



Klimawandel und Digitalisierung

Verbreitung und Anwendbarkeit von Megatrends bei Bauprojek-
ten in der Schweiz

Masterarbeit

MBA Real Estate Management

vorgelegt am 30.10.2020 von

Elena Berta

Matrikelnr. 570023

Erstbetreuerin: Prof. Dr.-Ing. Regina Zeitner

Zweitbetreuerin: Katrin Mark

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	III
Tabellenverzeichnis	IV
Abkürzungsverzeichnis	V
1 Einleitung	7
1.1 Ausgangssituation.....	7
1.2 Problemstellung und Forschungsfragen.....	7
1.3 Zielsetzung.....	8
2 Definitionen und Grundlagen	9
2.1 Definition und Ursprung des Begriffs „Megatrend“	9
2.2 Definition Megatrend Klimawandel.....	10
2.2.1 Definition Klimawandel nach ROR.....	11
2.2.2 Definition Klimawandel nach dem Zukunftsinstitut.....	11
2.2.3 Eingrenzung Megatrend Klimawandel	13
2.3 Definition Megatrend Digitalisierung.....	15
2.3.1 Definition Digitalisierung nach ROR und SBV	15
2.3.2 Definition Digitalisierung nach dem Zukunftsinstitut	15
2.3.3 Eingrenzung Megatrend Digitalisierung	16
2.4 Definition Projektentwicklung Gebäude.....	18
2.5 Fazit zur Trendeingrenzung	19
3 Megatrend: Sharing Economy	20
3.1 Leasing und Crowdfunding.....	20
3.2 Coworking	21
3.2.1 Verbreitung und Entwicklung von Coworking Spaces	21
3.2.2 Digitale Landschaft von Coworking Spaces.....	23
4 Megatrend: Circular Economy	28
4.1 Themeneingrenzung zirkuläre Bauweise	31
4.2 Identifikation des Nutzens für den Investor	33
4.3 Flexible Bauweise und Systemtrennung	38
4.3.1 Prinzip der Systemtrennung	38
4.3.2 Bauteiltrennung in Systemstufen	39
4.3.3 Trends aus der Digitalisierung	41

4.4	Materialwahl unter kreislauffähigen Aspekten	46
4.4.1	Ansatz der Ökobilanzierung.....	46
4.4.2	Berechnung Graue Energie	48
4.4.3	Bewertungsmethoden von kreislauffähigen Bauprodukten.....	49
4.4.4	Digitalisierung: Madaster	53
4.5	Nachhaltiger Gebäudebetrieb	57
4.5.1	Planungs- und baubegleitendes FM	59
4.5.2	Digitalisierung in der Bewirtschaftung: BIM2FM	60
4.6	Wiederverwendbarkeit von Gebäudematerialien.....	64
4.6.1	Grenzen der Wiederverwendung in der Schweiz.....	64
4.6.2	Handlungsfelder der Wiederverwertungsszene	65
4.6.3	Wiederverwendung und Digitalisierung	67
4.7	Recycling: Aktueller Stand und Empfehlungen	69
4.7.1	Baustoffrecycling in der Schweiz	69
4.7.2	Grundlagen und Empfehlungen zu Baustellenabfall.....	70
5	Anforderungskataloge	75
5.1	Coworking	75
5.2	Flexible Bauweise und Systemtrennung	76
5.3	Materialwahl unter kreislauffähigen Aspekten	78
5.4	Nachhaltiger Gebäudebetrieb	80
5.5	Wiederverwendung	82
6	Zusammenfassung	84
	Quellenverzeichnis	86
	Literatur	86
	Internet	88

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Megatrend-Map.....	10
Abb. 2:	Eingrenzung der Megatrends.....	19
Abb. 3:	Anzahl Coworking Spaces in der Schweiz.....	22
Abb. 4:	Übersicht von Technology-Stacks für Coworking Spaces.....	24
Abb. 5:	Standorte von Coworking Spaces in Zürich.....	26
Abb. 6:	Darstellung der Kreislaufwirtschaft.....	28
Abb. 7:	Anteil Abfallaufkommen in der Schweiz.....	29
Abb. 8:	Außenansicht auf das Empa NEST.....	30
Abb. 9:	Beispiel-Flyer "Nutzen der Kreislaufwirtschaft", Seite 1.....	36
Abb. 10:	Beispiel-Flyer "Nutzen der Kreislaufwirtschaft", Seite 2.....	37
Abb. 11:	Darstellung der Systemstufen aus der Bauteiltrennung.....	40
Abb. 12:	Konzeptuelle Darstellung des Prinzips eines Gebäudepasses.....	42
Abb. 13:	4 Phasen einer Ökobilanz nach ISO 14040.....	47
Abb. 14:	Anteil Grauer Energie nach den BKP-Hauptgruppen.....	49
Abb. 15:	Übersicht der Produktgruppen und Bewertung.....	51
Abb. 16:	Ablauf Produktwahl in der Kreislaufwirtschaft.....	53
Abb. 17:	Übersicht der abgedeckten Bereiche in Madaster.....	54
Abb. 18:	Übersicht von anwendbaren Labels in der Phase Bewirtschaftung.....	58
Abb. 19:	Methodischer Ansatz des planungs- und baubegleitenden FM.....	59
Abb. 20:	Angestrebter Zustand der Wiederverwendungsszene.....	66
Abb. 21:	Anteil der Wiederverwendung von Bauelemente und Materialien.....	68
Abb. 22:	Materialanteile der Entsorgungswege.....	70
Abb. 23:	Ablaufschema "Wiederverwendung", Eigene Darstellung.....	82
Abb. 24:	Erläuterungen zur Abb. 23, Eigene Darstellung.....	83

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Bewertung Megatrends „Neo-Ökologie“	14
Tab. 2: Bewertung Megatrends „Digitalisierung“	17
Tab. 3: Trendkatalog Shared Offices: Coworking (A & B)	27
Tab. 4: Trendkatalog Flexible Bauweise und Systemtrennung (A & B)	45
Tab. 5: Trendkatalog Materialwahl unter kreislauffähigen Aspekten (A & B) ..	56
Tab. 6: Trendkatalog Nachhaltiger Gebäudebetrieb (A & B)	63
Tab. 7: Trendkatalog Wiederverwendung von Materialien	68
Tab. 8: Trendkatalog Recycling	74
Tab. 9: Anforderungskatalog Coworking (A & B)	76
Tab. 10: Anforderungskatalog Systemtrennung und Flexibilität (A & B)	77
Tab. 11: Anforderungskatalog Materialwahl unter kreislauffähigen Aspekten (A & B)	79
Tab. 12: Anforderungskatalog Nachhaltiger Gebäudebetrieb (A & B)	81

Abkürzungsverzeichnis

AGG	Amt für Grundstücke und Gebäude des Kantons Bern
AWEL	Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft
BAFU	Bundesamt für Umwelt
BFE	Bundesamt für Energie
BIM	Building Information Modeling
BKP	Baukostenplan
BREEAM	Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology
C2C	Cradle to Cradle
CCRS	Center for Corporate Responsibility and Sustainability
Covid-19	Coronavirus Pandemie
DGNB	Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen
eBKP-H	Baukostenplan Hochbau
EMPA	Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt
FM	Facility Management
GEFMA	German Facility Management Association
IFMA	International Facility Management Association
IFZ	Institut für Finanzdienstleistungen Zug
IPB	Interessengemeinschaft privater professioneller Bauherren
KBOB	Koordinationskonferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane der öffentlichen Bauherren
KVA	Kehrichtverbrennungsanlage
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
NCCS	National Centre for Climate Services
NNBS	Netzwerk Nachhaltiges Bauen Schweiz
ROR	Rat für Raumordnung
SBV	Schweizerischer Baumeisterverband
SGNI	Schweizer Gesellschaft für Nachhaltige Immobilienwirtschaft
SIA	Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
SNBS	Standard Nachhaltiges Bauen Schweiz
USG	Bundesgesetz über den Umweltschutz. (Umweltschutzgesetz)

VVEA Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen
(Abfallverordnung)

1 Einleitung

1.1 Ausgangssituation

Die nachhaltige Projektentwicklung eines Bauvorhabens¹ unter Berücksichtigung relevanter Trendeinflüsse ist ein elementarer Baustein einer zukunftsfähigen und hochwertigen Raumplanung. Durch ihre lange Lebensdauer sind Gebäude meist für die Nutzung von mehreren Generationen ausgelegt. Sie sind während dieser Nutzungsdauer gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und klimatischen Entwicklungen unterworfen und müssen heutigen wie auch künftigen Bedürfnissen auf allen Ebenen gerecht werden. Der Rat für Raumordnung hat im Jahr 2019 die Wirkung der wichtigsten aktuellen Megatrends auf die Raumentwicklung in der Schweiz abgeschätzt und zeigt die Notwendigkeit deren Berücksichtigung für alle Raumtypen auf.² Allen voran gilt es, die künftigen Herausforderungen und deren Wechselwirkung auf die Wirtschaft, Gesellschaft und Umwelt zu bewältigen.

1.2 Problemstellung und Forschungsfragen

Investoren und Projektentwickler haben die Aufgabe, Chancen und Risiken, die sich aus aktuellen Trends ableiten lassen, zu erkennen und frühzeitig in einem Immobilienprojekt³ zu berücksichtigen. Sie müssen u. a. die politischen Rahmenbedingungen sowie hohe Gebäudestandards einhalten und auf gesellschaftliche Ansprüche reagieren. Die hohe Bautätigkeit und die politische, gesellschaftliche und wirtschaftliche Entwicklung in den Schweizer Großstädten fordert die Projektentwicklung überdies dazu heraus, ganzheitliche und nachhaltige Gebäudelösungen zu entwickeln. Dazu werden der Projektentwicklung zahlreiche Standards und Empfehlungen als Arbeitsinstrumente zur Verfügung

¹ Unabhängig von der Eingriffstiefe des Bauvorhabens (Umbau, Instandhaltung, Modernisierung oder Neubauten)

² Rat für Raumordnung (2019), Megatrends und Raumentwicklung Schweiz, Bern, S. 2

³ Der Begriff umfasst die Entwicklung und Planung eines Bauvorhabens sowie die Erstellung und den Gebäudebetrieb.

gestellt. Durch die fehlende politische Gesetzgebungen und wirtschaftlichen Anreize werden diese heute jedoch meistens bei Leuchtturmprojekten oder bei entsprechender Anreizgebung durch den Investor, angewendet. Im Rahmen dieser Arbeit werden dazu die folgenden Fragen untersucht:

- Welche Megatrends haben einen direkten Einfluss auf die Projektentwicklung von Bauvorhaben?
- Welchen Nutzen zieht der Investor aus der Umsetzung entsprechender Bauprojekte?
- Wie werden diese Trends aktuell in der Schweizer Bauwirtschaft berücksichtigt und welche Beispiele gibt es bereits?
- Mit welchen Lösungen unterstützt die Digitalisierung die Projektentwicklung bei einem entsprechenden Bauvorhaben?
- Können Anforderungskataloge an die Projektentwicklung aus der Trendanalyse entwickelt werden?

1.3 Zielsetzung

Die vorliegende Untersuchung zeigt die steigende Bedeutung der Megatrends Klimawandel und Digitalisierung auf die Projektentwicklung von Bauvorhaben in der Schweiz auf. Da die Investoren die wesentlichen Treiber für Innovationen in Bauprojekten sind, wird im Rahmen dieser Arbeit der Nutzen, der durch die Entwicklung von entsprechenden Bauvorhaben für Investoren entsteht, aufgezeigt. Anhand einer Trendanalyse soll hervorkommen, wie die Themen aus den Megatrends bereits heute in der Schweizer Bauwirtschaft berücksichtigt werden. Daraus werden Entscheidungsgrundlagen und Anforderungen entwickelt, die von der Projektentwicklung bei entsprechenden Bauvorhaben angewendet werden können.

2 Definitionen und Grundlagen

Um das Verständnis der Begrifflichkeiten für die anschließende Untersuchung der Megatrends zu vereinheitlichen, werden in diesem Kapitel die entscheidenden Begriffe definiert.

