Folgenden sollen die Stakeholder und ihr empfundenes Rollenverständnis innerhalb des Kreislaufes beschrieben werden. Hier fliessen die Rückmeldungen der geführten Prototypentests mit ein.

### Produzenten

Produzenten begrüssen ihre Rolle in der Erstellung und Wartung sehr, da es sich hier um einen nachhaltigen und ausbaubaren ökonomischen Absatzweig handelt. Einen möglichen Geschäftszweig sehen sie auch bei der Instandsetzung (Stalder, 2018; Stübi, 2018). Für eine Lagerung auf zu lange oder gar unbestimmte Zeit können bzw. möchten sie keinen Raum bieten, da die Infrastruktur dafür oft fehle und bestehende Lager keinen Platz mehr bieten. Schwierigkeiten sehen sie bei der Nachbestellung von nicht mehr produzierten Ersatzteilen, die von ihnen gelagert werden müssten. Hier empfehlen sie beim Kauf von Fenstern mehrere Ersatzteile zu kaufen und diese mit dem eingebauten Fenster zu lagern (Angst B., 2018b).

### Bauherren

Als gebende Bauherren sind die öffentlichen Behörden dazu bereit, ohne Vergütung die Fenster weg zu geben, solange diese im gewünschten Zeitfenster abmontiert und abgeholt werden (Schmid et al. 2018). Dies scheint sich auch in der Praxis der privaten Bauherren zu zeigen, jedoch mit der Bedingung einer minimalen Vergütung innerhalb einer Rabattierung im Rückbau (Hiltbrunner, 2018).

Als empfangende Bauherren hat die kantonale Baudirektion des Kantons Zürich Restriktionen aufgrund der Qualität, insbesondere bei der Wärmedämmung und Planbarkeit. Sie wären aber offen für Pilotprojekte mit spezifischen Objekten wie Lagerhallen, Zwischennutzungen oder Heimatschutzbauten (Schmid et al. 2018). Aufgrund des Kundenprofils von nachhaltigen Planern, Wiederverwendern und Plattformen können bei den privaten Akteuren als empfangende Bauherren hauptsächlich Bastler oder Kulturschaffende ausgemacht werden. Aber auch Landwirte für Ställe sind häufige Kunden (Angst M., 2018a; Hiltbrunner, 2018; Ziegler, 2018).

### Planer

Die ReUse Plattform kommt mit einer grösseren Auswahl an Fenstermodellen den Planern gelegen. Auch die Kontaktherstellung mit den Spezialisten der Instandsetzung und den Lageristen wird begrüsst. Eine Ausweitung auf weitere Produkte des ReUse und ein Rating System auf Basis der Produkt-Qualität wurde aktiv gewünscht (Angst M., 2018b).

### Wiederverwender

Zur Ankurbelung des Randgeschäfts innerhalb der Rückbautätigkeit und zur Vermarktung ihrer ReUse-Expertise im fachgerechten Ausbau begrüssen die Wiederverwender die Schaffung der Kreislaufwirtschaft. Auch sind sie gewillt, neben ihrer Serviceleistung punktuell als Käufer aufzutreten und die Lagerung bis zum nächsten Einbau zu übernehmen (Hiltbrunner, 2018).

### Plattformen

Während die einen Konkurrenz wittern (Altman, 2018), bieten andere ihre Kooperation an (Fischer, 2018; Ziegler, 2018). Es fällt auf, dass das Überleben innerhalb der ReUse-Nische

ohne Skalierbarkeit und ohne breite Ausrichtung schwer ist, obwohl ein durchschnittlicher Absatz von 60% aller offerierten Güter stattfindet (Hiltbrunner, 2018; Ziegler, 2018).

## Weitere Experten

Der Einbezug der Blockchain-Technologie wird bei den Experten-Institutionen gefördert und der angewandte Einsatz in der Baubranche wird begrüßt. Es stellen sich dabei mehrere Fragen: aus energetischen und ökologischen Gründen bietet sich die Auswahl von wenigen Stakeholdern an, aber reicht eine geschlossene, dezentrale Struktur (Closed Blockchain) mit diesen Teilnehmern aus oder brauchen restlos alle eine Kopie des Materialpasses (Klauser et al. 2018)? Welchen Einfluss hätte die Erstellung einer Blockchain auf die totalen Kosten (Born, 2018)? Macht die Eingrenzung auf Fenster Sinn und wird das System wirklich skalierbar sein (Lötscher et al. Blum, 2018; Lehmann, 2018; 2018)?

## Umsetzung der Massnahmen

Die Massnahmen basieren auf den Problemstellungen der Stakeholder. Auf ihre Bedürfnisse soll mit einer programmierten Webseite eingegangen werden. Zur Beantwortung der Kernfragen bei der Umsetzung, wurde ein Business Model nach Canvas für die Vereinsgründung von „ReUse Window Switzerland“ erstellt, siehe Abbildung 10. Darin werden alle wichtigen Parameter für das Funktionieren der Non-Profit Organisation definiert. Im Folgenden soll die Vereinsorganisation, die Finanzierung und die Zukunftsorientierung näher betrachtet werden. Weitere Details finden sich im Anhang unter Abbildung 18: Poster zu ReUse Window: Business Case und FAQ zu ReUse Window Switzerland.

<p><b>Schlüsselpartner</b></p>  <p>Nachhaltige Bauherren</p>   <p>Fenster-Produzenten</p>  <p>Planer</p>  <p>Instandsetzer/ Wiederverwender</p>  <p>Externe Experten Forschung &amp; Verbände</p> 	<p><b>Schlüsselaktivitäten</b></p>  <p>Materialpass innerhalb eines Blockchain Systems verwalten</p> <p>Marktplatz-Plattform für Wiederverwendung sicherstellen</p>	<p><b>Wertangebote</b></p>  <p><b>ReUse Window Switzerland</b> steht für eine ökonomische, ökologische, sozialverträgliche, kulturell und digital-gesicherte nachhaltige Kreislaufwirtschaft. Wir liefern Stakeholdern eine Plattform für die Wiederverwendung und bringen sie effizient und unkompliziert zusammen.</p>	<p><b>Kundenbeziehung</b></p>  <p>Customer Relationship Management (CRM) über Plattformdaten werden laufend mit Kundenzufriedenheit, Marketing, massgeschneiderte Kommunikation verknüpft.</p>	<p><b>Kundensegmente</b></p>  <p><b>Öffentliche Bauherren</b></p> <p>Diejenige, die aus Nachhaltigkeitskriterien wiederverwenden.</p> <p>Mögliche Anwendungen: Lagerhallen (tiefe U-Wert Anforderungen) Zwischennutzungen Heimatschutz-Bauten</p> <p><b>Private Bauherren</b></p> <p>Bastler/ Kulturschaffende: ästhetisch, kultureller Aspekt im Vordergrund (Einzelstücke)</p> <p>Landwirtschaft: Ställe</p> <p>Zwischennutzungen</p>
<p><b>Kostenstruktur</b></p>  <p>Bildung &amp; Unterhalt der Plattform durch Verbandsteam (VR, CEO, Admin, Tech, PhD), Marketingaktivitäten, Legal</p>		<p><b>Einnahmequellen</b></p>  <p>Blockchain ICO/ Crowd Funding, BAFU, Partnerschaften, Innosuisse, Forschungsinitiativen (SNF), Arbeitsintegration, Plattform-Transaktionsgebühr</p>		

Abbildung 10: ReUse Window Switzerland in Anlehnung an Osterwalder/Pigneur (2011)

## Vereinsorganisation „ReUse Window Switzerland“

ReUse Window Switzerland soll als eine Non-Profit Organisation gegründet werden, mit dem Ziel, eine nachhaltige Kreislaufwirtschaft im Bausektor aktiv zu fördern und mit den beteiligten Stakeholdern zusammenzuarbeiten. Die digitale, nachhaltige Kreislaufwirtschaft verdeutlicht die Integration aller darin beteiligten Stakeholder. Um die Chance auf eine erfolgreiche Umsetzung zu erhöhen und mögliche Risiken klein zu halten, soll der Verwaltungsrat aus allen darin beteiligten Akteuren bestehen. Das operative Geschäft und der effektive Aufbau soll durch eine schlank organisierte Geschäftsstelle geleitet werden, siehe Abbildung 11.



Abbildung 11: Organigramm von ReUse Window Switzerland

## Finanzierung

Bei der Erstellung des Finanzplans wurden Modelle von bestehenden Online-Plattformen mit neuen verbunden. Wichtig erscheint eine breite Abstützung auf verschiedenen Eckpfeilern aus der ökonomischen Förderung, möglichen Forschungsgeldern, Technologie-Investment-Kanälen oder auch sozialen Behörden. Unter Tabelle 4: Cash Flow von ReUse Window Switzerland werden alle recherchierten Kanäle aufgeführt und innerhalb eines Budgets veredichtet.

Tabelle 4: Cash Flow von ReUse Window Switzerland

Einnahmensquellen	Details	(CHF)
ICO/ Crowd Funding	ICO = Insertion Coin Offering in der Blockchain Branche übliches Instrument zur Mittelbeschaffung auf Crowd Funding Basis. Konservative Schätzung auf Basis der beschriebene Plattform ReUse Window mit Internationalisierung und Materialerweiterungs-Potential (Klauser et al., 2018).	5'000'000
Kennedy's Ansatz	Madaster Netherlands hat zur Finanzierung 33 Firmen mit Nachhaltigkeitszuschupf von 5'000€ (Fischer et al., 2018)	165'000
BAFU	Zuschuss zur Förderung von Stakeholdern-integrierenden Nachhaltigkeitsprojekten (Ziegler, 2018)	10'000
Innosuisse/ SNF	Forschungsgelder für Doktorandenstelle (60'000 CHF pro Jahr) entweder bei Innosuisse für den angewandter Bereich Betonung der Branchen-Nähe oder Grundlage Forschungsförderung durch den SNF (Schweizer National Fonds) insbesondere im Blockchain Bereich (Klauser et al., 2018)	240'000
Arbeitsintegration Schweiz	Beiträge von Gemeinden für die Integration von Erwerbs- und Arbeitslosen - bis zu 1'500 CHF MA/mtl – Hochrechnung mit 3 Personen für 4 Jahren (Zwahlen, 2018).	216'000
<b>Summe Cash In</b>		<b>5'636'000</b>
Ausgabensquellen	Details	(CHF)
Website Erstellung	ETH CoSS bietet ihren FuturICT2 Website Partner in Estland an (Klauser et al., 2018). In Kollaboration mit Madaster und Salza können sich diese Kosten aufgrund der Plattform Symbiosen noch verringern.	-15'000
Blockchain Integration PhD ETH	Doktorandenstelle zur Umsetzung der Blockchain Integration bis zum Proof of Concept – ETH PhD Minimum 56K inkl. Sozialkosten, Laufzeit 4 Jahren (Klauser et al., 2018).	- 240'000
CEO/ GeschäftsführerIn	Fachnahe Person mit höherer Ausbildung – 120K/jährlich, Pensum: 100%	- 480'000
Administrative Arbeitskraft	Administrative Hilfestellung für Geschäftsführung – 42K/jährlich, Pensum: 50%	- 168'000
Technik Support	Einsatz bei kleineren technischen Problemen der Plattform – 22K/ jährlich, Pensum: 20%	- 88'000
Legal/ Marketing	Juristische Abklärungen, Marketing Aktivitäten, Briefschaften.	- 200'000
<b>Summe Cash Out</b>		<b>- 1'191'000</b>
<b>Total Cash Flow</b>	Konservative Rechnung für Erstfinanzierung der ersten 4 Aufbau-Jahre. Nachfolgende sollen wenn nötig durch 6% Plattform-Transaktionsgebühr erfolgen.	<b>4'445'000</b>

## Zukunftsorientierung

Die Plattform ReUse Window Switzerland wird durch die Implementierung der Blockchain-Technologie mit den neuesten technologischen Standards umgesetzt. Dies erlaubt in Zukunft eine Entwicklung in Richtung eines Systems, das auf einer digitalen Währung basiert. Gleichzeitig können damit von Anfang an alle Möglichkeiten der Automatisierung von Materialdaten genutzt werden. Dabei sollen in Fenster eingebaute Sensoren in Echtzeit Daten über ihren Zustand an die ReUse Window Plattform liefern (Klauser et al. 2018). Der Einbau von Sensoren für Wartungssysteme wird bereits seitens Produzenten angedacht (Stalder, 2018). Ferner sind Fenster nur ein erstes Produkt, das auf der Plattform vertrieben wird. In Anlehnung an Madaster sind alle Baumaterialien mit einem Materialpass versehen und somit auf der Plattform handelbar. Die Grenzen zwischen ReUse und Recycling werden fließend sein, angestrebt wird eine nachhaltigere Ökobilanz. Zudem kann auch der geografische Geltungsraum ausgeweitet werden: die digitale Plattform soll Vereins-Ableger mit Ihren Stakeholdern in anderen Ländern erreichen und miteinander verknüpfen, so dass über Landesgrenzen hinaus Nutzungen gemacht werden könnten. Das System ist skalierbar und internationalisierbar aufgebaut.

# Nachhaltigkeitsbeurteilung nach ARE mit Fallbeispiel und Indikatoren

Um dem Grad der Nachhaltigkeit der erarbeiteten Massnahmen aufzuzeigen, wird eine Nachhaltigkeitsbeurteilung nach ARE durchgeführt.

## 1. Relevanzanalyse:

### Schritt 1: Gegenstand darstellen

In Fenstern steckt ein hoher Energieanteil durch unterschiedliche Primärmaterialien und ihrer Komplexität in der Produktion. Die Lebensdauer eines Fensters beträgt heute lediglich etwa 10-15 Jahre (Angst B., 2018b). Das Ziel besteht in der Erreichung der Ressourcen-Schonung durch eine Kreislaufwirtschaft, damit die Energie möglichst lange erhalten und nicht in einer kurzfristigen Lebensspanne verloren geht. Der ReUse von Fenstern soll mit digitalen Innovationen gefördert werden, indem für jedes Fenster ein Materialpass auf eine HarvestMap-Plattform hochgeladen wird. So sollen Fenster relativ einfach und ohne grossen Zusatzaufwand wiederverwendet werden können.

### Schritt 2: Nachhaltigkeitsrelevanz klären

Bei Nachhaltigkeit handelt es sich um eine ganzheitliche, ausgewogene Berücksichtigung von Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft, wobei die Interessen zukünftiger Generationen berücksichtigt werden (Klooz, 2004). Zusätzlich wird auf die kulturelle Dimension eingegangen, die wie auch die soziale Dimension im Fallbeispiel eine untergeordnete Rolle spielt. Mit den Massnahmen werden vor allem negative Umweltauswirkungen minimiert, durch einen aus ökonomischer Sicht realistischen Ansatz (Abbildung 12: Die vier Aspekte der Nachhaltigkeit nach Krüger (2018)).

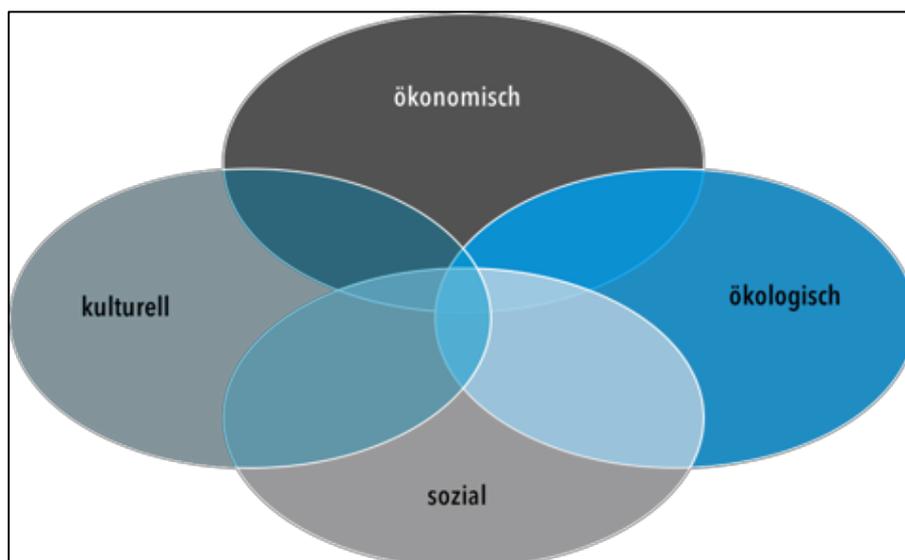


Abbildung 12: Die vier Aspekte der Nachhaltigkeit nach Krüger (2018)

Für die Beurteilung jeder Dimension wurden in Tabelle 5 Indikatoren bestimmt. Ein Indikator ist eine Informationseinheit, die eine bestimmte Eigenschaft eines komplexen Phänomens be-

schreibt (Greiner et al. 2002). Die Indikatoren reichen aus, um den Lebenszyklus von der Produktion über die erneute Nutzung bis zur Entsorgung eines Fensters, zu beschreiben. Alles andere ist ausserhalb der Systemgrenze. Ein Pluszeichen bedeutet mehr Nachhaltigkeit, ein Minuszeichen steht für weniger Nachhaltigkeit. Das Grundbild über alle Indikatoren zeigt, dass die Pluszeichen überwiegen und somit die Bewegung in Richtung der Nachhaltigkeit verläuft.

Tabelle 5: Übersicht der Indikatoren und der Wirkung der Indikatoren

Indikator	Beschreibung	Wirkung	Begründung
<b>ÖKONOMISCH (CHF)</b>			
Preis des Fensters	Wieviel der Kunde für sein Fenster bezahlt.	++	Ein wiederverwendetes Fenster ist günstiger als ein Neues, vgl. Fallbeispiel. Der tiefere Preis macht bei der gesamten Analyse viel aus.
Preis Ausbau/Einbau	Wieviel der Kunde für den Ausbau und Einbau seines Fensters bezahlt.	-	Ein- und Ausbau sind gleich teuer bei ReUse. Je nach Unternehmen kommt Wiederverwendung sogar günstiger, da ein Teil des angestrebten Verkaufspreises zurück erstattet wird. (Zwahlen, 2018)
Umsatz durch Instandsetzung/Wartung	Wieviel Geld Unternehmen durch Instandsetzung und Wartung umsetzen.	+	Wird ein Fenster gewartet und instandgesetzt, so bedeutet dies zusätzlichen Umsatz für die Unternehmen.
Transport und Lagerungskosten	Wieviel die Kosten für Transport und Lagerung betragen.	-	Die Kosten für die Lagerung müssen von jemandem bezahlt werden. Die Lagerung generiert keinen Umsatz, nur Kosten.
Verwaltung, Vertrieb	Wie hoch die Kosten für den Verkaufskanal sind.	+	Da es sich um eine dezentrale Plattform handelt, sind die Verkaufskosten gering.
<b>ÖKOLOGISCH (CO<sup>2</sup>)</b>			
CO <sub>2</sub> Emissionen bei Produktion	Wie hoch die CO <sub>2</sub> Emissionen bei der Produktion sind.	++	Da ein wiederverwendetes Fenster nicht aus neuen Materialien hergestellt wird, entfällt der gesamte CO <sub>2</sub> Ausstoss.
CO <sub>2</sub> Emissionen durchs Heizen - Energieeffizienz	Wie viel CO <sub>2</sub> durchs Heizen ausgestossen wird. Ist abhängig vom U-Wert, der ein Mass für die Isolationseigenschaft ist.	-	Fenstergläser sind mit isolierendem Gas gefüllt. Im Verlauf der Zeit entweicht das Gas und der U Wert wird schlechter. In bewohnten Häusern muss mehr geheizt werden. Anders ist es in Lagerhallen oder Garagen, wo die Temperatur keine Rolle spielt.
CO <sub>2</sub> Emissionen durch Logistik	Wie viel CO <sub>2</sub> durch Transport, Lagerung und Ähnlichem anfällt.	-	Durch die Zwischenlagerung fallen mehr Transportwege an. Der CO <sub>2</sub> Ausstoss steigt.
Deponiefläche	Wie viel Deponieraum für zukünftige Generationen übrig bleibt.	+	
<b>SOZIAL</b>			
Integration von benachteiligten Bevölkerungsgruppen	Arbeitslose oder Flüchtlinge erhalten Arbeit und werden so ins wirtschaftliche, soziale und kulturelle Leben integriert.	+	Es gibt bereits Unternehmen wie z.B. Syphon, die für die Aufbereitung von Bauteilen mit Stellenlosen arbeiten.
<b>KULTURELL</b>			
Kultureller Erhaltungswert	Der Heimatschutz setzt sich zum Ziel, Baudenkmäler aus verschiedenen Epochen weiterleben zu lassen (Heimatschutz, 2018).	+	Die Schönheit des Landes kann erhalten bleiben (Angst M., 2018a). Der ReUse von Fenstern hat im Allgemeinen einen kulturellen Wert. Beim EU Hauptgebäude kommt z.B. jedes einzelne Fenster aus einem anderen Land der Union (Bauwelt, 2018). Der ReUse kann somit auch politisch etwas ausdrücken.

## 2. Wirkungsanalyse:

### Schritt 3: Verfahren definieren

Das Ziel der Grobanalyse ist es, aufzuzeigen, in welchem Mass sich der ReUse lohnt. Dafür wurde in Tabelle 6 die Wirkung jedes Indikators abgeschätzt. Anhand des Real-Fallbeispiels

"Orion Fenster" des Baubüros in situ AG wird ein neues Fenster mit einem ReUse-Fenster verglichen.

#### Schritt 4: Analyse durchführen am Fallbeispiel Orion

Die räumliche Systemgrenze ist die Schweiz, da die Produktion und die Nutzung oft nicht am gleichen Ort stattfinden und nicht auf den Raum Zürich eingeschränkt werden können. Inhaltlich werden neue Fenster von ReUse-Fenstern abgegrenzt und es wird der Zyklus von der Produktion bis hin zur Entsorgung betrachtet. „Neu“ bezeichnet dabei, dass das Fenster nur einmal eingesetzt wird. „ReUse“ steht für ein Fenster, das mindestens in zwei verschiedenen Häusern verbaut wird.

Tabelle 6: Fallbeispiel Orion Fenster, fusioniert mit Indikatoren

Fallbeispiel: Orion Fenster (m <sup>2</sup> )	ÖKONOMISCH (CHF)		ÖKOLOGISCH (CO <sub>2</sub> in kg)	
	Neu	ReUse	Neu	ReUse
<b>PRODUKTION</b>				
Material	344.71	8.63	362.0*	0
Fertigung	141.90	0		0
<b>WIEDERVERWENDUNG</b>				
Ausbau der Fenster	0	56.00	0	0
Instandsetzung/ Nutzung (U-Wert)	0	8.33	0 <sup>e</sup>	0 <sup>e</sup>
Rückbau/Vorbereitung/ Planung/ Koordination	0	27.36	-	-
Transport & Lagerung	0	299.34	0	1.7 <sup>b</sup>
Recycling	-8.63	0	-	-
<b>EINBAU</b>				
Transport & Logistik	42.22	42.22	1.8 <sup>c</sup>	2.2 <sup>d</sup>
Technik Einbau & AVOR (Projektmanagement)	68.53	68.53	-	-
Montage	149.51	149.51	-	-
<b>VERKAUFSKANAL</b>				
Verwaltung + Vertrieb + F&E	103.14	51.57	-	-
<b>Total</b>	<b>841.38</b>	<b>711.50</b>	<b>363.8</b>	<b>3.9</b>
<b>Quellenangaben und Erläuterungen</b>				
	Neupreisabschätzung gemäss Geilinger AG (Hentschel, 2018) Prozentuale Aufteilung nach Kategorien gemäss 4B AG (Seubi, 2018)	ReUse-Kosten gemäss Insitu AG (Hentschel, 2018) Transport/ Lagerung gemäss Planzer AG	*Wert durchschnittlicher Alu- Rahmen (Haus, 2018)  <sup>b</sup> 83km Zürich - Basel mit LKW. 10l Benzin pro 100km. 34kg CO <sub>2</sub> . Annahme: 20m <sup>2</sup> Ladefläche (Angst M., 2018; myclimate, 2018)  <sup>c</sup> 88km Basel - Zürich mit LKW. 10l Benzin pro 100km. 36kg CO <sub>2</sub> . Annahme: 20m <sup>2</sup> Ladefläche (Angst M., 2018; myclimate, 2018)  <sup>d</sup> 105 km von Basel - Winterthur mit LKW. 10l Benzin pro 100 km. 43 kg CO <sub>2</sub> . Annahme: 20m <sup>2</sup> Ladefläche (Angst M., 2018; myclimate, 2018)  <sup>e</sup> Es entstehen keine zusätzlichen Emissionen aufgrund des höheren U-Werts, da ein Down Cycling stattfindet. Die Fenster werden in einer Lagerhalle wieder eingebaut, die nicht beheizt wird. (Angst M., 2018; Altman, 2014)	

Die **ökonomische Analyse** zeigt, dass beim ReUse vor allem bei den Material- und Anfertigungskosten gespart werden kann. Der Ausbau und die Instandsetzung sowie die Planungs- und Lagerungskosten, die beim ReUse-Fenster anfallen, machen nur einen kleinen Teil aus. Zusätzliche Lagerungskosten können nicht vermieden werden. Beim Recycling sowie beim gesamten Einbau der Fenster steht derselbe Wert, da sowohl ein neues Fenster, als auch ein ReUse-Fenster eingebaut und recycelt werden. Beim üblichen Verkauf eines neuen Fensters entstehen deutlich höhere Kosten, als beim Verkauf über die dezentralisierte HarvestMap-Plattform.

Zur Vereinheitlichung der **ökologischen Analyse** wurden die CO<sub>2</sub> Emissionen gewählt. Am meisten Emissionen entstehen bei der Produktion des Orion Fensters. Diese entfallen beim ReUse. Da es sich um einen Fensterrahmen aus Aluminium handelt, sind die Emissionen im Vergleich zu anderen Rahmenmaterialien eher hoch, siehe Vergleich von Aluminium-, PVC- und Holzfensterrahmen im Anhang. Der Ausbau der Fenster hat im Parterre stattgefunden, weshalb kein Kran benötigt wurde und somit keine zusätzlichen CO<sub>2</sub> Emissionen entstanden sind. Bei der erneuten Nutzung nimmt der U-Wert zu, die Isolationseigenschaft des Fensters nimmt also aufgrund des ausweichenden Isolationsgases zwischen den Fensterscheiben ab. Da die Orion Fenster in einer nicht beheizten Lagerhalle eingebaut werden sollen, fallen zusätzlichen Emissionen durchs Heizen weg (weitere Informationen in Anhang "U-Wert"). Was durch den ReUse zusätzlich anfällt, ist der CO<sub>2</sub> Ausstoss beim Transport zur Lagerhalle und an den neuen Ort. Im Vergleich zur Belastung bei der Produktion sind diese Werte geringfügig.

Zusätzliche und wegfallende Arbeit fällt unter die **soziale Dimension**. Auf Seite der Produzenten werden keine Arbeitsstellen verloren gehen, da durch Ausbau, Instandsetzung und Transport zusätzlicher Arbeitsaufwand entsteht, der direkt von den Produzenten oder auch von anderen Firmen übernommen werden kann. Unternehmen wie Syphon arbeiten bereits jetzt mit Arbeitslosen zusammen und leisten somit einen Beitrag zur Integration und Förderung von Randständigen (Zwahlen, 2018).

Die **kulturelle Dimension** beim Orion Fenster ist schwer messbar: es handelt sich um ein individuell empfundenes Zeitzeugnis der 1980er Jahre.

### 3. Beurteilung und Optimierung

#### Schritt 5 und 6: Beurteilung und Optimierung

Hier wird beurteilt, ob es nachhaltiger ist, direkt ein neues Fenster einzubauen oder ein bereits eingebautes Fenster nochmals zu verwenden. Es muss berücksichtigt werden, dass das Konzept des ReUse im Moment noch wenig etabliert ist und dass die Orion-Fenster ein sehr geeignetes Fallbeispiel darstellen. Aktuell wird oft gar nicht an ReUse gedacht und falls ein Planer sich dafür interessiert, sind die Planungswerkzeuge zu unhandlich, damit ein zeitlich und örtlich effizienter Ablauf stattfinden könnte. Somit wird das Problem der Ressourcenknappheit - die ökologische Nachhaltigkeit - auf später verschoben. Ökonomisch gesehen liegt die grösste Problematik bei einer längeren Lagerung. Eine Variante zum ReUse könnte ein optimiertes Recycling durch bessere technische Möglichkeiten sein.

#### Schritt 7: Ergebnisse darlegen

Der ReUse des Orion Fensters zahlt sich in jeder Dimension aus. Ökonomisch betrachtet werden Kosten gespart, aus Sicht der Umwelt wird weniger CO<sub>2</sub> ausgestossen, es entstehen zusätzliche Arbeitsstellen und ein kulturelles Erbe bleibt erhalten.