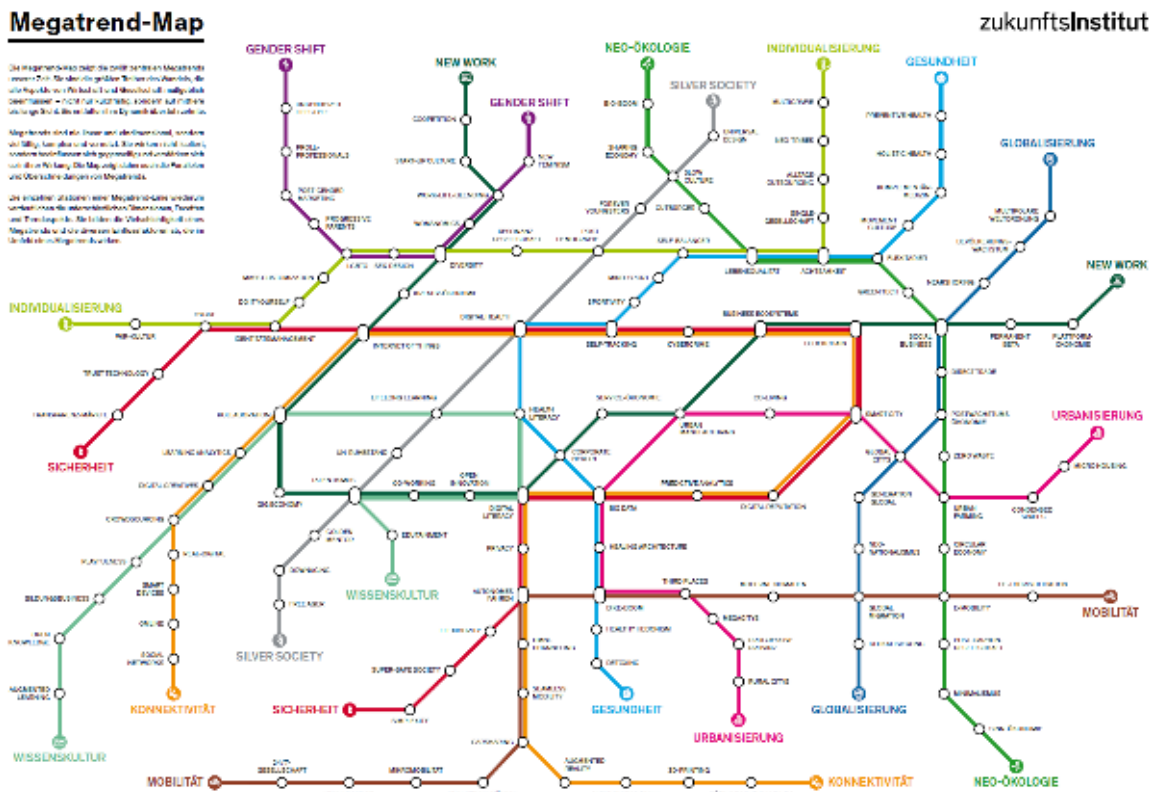
2.1 Definition und Ursprung des Begriffs „Megatrend“

Der Ursprung des Begriffs „Megatrend“ kommt aus dem US-amerikanischen Sprachraum und wurde im Jahr 1982 von dem Autor und Zukunftsforscher John Naisbitt geprägt, der unter anderem als Professor an verschiedenen Universitäten, als Berater für ranghohe Politiker (u. a. John F. Kennedy) und in der Wirtschaft tätig war. Seine Definition der Megatrends ist aus dem Amerikanischen übersetzt: *„Megatrends (...are) large social, economic, political, and technological changes (...), they influence us for some time – between seven and ten years, or longer.“*⁴

Das Zukunftsinstitut definiert Megatrends als die „Blockbuster“ des Wandels.⁵ Sie zeigen globale mittel- bis langfristige gesellschaftliche Entwicklungen auf und bringen tiefgreifende Veränderungen mit sich. Sie sind für die Trendforschung und Zukunftsgestaltung grundlegend und wirken auf allen gesellschaftlichen Ebenen und in jedem Einzelnen. Ein Megatrend ist außerdem global ausgerichtet, kann aber je nach Region unterschiedlich wirken. Ein Megatrend steht nicht alleine sondern in Wechselwirkungen mit anderen Megatrends. Dies zeigt das Zukunftsinstitut in einer übersichtlichen Abbildung, der „Megatrend-Map“ (vgl. Abb. 1).

⁴ Naisbitt, www.naisbitt.com, Abruf am 04.06.2020, 18:30 Uhr

⁵ zukunftsinstitut, www.zukunftsinstitut.de, Abruf am 04.06.2020, 18:45 Uhr

Abb. 1: Megatrend-Map⁶

2.2 Definition Megatrend Klimawandel

Der Klimawandel wird auf politischer und gesellschaftlicher Ebene weltweit diskutiert. Er ist präsent in den Medien (u. a. „Friday’s for Future“) und in Gesellschaft, Wirtschaft und Politik längst angekommen. Unter Klimawandel werden Änderungen von klimatischen Bedingungen und deren weitreichende Folgen auf die Natur und den Menschen verstanden. Aus wissenschaftlicher Sicht ist der Klimawandel der resultierende Effekt des Temperaturanstiegs der letzten Jahrzehnte auf die steigenden Treibhausgasemissionen. In der aktuellen politischen Diskussion stehen die vom Menschen verursachten Treibhausgase (CO₂) im Vordergrund, auf die der Treibhausgaseffekt und die globale Erderwärmung zurückzuführen sind.⁷

⁶ zukunftsInstitut, Megatrend-Map, www.zukunftsInstitut.de, Abruf am 31.07.2020, 20:30 Uhr

⁷ Stiftung myclimate, www.myclimate.org, Abruf am 12.06.2020, 13:15 Uhr

2.2.1 Definition Klimawandel nach ROR

Der Rat für Raumordnung (ROR) hat im Auftrag des Schweizerischen Bundesrates im Jahr 2019 die Wirkungen von Megatrends auf die Schweiz abgeschätzt und festgestellt, dass der Klimawandel als Megatrend einen großen Einfluss auf die künftige Raumentwicklung in der Schweiz haben wird. Der ROR stützt sich dabei auf die neuen Klimaszenarien des Netzwerks des Bundes für Klimadienstleistungen (NCCS). Diese beschreiben, wie sich der Klimawandel bei ungebremster Entwicklung auf die Schweiz auswirken wird.⁸ Die Veröffentlichungen des NCCS sind Grundlage für die aktuelle Klimapolitik des Bundesrats⁹. Daraus abgeleitet definiert das ROR die Wirkung des Klimawandels als raumrelevant mit unterschiedlichem Einfluss auf die Nutzung und Entwicklung der Raumtypen. Es wird davon ausgegangen, dass die Auswirkungen des Klimawandels auf die Städte zu unangenehmen bis schädlichen Lebensbedingungen führen wird. Um die schädliche Wirkung zu minimieren besteht das übergeordnete Ziel darin, sichere und resiliente Raumstrukturen und Gebäude für Menschen zu schaffen wie auch öffentliche Räume, Gebäude und Anlagen klimagerecht zu gestalten und zu entwickeln.

2.2.2 Definition Klimawandel nach dem Zukunftsinstitut

Das Zukunftsinstitut verwendet in Verbindung mit dem Klimawandel den Begriff „Neo-Ökologie“, der im Grundsatz den ökologischen, ökonomischen und gesellschaftlichen Wandel hin zu einem nachhaltigeren und effizienteren Umgang mit Ressourcen beschreibt. Der Megatrend umfasst Begriffe wie Klimawandel, Nachhaltigkeit, erneuerbare Energien, Ressourcenschonung oder „grüne“ Wirtschaft und beinhaltet die gesellschaftlichen Veränderungen zu einem bewussteren Umgang mit der Natur und Umwelt. Das Zukunftsinstitut nennt den Begriff

⁸ National Centre for Climate Services NCCS, www.nccs.admin.ch, Abruf am 12.06.2020, 15:04 Uhr. Die wichtigsten Kernaussagen daraus sind: Mehr Hitzetage, trockene Sommer, heftige Niederschläge und schneearme Winter.

⁹ Die aktuelle nationale Klimapolitik lehnt an das Übereinkommen von Paris und hat überdies zum Ziel, die Treibhausgasemissionen auf netto null und somit eine Klimaneutralität der Schweiz bis 2050 zu erreichen.

„Neo-Ökologie“ als den wichtigsten Megatrend der 2020er Jahre¹⁰ und beschreibt die Lösung der Klimakrise als gesamtgesellschaftliche Aufgabe, die nur durch politische Anreizgebung, nachhaltigem Unternehmertum und einer Neuausrichtung sämtlicher gesellschaftlicher Bereiche erfolgen kann. Weiter zeigt das Zukunftsinstitut den Einfluss des Megatrends auf Gebäude auf. Die Erkenntnisse daraus werden mit denjenigen des ROR wie folgt zusammengefasst:¹¹

- 80% der weltweiten Gesamtenergie wird in Städten verbraucht,
- der deutsche Gebäudepark soll bis 2050 klimaneutral¹² sein,
- die Auswirkungen des Klimawandels auf unsere Umwelt und unser Leben sind unvorhersehbar und
- nachhaltiges Planen und Bauen ist eine zentrale Aufgabe zur Schaffung resilienterer und flexibler Planstrukturen.

Anhand der Wirkungsabschätzung der Megatrends gemäß ROR wurden die Relevanz und der Einfluss des Klimawandels auf die Raumentwicklung in der Schweiz aufgezeigt. Das Zukunftsinstitut beschreibt den Klimawandel als Ursache für ein neues Nachhaltigkeits- und Umweltbewusstsein. Im nachfolgenden Kapitel wird aufgezeigt, welche Megatrends aus der Megatrend-Map für die weitere Untersuchung im Rahmen dieser Arbeit berücksichtigt werden.

¹⁰ zukunftsinstitut, www.zukunftsinstitut.de, Abruf am 13.06.2020, 08:19 Uhr

¹¹ zukunftsinstitut, www.zukunftsinstitut.de, Abruf am 13.06.2020, 08:46, & 15:01 Uhr

¹² Die Klimaneutralität bedeutet die Reduktion der Treibhausgasemissionen auf Netto-Null. Der Gebäudebestand soll dies u. a. durch effiziente Energielösungen erreichen.

2.2.3 Eingrenzung Megatrend Klimawandel

Das Zukunftsinstitut zeigt mit der Megatrend-Map (vgl. Abb. 1) eine Reihe von Trendentwicklungen, die unter dem Begriff der „Neo-Ökologie“ zusammengefasst werden.¹³ Alle Megatrends, die ganz oder teilweise der „Neo-Ökologie“ zugeordnet werden können, werden zur Eingrenzung in dieser Arbeit analysiert und bewertet. Die Bewertung erfolgt nach dem folgenden Ablauf:

1. Listung der Megatrends aus der Megatrend-Map, die dem Megatrend „Neo-Ökologie“ zugeordnet werden können,
2. Analyse der Megatrends, ob ein hoher Bezug zu Gebäuden besteht und
3. die Bewertung, ob der Investor oder der Projektentwickler eine direkte Einflussmöglichkeit auf das Thema in einem Bauvorhaben hat. In der Kommentarspalte werden weiterführende Überlegungen aufgeführt.

Das Resultat daraus ist in der folgenden Tabelle (vgl. Tab. 1) ersichtlich. Darin sind die Megatrends, die einen hohen Bezug zur Projektentwicklung in Gebäuden aufweisen, aufgeführt. Zur Eingrenzung in dieser Arbeit werden die Trends ohne Bezug oder mit indirektem Zusammenhang mit Gebäuden nicht weiter untersucht. Die Auswertung hat ergeben, dass die folgenden Megatrends aus der „Neo-Ökologie“ einen hohen Bezug zur Projektentwicklung aufweisen und einen direkten Einfluss auf die Projektentwicklung zeigen.