# Massnahmen im System

Im Folgenden Kapitel werden vier Ziele aufgezeigt, die für die Lösung der anfänglich definierten Problemstellungen relevant sind. Auf den Abbildungen sind jeweils alle Faktoren unseres Systems dargestellt und welche Einflüsse sie auf das ausgewählte Ziel haben. Genauere Ausführungen zu unserem System und zu den Faktoren befinden sich im Anhang, siehe Erläuterungen zum System.



Abbildung 13: Einflüsse auf die Einsatzdauer der Fenster

Um die gesamte Lebensdauer der Fenster zu verlängern, ist eine hohe Nachfrage nach wiederverwendbaren Fenstern entscheidend. Wenn niemand ein Fenster wiederverwenden will, wird auch die Einsatzdauer der Fenster nicht zunehmen.



Abbildung 14: Einflüsse auf die Bereitschaft der Architekten

Die Bereitschaft der Architekten, ReUse-Projekte umzusetzen hängt am meisten von der Verfügbarkeit der Bauteil-Informationen ab. Je mehr über ein Fenster bekannt ist, desto geringer ist das Qualitätsmisstrauen, der Planungsaufwand und die Kosten, welche ebenfalls mit jenen des Instandsetzers korrelieren. Gleichzeitig spielt die Anzahl der Wartungsarbeiten eine wichtige Rolle, denn erst durch regelmäßige Wartung weisen die Fenster überhaupt die nötige Qualität für den ReUse auf.

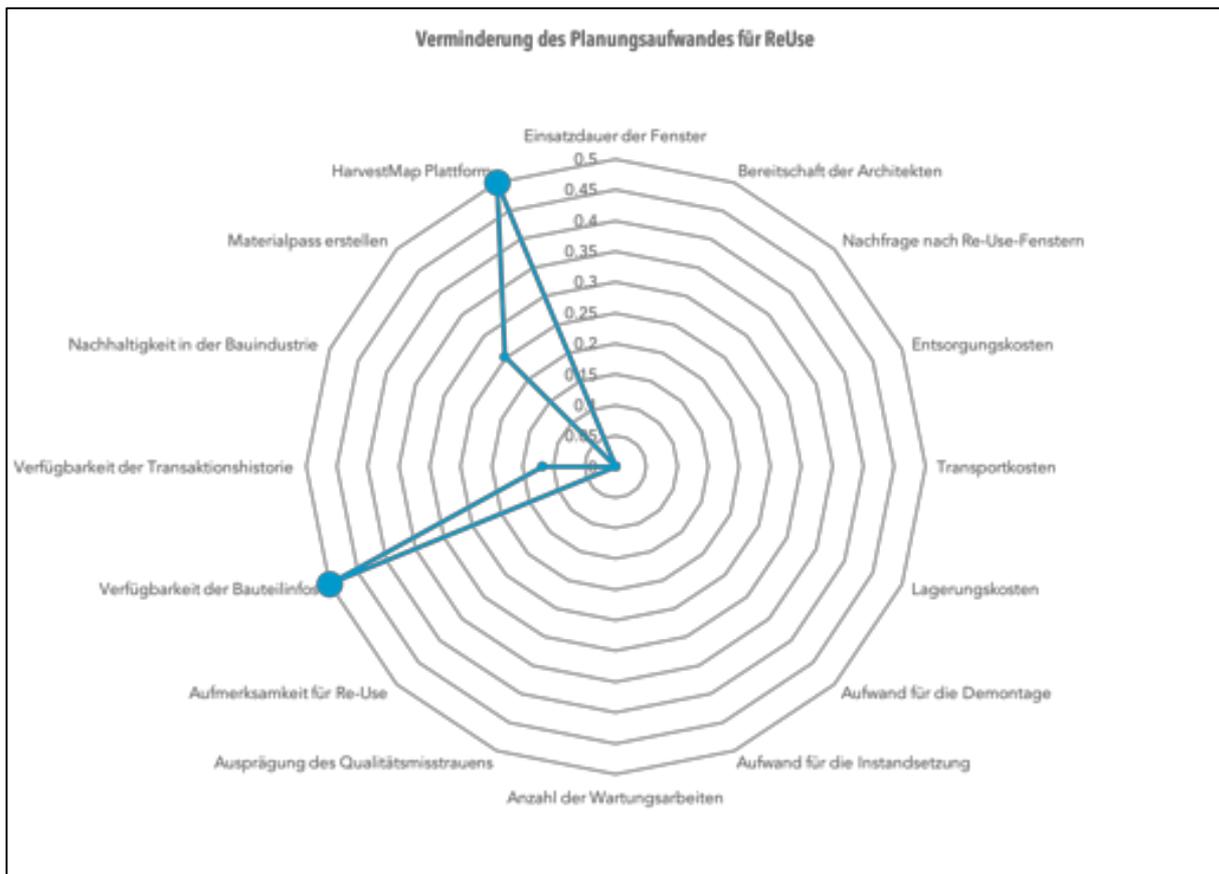


Abbildung 15: Einflüsse auf den Planungsaufwand für ReUse

Der Planungsaufwand wiederum wird am meisten durch die Massnahme einer HarvestMap-Plattform gefördert. Der Materialpass hat hier eher einen indirekten Einfluss, weil er zwar die Informationen bündelt, aber erst durch die Plattform zugänglich dargestellt wird.



Abbildung 16: Einflüsse auf die Nachfrage nach ReUse-Fenstern

Die Nachfrage wird praktisch nur durch die Bereitschaft der Architekten geprägt. Wie bereits erwähnt, ist die Basis für die Bereitschaft der Planer aber die Verfügbarkeit der Bauteil-Informationen. Zusammenfassend wirken die erarbeiteten Massnahmen des Materialpasses und der HarvestMap-Plattform eng verwoben auf ein gemeinsames Ziel hin: die Abläufe beim ReUse effizienter zu gestalten und damit eine Nachfrage für ReUse-Fenster zu generieren.

## Weiteres Vorgehen

Zur konkreten Umsetzung wollen wir uns an Abbildung 17: Roadmap ReUse Window Switzerland halten. Durch die Vorarbeit zur Massnahmenmodellierung wurden wertvolle Kontakte geknüpft, die für eine Kollaboration offen stehen: Madaster Switzerland hat durch erste Vorgespräche den Markteintritt in die Schweiz angekündigt (Fischer et al. 2018). Mit ihrem Vorwissen über das Aufsetzen eines Materialpasses und unserem Forschungshintergrund mit der Blockchain-Verknüpfung wären sie für eine Zusammenarbeit bereit. Mit Einbezug von weiteren Personen, die bereits ein Schweizer Projekt Stakeholder-übergreifend aufgesetzt haben, wie z.B. Sabine Ziegler mit Salza, wollen wir das Projekt beginnen.

Der erste digitale Prototyp unserer ReUse-Plattform in Kollaboration mit Madaster und Salza soll binnen des ersten halben Jahres entstehen. Auf Basis des Prototyps könnte die gewünschte Formation des Vereinvorstands (siehe Abbildung und Abbildung 18: Poster zu ReUse Window: Business Case) von der Idee überzeugt werden. Deren Struktur erlaubt strategisches Lobbying nach Gelder (Kennedy-Ansatz). Zudem können Anträge für Gelder (ICO, Innosuisse, SNF) geschrieben werden (siehe Tabelle 4). Erste Gelder finanzieren die Bildung eines operativen Kernteams, das sich um den Aufbau der Website und um ein erstes Netzwerk kümmert. Ein Grobkonstrukt innerhalb eines Soft-Launch ermöglicht das erste Pilotprojekt mit den engen Partnern des Verwaltungsrates und einem öffentlichen Bauherrn. Bei erfolgreicher Durchführung soll das Partner-Netzwerk erweitert und die Plattform innerhalb einer breiten Kommunikationskampagne für alle geöffnet werden. Ein guter Start hierfür mit einem Zeitungsartikel: Während dem Massnahmenmarkt hat sich eine freie Journalistin (Huber, 2018) für unser Projekt begeistert und sich bereit erklärt, einen Artikel darüber zu verfassen, wenn das Projekt realisiert wird.

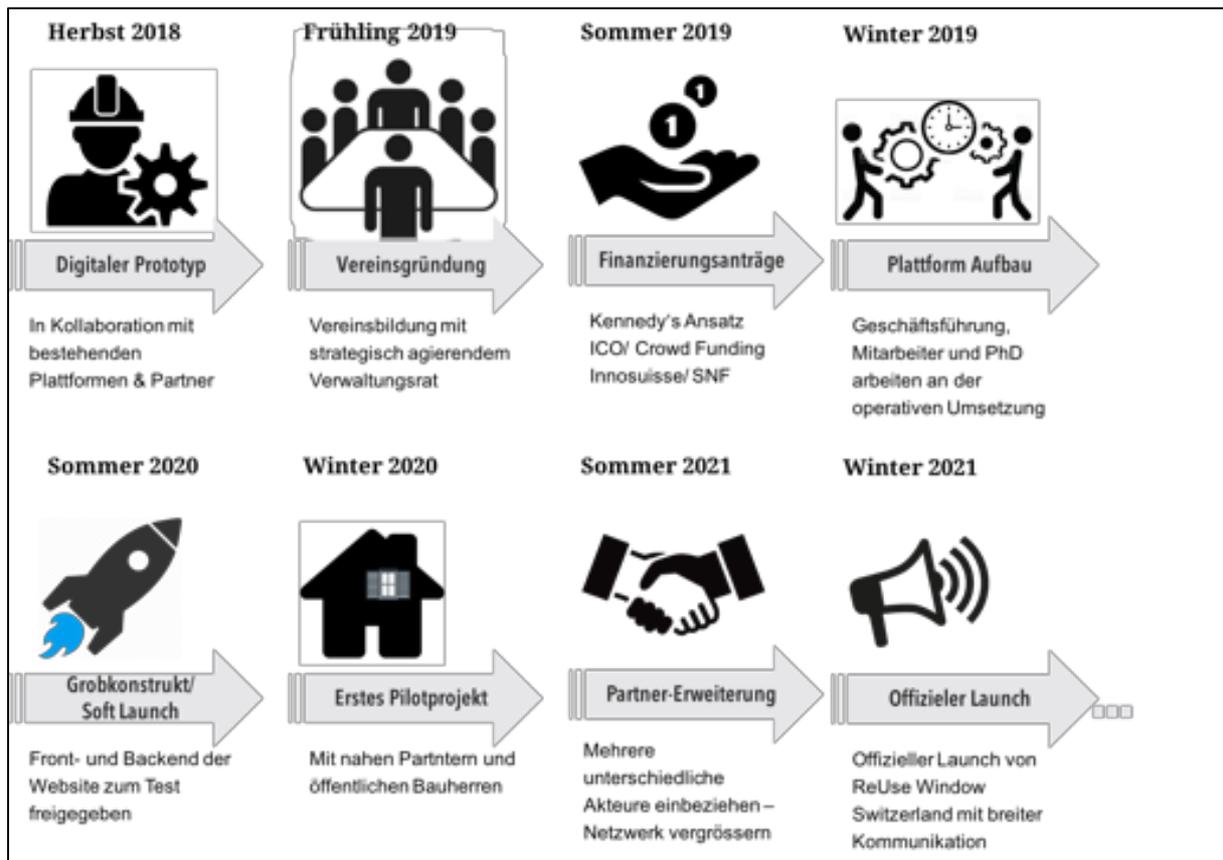


Abbildung 17: Roadmap ReUse Window Switzerland

## Fazit

Mit ReUse Window Switzerland wird die Nachhaltigkeit in der Bauwirtschaft entscheidend gefördert. Durch das Zusammenspiel eines Materialpasses und einer HarvestMap-Plattform werden die aktuellen Probleme beim ReUse effizient angegangen. Fensterdaten werden zugänglicher, das Qualitätsmisstrauen sinkt, die Planung wird leichter und die Kommunikation zwischen den Stakeholdern wird gefördert.

Die beiden Massnahmen sind in jeder Hinsicht nachhaltig und können durch die Integration aller Stakeholder überzeugen. Produzenten profitieren von Wartungsarbeiten, die sie wegen den Materialpassdaten gezielter durchführen können und damit länger von ihren Fenstern profitieren. Bauherren können sich einerseits mögliche Entsorgungskosten sparen und werden andererseits für wiederverwendete Fenster entschädigt. Für die Planer bedeutet ReUse Switzerland einen grossen Effizienzsprung. Sie können schnell und übersichtlich verschiedene Fenster vergleichen, diese reservieren und Kontakte mit Dienstleistenden knüpfen. Somit profitieren auch Transport- bzw. Lagerungsunternehmen, die durch die Kontaktvermittlung mehr Aufträge erhalten.

Ausserdem lässt sich das Konzept unserer Massnahmen durch die digitalen Technologien auf andere Bauteile ausweiten. Bei der Umsetzung werden die bestehenden Plattformen miteinbezogen, womit die aktuellen Prozesse gefördert werden, anstatt neue Konkurrenz zu schaffen. Finanziell kann sich ReUse Window Switzerland auf Crowd-Funding, Partnerschaften, Innosuisse oder auch Forschungsinitiativen stützen.

Um den Prozess des ReUse weiter zu optimieren, muss das Qualitätsmisstrauen abnehmen. Aus ökonomischer Sicht sind tiefere Transport- und Lagerungskosten die entscheidenden Argumente. Eine weiterführende Massnahme könnte z.B. eine Werbekampagne sein, mit der die Aufmerksamkeit für ReUse gefördert wird. Dies könnte das Misstrauen gegenüber der Qualität entscheidend senken, so dass eine Umsetzung der Plattform und eine Erweiterung auf andere Bauteile möglich wären.

# Referenzen

- Altman, M. (2018, 30.04.). Telefonisches Gespräch [persönliche Mitteilung].
- Angst B. (2018a, 17.04.). Persönliches Gespräch [persönliche Mitteilung].
- Angst B. (2018b, 02.05.). PreTest unserer Massnahmen [persönliche Mitteilung].
- Angst M. (2018a, 21.03.). Persönliches Gespräch [persönliche Mitteilung].
- Angst M. (2018b, 09.05.). PreTest unserer Massnahmen [persönliche Mitteilung].
- Asif/Davidson/Muneer. (2002). Life Cycle Of Window Materials - A Comparative Assessment.
- Audergon/Eckle/Fischer/Noger/Van der Haegen/Van Uffelen (2018, 26.04.). Madaster Meeting [persönliche Mitteilung].
- Ballandies/Klauser (2018, 18.04.). Persönliches Gespräch [persönliche Mitteilung].
- Bertschinger/Camichel/Falk/Giacomini/Hansen/Stalder. (2017). *Stoffflussanalyse Gruppe 3*.
- Blum, N. (2018, 13.04.). Persönliches Gespräch [persönliche Mitteilung].
- Born, R. (2018, 24.04.). Persönliches Gespräch [persönliche Mitteilung].
- Das Schweizer Parlament. (2017). *Baumaterial wiederverwenden statt recyceln*. Abgerufen von <https://www.parlament.ch/de/ratsbetrieb/suche-curia-vista/geschaefft?AffairId=20163583>.
- Dieziger/Dolci/Lauber/Vollenweider/Werlen. (2017). *Teilanalyse Wiederverwendung Gruppe 3*.
- Energieagentur SG. (2018a). Graue Energie. Zugriff am 31.05. Abgerufen von <http://www.energieagentur-sg.ch/Home/Wissen/Bauen/GraueEnergie.aspx>.
- Energieagentur SG. (2018b). Nachhaltiges Bauen. Zugriff am 08.05. Abgerufen von <http://www.energieagentur-sg.ch/Home/Wissen/Bauen/nachhaltigesBauen.aspx>.
- Fischer, M. (2018, 16.04.). Telefonisches Gespräch [persönliche Mitteilung].
- gesundes Haus. (2018). Ökobilanz - Rahmen. Zugriff am 22.05. Abgerufen von <http://www.gesundes-haus.ch/fenster/oekobilanz-rahmen.745.html>.
- Gloor, R. (2014). Energetische Aspekte von Fenstern. Zugriff am 19.04. Abgerufen von <http://www.energie.ch/fenster>.
- Greiner/Wiener. (2002). Nachhaltige Entwicklung messen: Einblick in MONET - das Schweizer Monitoringsystem.
- Hiltbrunner, M. (2018, 19.04.). Telefonisches Gespräch [persönliche Mitteilung].
- Hinte/Jongert/Peeren. (2007). *Superuse: Constructing New Architecture by Shortcutting Material Flows*.
- Huber, M. (2018, 30.05.). Persönliches Gespräch am Markt der Massnahmen [persönliche Mitteilung].
- Jane Krüger. (2018). BNE, Global Goals (SDG's) - Was genau soll das sein? (Teil 1). Zugriff am 20.05. Abgerufen von <http://janekrueger.de/de/2017/02/28/bne-global-goals-sdgs-was-genau-soll-das-sein-teil-1/>.
- Klooz, D. (2004). Die neun Gebote zur Nachhaltigkeitsbeurteilung. *Sonderdruck aus Zürcher Umweltpraxis*.
- Lehmann, M. (2018, 22.03.). Telefonisches Gespräch [persönliche Mitteilung].
- Leuenberger/Luessi/Schmid (2018, 18.04.). Persönliches Gespräch [persönliche Mitteilung].
- Lötscher/Mueller (2018, 06.04.). Persönliches Gespräch [persönliche Mitteilung].
- Luthiger, J. (2018). SNBS und die Agenda 2030.
- Marti, K. (2002). U-Wert-Berechnung und Bauteilekatalog.
- Noger, P. (2017, 25.11.). Stakeholdermarkt an der Exkursion nach Regensdorf [persönliche Mitteilung].
- Noger, P. (2018, 02.05.). PreTest unserer Massnahmen [persönliche Mitteilung].
- Osterwalder/Pigneur. (2011). *Business Model Generation: Ein Handbuch für Visionäre, Spielveränderer und Herausforderer*.
- Pohl, C. S., Lisette/Pearce, BinBin/Krütli, Pius,. (2018). *Synthesewoche: Design Thinking*.
- Schuster, H. (1998). Fensterwerkstoffe: eine ökologische Bewertung.
- Stalder, M. (2018, 16.03.). Persönliches Interview [persönliche Mitteilung].
- Stübi, H. (2018, 27.04.). Persönliches Gespräch [persönliche Mitteilung].

- SwissRecycling. (2018). Kreislaufwirtschaft. Zugriff am 23.03. Abgerufen von <http://www.swissrecycling.ch/wissen/kreislaufwirtschaft/>.
- Vanek, S. (2017, 19.04.). Wiederverwenden statt deponieren. *Schweizer Bauwirtschaft*, S. 36-37. Abgerufen von <http://www.arv.ch/data/docs/de/2981/20170429-wiederverwenden-statt-deponieren-Baupraxis.pdf?v=1.0>
- Xynogalas, P. (2018). *Environmental Guidelines for Reuse of Bulding Elements*.
- Ziegler, S. (2018, 19.04.). Persönliches Gespräch [persönliche Mitteilung].
- Zwahlen, M. (2018, 19.04.). Telefonisches Gespräch [persönliche Mitteilung].

# Anhang

## Plattform-Vergleich Bewertungskriterien

Die Noten wurden für jeden Bereich jeweils von 1 bis 5 vergeben (1 = sehr schlecht, 2= schlecht, 3= mittel, 4= gut, 5 = sehr gut).

**Usability** bezeichnet die Nutzerfreundlichkeit der Webseite, die durch folgende Kriterien definiert ist:

- **Ästhetik:** Wie anschaulich ist die Website gestaltet und wie werden die wichtigen Dinge dargestellt (Grösse von Bildern, Text etc.)?
- **Informationswert:** Welche Informationen werden der Website in kurzer Zeit entnommen? Weiss der Nutzer worum es geht oder muss lange gesucht werden?
- **Bedienung:** Wie einfach ist es, die Plattform zu bedienen? Ist sie übersichtlich gestaltet, so dass der Nutzer Notiz nimmt, was er anklickt. Gibt es ein Suchfeld wie eine Preisanzeige oder Ähnliches?
- **Übersichtlichkeit:** Dieses Kriterium hängt stark von den restlichen ab. Ist die Plattform klar strukturiert bzw. in Kapitel unterteilt? Gibt es viele oder wenige Seitenpfade? Sind Erklärungen einfach zu finden?
- **Funktionalität:** Was für Dienstleistungen werden geboten? Inwiefern erweist sich die Plattform als nützlich, gibt es einen Mail-Reminder, von dem man kontaktiert werden kann, falls ein interessantes Produkt aufgeschaltet wird? Nach welchen bzw. wie vielen Kriterien kann man ein Produkt suchen oder filtern? Gibt es eine Anlaufstelle? gibt es ein allgemeines Suchfeld für die Webpage, wenn man nach Begriffen suchen muss?

## Massnahmenmarkt

Am 30. Mai 2018 fand der Massnahmenmarkt an der ETH Zürich (Gebäude CHN) statt. Es wurden alle Massnahmen von den Studierenden des ersten Jahres BSc Umweltnaturwissenschaften im Rahmen der Veranstaltung Umweltproblemlösen 2017/18 präsentiert. Im Folgenden soll unser Ausstellungskonzept und das resultierende Feedback festgehalten werden.

Das Ausstellungskonzept erfolgte auf drei Ebenen:

### **10-minütige Vorstellung der Massnahmen im Kreislauf in Powerpoint-animierter Form**

Präsentations-Aufbau: Begründung des ReUse und Fenster Ansatzes aufgrund der vier Nachhaltigkeitsebenen, Erklärung des Kreislaufes, Massnahmen und ihre Systemeinwirkungen, Konkrete Umsetzung Roadmap, Fragen des Publikums

### **Zwei-Perspektiven Posterwand**

Geschäftsmodell dargestellt auf "ReUse Window: Business Case. Digital. Nachhaltig. Zukunftsorientiert." (Abbildung 18: Poster zu ReUse Window: Business Case), wissenschaftliche Analyse dargestellt auf "ReUse Window: Kontext der Massnahmen. Nach den Prinzipien des Design-Thinking-Modells"(Abbildung 19: Poster zu ReUse Window: Kontext der Massnahmen).

### **Künstlerische symbolische Illustrierung der beiden Massnahmen**

Der Materialpass wurde mit einer Schaufenster-Ecke umringt mit einer Kette auf einem Block dargestellt. In verschiedenen Kettengliedern konnten gespeicherte Eigenschaften des Materialpasses auf Etiketten abgelesen werden. Die Kette und der Block stellten symbolisch die Blockchain dar.

Die HarvestMap-Plattform wurde durch eine Schweizer Karte mit dem ReUse Window-Logo am Boden eines Wasserbeckens mit schwimmenden Fensterschiffen illustriert. So konnte die Mobilität von gebrauchten Fenstern innerhalb des lokalen Schweizer Marktes gezeigt werden.

# ReUse Window: Business Case

Digital. Nachhaltig. Zukunftsorientiert.

Bonini, Franco/ Hansen, Maria/ Marz, Julia/ Stett, Jan/ Stöckli, Nathaniel/ Vollenweide, Gabriel  
Studienreihe Umweltfutureswissenschaften, ETH Zürich, FS 2018



## Gewinn für alle Stakeholder

**Der Produzent** verlängert den Lebenszyklus seiner Fenster und kann ökonomisch und ökologisch durch gezieltes Marketing und Marketingvertriebswegen.

**Der gebrauchte Bauelement** wird um die Entsorgungskosten entlastet und wird für die wieder-verwendeten Fenster erhältlich.

**Der annehmende Bauelement** hat für einen ökonomisch und ökologisch sauberen Prozess erwirbt.

**Die Planer** haben ein effizientes Tool zur ökonomischen Planung von ökologisch nachhaltigen Fenstern.

**Die Installierer und Logistik Unternehmen** haben eine zentrale Plattform zur Anbahnung ihrer Dienstleistungen für die Neugestaltung ihres Kundenbestands.

**Die Gesellschaft** hat eine neue ökonomische Nische mit Schaffung von neuen Arbeitsplätzen (Reparatur, In-Retire), die ökologisch nachhaltig, soziale (Integration in Berufswelt) und kulturelle (Erhaltung des Kulturerbes) Ziele verfolgt.

## ReUse Window Switzerland

(Dietzweil & Pignat 2018; Business Model Canvas)

<b>Schlüsselpartner</b> Nachhaltige Bauelemente Markt Einzug Fenster-Produzenten 48 GELINGER in situ ag Gebäudemanagement Wiederverwendung SYPHON Externe Experten Forschung & Verbände Salza ReWasser SYPHON Adhäsionsmittel Kollontex	<b>Schlüsselaktivitäten</b> Einmalige Investition in eine Blockchain-Plattform Marketing-Plattform für Wiederverwendung unterstützen Schlüssel-Beziehungen Digitalisierung (Blockchain) basierend auf dem Blockchain-Netzwerk (Blockchain) und der aktuellen Forschung (Technologie) digitaler Bauelemente auf Blockchain-Netzwerk und Marketing-Plattform.	<b>Wertangebot</b> ReUse Window Switzerland bietet für eine ökonomische, ökologische, kulturelle und digital-gestützte nachhaltige Kreislaufwirtschaft die besten Stakeholder eine Plattform für die Wiederverwendung und bringen sie effizient und unkompliziert zusammen.	<b>Kundenbeziehungen</b> Customer Relationship Management (CRM) über Plattformen werden laufend mit Kundenprodukt, Marketing, maßgeschneiderte Kommunikation verknüpft. Kanäle Handlungen/ E-Mails People Business, Entscheider Marketing Online & Search Advertising No-Press Socialmedia Technology, Plattformen in Fachzeitschriften Präsenz in Tagungen, Messen	<b>Kundensegmente</b> Öffentliche Bauelemente Gezielte, die aus Nachhaltigkeits-Initiativen unterstützen Mögliche Anreizsysteme Lagerhaltung (z.B. U-Wert, Aushängeliste) Nachhaltigkeits-Initiativen Private Bauelemente Bauelemente Aufwandsfreie Öffentlich, kultureller Aspekt in Vordergrund (Einmaligkeit) Leidenschaftlich - Stelle Zeichnungen
<b>Kostenstruktur</b> Bildung & Unterhalt der Plattform durch Verbände (DR, ÖGD, Adm, Tech, PhD), Marketing (Print, Legal)		<b>Einmalige Quellen</b> Blockchain 2017 Crowd Funding, BAF, Partnerschaften, Zweisprache, Forschungsförderung (SNF), Arbeitsstipendien, Plattform, Transaktionsgebühren		

## Nachhaltigkeit auf allen Ebenen

**Ökologische Nachhaltigkeit** durch Ressourcen-Einsparung, Verminderung der grossen Energie, Förderung der lokalen Kreislaufwirtschaft mit kleinen Transportwegen.

**Ökonomische Nachhaltigkeit** durch Schaffung eines neuen, nachhaltigen Wirtschaftszweigs für alle Stakeholder langfristig profitieren.

**Soziale Nachhaltigkeit** durch einen Umwelt-Entwurf von Dienstleistungen für Ausbau und Instandhaltung von Fenstern.

**Kulturelle Nachhaltigkeit** der funktionalen Erhaltung von historisch wertvollen Objekten.

## Zukunftsorientiert

**Blockchain-Technologie**  
 Dezentrale, sichere und nachvollziehbare Datenbank, erlaubt automatisierte Prozesse und innovative Wertschöpfungsmöglichkeiten.

**Materialien mit Sensoren**  
 Erfassung von Real-time-Daten des Fensterzustandes auf Basis von eingebauten Sensoren. Sie erfassen Einflüsse von Nutzung durch Wetter, mechanische Einwirkungen etc.

## Anders als bestehende Plattformen

ReUse Window Switzerland ...

- ... vereint Materialgeber und Vermittlungsplattform innerhalb eines Systems.
- ... kann seine Finanzierung transparent auf verschiedene Ebenen verlagern.
- ... bindet alle Stakeholder in den Einkaufsprozess mit ein.
- ... bietet eine Plattform für den alternativen Bauelemente und den Bauelemente mit Gruppenplan.
- ... ist strukturell offen für eine Produktentwicklung.
- ... ist technologisch fortschrittlich auf Blockchain-Basis programmiert.

SALZA, ReWasser, SYPHON

## Referenzen

Dietzweil & Pignat 2018; Business Model Canvas; Handbuch für vernetzte, ganzheitliche, und -fähige Unternehmen.