- Sharing Economy und
- Circular Economy/Kreislaufwirtschaft

¹³ zukunftsinstitut, www.zukunftsinstitut.de, Abruf am 13.06.2020, 08:19 Uhr

Megatrends	Stichworte mit Bezug zum Megatrend	Einflussmöglichkeit des Investors oder Projektentwickler (direkt/indirekt)	Kommentar
Sharing Economy	<ul style="list-style-type: none"> • neue Raum-/Arbeitskonzepte • flexible Arbeitsplätze (Coworking) 	direkt	<ul style="list-style-type: none"> • neue Raumkonzepte und flexible Gestaltungsmöglichkeiten • hochaktuell durch Covid-19 Krise.
Green Tech	<ul style="list-style-type: none"> • effiziente ressourcenschonende Gebäudetechnik im gesamtheitlichen Gebäudekonzept 	indirekt	<ul style="list-style-type: none"> • hoher Bezug zur Gebäudetechnik und –planer nötig
Zero Waste	<ul style="list-style-type: none"> • Reduktion von Baustellenabfällen • Reduktion von Abfällen im Gebäudebetrieb 	indirekt	<ul style="list-style-type: none"> • Thema in Bezug zu Bauvorhaben wird im Rahmen der Circular Economy berücksichtigt.
Urban Farming	<ul style="list-style-type: none"> • gesamtheitliches Gebäudekonzept 	indirekt	
Circular Economy	<ul style="list-style-type: none"> • Berücksichtigung von Konzepten, Materialien, Prozesse, die in die Kreislaufwirtschaft integriert werden können. 	direkt	<ul style="list-style-type: none"> • Thema ist sehr aktuell und interessant, auch weil noch Forschungsbedarf besteht. Herr Fries von Implenia sieht hier großes Potential.¹⁴
E-Mobility	<ul style="list-style-type: none"> • Thema Parkplatzbewirtschaftung und Mobilitätskonzept 	indirekt	<ul style="list-style-type: none"> • Thema Mobilität sprengt den Rahmen dieser Untersuchung.
Post-Carbon-Gesellschaft	<ul style="list-style-type: none"> • CO₂-Reduktion gem. politischer Strategie • 2000-Watt Gesellschaft 	indirekt	<ul style="list-style-type: none"> • Post-Carbon-Gesellschaft ist das Schlusszenario der Entwicklung, die durch politische Strategien angestrebt wird

Tab. 1: Bewertung Megatrends „Neo-Ökologie“¹⁵¹⁴ Telefonat mit Nicolas Fries, Projektentwickler bei Implenia, 02.06.2020¹⁵ Eigene Darstellung

2.3 Definition Megatrend Digitalisierung

Die Digitalisierung ist die große gesellschaftliche Umwälzung dieses Jahrhunderts. Die Verarbeitung von analogen zu digitalen Daten ist eine Veränderung, die auf allen Ebenen der Gesellschaft und Wirtschaft stattfindet. Da sich die Auswirkungen dieses neuen Trends noch nicht endgültig bewerten lassen, spielt hier noch viel Ungewissheit mit.

2.3.1 Definition Digitalisierung nach ROR und SBV

Die Digitalisierung wird nach ROR definiert als die Umwandlung von analogen Werten in digitale Formate. Die Auswirkungen der Digitalisierung als Megatrend auf die Raumentwicklung in der Schweiz bewertet das ROR als „enorm“¹⁶, da der Trend fast alle wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Bereiche betrifft. Die zunehmende Datenmenge aufgrund von digitaler Vernetzung, die vermehrte Verwendung von digitalen Geräten und das digitale Erfassen bestehender Informationen werden sich auf alle Lebensbereiche auswirken. Die Umsetzung der digitalen Transformation für die Bauwirtschaft hat der Schweizerische Baumeisterverband SBV im Jahr 2018 in einem Konzept ausgearbeitet und zeigt damit den Handlungsbedarf für das Schweizer Baugewerbe. Das Konzept enthält eine Strategie mit 3 Phasen in drei aufeinanderfolgenden Jahren (2019 bis 2021) die in der Vision des „Baumeisters 5.0“¹⁷ endet.¹⁸

2.3.2 Definition Digitalisierung nach dem Zukunftsinstitut

Im Rahmen der Digitalisierung nutzt das Zukunftsinstitut den Begriff „Konnektivität“, was als Folge der technologiegetriebenen Digitalisierung die soziale Vernetzung mit neuen Übermittlungstechnologien bedeutet. Indikator für den Megatrend ist die zunehmende Internetnutzung. Die Verbreitung des Internets, die

¹⁶ Rat für Raumordnung (2019): Megatrends und Raumentwicklung Schweiz, Bern, S. 29

¹⁷ Der Begriff „Baumeister 5.0“ definiert ein Unternehmen mit einem hohen Verständnis für alle digitalen Abläufe in seinem Systemumfeld. Er erkennt, nutzt und verbessert die für sein Unternehmen relevante digitale Ressourcen.

¹⁸ Schweizerischer Baumeisterverband (SBV), www.baumeister.ch, Abruf am 31.07.2020, 20:13 Uhr

Zugänglichkeit und Verfügbarkeit wie auch der Anstieg der sozialen Vernetzung führen dazu, dass der Megatrend „Konnektivität“ den gesellschaftlichen Wandel dominiert und ein neues Kapitel in der Gesellschaftsevolution einläutet. Das Zukunftsinstitut definiert die „Konnektivität“ als den wirkungsmächtigsten Megatrend unserer Zeit und erklärt, dass eine Neuordnung nur durch Netzwerkkompetenzen von Unternehmen und Individuen und durch ein ganzheitlich-systemisches Verständnis des digitalen Wandels erfolgreich stattfinden kann.¹⁹ Die zunehmende Automatisierung, künstliche Intelligenz und die virtuelle Realität sind beispielhafte Themen, die nicht nur die Industrie 4.0 beschäftigen sondern auch bei der Entwicklung von Gebäuden eine immer grösser werdende Rolle spielen.

2.3.3 Eingrenzung Megatrend Digitalisierung

Das Zukunftsinstitut hat weitere Strömungen zur Digitalisierung innerhalb des Megatrends „Konnektivität“ zusammengefasst. Analog zur Eingrenzung im Megatrend „Neo-Ökologie“ wurden auch für den Megatrend „Konnektivität“ anhand der Megatrend-Map (vgl. Abb. 1) alle Megatrends zugeordnet, tabellarisch aufgelistet und für die Betrachtung in der Projektentwicklung von Gebäuden bewertet. Die Auswahl wurde hier differenziert betrachtet, da die Digitalisierung eher mit neuen Methoden Prozesse wie alternative Bauweisen durch den technologischen Fortschritt unterstützen können. Nach dem folgenden Ablauf wurde die Auswahl für die weitere Untersuchung eingegrenzt:

1. Listung der Megatrends aus der Megatrend-Map, die direkt dem Megatrend „Konnektivität“ zugeordnet werden können,
2. Zuordnung der Megatrends, die einen hohen Bezug zur Projektentwicklung von Gebäuden aufweisen,
3. Recherche zur Berücksichtigung in der weiteren Arbeit.

Die Megatrends, die einen hohen Bezug zur Projektentwicklung aufweisen, wurden in der weiteren Arbeit berücksichtigt. Das Resultat ist in der nachfolgenden Tabelle (vgl. Tab. 2) ersichtlich. Darin sind alle Megatrends mit Bezug

¹⁹ zukunftsinstitut, www.zukunftsinstitut.de, Abruf am 19.06.2020, 09:13 Uhr

zu Gebäuden aufgeführt (vgl. Schritt 2 oben) und ersichtlich, ob der Megatrend in der vorliegenden Arbeit berücksichtigt wird. Die Analyse hat ergeben, dass die folgenden Megatrends im Rahmen der Konnektivität einen hohen Bezug zur Projektentwicklung aufweisen und wo möglich, in dieser Arbeit Bezug zu genommen wird.

- Künstliche Intelligenz,
- 3D-Printing,
- Big Data und
- Internet of Things.

Name des Megatrends	Stichworte mit Bezug zum Megatrend	Berücksichtigung in der vorliegenden Arbeit
Künstliche Intelligenz	<ul style="list-style-type: none"> • Vereinfachtes Datenmanagement durch Unterstützung von KI (digitales Bauen) 	ja
3D-Printing	<ul style="list-style-type: none"> • Anfertigung von Gebäudematerialien und -teile (Experimentalgebäude «Nest» ETH Zürich) 	ja
Augmented Reality	<ul style="list-style-type: none"> • Objektplanung und -verkauf durch virtuelle Planung und Begehung in einem virtuell dargestellten Projekt 	nein
Big Data	<ul style="list-style-type: none"> • Big Data ist für die Anwendung in verschiedenen digitalen Tools z. B. für Bauprozesse relevant. (BIM) 	ja
Blockchain	<ul style="list-style-type: none"> • Datentransparenz der Eigentumsverhältnisse. Digitale Transaktionen/Einsatz bei Transaktionen und Dokumentationen z. B. Grundbuchamt und Smart Contracts 	nein
Carsharing	<ul style="list-style-type: none"> • Kann als Thema des Mobilitätskonzepts in der Gebäudeentwicklung berücksichtigt werden 	nein
Internet of Things (IoT)	<ul style="list-style-type: none"> • Digitale Vernetzung von physischen Gegenständen mit dem Internet (Gebäudeautomation) 	ja
Smart City	<ul style="list-style-type: none"> • Das Thema Smart City würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen und müsste als losgelöstes Thema berücksichtigt werden 	nein
Smart Devices	<ul style="list-style-type: none"> • Gebäudetechnik und MSRL 	nein

Tab. 2: Bewertung Megatrends „Digitalisierung“²⁰

²⁰ Eigene Darstellung

2.4 Definition Projektentwicklung Gebäude

Der Begriff der Projektentwicklung bei Gebäuden wird in der Fachliteratur nicht einheitlich erläutert und wird daher in diesem Kapitel für die weitere Untersuchung definiert und eingegrenzt.

In der Schweiz wird die SIA (Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein) als national gültiger Standard im Bauwesen angewendet. Im SIA Leistungsmodell 112 (11/2004) ist die erste Phase in einem Immobilienprojekt als „Strategie“ oder „Strategische Planung“ definiert. In dieser Phase werden die Ziele und Rahmenbedingungen für die Entwicklung eines Gebäudes definiert. Ausgangslage dabei sind die Bedürfnisse und Wünsche des Auftraggebers im zeitlichen, räumlichen und gesellschaftlichen Kontext. In dieser Phase gibt er die Richtung des weiteren Projektverlaufs vor und definiert den Rahmen, in welchem die Entwicklung des Gebäudes stattfindet.²¹ Die wichtige Rolle des Auftraggebers in dieser frühen Phase bestätigt auch ein Schweizer Projektentwickler, der den Auftraggeber²² bzw. die Investoren und Eigentümer als größte Treiber für die Berücksichtigung von Innovationen und Trends in der Entwicklung von Gebäuden definiert. Die Projektentwickler haben je nach Projekt nur begrenzt Handlungsspielraum auf die Einbringung von Ideen und Innovationen. In bestimmten Fällen, insbesondere wenn der Projektentwickler die Rolle des Auftraggebers einnimmt, ist der Handlungsspielraum aber groß. Es besteht auf beiden Seiten Bedarf, künftige Trends in der heutigen Entwicklung von Gebäuden zu berücksichtigen und entsprechende Anforderungskataloge anzuwenden.²³

²¹ Menz, <https://map.arch.ethz.ch/artikel/1/strategie>, Abruf am 07.08.2020, 10:15 Uhr

²² Der Auftraggeber, Investor, Bauherr oder Eigentümer entspricht der höchsten Entscheidungsinstanz in einem Bauprojekt.

²³ Telefonat mit Nicolas Fries, Projektentwickler bei Implenia, 02.06.2020

2.5 Fazit zur Trendeingrenzung

Aus der Untersuchung zur Eingrenzung der Megatrends in der vorliegenden Arbeit wurde zum Thema Klimawandel auf die Trends Sharing Economy und Circular Economy eingegrenzt, weil diese Themen einen hohen Bezug zur Projektentwicklung von Bauvorhaben aufzeigen (vgl. Kap. 2.2.3.). Von dem Megatrend der Digitalisierung profitiert die Bauwirtschaft durch neue Vorgehensweisen die zu effizienteren Arbeitsweisen führen können. In der weiterführenden Untersuchung wird die Entwicklung entsprechender Methoden aus den Themen der Künstlichen Intelligenz, 3D-Printing, Big Data und Internet of Things, in den Trends Sharing Economy und Circular Economy untersucht (vgl. Kap. 2.3.3.). Die nachfolgende Abbildung stellt diese Trendanalyse grafisch dar (vgl. Abb. 2).