## Professionell organisiert

**Vorstand für einen Vorstand bestehend aus Experten**

Julia Marz, Maria Hansen, Nathaniel Stöckli, Gabriel Vollenweide, Franco Bonini

Marie Hegel, Prof. Dr. Ingrid Isenhardt, Maria Stöckli, Maria Vollenweide, Franco Bonini

**Schlank organisierte Geschäftsstelle**

Positionen und Stellensumme

CEO	100%
PHD	100%
Admin	50%
Tech-Support	20%



Abbildung 18: Poster zu ReUse Window: Business Case

# ReUse Window: Kontext der Massnahmen

## Nach den Prinzipien des Design Thinking-Modells

Bonini, Franco/ Hansen, Maria/ Mair, Julia/ Stett, Jan/ Stöckli, Nathaniel/ Vollenweider, Gabriel  
 Studiendezernat Umweltnaturwissenschaften, ETH Zürich, FS 2018



### Einsicht

„Auch die Hälfte des schlechtesten Energiebedarfs geht auf den Gebäudesektor. [...] Entsprechend wichtig sind die Vermeidung von Umwandlungs- und die Wiederverwendung eigener Maßnahmen (Energieagentur SG, 2016).“

Für die Bauindustrie bedeutet das konkret eine Entwicklung in Richtung einer Kreislaufwirtschaft. Dabei gibt es zwei Methoden zu untersuchen: Recycling und ReUse. Aus ökologischer Sicht ist ReUse das nachhaltigere Element, weil es grundsätzlich kein Recycling produziert und zusätzlich ReUse Stoffe wiederverwendet werden können und daher auch weniger Energie für die Aufbereitung verbraucht wird. Nach Stegler et al. (2016) ist diese von folgenden Gründen kaum zu trennen:



- Analysepunkt ReUse, weil...**
- ... es komplexe Bauteile sind, die viel Energie enthalten.
  - ... es Teilbauteile in der Wärmehaushaltung überflüssig ist.
  - ... es Lebenszyklen am Lebenszyklus ansetzbar ist.
  - ... bereits eine Professionalisierung & Infrastruktur dafür besteht.

### Problemstellungen



**Fenster-Produzenten** können bestehende Fensterpreise und deren Markt nicht weiter senken. Durch erweiterte Service-Dienstleistungen können die Kosten durch die **Wiederverwendung** der Fenster hoch gehalten, so dass die auch länger an ihrem Wert erhalten können (Angel B., 2016; Stöckli, 2016).



**Öffentliche Bauherren** sind an Recycling und ReUse interessiert, um die Umwelt- und Energieeffizienz zu verbessern. Der Prozess für sich hat auch bereits ReUse-Projekte durchgeführt (Müller, 2016). Die Bauherren haben aber mit den **Verhalten der Architekten** zu kämpfen und sind sich nicht sicher, ob sie eine **grössere ReUse-Wirtschaft** nachhaltig zu bauen (Angel, 2016).



**Architekten** die sich für den ReUse interessieren, sehen es als Kosten und Risiko für die Wiederverwendung, und bereits vorhandenen Materialien zu planen. Für sie ist es wichtig, die Bauteile möglichst früh zu finden und ihren **Zustand zu bewerten**, um eine **konkrete Planung** zu ermöglichen. Weil es aber wenige Informationen gibt bezüglich Standard und Zustand von ReUse-Materialien, ist die Planung schwierig (Angel B., 2016).



**Die und Auslieferer** die mit nicht-konventionellen Materialien handeln, schaffen sich einen grossen Markt. Der Sektor aus dem ReUse ist jedoch klein, da es **Materialien gegenüber der Qualität** vorzuziehen. Daher ist auch die Nachfrage um ReUse und ReUse-Materialien sich stabilisieren mit anderen Dienstleistungen über ReUse (Stöckli, 2016).

### Digitale Kreislaufwirtschaft von Fenstern



### Referenzen

Müller, M. (2016). Kundenbefragungsstudie März bis August 2016: Wiederverwendung von Bauteilen ausser Industriemaschinen. (Münster: Umweltmagazin).

Angel B. (2016, 17.04.). Persönliche Gespräch (persönliche Mitteilung).

Angel M. (2016a, 21.05.). Persönliche Gespräch (persönliche Mitteilung).

Stegler, C., / Stöckli, N., / Leuber, C., / Vollenweider, G., / Mair, J. (2016). Wiederverwendung von Bauteilen. (Münster: Umweltmagazin).

Müller, M. (2016, 18.04.). Persönliche Gespräch (persönliche Mitteilung).

Energieagentur SG. (2016). Nachhaltiges Bauen. Zugriff am 08.03.2018. <http://www.energieagentur.ch/Themen/Wissen/Bauen/nachhaltigebauen.aspx>.

Angel, M. (2016, 02.05.). Persönliche Gespräch (persönliche Mitteilung).

Stöckli, N. (2016, 16.05.). Persönliche Gespräch (persönliche Mitteilung).

### Systemverhalten



Aus der Analyse des Systems geht hervor, dass in der beiden Massnahmen von Materialdeponie und einer kreislaufwirtschaftlichen Plattform am stärksten auf die Verfügbarkeit der Bauteile Informationen setzen. Damit wird das Qualitätsniveau gesichert. Zudem kommt die Bereitschaft der Architekten zu, was eine grössere Nachfrage nach ReUse-Produkten schafft und damit die Nachhaltigkeit fördert (auf kulturelle sowie ökonomische und ökonomische Ebene).

### Änderung der Nachhaltigkeit in der Bauindustrie



Abbildung 19: Poster zu ReUse Window: Kontext der Massnahmen

## FAQ zu ReUse Window Switzerland

### Warum braucht es ReUse Window?

Beim ReUse von Bauteilen geht es um die Nachhaltigkeit bei der Ressourcenschonung. Das Ziel besteht darin, die graue Energie, welche sich über die Herstellung, Transport, Lagerung, Verkauf und Entsorgung eines Fensters ansammelt, so tief wie möglich zu halten. Die Festlegung auf das Bauteil Fenster beruht auf dessen Komplexität: es besteht aus mehreren Ressourcen und wird durch mehrstufige Produktionsschritte hergestellt, die technisch und energetisch hoch angelagert sind. Aufgrund der ökologischen Nachhaltigkeit bietet sich hier eine Verlängerung des Lebenszyklus besonders an. ReUse Window schafft ferner mehrere Opportunitäten für die beteiligten Stakeholder und für die Gesellschaft auf ökonomischer, sozialer und kultureller Basis. Zudem ist die Plattform durch die dezentrale Datenstruktur (Blockchain) und Sensoren-Integration auf dem höchsten technischen Level angesetzt.

### Was bringt ReUse Window den Stakeholdern?

Bei ReUse Window gewinnen alle Marktteilnehmer:

- Der **Produzent** verlängert den Lebenszyklus seiner Fenster und kann ökonomisch und ökologisch durch gezieltes Monitoring und Wartungsverträge wachsen.
- Der **gebende Bauherr** wird um die Entsorgungsgebühr entlastet und wird für wiederverwendete Fenster entschädigt.
- Die **Planer** haben ein effizientes Tool zur ökonomischen Planung von ökologisch nachhaltigen Fenstern.
- Die **Instandsetzer** und **Logistikunternehmen** haben eine zentrale Plattform zur Anbietung Ihrer Dienste für die Neugewinnung Ihres Kundensegments.
- Der **annehmende Bauherr** hat für einen ökonomisch und ökologisch tiefen Preis Fenster erworben.
- Die **Gesellschaft** hat eine neue ökonomische Nische mit Schaffung von neuen Arbeitsplätzen (Spezialisierung in Wiederverwendung), die ökologisch nachhaltige, soziale (Integration in Berufsleben) und kulturelle (Erhaltung des Kulturerbes) Ziele verfolgt. Zusätzlich basiert die Plattform auf der zukunftsorientierten und ausbaubaren Blockchain-Technologie.

### Wie nachhaltig ist ReUse Window?

Der ReUse von Fenstern lohnt sich aus ökologischen, ökonomischen, sozialen und kulturellen Gründen. Bei einem wiederverwendeten Fenster wird mehr Heizenergie verbraucht wegen dem schlechteren U-Wert. Es entstehen auch erhöhte CO<sub>2</sub> Emissionen durch längere Transportwege. Allerdings werden diese zusätzlichen Emissionen mühelos durch die eingesparten Emissionen einer erneuten Produktion kompensiert, da diese den grössten CO<sub>2</sub> Anteil ausmachen (Xynogalas, 2018). Die **ökologische** Nachhaltigkeit ist somit gegeben. Aus **ökonomischer** Sicht ist das Material bei der Produktion und die Produktion selbst das teuerste (Stalder, 2018). ReUse Window kann trotz Lagerungskosten von mehreren Jahren günstigere Preise für den künftigen Bauherr anbieten, womit auch der ehemalige Besitzer profitieren kann. Die **sozialen** Gründe für ReUse sind die zusätzlich geschaffenen Arbeitsplätze durch

Wartung, Instandsetzung und Logistik. Bei dieser Arbeit können auch Arbeitslose miteinbezogen werden, die somit eine Chance zur Wiedereingliederung in den Arbeitsmarkt bekommen (Zwahlen, 2018). Die **kulturelle** Dimension zeigt sich beim Erhalten des bereits bestehenden kulturellen Erbes, was auch ein Ziel des Heimatschutzes ist und eine Gesellschaft mit geschichtlicher Architektur fördert (Ziegler, 2018).

### **Was unterscheidet ReUse Window von bereits bestehenden Plattformen?**

Bestehende Plattformen, wie Salza, ReWinner, Bauteilclick, Madaster und Syphon unterstreichen die Wichtigkeit von Ressourcenschonung und Wiedergewinnung, sind jedoch variabel in ihrer Ausrichtung bezüglich Finanzierung, Stakeholder, Effizienz, Produkte und Technologie. Sie leiden oft an fehlender Effizienz bzw. Vertrauen und an einer tiefen Skalierbarkeit des Geschäftsmodells aufgrund Ihrer Plattform-, Produkt- und Stakeholder-Struktur.

ReUse Window vereint einen Materialpass und eine Vermarktungsplattform innerhalb eines Systems, kann seine Finanzierung transparent auf verschiedene Eckpfeiler setzen, bindet alle Stakeholder in den Prozess ein, bietet dem alternativen Baukünstler bis zum Grossprojekt eine Plattform, ist strukturell offen zur Produktöffnung und ist technologisch auf dem neuesten Stand.

### **Wer betreibt die ReUse Window?**

ReUse Window ist ein Non-Profit-Verband, bestehend aus den Hauptakteuren des Kreislaufes. Diese werden wiederum durch die Mitglieder des Verwaltungsrats abgedeckt, der sich zusammensetzt aus Akteuren von Politik, Plattform, öffentlicher Hand, Planer, Produzent, Forschung und Wiederverwender. In einer schlank organisierten Geschäftsstelle agiert ein(e) Geschäftsführer(in) mit administrativer Hilfe und technologischem Support. Ein Doktorand erarbeitet für den Aufbau die Blockchain-Infrastruktur und die entsprechenden Schnittstellen. Wichtig dabei ist, dass die Prozesse der Datenerfassung in den Materialpass, wenn möglich vom Produzent automatisiert ablaufen oder vom verkaufenden Stakeholder selbst erfasst werden.

### **Ist ReUse Window zukunftsorientiert ausgerichtet?**

Die digitale und automatisierte Ausrichtung von ReUse Window Switzerland ermöglicht der Plattform, sich auf weitere ReUse-Produkte im Bausektor auszuweiten. Zusätzlich ermöglicht die digitale Blockchain-Technologie eine Lösung der Datensicherheit- und der Datenbesitz-Thematik bei einer Internationalisierung des Modells (Klauser et al. 2018). Die von den Produzenten gewünschte Integration der Sensoren-Daten (Stalder, 2018) automatisiert zusätzlich noch den Wartungsrythmus und verbessert die Datenqualität des Materialpasses.

## Vergleich von Aluminium-, PVC- und Holzfensterrahmen

Fenster spielen eine wichtige Rolle im alltäglichen Leben: sie bringen Licht in unser Zuhause und schützen uns vor den Wetterbedingungen. Fenster bestehen aber auch aus vielen verschiedenen Stoffen und enthalten viel graue Energie. Mit der grauen Energie ist die gesamte Menge nicht erneuerbarer Primärenergie gemeint, die für den Rohstoffabbau, die Produktion, für Transport- und Lagerungsprozesse sowie für die Entsorgung gebraucht wird (Energieagentur SG, 2018a).

Bezüglich der Gesamtumweltbelastung weisen die Fensterrahmen wesentlich höhere Werte auf als das Fensterglas. Zusätzlich variieren die Werte bei den Fensterrahmen stärker, weil hier viele verschiedene Materialien eingesetzt werden. Deshalb wird dieser Teil des Fensters im folgenden Kapitel genauer analysiert.

Für die vier Rahmenmaterialien Aluminium, PVC, Holz und Holz-Aluminium werden jeweils die folgenden Punkte berücksichtigt: die Umweltbelastungspunkte (UBP), die Primärenergie und



die Treibhausgasemission von 1m<sup>2</sup> Rahmenfläche.

Abbildung 20: Umweltbelastungspunkte der verschiedenen Fensterrahmen (gesundes Haus, 2018)

„Umweltbelastungspunkte werden eingesetzt, um die verschiedenen Stoffe anhand ihrer Emissionen vergleichen zu können. Dazu wird die folgende Formel verwendet:

$$UBP = \sum_{k=1}^N \text{Menge der Umwelteinwirkung} \cdot \text{Ökofaktor}_k$$

Der Ökofaktor wird für die verschiedenen Einwirkungen nach deren Schädlichkeit bestimmt.

Um dies zu bewerten, benötigt man drei andere Faktoren: die Charakterisierung einer Substanz (Wirksamkeit pro Menge eines Stoffes), ihre Normierung (Beitrag der Emission bzw. der Ressourcennutzung am aktuellen Stofffluss) und ihre Gewichtung (Differenz zwischen der aktuellen Emissionssituation/Ressourcensituation eines Stoffes und der jeweiligen Schwelle, deren Überschreitung zu problematischen Auswirkungen führt). Der Ökofaktor wird dann mit der folgenden Formel berechnet (Bertschinger et al. 2017):

$$\text{Ökofaktor} = \text{Charakterisierung} \cdot \text{Normierung} \cdot \text{Gewichtung} \cdot \text{Konstante}$$

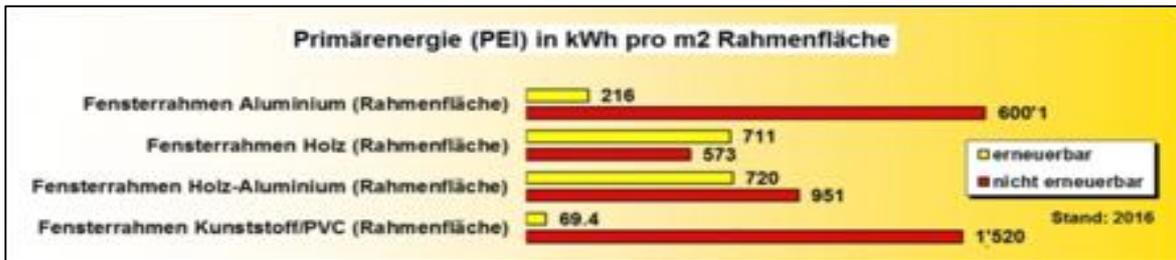


Abbildung 21: Normierte Primärenergie der verschiedenen Fensterrahmen (gesundes Haus, 2018)

Die Anzahl Primärenergie der Rahmenflächen (in Kilowattstunden pro m<sup>2</sup>) wird durch den Ökofaktor in UBP konvertiert, sodass sie zusammen mit weiteren Werten zur Gesamtumweltbelastung aufsummiert werden können.

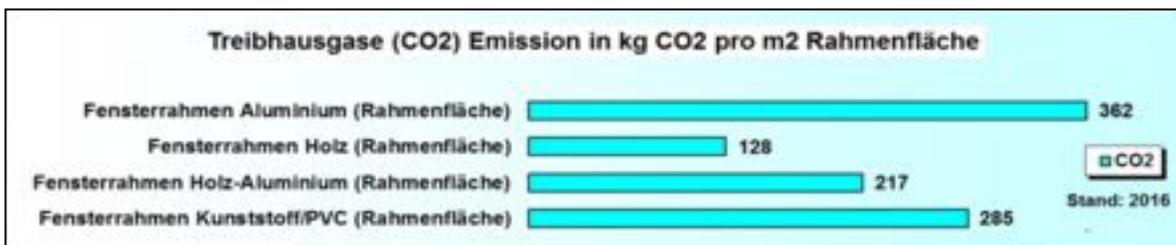


Abbildung 22: Normierte Emissionen der verschiedenen Fensterrahmen (gesundes Haus, 2018)

Analog zur Primärenergie tragen die Treibhausgasemissionen in kg CO<sub>2</sub> pro m<sup>2</sup> in Form von UBP zur Gesamtumweltbelastung bei.

## U-Wert

Nebst den UBP betrachtet man bei Fensterrahmen zusätzlich die Wärmeisolierung. Gemäss Schuster (1998) ist die Wärmeisolierung neben der Wahl des Rahmenwerkstoffs das mit Abstand wichtigste ökologische Kriterium beim Fensterkauf.

Die Wärmeisolierung wird durch den sogenannten Wärmedurchgangskoeffizienten U (U-Wert) ausgedrückt. „Der U-Wert ist das Verhältnis der Wärmestromdichte, die im stationären Zustand durch das Bauteil fliesst, zur Differenz der beiden angrenzenden Umgebungstempera-

$$U_w = \frac{U_f \cdot A_f + U_g \cdot A_g + \Psi_g \cdot l}{A_w}$$

$U, \Psi$	= Wärmedurchgangskoeffizienten		
Masse	$A$ = Fläche,	$l$ = Länge	
Index	$w$ = Fenster,	$f$ = Rahmen,	$g$ = Glas

turen (Marti, 2002).“

Abbildung 23: Die Berechnung eines ( $U_w$ ) Wertes aus gegebenen ( $U_f$ ) und ( $U_g$ ) Werten

Der U-Wert der Fensterrahmen wird mit der Oberfläche multipliziert und trägt so zum U-Wert des gesamten Fensters bei. Wie die vier Rahmentypen bezüglich dieses Wertes abschliessen, wird im Fazit erwähnt.

Bezüglich des ReUse von Fenstern muss die zeitlich bedingte Abnahme an Isolierungsleistung betrachtet werden. Diese beeinflusst die nötige Heizenergie und somit den ökologischen Nutzen des ReUse. Wie stark dieser Einfluss ist, wird mit der folgenden Grafik illustriert:

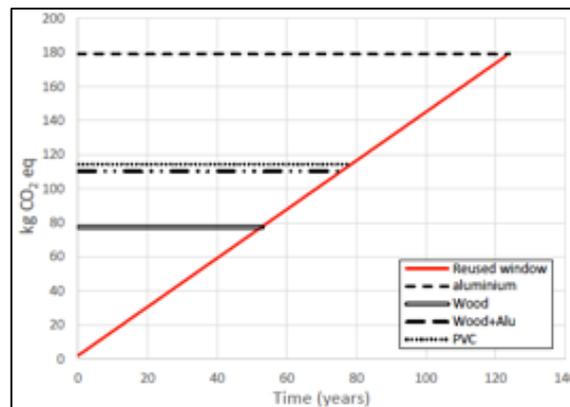


Abbildung 24: Zeitliche Entwicklung der CO<sub>2</sub> Äquivalente eines ReUse-Fensters (Xynogalas, 2018)

Abbildung zeigt auf, dass wiederverwendete Fenster trotz der zeitlich bedingten, tieferen Isolierleistung bezüglich den CO<sub>2</sub>-Emissionen einen enormen Vorsprung haben im Vergleich zu neu produzierten Fenstern. Demnach erreicht man erst durch eine 50-jährige Nutzung des wiederverwendeten Fensters die emittierten Kilogramm CO<sub>2</sub>, welche bei der Produktion eines neuen Holzfensters anfallen. Im Vergleich zu PVC-Fenstern, könnte man das wiederverwendete Fenster utopische 180 Jahre benützen. Dabei traf man sogar die Annahmen, dass ein besonders ineffizientes Heizungssystem vorliegen würde und dass die U-Werte der neuen und der wiederverwendeten Fenster den grösstmöglichen Abstand hätten. Somit ist in vielen anderen Fällen mit wesentlich signifikanteren Vorteilen zu rechnen, bezüglich der CO<sub>2</sub>-Effizienz von ReUse Fenstern (Xynogalas, 2018).

## Fazit

Fensterrahmen aus **Aluminium** weisen eine hohe Zahl an UBP auf (406'000 UBP/m<sup>2</sup>). Grund dafür ist die energieaufwendige Produktion von Primär-Aluminium (600'316 kWh/m<sup>2</sup>) und die enorme Menge an Umweltschadstoffen, die dabei freigesetzt werden (362 CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>). Das Metall kann jedoch ohne zusätzlichen Schaden mehrmals recycelt werden und der Prozess erfordert nur 7% der Energie, die bei der Primärherstellung verbraucht wurde. Allerdings ist der U-Wert höher als bei den anderen Materialien, weil Aluminium ein grosses Wärmeleitungsvermögen besitzt. Um die Isolierung zu verbessern werden Wärmedämpfer eingebaut, die meistens aus Plastik bestehen.

**Polyvinylchlorid (PVC)** ist ein Kunststoff, der aus Chlor, Kohlenstoff und Wasserstoff besteht und dessen Herstellung eine grosse Menge an Energie verbraucht (1'589.4 kWh/m<sup>2</sup>) und gleichzeitig hohe Treibhausgasemission verursacht (285 CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>). Diese Werte sind geringer als diejenigen des Aluminiums, jedoch weist PVC die höchste Anzahl an UBP auf. PVC baut sich nur sehr langsam ab und das Abfallprodukt enthält gefährliche Stoffe, die in Böden und Gewässer gelangen können. Dazu ist der Recyclingprozess sehr kompliziert, weil PVC aus assoziierten Polymeren besteht. Da PVC sehr sensibel gegenüber Temperatur und UV-Licht

ist, weist es eine hohe Wärmeausdehnung auf (zwei bis dreimal so gross wie bei Aluminium), was zur Trennung der molekularen Bindungen und folglich zu Entfärbung und Versprödung führen kann. Trotz den Umweltauswirkungen wird PVC nach wie vor verwendet, weil es ein billiges und gutes Isolierungsmaterial ist.

Fensterrahmen aus **Holz** sind laut UBP (217000 UBP/m<sup>2</sup>) die umweltfreundlichste Variante. Mehr als die Hälfte der benötigten Primärenergie ist erneuerbar und die CO<sub>2</sub> Emissionen sind die tiefsten der vier Fensterrahmen. Bezüglich der Wärmedämmung ist es das Material, das am besten isoliert. Holz reagiert jedoch sensibel gegenüber Wetterbedingungen und muss deswegen dauernd gepflegt werden.

Eine spezielle Art der **Holzfensterrahmen** sind jene, die mit einer geringen Menge **Aluminium** umhüllt werden. Die Umhüllung sorgt für zusätzlichen Schutz vor Wettereinflüssen und verknüpft somit die Pflegeleichtigkeit des Aluminiums mit dem tiefen U-Wert des Holzes (Muneer et al. 2002).

# Erläuterungen zum System

## **Einflussfaktoren und Variablenblätter**

Die Einflussfaktoren (Variablen) bilden Grundlage des Systems. Jede Variable wurde mithilfe eines Variablenblattes dokumentiert, das steckbriefartig alle Eigenschaften eines bestimmten Faktors darstellt.

Die Variablen mit einem „B“ im Namen sind „**Bedürfnisvariablen**“. Sie beschreiben jeweils ein Bedürfnis eines Stakeholders, aus dem eine Problemstellung abgeleitet wurde.

Die Variablen mit einem „V“ sind „**reguläre Systemvariablen**“ die im Rahmen des ReUse von Bauteilen eine Rolle spielen.

Mit „M“ sind unsere „**Massnahmen**“ gemeint. Sie sind an sich nicht Variabel, werden aber dennoch festgehalten, da sie wegen der Wirkungsanalyse trotzdem im System integriert sind.

Auf den folgenden 17 Seiten finden sich alle 17 Variablenblätter. Für die Übersicht wurden sie hier alle nochmals in Kurzform aufgelistet:

### **Bedürfnis-Variablen**

- (B01) Einsatzdauer der Fenster
- (B02) Bereitschaft der Architekten, nachhaltig zu bauen
- (B03) Planungsaufwand für Re-Use
- (B04) Nachfrage nach wiederverwendbaren Fenstern

### **Sonstige Variablen**

- (V05) Entsorgungskosten
- (V06) Transportkosten
- (V07) Lagerungskosten
- (V08) Aufwand für die Demontage
- (V09) Aufwand für die Instandsetzung nach der Demontage
- (V10) Anzahl der Wartungsarbeiten
- (V11) Ausprägung des Qualitätsmisstrauens
- (V12) Aufmerksamkeit für Re-Use
- (V13) Verfügbarkeit der Bauteil-Informationen
- (V14) Verfügbarkeit der Transaktionshistorie
- (V15) Nachhaltigkeit in der Bauindustrie

### **Massnahmen**

- (M16) Materialpass
- (M17) HarvestMap-Plattform

Name	(B01) Einsatzdauer der Fenster (Produzenten)
Beschreibung	Beschreibt, wie lange ein Fenster als Bauteil eingesetzt wird. Hier inbegriffen sind im speziellen Fenster, die während ihrem Lebenszyklus in mehr als einem Haus verbaut waren.
Hohe Ausprägung	Eine hohe Ausprägung bedeutet, dass ein Fenster 60 Jahre lang eingesetzt wird, bis es entsorgt oder recycelt wird. Skala: +2
Tiefe Ausprägung	Eine tiefe Ausprägung bedeutet, dass ein Fenster 10 Jahre lang eingesetzt wird, bis es entsorgt oder recycelt wird. Skala: -2
Aktueller Zustand	Aktuell ist die Einsatzdauer der Fenster eher kurz (20-30 Jahre). Häuser werden auch oft abgebrochen bevor es wirklich nötig wäre. Skala: -1
Indikator	Anzahl Jahre bis ein Fenster nicht mehr verbaut wird.
Hintergrund	Interview (Angst, Geilinger), Recherche

Name	(B02) Bereitschaft der Architekten, nachhaltig zu bauen
Beschreibung	Beschreibt, wie bereit Architekten sind, Re-Use-Bauteile oder Recycling-Baustoffe in ihre Planung einzubeziehen. Für Architekten sind vor allem Ästhetik und Uneingeschränktheit in der Kreativität wichtig. Wie stark sie in diesen Bereichen eingeschränkt werden bestimmt ihre Planungsbereitschaft.
Hohe Ausprägung	Eine hohe Ausprägung bedeutet, dass die Architekten nicht überzeugt werden müssen, mit nachhaltigen Materialien zu arbeiten. Sie planen von sich aus mit diesen Baustoffen.  Skala: +2
Tiefe Ausprägung	Eine tiefe Ausprägung bedeutet, dass die Architekten nur sehr schwer von der Arbeit mit nachhaltigen Materialien überzeugt werden können. Bauherren haben mit den Vorstellungen der Architekten zu kämpfen.  Skala: -2
Aktueller Zustand	Aktuell ist die Bereitschaft der Architekten sehr klein. Sie planen nach ihren Wünschen und möchten Bauteile nach ihren Vorstellungen produzieren lassen.  Skala: -2
Indikator	Nötiger Aufwand für die Überzeugung der Architekten, mit nachhaltigen Materialien zu planen.
Hintergrund	Aussage von Herr Noger.

Name	(B03) Planungsaufwand für Re-Use (Architekten)
Beschreibung	Beschreibt, wie gross der zusätzliche Planungsaufwand ist beim Re-Use von Fenstern gegenüber dem Neukauf. Dabei inbegriffen sind: Suche nach wiederverwendbaren Fenstern, Zeitplanung (wann können diese Fenster wieder verbaut werden?), Innenraumplanung (wie wird um diese Fenster gebaut?).
Hohe Ausprägung	Eine hohe Ausprägung bedeutet, dass der Planungsaufwand zu gross wäre, als dass sich der Re-Use lohnen würde. Die Stakeholder (Bauherren, Architekten) interessieren sich nicht für die Planung mit Re-Use-Fenstern.  Skala: +2
Tiefe Ausprägung	Eine tiefe Ausprägung bedeutet, dass der Planungsaufwand vergleichbar ist, mit demjenigen bei Bauten mit neuen Fenstern. Für die Stakeholder (Bauherren, Architekten) bedeutet der Re-Use keinen zusätzlichen Aufwand.  Skala: -2
Aktueller Zustand	Aktuell ist der Planungsaufwand eher gross. Es gibt aber ein paar wenige Architekten, die diesen Aufwand auf sich nehmen.  Skala: +1
Indikator	Anzahl zusätzlicher Arbeitsstunden, die bei Planung mit wiederverwendeten Fenstern aufgewendet werden müssen.
Hintergrund	Interview mit Marc Angst. Er fährt oft mit dem Velo durch die Stadt und schaut, wo es Bauteile gibt, die potenziell wiederverwendet werden könnten.

Name	(B04) Nachfrage nach wiederverwendbaren Fenstern
Beschreibung	Beschreibt, wie gross die Nachfrage nach wiederverwendbaren Fenstern ist und wie hoch demzufolge die Gewinne sind.
Hohe Ausprägung	<p>Eine hohe Ausprägung bedeutet, dass die Nachfrage nach Re-Use-Fenstern hoch ist. Mit Re-Use lassen sich so grosse Gewinne erzielen, dass sich Unternehmen ausschliesslich auf Re-Use spezialisieren können.</p> <p>Skala: +2</p>
Tiefe Ausprägung	<p>Eine tiefe Ausprägung bedeutet, dass keine Re-Use-Fenster nachgefragt werden. Mit Re-Use lassen sich keine Gewinne erzielen.</p> <p>Skala: -2</p>
Aktueller Zustand	<p>Aktuell werden zwar einige Fenster wiederverwendet, aber die beteiligten Unternehmen verdienen nicht viel daran. Entweder haben sie andere Einkommensquellen oder sie machen nur sehr kleine Gewinne.</p> <p>Skala: -1</p>
Indikator	Anzahl wiederverwendeter Fenster, Marktgrösse des Re-Use
Hintergrund	Informationen der Hiltbrunner AG und Salza.