Abb. 2: Eingrenzung der Megatrends²⁴

²⁴ Eigene Darstellung

3 Megatrend: Sharing Economy

Die Sharing Economy ist ein neues Wirtschaftsmodell zur gemeinschaftlichen Nutzung verschiedenster materieller und immaterieller Dinge. Dadurch kann unter anderem die Lebensdauer von Produkten verlängert und wertvolle Ressourcen geschont wie auch Flächen effizient genutzt werden. Den „Sharing“ Gedanken haben Anbieter wie Uber, Airbnb, Ebay, Sharoo und Mobility mit erfolgreichen Geschäftsideen umgesetzt und weltweit populär gemacht. Im Rahmen dieser Untersuchung wird der Fokus auf die gemeinsame Nutzung von Gegenständen und Flächen gelegt, die in Verbindung mit der Entwicklung von Gebäuden stehen.

3.1 Leasing und Crowdfunding

Eine Analyse zur gemeinsamen Nutzung von Gegenständen in der Bauwirtschaft hat hervorgebracht, dass der Markt eine große Anzahl von Finanzierungsmöglichkeiten für Gegenstände bietet, wie beispielsweise Leasing oder Miete für Baumaschinen oder Kräne. Damit können z. B. Bauherren finanziell flexibel bleiben und auf einen modernen Maschinenpark zugreifen. Ebenfalls im Trend steht die Fremdfinanzierung von Mobiliar, Energie, Technik und Beleuchtungen, die durch Leasing, Mietkauf und Contracting bei Zwischenhändlern erworben werden können.

Ein weiteres Thema der Sharing Economy in Zusammenhang mit Immobilien ist das Crowdfunding im Bereich der Immobilienfinanzierung. Der Trend wird in der Schweiz durch die Hochschule Luzern analysiert, die anhand eines jährlichen Berichts (Crowdfunding Monitor Switzerland) eine Marktanalyse über die Entwicklung des Crowdfundings in der Schweiz publiziert. Darin wird Crowdfunding wie folgt definiert: *„Crowdfunding ist eine Finanzierungsform von Projekten über das Internet. Das Konzept basiert darauf, dass in der Regel eine Vielzahl von Menschen Geld für kulturelle, soziale oder kommerzielle Projekte aufbringt. Die*

*Kommunikation zwischen Investor und Kapitalnehmer erfolgt internetbasiert.*²⁵

Der Bericht zeigt, dass sich jedoch immer öfters professionelle Investoren auf der Suche nach neuen Renditemöglichkeiten entgegen des „Sharing“-Gedankens in den Markt drängen.²⁶

3.2 Coworking

Bei Büroflächen wird der Megatrend der Sharing Economy durch neue Arbeitsformen und flexible Arbeitsplatzmodelle, die aus veränderten gesellschaftlichen Bedürfnissen stammen, vorangetrieben. Beispiele für eine flexible Arbeitsplatzgestaltung ist das Home Office, mobiles Arbeiten von unterwegs oder die Nutzung von Shared Offices. Letztere umfasst ein Büroflächenangebot für einen ortsunabhängigen, flexiblen und mobilen Arbeitsplatz. Gemäss Immodea, einem führenden Entwickler von flexibler Arbeitsplatzgestaltung in der Schweiz, kann der Begriff Shared Offices unterteilt werden in Coworking Spaces, Flex Office und Businesscenter.²⁷ Für die weitere Untersuchung wird das Konzept der Coworking Spaces als ein wichtiger und hochaktueller Trend genauer betrachtet.

3.2.1 Verbreitung und Entwicklung von Coworking Spaces

Nach einer Studie von Deloitte zum Arbeitsplatz der Zukunft ist die Nachfrage nach flexiblen Arbeitsplätzen unter anderem auf die folgenden Faktoren zurückzuführen:²⁸

- Die Mehrheit der Beschäftigten in der Schweiz arbeitet im Dienstleistungssektor. Diese Arbeitnehmer sind häufig orts- und zeitunabhängig und suchen vermehrt flexiblere Arbeitsweisen, u. a. auch um ungünstige Arbeitswege zu vermeiden,

²⁵ Dietrich/Amrein, Crowdfunding Monitor Schweiz 2020, 2020, S. 7

²⁶ Dietrich/Amrein, Crowdfunding Monitor Schweiz 2020, 2020, S. 21/30

²⁷ Immodea, Shared Office Monitor 2019, 2019, S. 4

²⁸ Deloitte AG, Der Arbeitsplatz der Zukunft: Wie digitale Technologie und Sharing Economy die Schweizer Arbeitswelt verändern, 2016, S. 5/6

- die Arbeitgeber können Fixkosten einsparen und Flächen effizient nutzen. Internationale Großunternehmen (z. B. Swiss Re, ZKB, Google) stellen heute bereits Teile ihrer Büroflächen externen Nutzern zur Verfügung, um ihr Flächenangebot optimal zu nutzen. Mit dem Konzept der gemeinsamen Nutzung von Flächen können Leerstände vermieden und die Flächenauslastung verbessert werden und
- die Digitalisierung unterstützt den Trend durch die Entwicklung digitaler Arbeitsinstrumente.

Eine Marktanalyse von Immodea zeigt, dass sich Coworking Spaces im Vergleich zu Flex Offices und Businesscenter am schnellsten etablieren.²⁹ In der folgenden Grafik wird diese Entwicklung von 2001 bis 2018 dargestellt. Die Prognose für die Entwicklung der Anzahl von Coworking Spaces geht von einem weiteren Anstieg für die Jahre 2019 und 2020 aus.

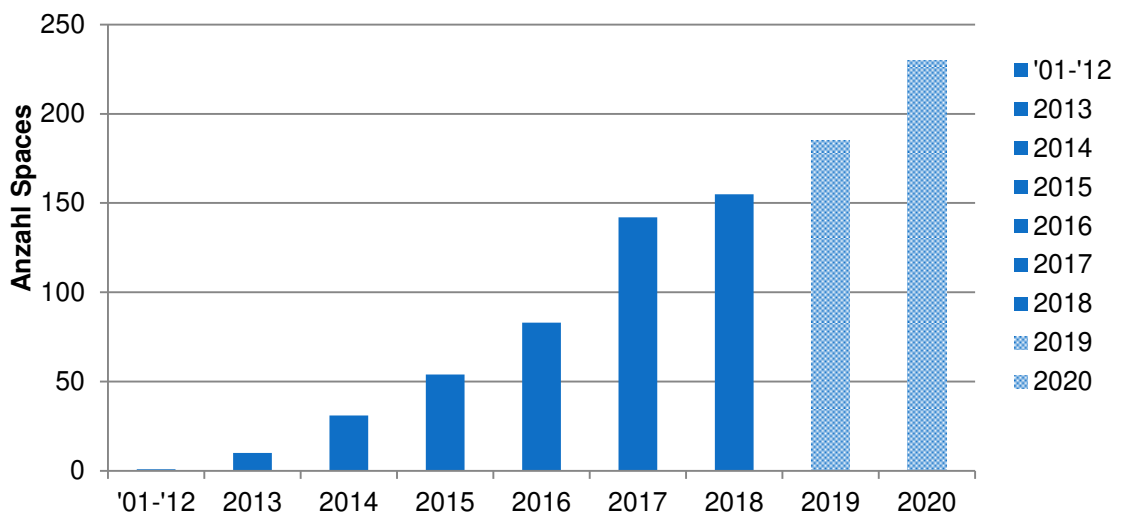


Abb. 3: Anzahl Coworking Spaces in der Schweiz³⁰

Nach einer Umfrage von Deloitte zur Veränderung der Nachfrage nach flexiblen Büroplätzen im Jahr 2016 haben die Mehrheit der Anbieter von Schweizer Coworking Spaces angegeben, dass die Nachfrage in den letzten 12 Monaten zugenommen hat und sie davon ausgehen, dass die Nachfrage weiter steigen

²⁹ Immodea, Shared Office Monitor 2019, 2019, S. 7

³⁰ Eigene Darstellung, vgl. Immodea Coworking Solutions, Shared Office Monitor 2019, 2019, S. 6

wird. Entsprechend reagiert knapp die Hälfte der Anbieter mit einem Ausbau des Angebots.³¹

Es wird davon ausgegangen, dass der Wunsch nach alternativen Arbeitsformen durch die COVID-19 Krise und somit die Nachfrage von Coworking Spaces weiterhin ansteigen wird.³² Das Angebot der Coworking Spaces ist heute hauptsächlich in Ballungszentren – vor allem in der Region Zürich – verbreitet, da sich dort die bisher größte Nachfrage ergab.³³

Für die Entwicklung des Anforderungskatalogs für Coworking Spaces in Kap. 5.1 wurden die Checklisten der WorkingSmart Initiative zur Erstellung eines Coworking Spaces und die Erkenntnisse einer Studie zum Coworking von der Universität St. Gallen, 2016³⁴ zusammengetragen.

3.2.2 Digitale Landschaft von Coworking Spaces

Die Digitalisierung spielt bei der Entwicklung eines Coworking Spaces eine wesentliche Rolle. Zum Beispiel müssen auf der Anbieterseite flexible, leicht zugängliche Angebots-Plattformen geschaffen und moderne, digitale Landschaften für die Vernetzung der Co-Worker³⁵ im Coworking Space zur Verfügung gestellt werden. Schnelles WLAN, Netzwerksicherheit und moderne Endgeräte gehören dabei zur Grundinfrastruktur. Das Forschungs- und Beratungsunternehmen „Crisp“ zeigt im Rahmen einer Studie zum Technologieangebot der Coworking Spaces die Vorteile umfassender digitaler Business Services für den digitalen Arbeitsplatz („Digital Workspaces“) auf. Allen voran gilt es, die Vernetzung zwischen den Co-Workern und dem Coworking Space durch einfache und flexible IT-Strukturen zu optimieren, um die Produktivität des digitalen Arbeitsplatzes zu steigern und somit ein attraktives Arbeitsumfeld für Co-Worker zu

³¹ Deloitte AG, Der Arbeitsplatz der Zukunft: Wie digitale Technologie und Sharing Economy die Schweizer Arbeitswelt verändern, 2016, S. 12

³² Z'Rotz, www.baublatt.ch, Abruf am 01.06.2020, 08:45 Uhr

³³ Immodea, Shared Office Monitor 2019, 2019, S. 8

³⁴ Josef/Back, Coworking aus Unternehmenssicht –Serendipity-Biotop oder Fluchtort?, 2016

³⁵ Co-Worker sind Nutzer von Coworking Spaces

gestalten.³⁶ Es gilt, einen spezifischen Technologie Stack für den Coworking Space zu definieren. Ein Technologie Stack ist in der IT-Branche das Daten-Ökosystem einer Anwendung und als eine Art digitale Landkarte des Systems anzusehen. Darin werden alle Technologiedienste die für die Anwendung notwendig sind aufgezeigt, auch dessen Leistungsmerkmale, die wichtig zur Einschätzung der Programmierer für allfällige Änderungen sind.³⁷ In der folgenden Übersicht sind die wesentlichen Punkte eines Coworking Technologie-Stacks zusammengefasst:

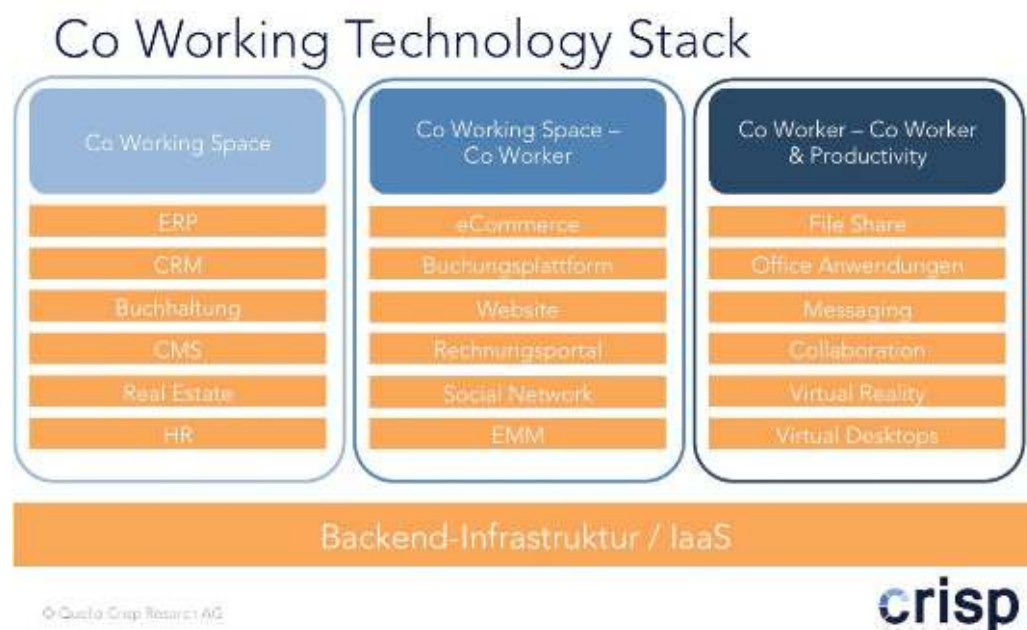


Abb. 4: Übersicht von Technology-Stacks für Coworking Spaces³⁸

³⁶ Schwalm, www.crisp-research.com, Abruf am 05.06.2020, 16:09 Uhr

³⁷ Mixpanel, <https://mixpanel.com>, Abruf am 05.06.2020, 16:44 Uhr

³⁸ Crisp Research AG, www.crisp-research.com, Abruf am 05.06.2020, 17:12 Uhr

Die Global Workspace Association (GWA)³⁹ hat im Jahr 2018 einen Leitfaden entwickelt, der die wesentlichen digitalen Werkzeuge und Tools dafür definiert.⁴⁰ Abgeglichen mit dem Coworking Technologie Stack in Abb. 4 können abschließend die folgenden beispielhaften Punkte für das Technologieangebot eines Coworking Spaces genannt werden:

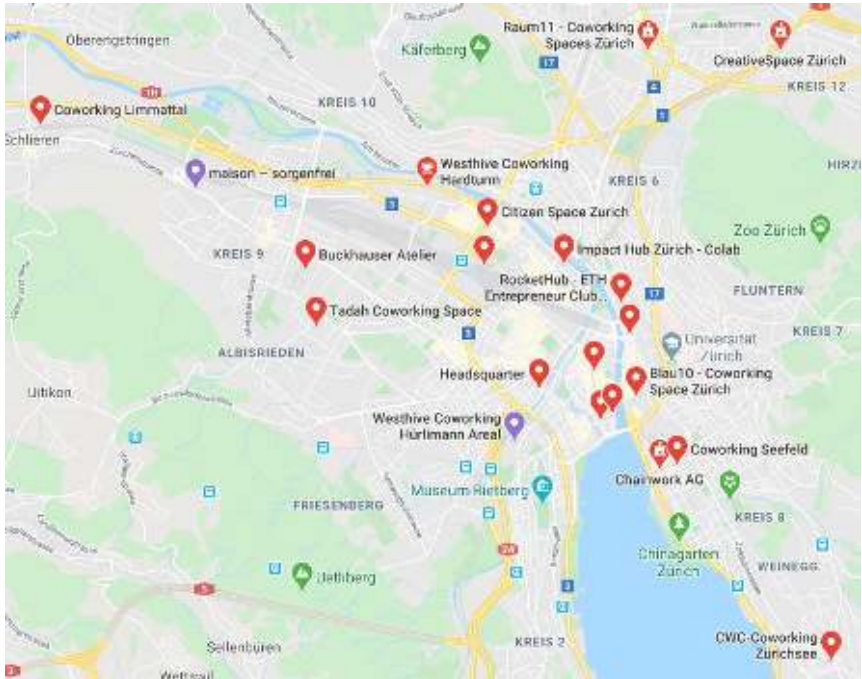
- Marketing: CRM, Social Media, SEO,
- Member Management: Zahlungssystem (Front-End und Back-End), Zugang und Buchungsplattform, Tools für die Vernetzung und Austausch der Coworker,
- Hardware: Bildschirme, Buchungssysteme vor Ort, Drucker und Scanner,
- Internet Technologie: Glasfasernetz, WLAN und Access-Points und
- generelle Business Tools: Buchhaltungssystem, Projektmanagement-Tools (Arbeiten im Team).

In der folgenden Tabelle („Trendkatalog“) werden die wichtigsten Erkenntnisse aus der Analyse zur Verbreitung des Trends in der Schweiz zusammengefasst. Der Trendkatalog berücksichtigt die folgenden Themen als erste Entscheidungshilfe für die Entwicklung von Coworking Spaces in der Stadt Zürich:

- Die Marktrelevanz von Coworking Spaces und der Nutzen für die Investoren und die Gesellschaft werden aufgezeigt,
- die Bedürfnisse des Co-Workers zeigen die Anforderungen an Coworking Spaces aus Sicht der Nutzer,
- Einflüsse auf die Themen Ressourcen und Mobilität und
- eine Literaturübersicht über aktuelle Studien zum Thema.

³⁹ Die GWA ist eine internationale Vereinigung von Fachleuten, die Shared Offices betreiben, gestalten, besitzen und in sie investieren. Die GWA entwickelt Ressourcen für die Weiterentwicklung flexibler Büros.

⁴⁰ Global Workspace Association (GWA), Coworking Tech and Tools Guide, 2018

Trendkatalog	1. Sharing Economy
Thema	1.1 Shared Offices: Coworking – Teil A
Marktrelevanz	
Verbreitung (CH)	<ul style="list-style-type: none"> • 391 Shared Offices, davon 41 in der Region Zürich
Marktteilnehmer	<ul style="list-style-type: none"> • Markspace, Citizen Space, Office LAB, Impact Hub Zürich, Büro Züri (ZKB), Wespace, westhive
Marktanteil	<ul style="list-style-type: none"> • Anteil Shared Offices bei 0.9% der Büroflächen (Stand 07/2020) • Anteil Coworking bei 0.6% der Büroflächen (Stand 07/2020)
Marktprognose	<ul style="list-style-type: none"> • Prognose bei 5-10% der Bürofläche 2025
Verbreitung in Zürich	<p>Mehr als 80 Coworking Spaces in Zürich. Eine Auswahl der am besten bewerteten Standorte bei Google (5 Sterne) sind u. a.: Citizen Space Zürich, Blau10, Raum11, Westhive, Impact Hub Zürich.</p>  <p>Abb. 5: Standorte von Coworking Spaces in Zürich⁴¹</p>
Nutzen für Stakeholder	
Portfoliomanager/ Investor	<ul style="list-style-type: none"> • Höhere Diversifikation eines Portfolios • Leerstände können vermieden werden • Nutzungsflexibilität kann erhöht werden • Nachfrage nach Coworking Spaces wird zunehmen
Gesellschaft	<ul style="list-style-type: none"> • Förderung neuer Arbeitsmodelle durch Bereitstellen entsprechender Arbeitsplatzflächen • Förderung von mobilem und flexiblen Arbeiten

⁴¹ Google Maps, Treffer für „Coworking Spaces Zürich“, Abruf am 01.06.2020, 14:30 Uhr

Trendkatalog	1. Sharing Economy
Thema	1.1 Shared Offices: Coworking – Teil B
Bedürfnisanalyse der Nutzer	
Co-Worker	<ul style="list-style-type: none"> • Privatsphäre und Ruhezonen • Moderne und hochtechnologisierte Ausstattung • Effizientes und einfaches Buchungssystem • Finanzierbare Alternative zum klassischen Büro • Orte zum Austausch und Förderung der Vernetzung • Community-Gedanke wird gefördert
Einfluss auf Klimawandel	
Ressourcen	<ul style="list-style-type: none"> • Materialökologische Betrachtung des Innenausbau • Flächeneffiziente, nachhaltige Raumkonzepte • Flächenauslastung wird erhöht • Gemeinsame Nutzung von Ressourcen
Mobilität	<ul style="list-style-type: none"> • Lange Arbeitswege werden vermieden • Entlastung des Straßen- und Schienenverkehrs • Kurze Wegzeiten zu vollausgestatteten Arbeitsplätzen • Einsparung von jährlichen CO₂-Emissionen von ca. 0.5 Mio. t CO₂.⁴²
Weiterführende Literatur	
<ul style="list-style-type: none"> • VillageOffice: Das Netzwerk VillageOffice fördert die regionale Entwicklung von Coworking Spaces. Mit den zur Verfügung gestellten Arbeitshilfen bietet das Netzwerk neben Checklisten und Hintergrundinformationen auch eine umfassende Beratung für die Realisierung eines Coworking Projekts. • Immodea (Shared Office Monitor, Immodea 2019): Der Shared Office Monitor der Immodea zeigt die aktuellen Treiber, Risiken und Möglichkeiten und gibt Hintergrundinformationen für den Markt • Studie Coworking Uni St.Gallen, 2016 Die Universität St. Gallen hat im Jahr 2016 zum Thema Coworking in der Schweiz eine umfassende Studie zusammen mit Microsoft und Swisscom erarbeitet. Die Studie zeigt neben einer umfassenden Grundlagenermittlung des Begriffs Coworking Space anhand von Umfragen, welche Bedürfnisse die Nutzer an Coworking Spaces haben und welchen Nutzen Unternehmen aus der Entwicklung von Coworking Spaces haben. • Work Smart Initiative (https://work-smart-initiative.ch/de/) Mit der Work Smart Initiative haben sich bisher 246 Organisationen (ca. 105.000 Arbeitnehmer) zur Transformation von fixen zu neuen, flexiblen, ortsunabhängigen Arbeitsformen entschieden. 	

Tab. 3: Trendkatalog Shared Offices: Coworking (A & B)

⁴² Meyer, www.beobachter.ch, Abruf am 01.06.2020, 10:10 Uhr

4 Megatrend: Circular Economy

Das heutige Wirtschaftssystem ist linear und berücksichtigt nur ein Recycling nach Nutzung bzw. Konsum. Dies führt zu einer zunehmenden Verknappung von Ressourcen und einer Zunahme von Emissionen. In einer Kreislaufwirtschaft werden Produkte und Materialien dagegen in einem geschlossenen System betrachtet. Die nachstehende Abbildung zeigt, wie der Lebenszyklus eines Produktes in der Kreislaufwirtschaft betrachtet wird. In einem linearen System endet der Zyklus nach dem Konsum mit der Verbrennung oder Lagerung auf einer Deponie. Das System der Kreislaufwirtschaft nutzt die Potentiale des Teilens, Wiederverwendens, Reparierens und Wiederaufbereitens noch vor dem Recycling und fördert so in einem ganzheitlichen Ansatz die möglichst lange Nutzung eines Materials oder Produktes.⁴³



Abb. 6: Darstellung der Kreislaufwirtschaft⁴⁴

⁴³ Bafu, www.bafu.admin.ch, Abruf am 03.06.2020, 18:13 Uhr

⁴⁴ Ebd.

Das Bundesamt für Umwelt (BAFU) hat in einem Bericht zur Umweltbelastung in der Schweiz anhand einer Analyse zum Abfallaufkommen hervorgebracht, dass der größte Anteil am Gesamtabfallaufkommen in der Schweiz durch die Bautätigkeit entsteht.⁴⁵ Die nachstehende Grafik zeigt, dass ein Anteil von ca. 84% Aushub-, Ausbruch- und Rückbaumaterialien zugerechnet werden kann.