Name	(V05) Entsorgungskosten
Beschreibung	Beschreibt, wie teuer es ist, ein Bauteil zu entsorgen.
Hohe Ausprägung	<p>Eine hohe Ausprägung bedeutet, dass es viel günstiger ist, ein Fenster ausbauen zu lassen, als es zu entsorgen. Es wird entweder der Recycling-Kette oder dem Re-Use zugeführt.</p> <p>Skala: +2</p>
Tiefe Ausprägung	<p>Eine tiefe Ausprägung bedeutet, dass es viel günstiger ist, ein Fenster entsorgen zu lassen, als es auszubauen. Es wird daher nicht zurückgebaut und stattdessen auf die Deponie gebracht.</p> <p>Skala: -2</p>
Aktueller Zustand	<p>Aktuell sind die Entsorgungskosten tief. Fenster werden aber trotzdem dem Recycling zugeführt, weil damit immer noch eine signifikante Geldmenge gespart werden kann.</p> <p>Skala: -1</p>
Indikator	Preis der Entsorgung, von Firmen zu erheben bzw. in Statistiken zu finden.
Hintergrund	Recherche

Name	(V06) Transportkosten (Länge der Transportwege)
Beschreibung	Beschreibt, wie teuer es ist, ein Bauteil zu transportieren.
Hohe Ausprägung	<p>Eine hohe Ausprägung bedeutet, dass der Transport sehr teuer ist und daher die Länge der Transportwege für die Stakeholder ein wichtiger ökonomischer Faktor ist. Man versucht stets, nur kurze Transportwege zu haben. Das entspricht einem Transportkosten-Anteil von mehr als 15%.</p> <p>Skala: +2</p>
Tiefe Ausprägung	<p>Eine tiefe Ausprägung bedeutet, dass der Transport sehr billig ist und daher die Länge der Transportwege für die Stakeholder nur eine kleine Rolle spielt, wenn überhaupt. Man macht sich wenige Gedanken über die Länge der Transportwege.</p> <p>Das entspricht einem Transportkosten-Anteil von weniger als 1%.</p> <p>Skala: -2</p>
Aktueller Zustand	<p>Aktuell ist der Anteil der Transportkosten an den gesamten Kosten etwa 5%.</p> <p>Skala: -1</p>
Indikator	Der Preis selber, von Firmen zu erheben bzw. in Statistiken zu finden.
Hintergrund	Die Schwellenwerte basieren auf Rechnungen mit den Angaben von Geilinger (Produzent).

Name	(V07) Lagerungskosten (Verfügbarkeit von Lagerungsplätzen)
Beschreibung	Beschreibt, wie teuer es ist, ein Bauteil zu lagern.
Hohe Ausprägung	<p>Eine hohe Ausprägung bedeutet, dass ein Fenster nach einem Jahr Lagerung teurer ist als ein neu produziertes Fenster bei sonst konstanten Werten.</p> <p>Das entspricht etwa 52 Fr. pro m<sup>2</sup> pro Monat.</p> <p>Skala: +2</p>
Tiefe Ausprägung	<p>Eine tiefe Ausprägung bedeutet, dass ein Fenster nach fünf Jahren Lagerung immer noch billiger ist als ein neu produziertes Fenster bei sonst konstanten Werten.</p> <p>Das entspricht etwa 8.5 Fr. pro m<sup>2</sup> pro Monat.</p> <p>Skala: -2</p>
Aktueller Zustand	<p>Aktuell kostet die Lagerung bei der Planzer Transport AG 12 Fr. pro m<sup>2</sup> pro Monat. Je länger gelagert wird, desto günstiger.</p> <p>Skala: -1</p>
Indikator	Der Preis selber, von Firmen zu erheben bzw. in Statistiken zu finden.
Hintergrund	Die Schwellenwerte basieren auf Rechnungen mit den Angaben von Geillinger (Produzent) und in situ (Architekten).

Name	(V08) Aufwand für die Demontage (Fertigungstechnik)
Beschreibung	Beschreibt, wie aufwändig es ist, ein Fenster möglichst schadensfrei aus der Fassade zu isolieren und auszubauen.
Hohe Ausprägung	<p>Eine hohe Ausprägung bedeutet, dass die Demontage mit viel zusätzlicher Planung verknüpft ist, und es kompliziert ist, ein Fenster aus der Fassade zu lösen.</p> <p>Skala: +2</p>
Tiefe Ausprägung	<p>Eine tiefe Ausprägung bedeutet, dass die Demontage wenig zusätzliche Planung voraussetzt und sehr schnell geht.</p> <p>Skala: -2</p>
Aktueller Zustand	<p>Aktuell ist der Aufwand für eine potenzielle Demontage sehr variabel. Bei Fenstern, die für Re-Use in Frage kommen ist der Aufwand aber meist tragbar bzw. gering.</p> <p>Skala: -1</p>
Indikator	Art der Integration in die Fassadenstruktur
Hintergrund	Annahmen, Interview mit Angst (Geilinger), Syphon

Name	(V09) Aufwand für die Instandsetzung nach der Demontage
Beschreibung	Beschreibt, wie aufwändig es ist, ein Fenster, nachdem es ausgebaut wurde, komplett instand zu setzen und es somit verkaufstauglich zu machen.
Hohe Ausprägung	<p>Eine hohe Ausprägung bedeutet, dass mehrere Arbeiten nötig sind wie zum Beispiel: Wechsel der Verglasung, Ersatz der Beschläge (Scharniere) oder Ersatz der Dichtung. Es würde sich nicht lohnen, diesen Aufwand auf sich zu nehmen.</p> <p>Skala: +2</p>
Tiefe Ausprägung	<p>Eine tiefe Ausprägung bedeutet, dass nach dem Ausbau höchstens noch Reinigungsarbeiten anfallen. Das Fenster bleibt ansonsten so, wie es ist.</p> <p>Skala: -2</p>
Aktueller Zustand	<p>Aktuell unterscheiden sich die nötigen Arbeiten bei der Instandsetzung stark von Fenster zu Fenster. Insgesamt liegt der Aufwand im mittleren Bereich.</p> <p>Skala: 0</p>
Indikator	Statistiken von Instandsetzungsfirmen (Jahresberichte)
Hintergrund	Annahmen, Gespräch mit Syphon, Angst (Geilinger)

Name	(V10) Anzahl der Wartungsarbeiten
Beschreibung	Beschreibt, wie viele Wartungsarbeiten an einem Fenster durchgeführt wurden.
Hohe Ausprägung	<p>Eine hohe Ausprägung bedeutet, dass ein Fenster mindestens alle 5 Jahre professionell gewartet wird.</p> <p>Skala: +2</p>
Tiefe Ausprägung	<p>Eine tiefe Ausprägung bedeutet, dass ein Fenster gar nicht gewartet wird.</p> <p>Skala: -2</p>
Aktueller Zustand	<p>Aktuell ist vielen Bauherren nicht bewusst, welchen Einfluss eine regelmässige professionelle Wartung auf die Qualität und die Lebensdauer der Fenster haben kann. Es werden eher wenige Wartungsarbeiten durchgeführt.</p> <p>Skala: -1</p>
Indikator	Qualität der Fenster, Berichte der Fensterproduzenten über ihr Angebot an Wartungsarbeiten
Hintergrund	Recherche

Name	(V11) Ausprägung des Qualitätsmisstrauens
Beschreibung	Beschreibt, wie stark das Misstrauen der Stakeholder gegenüber der Qualität von ausgebauten Fenstern ist.
Hohe Ausprägung	<p>Eine hohe Ausprägung bedeutet, dass sich die Stakeholder nicht vorstellen könnten, ein bereits eingesetztes Fenster nochmals zu verbauen.</p> <p>Skala: +2</p>
Tiefe Ausprägung	<p>Eine tiefe Ausprägung bedeutet, dass sich unter den Stakeholdern eine Akzeptanz bezüglich Second-Hand-Bauteilen eingestellt hat.</p> <p>Skala: -2</p>
Aktueller Zustand	<p>Aktuell zweifelt eine grosse Mehrheit an der Qualität von ausgebauten Fenstern. Für viele käme es nicht in Frage ein solches Fenster nochmals zu verwenden.</p> <p>Skala: +2</p>
Indikator	Umfragen bei den Stakeholdern
Hintergrund	Teilanalyse Wiederverwendung 2018

Name	(V12) Aufmerksamkeit für Re-Use (Bewusstsein)
Beschreibung	Beschreibt, wie stark die Aufmerksamkeit für Re-Use ist. Dabei ist das allgemeine Bewusstsein aller system-relevanten Stakeholder gemeint.
Hohe Ausprägung	<p>Eine hohe Ausprägung bedeutet, dass sich alle Stakeholder der Möglichkeit von Re-Use bewusst sind und den Re-Use gegenüber dem Recycling einordnen können.</p> <p>Skala: +2</p>
Tiefe Ausprägung	<p>Eine tiefe Ausprägung bedeutet, dass vereinzelte Stakeholder schon mal von Re-Use gehört haben, ihnen diese Idee aber als unorthodox erscheint.</p> <p>Skala: -2</p>
Aktueller Zustand	<p>Aktuell befasst sich nur eine kleine Minderheit mit dem Re-Use von Bauteilen. Für diese Stakeholder ist es schwer, damit Gewinne zu erzielen.</p> <p>Skala: -2</p>
Indikator	Umfragen bei den Stakeholdern, Ökonomischer Erfolg von Re-Use Firmen
Hintergrund	Teilanalyse Wiederverwendung 2018

Name	(V13) Verfügbarkeit der Bauteil-Informationen (Standort, Typ)
Beschreibung	Beschreibt, wie einfach es ist, an Informationen bezüglich der Bauteile zu kommen. Dabei sind folgende Aspekte inbegriffen: Standort, Fenstertyp (Rahmenmaterial, Verglasung), Zustand (Qualität), Verfügbarkeit, Ökobilanzdaten (U-Wert).
Hohe Ausprägung	<p>Eine hohe Ausprägung bedeutet, dass alle erwähnten Informationen bequem abgerufen werden können. Zum Beispiel auf einer Internetseite, oder mit einem "Strichcode"-Scan.</p> <p>Skala: +2</p>
Tiefe Ausprägung	<p>Eine tiefe Ausprägung bedeutet, dass keine der erwähnten Informationen ohne weiteren Aufwand (Qualitätsprüfung) abgerufen werden können.</p> <p>Skala: -2</p>
Aktueller Zustand	<p>Aktuell gibt es verschiedene Plattformen, die viele Informationen über bereits ausgebaute Fenster zur Verfügung stellen. Allerdings sind diese Plattformen eher klein und bei noch verbauten Fenstern sind diese Informationen nicht zugänglich.</p> <p>Skala: -2</p>
Indikator	Umfragen bei den Planern
Hintergrund	Annahmen basierend auf Aussagen von Marc Angst

Name	(V14) Verfügbarkeit der Transaktionshistorie
Beschreibung	Beschreibt, wie einfach es ist, an Informationen bezüglich der Transaktionshistorie zu kommen.
Hohe Ausprägung	<p>Eine hohe Ausprägung bedeutet, dass die Transaktionshistorie vom Verkauf des Produzenten bis hin zum aktuellen Besitzer auf einen Klick abgerufen werden kann.</p> <p>Skala: +2</p>
Tiefe Ausprägung	<p>Eine tiefe Ausprägung bedeutet, dass die Transaktionshistorie nicht verfügbar ist und man nachfragen müsste.</p> <p>Skala: -2</p>
Aktueller Zustand	<p>Aktuell kann man bei Fenstern ohne nachzufragen höchstens herausfinden, wer es produziert hat. Informationen über allfällige Wartungsarbeiten oder Weiterverkäufe sind aber nicht zugänglich.</p> <p>Skala: -2</p>
Indikator	Nötiger Aufwand, bis alle Transaktionen bekannt sind von der Fertigstellung eines Fensters bis heute.
Hintergrund	Analyse der bestehenden Plattformen

Name	(V15) Nachhaltigkeit in der Bauindustrie
Beschreibung	Beschreibt, wie nachhaltig die Prozesse und Abläufe in der Bauindustrie sind. Die Nachhaltigkeit bezieht sich auf kulturelle, soziale, ökologische und ökonomische Aspekte.
Hohe Ausprägung	<p>Eine hohe Ausprägung bedeutet, dass die Bauindustrie Arbeitsplätze schafft, die Ressourcen schont und gleichzeitig ökonomisch rentabel ist.</p> <p>Skala: +2</p>
Tiefe Ausprägung	<p>Eine tiefe Ausprägung bedeutet, dass in der Bauindustrie Arbeitsplätze abgebaut werden, die Ressourcen übernutzt werden oder langfristig ökonomische Verluste entstehen.</p> <p>Skala: -2</p>
Aktueller Zustand	<p>Aktuell sind die Abläufe in der Bauindustrie eher nicht nachhaltig. Dies liegt vor allem an der starken Übernutzung der Ressourcen.</p> <p>Skala: -1</p>
Indikator	Ökobilanzen, Ökonomische Statistiken
Hintergrund	Annahmen, Nachhaltigkeitsbeurteilung

Name	(M16) Materialpass
Beschreibung	<p>Der Materialpass ist eine Liste mit Daten zu den Fenstern. Diese Liste soll in einer Blockchain gespeichert sein. Somit ist sie dezentralisiert, anonymisiert, sicher verschlüsselt und auch automatisiert. Im Materialpass sind folgende Aspekte enthalten:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fensterbezeichnung (Holz, Metall, Aluminium, etc.)</li> <li>2. Fenstertyp</li> <li>3. Abmessungen (Breite, Höhe, Tiefe, mit CAD-File)</li> <li>4. Standort (Karte)</li> <li>5. Transaktionshistorie (Wartungsarbeiten, Weiterverkäufe)</li> <li>6. Zustand (Qualität der Verglasung, des Rahmens, der Beschläge)</li> <li>7. Ökobilanzdaten (U-Werte, Produktionsaufwand, Graue Energie)</li> <li>8. Status (verbaut, instandgesetzt, verfügbar ab)</li> <li>9. Preisschätzung aufgrund der aktuellen Daten</li> </ol> <p>Mit der Fertigstellung eines Fensters gibt der Produzent die ersten Daten ein. Anschliessend werden alle weiteren Daten erfasst und aktualisiert. Die Erfassung der technischen Daten geschieht mithilfe von eingebauten Sensoren. Die Erfassung des Standorts und der Transaktionshistorie wird durch das Blockchain System automatisch geregelt.</p>

Name	(M17) HarvestMap-Plattform
Beschreibung	<p>Auf einer HarvestMap-Plattform werden die im Materialpass enthaltenen Bauteil-Informationen für die relevanten Akteure attraktiv dargestellt. Es gibt eine Ansicht für Bauherren und eine Ansicht für Architekten.</p> <p>Wenn sich ein Bauherr für den Abriss eines Gebäudes entscheidet, kann er die Materialpässe der darin enthaltenen Bauteile auf die Plattform laden und anschliessend veröffentlichen. Die Architekten können dann auf Bauteilsuche gehen, ihre Favoriten markieren und bei Interesse den entsprechenden Bauherren kontaktieren. Am Ende werden die Bauteile mit dem zugehörigen Materialpass per Auktion verkauft, es liegt dabei ein Richtpreis vor.</p> <p>All dies geschieht im optimalen Fall noch während die Bauteile verbaut sind. Nach dem Verkauf werden die Fenster dann demontiert und können anschliessend instandgesetzt werden. Sollte es nicht zu einem Verkauf kommen, kann die Nachfrage nach bestimmten Bauteilen trotzdem abgeschätzt werden, anhand der Aufrufe und der Anzahl von Favorit-Markierungen. Mit dieser Basis können dann entweder der Bauherr selber oder auch andere Firmen, wie zum Beispiel die Hiltbrunner AG, sich dennoch für eine Demontage entschieden, mit dem Ziel das Bauteil zu lagern und später zu verkaufen.</p>

## Wirkungsmatrix

Mit der Wirkungsmatrix werden die Verbindungen zwischen den verschiedenen Variablen beschrieben. In einer Zeile werden die Einflüsse von einer bestimmten Variablen auf alle anderen Faktoren festgehalten. Eine Spalte entspricht demnach allen Einflüssen von anderen Faktoren auf eine bestimmte Variable. Eine positive Zahl entspricht einem positiven Zusammenhang (direkt proportional), wobei eine negative Zahl einen negativen Zusammenhang repräsentiert (indirekt proportional). Die Skala der Einfluss-Stärken reicht von (-2) bis (+2).

	(B01)	(B02)	(B03)	(B04)	(V05)	(V06)	(V07)	(V08)	(V09)	(V10)	(V11)	(V12)	(V13)	(V14)	(V15)	(M16)	(M17)
(B01) Einsatzdauer der Fenster	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
(B02) Bereitschaft der Architekten	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
(B03) Planungsaufwand für Re-Use	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(B04) Nachfrage nach Re-Use-Fenstern	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	0	0	0	0	0	0
(V05) Entsorgungskosten	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
(V06) Transportkosten	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	-1	0
(V07) Lagerungskosten	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	-1	0	0
(V08) Aufwand für die Demontage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0
(V09) Aufwand für die Instandsetzung	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(V10) Anzahl der Wartungsarbeiten	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	-1	0	0	0	1	0	0
(V11) Qualitätsmisstrauen	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(V12) Aufmerksamkeit für Re-Use	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	0	0	0	0	0	0
(V13) Verfügbarkeit der Bauteil-Infos	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	1	-2	1	0	0	1	0	0
(V14) Verfügbarkeit der Transaktions-Infos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	1	0	0	0	0
(V15) Nachhaltigkeit in der Bauindustrie	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
(M16) Materialpass	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0
(M17) HarvestMap-Plattform	0	0	-1	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0

Abbildung 25: Wirkungsmatrix des Systems

## System Grid

Das System Grid kategorisiert die verschiedenen Variablen nach ihrer Aktivität (Anzahl ausgehender Einflüsse) und ihrer Passivität (Anzahl eingehender Einflüsse). Aktive Variablen sind „Hebel“ des Systems. Passive Variablen sind zwar schwer zu beeinflussen, sie können aber entscheidend für den Erfolg eines aktiven Hebels sein. Die ambivalenten Variablen sind besonders wichtig im System und haben grossen Einfluss auf dessen Entwicklung, während die Puffer-Variablen nur wenig Einfluss haben.

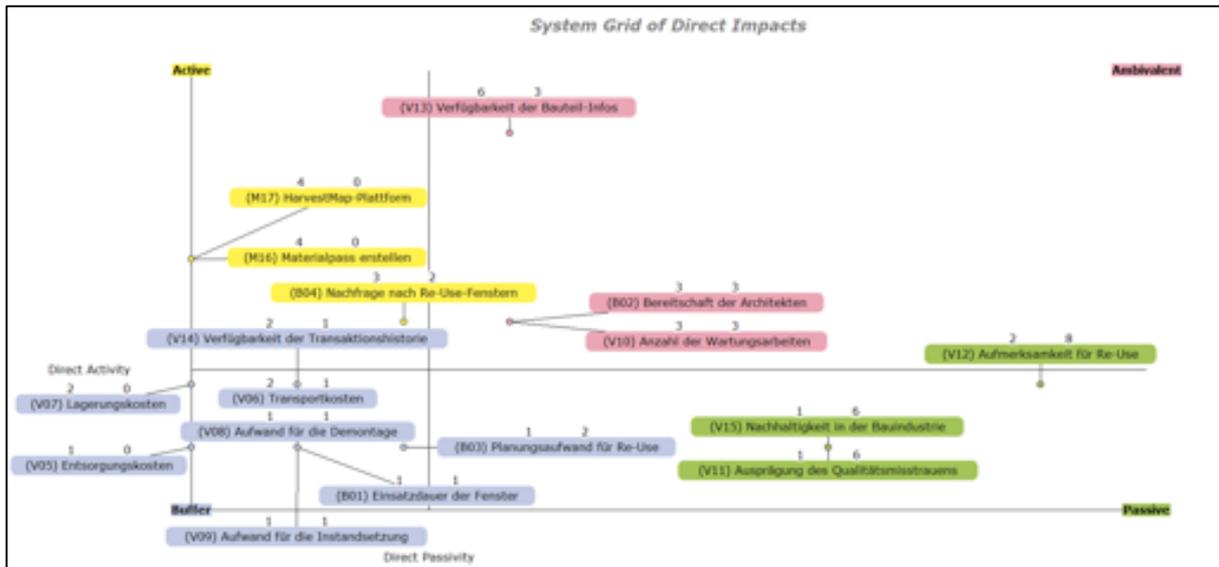


Abbildung 26: System Grid mit direkten Einflüssen

Wie zu erwarten sind beide Massnahmen aktive Variablen. Sie haben eine direkte Wirkung auf die passiven, wie auch auf die ambivalenten Variablen. Der Einfluss unserer Massnahmen ist also gegeben. Allerdings ist der Planungsaufwand für ReUse nur schwer zu steuern und auch die Einsatzdauer wird sich wahrscheinlich nicht stark verändern. Es geht also vor allem darum, das Qualitätsmisstrauen zu senken und eine Aufmerksamkeit für ReUse zu schaffen, so dass die Architekten eher bereit sind, mit wiederverwendbaren Materialien zu planen.

## System Loops

Mit einer Analyse der Feedback-Loops kann man Tendenzen erkennen, wie sich das System verhalten wird. Auch hier unterscheidet man negative Loops (abschwächende, stabilisierende Wirkung) und positive Loops (verstärkende, explosive Wirkung). In unserem System ergaben sich nur positive Rückkopplungen. Zusätzlich kann man für eine bestimmte Variable den wichtigsten Loop bestimmen, in dem sie enthalten ist. Tut man dies für die Variable, die in den meisten Rückkopplungen vorkommt, so erkennt man den wichtigsten Loop im System.

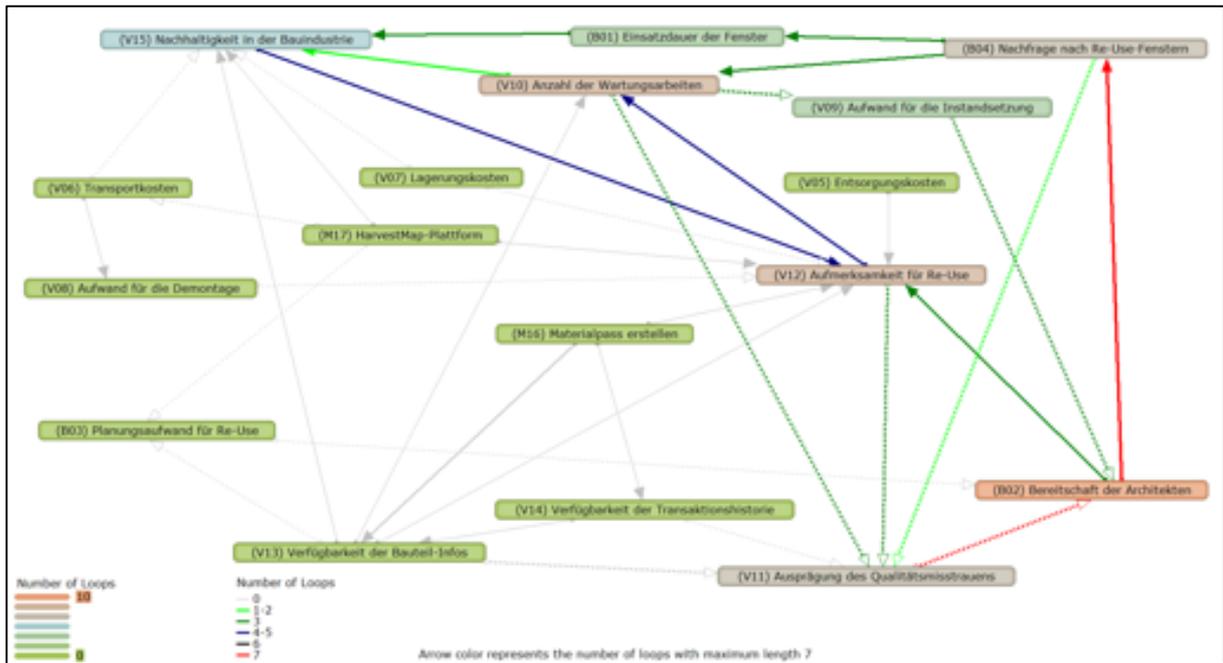


Abbildung 27: Analyse der Loops im System

Basierend auf den definierten Einflüssen ist der Loop: „(B02) - (B04) - (V11)“ der wichtigste im System. Man sieht auch, dass die Bereitschaft der Architekten in den meisten Loops vorkommt. Daher ist es entscheidend, mit den Massnahmen auf diese Variable zu wirken.



Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

## Eigenständigkeitserklärung

Die unterzeichnete Eigenständigkeitserklärung ist Bestandteil jeder während des Studiums verfassten Semester-, Bachelor- und Master-Arbeit oder anderen Abschlussarbeit (auch der jeweils elektronischen Version).

Die Dozentinnen und Dozenten können auch für andere bei ihnen verfasste schriftliche Arbeiten eine Eigenständigkeitserklärung verlangen.

Ich bestätige, die vorliegende Arbeit selbständig und in eigenen Worten verfasst zu haben. Davon ausgenommen sind sprachliche und inhaltliche Korrekturvorschläge durch die Betreuer und Betreuerinnen der Arbeit.

**Titel der Arbeit** (in Druckschrift):

ReUse Window  
Massnahmen zur Förderung einer nachhaltigen, digitalen Kreislaufwirtschaft von Forstern

**Verfasst von** (in Druckschrift):

Bei Gruppenarbeiten sind die Namen aller  
Mitgliederinnen und -mitglieder anzugeben.

**Name(n):**

Stroff

Hansen

Vollenweider

Süli

Bonsien

**Vorname(n):**

Jan

Maria

Gabriel

Nathalie

Franco

Ich bestätige mit meiner Unterschrift:

- Ich habe keine im Merkblatt „Zitier-Konzept“ beschriebene Form des Plagiats begangen.
- Ich habe alle Methoden, Daten und Arbeitsaufsätze wahrheitsgetreu dokumentiert.
- Ich habe keine Daten manipuliert.
- Ich habe alle Personen erwähnt, welche die Arbeit wesentlich unterstützt haben.

Ich nehme zur Kenntnis, dass die Arbeit mit elektronischen Hilfsmitteln auf Plagiate überprüft werden kann.

**Ort, Datum**

30.05.2018

**Unterschrift(en)**

Bei Gruppenarbeiten sind die Namen aller Verfasserinnen und  
Verfasser erforderlich. Durch die Unterschriften bürgen die  
Genannten für den gesamten Inhalt dieser schriftlichen Arbeit.



Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

## Eigenständigkeitserklärung

Die unterzeichnete Eigenständigkeitserklärung ist Bestandteil jeder während des Studiums verfassten Semester-, Bachelor- und Master-Arbeit oder anderen Abschlussarbeit (auch der jeweils elektronischen Version).

Die Dozentinnen und Dozenten können auch für andere bei ihnen verfasste schriftliche Arbeiten eine Eigenständigkeitserklärung verlangen.

Ich bestätige, die vorliegende Arbeit selbständig und in eigenen Worten verfasst zu haben. Davon ausgenommen sind sprachliche und inhaltliche Korrekturvorschläge durch die Betreuer und Betreuerinnen der Arbeit.

**Titel der Arbeit** (in Druckschrift):

ReUse Window  
Massnahmen zur Förderung einer nachhaltigen, digitalen Kreislaufwirtschaft von Fenstern

**Verfasst von** (in Druckschrift):

Bei Doppelnachnamen sind die Namen aller Verfasserinnen und Verfasser anzugeben.

**Name(n):**

Mast

**Vorname(n):**

Julia

Ich bestätige mit meiner Unterschrift:

- Ich habe keine im Merkblatt „Zurückkopieren“ beschriebene Form des Plagiats begangen.
- Ich habe alle Methoden, Daten und Arbeitsabläufe wahrheitsgetreu dokumentiert.
- Ich habe keine Daten manipuliert.
- Ich habe alle Personen erwähnt, welche die Arbeit wesentlich unterstützt haben.

Ich nehme zur Kenntnis, dass die Arbeit mit elektronischen Hilfsmitteln auf Plagiate überprüft werden kann.

**Ort, Datum**

30.05.2018

**Unterschrift(en)**

Bei Doppelnachnamen sind die Namen aller Verfasserinnen und Verfasser anzugeben. Durch die Unterschriften können sie gemeinsam für den gesamten Inhalt dieser schriftlichen Arbeit.