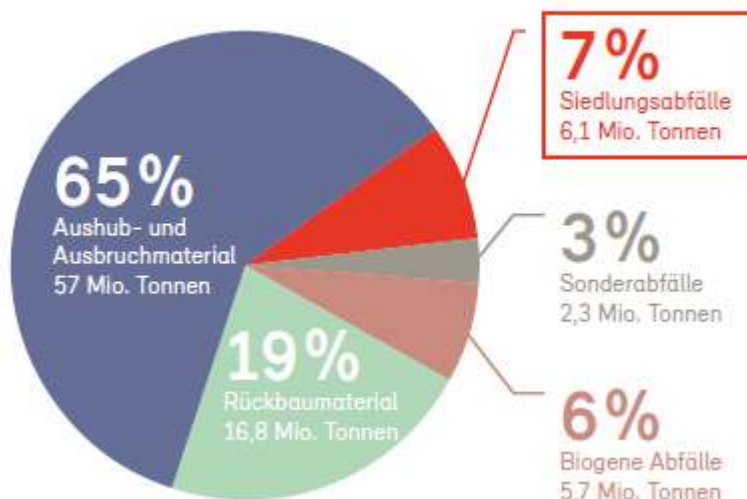


Abb. 7: Anteil Abfallaufkommen in der Schweiz⁴⁶

Der Verwertungsanteil bei Rückbaumaterialien⁴⁷ liegt dabei bei ca. 70% und bei Aushub und Ausbruchmaterial bei ca. 75%. Pro Jahr werden zudem ca. 73 Mio. Tonnen neues Baumaterial im Schweizer Gebäudepark verbaut. Die immensen Mengen an Abfall, die damit verbundene Umweltbelastung und CO₂-Emissionen und die Verknappung von Rohstoffen führen dazu, dass die Bauwirtschaft als großer Verursacher mit hohem Handlungspotential für Themen aus der Kreislaufwirtschaft gilt.

Das kreislauffähige Bauen bedeutet Gebäude so zu entwickeln, dass nur wiederverwendete oder wiederverwertete Materialien in das Gebäude verbaut wer-

⁴⁵ Anwander/Göttin/Rohn-Brossard/Schmid/Schwarz/Siegwart/Wüest, Umwelt Schweiz 2018, 2018, S. 161

⁴⁶ Ebd.

⁴⁷ Betonabbruch und Strassenaufbruch (Kies/Sand) machen mit knapp 68% den grössten Anteil aus. Der restliche Anteil besteht aus Ausbauaspalt, Mischabbruch (Mauerwerk) und restliche Materialien wie Holz, Metalle, Glas und Gips)

den. Ein erstes Pilotprojekt zur zirkulären Bauweise wurde in Zürich vom Forschungsinstitut EMPA in Zusammenarbeit mit verschiedenen Partnern aus der Wirtschaft entwickelt. Das komplette Gebäude (namens Empa NEST) soll dabei sortenrein trennbar sein und unter dem Aspekt der Wiederverwendbarkeit erstellt werden. Auch wurden die Anforderungen an eine ansprechende Architektur und gesellschaftliche Akzeptanz gestellt. Das Empa NEST wurde im Februar 2018 eröffnet und gilt als Vorzeigeprojekt für kreislauffähiges Bauen in der Schweiz (vgl. Abb. 8). Die Räume werden momentan für den Zeitraum von fünf Jahren mit zwei Studenten auf die Bewohnbarkeit getestet.⁴⁸



Abb. 8: Außenansicht auf das Empa NEST⁴⁹

Für die Entwicklung von Bauprojekten unter dem Aspekt der Kreislaufwirtschaft besteht zurzeit keine umfassende Methode oder Leitfaden zur Anwendung und Bewertung im ganzheitlichen Kontext. Vielmehr werden einzelne Themen daraus in verschiedenen Nachhaltigkeitslabels, Normen und Empfehlungen behandelt. Ziel dieses Kapitels ist es daher, einen ganzheitlichen Kontext zu den relevanten Themen aus der Kreislaufwirtschaft für die Projektentwicklung zu

⁴⁸ Marchesi, „NEST“ Urban Mining, www.empa.ch, Abruf am 01.07.2020, 11:45 Uhr

⁴⁹ Ebd.

schaffen. Dazu werden nachfolgend in einem ersten Schritt Themen aus der Kreislaufwirtschaft für die weiterführende Untersuchung bestimmt.

4.1 Themeneingrenzung zirkuläre Bauweise

Der Planungs- und Bauprozess ist ein vielschichtiger, mehrjähriger Prozess, der eine Vielzahl von Akteuren umfasst und von der ersten Idee des Auftraggebers bis zum Rückbau eines Gebäudes mehrere Phasen durchläuft. In diesen Phasen werden hohe Anforderungen an das Gebäude zur ökonomischen und ökologischen Qualität unter Berücksichtigung von gesellschaftlichen Aspekten und Baukultur gestellt.⁵⁰ Dies umfasst Themen wie z. B. die Wiedererkennbarkeit der lokalen Baukultur, die gesellschaftliche Akzeptanz und die ökologische Nachhaltigkeit. Eine kreislauffähige Bauweise berücksichtigt diese Qualitäten und setzt einen hohen Fokus auf die ökologische und ökonomische Nachhaltigkeit. Da die Themenvielfalt der Kreislaufwirtschaft sehr umfassend ist, werden für die weiterführende Untersuchung Fokusthemen bestimmt, die in der weiteren Arbeit detailliert untersucht werden. Zur Bestimmung dieser Themen wird auf die folgende Literatur zurückgegriffen: Die Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB) hat im Januar 2019 die Bedeutung der Kreislaufwirtschaft für die Anwendung in einem Bauvorhaben in einem Bericht definiert. Darin werden Kriterien aufgeführt, die als Orientierungshilfen für ein kreislauffähiges Bauen geprüft werden können.⁵¹ Diese wurden zur Eingrenzung in dieser Arbeit mit den Grundsätzen des kreislauffähigen Bauens vom Schweizer Verein eco-bau⁵² abgeglichen.⁵³ Die Themen zeigen einen hohen Bezug zur Projektentwicklung und werden in Abfolge zum Planungs- und Bauprozess von der Strategie bis zum Rückbau eines Gebäudes aufgeführt.

⁵⁰ Menz, <https://map.arch.ethz.ch/artikel/51/Planungs--und-Bauprozess>, Abruf am 07.08.2020, 17:09 Uhr

⁵¹ Durán/Lemaitre/Braune, Circular Economy: Kreisläufe schliessen heisst zukunftsfähig zu sein, DGNB, 2019

⁵² Zusammenschluss von Bauämtern von Bund, Kantonen und Städten mit dem Zweck, das ökologische und gesunde Bauen für Planer und Architekten in allen Bauphasen zu fördern und Instrumente dafür zu entwickeln.

⁵³ Sintzel, Bauen in der Kreislaufwirtschaft. Nachhaltig Bauen, 2019, S. 64-66

- **Nutzenpotential für Investoren:**
Dem Investor wird in der Strategiephase der Nutzen einer kreislauffähigen Bauweise aufgezeigt damit er unterstützend und proaktiv im Entscheidungsprozess mitwirken kann.
- **Flexible Bauweise, Systemtrennung und Materialwahl unter kreislauffähigen Aspekten:**
In der Planung werden Konzepte und Strategien (z. B. Einsatz von kreislauffähigen Materialien und Berücksichtigung einer flexiblen Bauweise) aus der Kreislaufwirtschaft berücksichtigt und entsprechend umgesetzt. Eine gesamtheitliche Planung und Interaktion aller Projektbeteiligter ist dafür ausschlaggebend. Bei der Erstellung wird durch den Einsatz moderner Technologien eine ressourcenschonende Bauweise begünstigt.
- **Nachhaltiger Gebäudebetrieb:**
Im Betrieb und während der Nutzungsphase ist ein effizienter Unterhalt und Wartung von technischen Anlagen und Gebäudeteilen wichtig, um den Wert des Gebäudes zu erhalten. Unter anderem kann durch eine proaktive Instandhaltungsstrategie (Energie-/Betrieboptimierung) die Nutzungsdauer von Bauteilen verlängert werden.
- **Wiederverwendbarkeit von Gebäudematerialien:**
Es werden Strategien entwickelt und Plattformen genutzt, die das Prinzip der Wiederverwendung von Bauelementen bei einer Nutzungsänderung, Sanierung oder Rückbau berücksichtigen.
- **Recycling (Wiederverwertung):**
Bevor die Gebäudematerialien nach ihrer Lebensdauer deponiert werden, werden sie in ihre Bestandteile zerlegt, wiedergenutzt oder hochwertig recycelt.

4.2 Identifikation des Nutzens für den Investor

Großer Treiber für Innovationen in einem Bauvorhaben ist der Auftraggeber (Vgl. Kap. 2.4). Durch seine Überzeugung und Motivation ist die Integration kreislauffähiger Konzepte in einem Immobilienprojekt erst möglich. Investoren können mit neuen, innovativen Ideen und entsprechenden Leuchtturmprojekten den Weg für marktfähige Produkte ebnen, die gesellschaftliche Akzeptanz erhöhen und in der Politik zur Schaffung von Rahmenbedingungen und Standards führen. Es ist daher wichtig, dem Investor bereits in der Strategieweise das Potential kreislauffähiger Konzepte zu verdeutlichen. Um diesen Nutzen aus verschiedenen Perspektiven aufzuzeigen, wurden nachfolgend finanzielle und wirtschaftliche wie auch ökologische und gesellschaftliche Anreize untersucht. Aus dieser Analyse soll ein Flyer hervorkommen, der dem Auftraggeber auf eine grafisch ansprechende Weise den Nutzen der Kreislaufwirtschaft für sein Bauvorhaben aufzeigt.

- Investitionsentscheide

Die IPB hat zusammen mit der KBOB im Jahr 2010 in einer Studie⁵⁴ ermittelt, wie hoch der finanzielle Mehrwert durch die Berücksichtigung der Nachhaltigkeit sein kann. Die Studie zeigt, dass die Investoren mit den heute üblichen Verfahren eine ungenügende Entscheidungsgrundlage für Investitionen bezüglich Nachhaltigkeit in Bauvorhaben aufweisen. Dies ist u. a. durch eine fehlende Grundlagenstudie oder auf Fehlentscheidungen zurückzuführen, die durch die Minimierung des Risikos und Maximierung der Rendite getrieben sind.⁵⁵ Die Studie zeigt weiter, dass die Berücksichtigung der Nachhaltigkeit nachweislich zu höheren Verkaufspreisen führen, den Immobilienwert steigern und mit einer hohen Wahrscheinlichkeit zu niedrigeren Lebenszykluskosten führen wird.

⁵⁴ Rütter-Fischbacher/Caspar/Leu, Nachhaltiges Immobilienmanagement: Die Risiken von morgen sind die Chancen von heute. Eine Anleitung zum Handeln, 2010, S. 65

⁵⁵ Es gibt Unterschiede bei den Investorengruppen die mehr oder weniger nachhaltig handeln. Dies wird hier nicht weiter berücksichtigt.

Die Gewichtung von Nachhaltigkeitsaspekten aus einer ökonomischen Sichtweise in einem Bauvorhaben kann durch den am CCRS entwickelten Economic Sustainability Indicator (ESI) einbezogen werden. Die Methode misst das langfristige Risiko einer Immobilie bezüglich Werterhalt aufgrund der Herleitung der folgenden Nachhaltigkeitsmerkmale: Flexibilität, Energie- und Wasserabhängigkeit, Erreichbarkeit und Mobilität, Sicherheit, Gesundheit und Komfort.⁵⁶

- Image und Akzeptanz

Das Image und die öffentliche Wahrnehmung des Investors werden durch die Vermarktung von innovativen, nachhaltigen Gebäudelösungen begünstigt. Spätestens seit Gretha Thunbergs medialem Auftritt ist dieses Thema in der breiteren Gesellschaft angekommen. Auch die Covid-19 Krise und das dadurch verstärkte Bewusstsein der Fragilität unserer Umwelt begünstigen diese Akzeptanz. Eine ansprechende Architektur, verantwortungsvoller Umgang mit dem Baumaterial und eine hohe Nutzerzufriedenheit sind Beispiele für die Imagewirkung eines Gebäudes

- Nutzerkomfort und Betriebskosten

Eine kreislauffähige Bauweise schafft einen Mehrwert für Nutzer und Investor. Sie erhöht den Nutzerkomfort und steigert die Produktivität von Mitarbeitern durch ein gesundes Innenraumklima. Dies ist dadurch gegeben, dass eine kreislauffähige Bauweise Materialien und technische Installationen nutzt, die sich positiv auf das Innenraumklima auswirken (z. B. durch die schadstofffreie Produktwahl im Innenausbau). Die Betriebs- und Energiekosten werden durch einen optimalen Ressourceneinsatz (Einsatz von regenerativen Energiequellen), effiziente und intelligente Gebäudetechnik und Steuerung und die frühzeitige Berücksichtigung von Energie- und Betriebsoptimierung reduziert.

⁵⁶ Rütter-Fischbacher/Caspar/Leu, Nachhaltiges Immobilienmanagement: Die Risiken von morgen sind die Chancen von heute. Eine Anleitung zum Handeln, 2010, S. 71

- **Flexibilität und Nutzungsdauer**
Mit einer flexiblen Bauweise z. B. durch die Berücksichtigung der Systemtrennung⁵⁷ kann der Eigentümer/Investor mit wenig Aufwand rasch und flexibel auf Marktentwicklungen reagieren, ohne bauliche Eingriffe vornehmen und die Grundsubstanz verändern zu müssen. Durch den Einbau vorgefertigter Module und Bauteile können Ressourcen geschont und der Bauprozess verkürzt werden. Innovative Technologien und digitale Arbeitstools unterstützen individuelle Lösungen für effiziente Prozesse und neue Arbeitsweisen.
- **Unterstützung des lokalen Arbeitsmarktes**
Mit der Wiederverwendung und Wiederverwertung von Materialien wird der lokale Arbeitsmarkt gestärkt. Durch den Einsatz lokaler Akteure werden vorhandene Ressourcen genutzt und die einheimische Handwerkskunst gefördert. Das stärkt den Arbeitsplatz Schweiz und bietet in seiner Sichtweise globale Möglichkeiten. Durch eine Vernetzung mit allen Akteuren werden die Prozesse zur zirkulären Bauweise gefördert und die Transparenz des Materiallagers Schweiz⁵⁸ erhöht. Die Abhängigkeit von ausländischen Rohstoffimporten wird reduziert und die Wertschöpfung bleibt im Land (z. B. durch eine vermehrte Nutzung von Schweizer Holz).

In den nachfolgenden Abbildungen sind die genannten Punkte als Entscheidungshilfe zur kreislauffähigen Bauweise für den Investor in einem Flyer zusammengefasst.

⁵⁷ Die Systemtrennung wird in Kap. 4.3 erklärt.

⁵⁸ Damit werden Bauwerke in der Schweiz zusammen als ein großes Materiallager betrachtet.



Abb. 9: Beispiel-Flyer "Nutzen der Kreislaufwirtschaft", Seite 1⁵⁹

⁵⁹ Eigene Darstellung

Gebäudeimage

Das Image eines Gebäudes und dessen Vermarktung wird durch innovative, nachhaltige Lösungen begünstigt.

Umwelt- und Ressourcenschonend

Die schonende Bauweise, die ein kreislauffähiges Gebäude fordert, nutzt Ressourcen effizient und reduziert die Umweltbelastung und CO -Emissionen. Durch den Einsatz ausgewählter Tools aus der Digitalisierung werden Prozesse optimiert.

Effizienter Betrieb & Reduzierte Betriebskosten

Die Betriebskosten werden durch einen optimalen Ressourceneinsatz, effiziente und intelligente Gebäudetechnik und Steuerung wie auch durch die frühzeitige Berücksichtigung von Energie- und Betriebsoptimierung reduziert.

Nutzerkomfort

Eine kreislauffähige Bauweise schafft einen Mehrwert für Nutzer und Eigentümer. Sie erhöht den Nutzerkomfort und erhöht die Produktivität durch ein verbessertes Innenraumklima, gesunde Gebäudematerialien und flexible Raumkonzepte.

Verlängerte Nutzungsdauer

Kreislauffähige Gebäude reagieren schneller auf umweltbedingte und marktrelevante Veränderungen. Eine flexible Bauweise ermöglicht eine raschere Reaktion darauf.

Lokale Wertschöpfung

Durch die Wiederverwendbarkeit, -verwertbarkeit und effizientes Recycling bleiben die Ressourcen im lokalen Rohstoff-, Material-, und Produktkreislauf.

Bei den folgenden **Marktteilnehmern** handelt es sich um ausgewählte Unternehmen, die kreislauffähige Projekte unterstützen oder als Akteure wirken:

- Losinger Marazzi, Madaster, Eberhard Unternehmen, In Situ Architekten, Swiss Prime Site AG, Swiss Re AG und die Raiffeisen

Beispielprojekte in der Schweiz, die Ansätze des kreislauffähigen Bauens integriert haben:

- Lysbüchel Areal,
- K 118 Winterthur,
- Landwirtschaftszentrum Salez und
- NEST Umar ETH

Verfasser: Elena Berta
Schumacherweg 41, 8046 Zürich
ele88_9@hotmail.com
Copyright 2020

Abb. 10: Beispiel-Flyer "Nutzen der Kreislaufwirtschaft", Seite 2⁶⁰

⁶⁰ Eigene Darstellung

4.3 Flexible Bauweise und Systemtrennung

Kurzfristiges Denken und Reaktionen auf Modeerscheinungen und schnelle Trends widersprechen dem Gedanken der Nachhaltigkeit und einem langfristigen Werterhalt eines Gebäudes. Jedoch können durch veränderte gesellschaftliche, rechtliche, ökonomische oder technische Bedürfnisse, Bauteile oder ganze Liegenschaften vor Erreichen ihrer Nutzungsdauer ersetzt, umgebaut oder erweitert werden. Mit dem Prinzip der flexiblen Bauweise werden Möglichkeiten zu künftigen Nutzungsänderungen frühzeitig in der Projektentwicklung berücksichtigt, was die Lebensdauer einer Liegenschaft verlängern und den Wert langfristig erhalten kann.⁶¹

Verschiedene Prinzipien können für eine flexiblere Bauweise angewendet werden. Die ETH Zürich nennt dazu u. a. die Systemtrennung, Reserve und die System- und Modulbauweise.⁶² In dieser Untersuchung soll das Prinzip der Systemtrennung genauer betrachtet werden.

4.3.1 Prinzip der Systemtrennung

Die Relevanz zur Berücksichtigung der Systemtrennung in Bauvorhaben hat das Amt für Grundstücke und Gebäude des Kantons Bern (AGG) im Jahr 2017 erkannt und eine Richtlinie zur Systemtrennung entwickelt mit der Absicht, den Wert der öffentlichen Bauten im Kanton Bern zu erhöhen. Die Richtlinie beschreibt die Systemtrennung als wesentliche Anforderung für mehr Flexibilität in einem Gebäude.⁶³

Das Prinzip der Systemtrennung beabsichtigt, den Ressourceneinsatz im Lebenszyklus eines Gebäudes auf ein Minimum zu reduzieren. Dies wird durch eine Trennung von Bauelementen erreicht (vgl. Kap. 4.3.2). In der heutigen konventionellen Bauweise ohne Berücksichtigung der Systemtrennung werden z. B. Elemente der Gebäudetechnik in die tragende Baukonstruktion verbaut,

⁶¹ Menz, <https://map.arch.ethz.ch/artikel/37/Langfristigkeit-Flexibilit%C3%A4t>, Abruf am 03.07.2020, 09:51 Uhr

⁶² Ebd.

⁶³ Amt für Grundstücke und Gebäude des Kantons Bern, Richtlinie Systemtrennung, 2017, S. 4

wobei ein Ersatz oder Erneuerung nur mit hohem Aufwand möglich ist. Mit einer Systemtrennung wird verhindert, dass noch funktionstüchtige Elemente vor ihrem Nutzungsende ausgebaut oder zerstört werden. Dies führt nicht nur zu Kosteneinsparungen sondern fördert auch die Wiedernutzung von funktionstüchtigen Bauelementen.

Zum anderen wird mit der Systemtrennung durch die Berücksichtigung von Gebäudeanforderungen u. a. an die Struktur, an die Zugänglichkeit von Gebäudetechnikinstallationen und an die erhöhte Rückbaufähigkeit durch den Verzicht von Klebeverbindungen, die Austauschfähigkeit und Nutzungsflexibilität erhöht.⁶⁴ Diese und weitere bauliche Anforderungen zur Systemtrennung werden in den Gebäudelabels DGNB, SNBS, LEED und Minergie-ECO behandelt und sind im Anforderungskatalog in Kap. 5.2 berücksichtigt.

4.3.2 Bauteiltrennung in Systemstufen

Die Trennung von Bauteilen erfolgt in drei Systemstufen mit dem Ziel, Bauteile die sich in Funktion und Lebensdauer voneinander unterscheiden in der Planung und Realisierung systematisch zu trennen. Damit wird verhindert, dass Bauteile mit einer höheren Lebensdauer durch einen Ersatz von Bauteilen mit einer kürzeren Lebensdauer zerstört oder demontiert werden müssen.⁶⁵ Im folgenden Abschnitt werden die drei Systemstufen erläutert.⁶⁶

- Das Primärsystem umfasst unveränderbare Gebäudeelemente, die Erschließung, die Tragstruktur und die Gebäudehülle. Diese Elemente entsprechen der maximalen Lebensdauer des Gebäudes und sollen während des Gebäudelebenszyklus keinen baulichen Eingriffen unterworfen sein.
- Das Sekundärsystem ist veränderbar und umfasst u. a. den Innenausbau, die Haustechnik, den Grundausbau und die Beleuchtung. Elemente

⁶⁴ John, www.espazium.ch, Abruf am 08.08.20, 11:10 Uhr

⁶⁵ Amt für Grundstücke und Gebäude des Kantons Bern, Richtlinie Systemtrennung, 2017, S. 5

⁶⁶ Ebd.

weisen eine kürzere Lebensdauer auf und haben höhere Anforderungen an die Flexibilität.

- Das Tertiärsystem ist ohne baulichen Eingriff in die Struktur veränderbar. Es umfasst Apparate, Einrichtungen und das Mobiliar. Die Lebensdauer der Bauelemente liegt hier zwischen 5 und 20 Jahren und ist z. B. durch veränderte Nutzerbedürfnisse einem kürzeren Austauschzyklus unterworfen.

In Abb. 11 wird die Systemtrennung mit den Primär-, Sekundär-, Tertiärsystemen dargestellt.

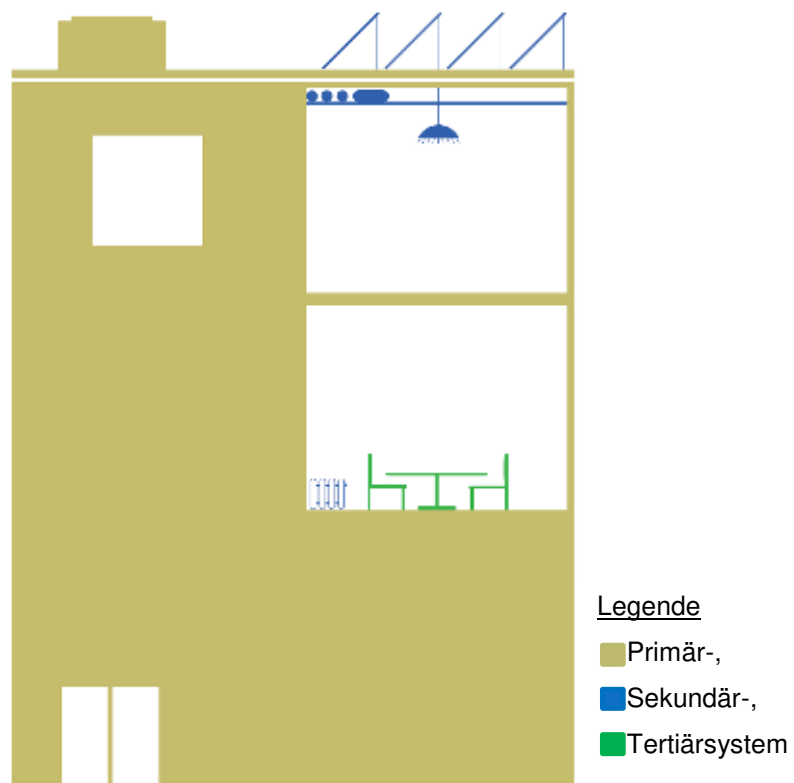


Abb. 11: Darstellung der Systemstufen aus der Bauteiltrennung⁶⁷

⁶⁷ Eigene Darstellung vgl. Amt für Grundstücke und Gebäude des Kantons Bern (AGG), Systemtrennung, 2006

4.3.3 Trends aus der Digitalisierung

In diesem Kapitel werden zwei Methoden aus der Digitalisierung beleuchtet, die die Planung und Realisierung eines flexiblen Gebäudes vereinfachen können.

- Methode des digitalen Gebäudepasses

Mit einem digitalen Gebäudepass erhält ein Gebäude eine digitale Identität, indem alle im Projekt verbauten Materialien inventarisiert werden. Das Prinzip besteht darin, alle Materialinformationen über den gesamten Gebäudelebenszyklus bereits in der Planung digital zu erfassen mit dem Ziel, einen optimalen Gebäudebetrieb zu erzielen und Abfälle zu reduzieren. Die Methode kann bei der Planung, Erstellung, Betrieb und im Rückbau die Optimierungspotentiale zur Reduktion der Umweltbelastung und die Transparenz der im Gebäude verbauten Materialien erhöhen. Sie kann auch dazu verhelfen, das Gebäude ökologisch zu bewerten durch die Aufnahme aller Produktinformationen. Mit der Integration des digitalen Gebäudemodells aus BIM wird die Erfassung und Aufnahme der Materialien erleichtert. Potentialanalysen zur Separierbarkeit, Wiederverwendbarkeit und Rückbaufähigkeit von Baumaterialien wird durch das Vorliegen aller relevanten Informationen zum Material ermöglicht und bietet Transparenz über die im Bau verwendeten Rohstoffe. Das Umweltbundesamt hat dies in der nachfolgenden Abbildung (vgl. Abb. 12) konzeptuell dargestellt.⁶⁸ Am 1. Juli 2020 ist mit der Gebäudeplattform Madaster ein neues Instrument auf den Markt gekommen, welches das Prinzip des Gebäudepasses ansatzweise übernimmt und für die Schweizer Immobilienwirtschaft angewendet ist (vgl. Kap. 4.4.4).

⁶⁸ Reisinger/Buschmann/Walter/Lixia/Daxbeck, GEBÄUDEPASS: Erarbeitung von Grundlagen für die Standardisierung von Gebäudepass als Gebäudematerialinformationssystem, 2014, S. 10

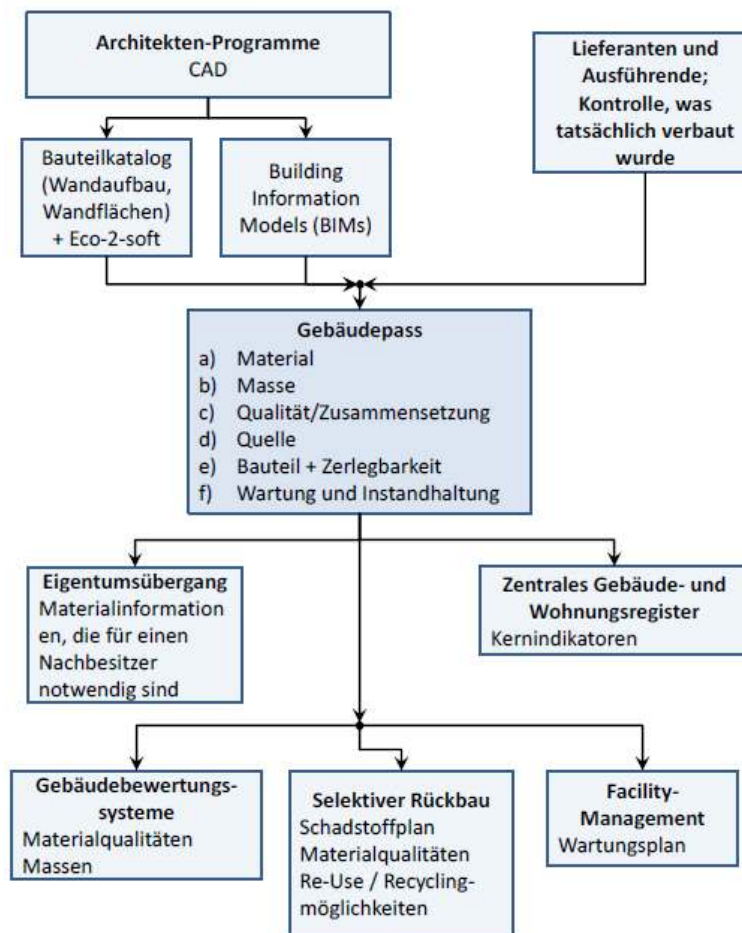


Abb. 12: Konzeptuelle Darstellung des Prinzips eines Gebäudepasses ⁶⁹

- Unterstützung im Bauprozess durch Automation und Robotik
Bereits heute wird der Bauprozess durch neueste Technologien vereinfacht und beschleunigt. Zum Beispiel können bei der Vermessung von Grundstücken oder Erfassung von Bestandsgebäuden für das BIM-Grundgerüst 3D-Laser und Drohnen unterstützend eingesetzt werden. Diese ermöglichen eine genauere, produktivere Datenaufnahme. Drohnen werden bereits heute zur Überwachung von Großbaustellen eingesetzt. Das digitale Bauen kann weiter durch vorgefertigte Elemente z. B. mit 3D-Druckern auf der Baustelle und durch den Einsatz von Building Robotics, also den Einsatz von intelligenten Bau-Robotern (z. B.: In situ

⁶⁹ Reisinger/Buschmann/Walter/Lixia/Daxbeck, GEBÄUDEPASS: Erarbeitung von Grundlagen für die Standardisierung von Gebäudepässen als Gebäudematerialinformationssystem, 2014, S. 10

Fabricator) den Erstellungsprozess beschleunigen. Im Idealfall lesen die Roboter vorgängig digitalisierte Baupläne und setzen die Ihnen zugeordneten Arbeiten automatisch um. Die Unterstützung technologischer Innovationen im Bauprozess birgt viele Potentiale: Durch den Einsatz von intelligenten Bau-Robotern kann der Ressourcenverbrauch reduziert werden, die Bauzeit verkürzt und Arbeitskräfte eingespart werden.⁷⁰ Im September 2019 wurde im Rahmen eines Forschungsprojekts der Forschungsgruppe NFS Digitale Fabrikation an der ETH Zürich das weltweit erste bewohnbare Gebäude eröffnet, das durchgängig mit digitalen Lösungen geplant und gebaut wurde.⁷¹

Der Trendkatalog in der nachstehenden Tabelle (vgl. Tab. 4) dient als Entscheidungshilfe für die Entwicklung von Bauprojekten. Es werden die relevanten Marktteilnehmer und Beispielprojekte in der Schweiz aufgeführt, die das Konzept der flexiblen Bauweise und Systemtrennung erfolgreich implementiert haben. Dem Eigentümer und für die Gesellschaft wird der Nutzen der Bauweise, wie auch der Einfluss auf den Klimawandel, aufgezeigt. Abschließend sind die vorgestellten Trends aus der Digitalisierung und aktuelle Studien für die weiterführende Literatur zum Thema aufgeführt.

⁷⁰ Schober/Hoff, Magazin Think Act: Digitalisierung der Bauwirtschaft, 2016, S.10&11

⁷¹ Nageli, <https://ethz.ch>, Abruf am 03.07.2020, 11:31 Uhr

Trend	2. Circular Economy
Thema	2.1 Flexible Bauweise und Systemtrennung – Teil A
Marktanalyse	
Forschende Unternehmen/ Marktteilnehmer	<ul style="list-style-type: none"> • Systemtrennung: Amt für Grundstücke und Gebäude AGG • Anforderungen an die Berücksichtigung Flexibilität und Umnutzungsfähigkeit gemäß Anforderungen aus Labels • Modulbau: Forschung der Modulbauweise, Bauart Architekten und Planer, „Modulart“ • Automation und Robotik: Forschungsunternehmen NFS Digitale Fabrikation (ETH Zürich)
Beispielprojekte in der Schweiz	
Beispielprojekte	<ul style="list-style-type: none"> • Uni Bern (Forschungsgebäude) • Irchelpark Zürich (Erweiterungsbau) • DFAB HOUSE (ETH Zürich, Wohnhaus) • Züri-Modular, Bauart • Firmensitz der Nolax AG in Sempach
Nutzen für Stakeholder	
Eigentümer	<ul style="list-style-type: none"> • Nutzungsänderungen, Umbau oder Erweiterungsmöglichkeiten können mit wenig Aufwand und Kosten erfolgen • Optimiertes Flächennutzungskonzept durch Mehrfachnutzung und Sharing-Konzepte • Kosteneinsparung durch leichte Zugänglichkeit und Austauschfähigkeit von betriebsrelevanten Installationen • Der Wert der Immobilie wird durch die längere Nutzungsdauer gesteigert • Die Wiederverwendung oder Verwertbarkeit der Bauelemente wird gefördert • Es wird eine raschere Anpassung des Gebäudes auf künftige Marktentwicklungen und Bedürfnisse als in einer konventionellen Bauweise ermöglicht
Gesellschaft	<ul style="list-style-type: none"> • Schaffen einer dauerhaften Gebäudeidentität führt zu hoher gesellschaftlicher Akzeptanz
Einfluss auf Klimawandel	
Ressourcen	<ul style="list-style-type: none"> • Ressourceneffizienz durch den Erhalt von Bauteilen mit langer Nutzungsdauer und wenig Eingriffen an der baulichen Substanz • Einsparung von CO₂ und Grauer Energie durch die Wiederverwertung von Bauelementen • Durch Modulares Bauen und Einbau vorgefertigter Elemente wird der Bauprozess beschleunigt
Abfälle	<ul style="list-style-type: none"> • Reduktion von Eingriffen an der baulichen Substanz • Recycling und Verwertung von funktionsunfähigen Bauteilen durch den Ansatz der Systemtrennung • Vermeidung von Abfällen bereits im Bauprozess
Energie	<ul style="list-style-type: none"> • Effizienter Betrieb und Unterhalt/Wartung durch die Gewährleistung der Zugänglichkeit von technischen Installationen und Anlagen

Trend	2. Circular Economy
Thema	2.1 Flexible Bauweise und Systemtrennung – Teil B
Chancen der Digitalisierung	
Modulares Bauen	<ul style="list-style-type: none"> • Herstellung von Bauteilen mit 3D-Printing • Vorfabrizierte Raummodelle und Bauelemente • Planung modularer Elemente mit BIM • Building Robotics (Mesh Mould)
Materialinventar/-identität	<ul style="list-style-type: none"> • Gebäudepass (Madaster)
Literatur	
<ul style="list-style-type: none"> • Magazin TEC21, Zeitschrift "Gemeinsame Wege – getrennte Systeme", Espazium, 21.10.2016 • ETH Zürich, Medienmitteilung: „Bauen mit Robotern und 3D-Druckern“, 29.06.2017 • Themenheft „Bauen mit System“, von Hochparterre AG, Mai 2017 	

Tab. 4: Trendkatalog Flexible Bauweise und Systemtrennung (A & B)

4.4 Materialwahl unter kreislauffähigen Aspekten

Für die Definition eines kreislauffähigen Produktes gibt es kein allgemein gültiges Verständnis. Im Grundsatz können die Ziele genannt werden, Abfälle zu vermeiden, Ressourcen zu schonen und Produkte so herzustellen, damit sie für Mensch und Umwelt ungefährlich sind und so lange wie möglich wiederverwendet werden können. Das BAFU nennt als einen Ansatz dazu die Ökobilanzierung. Der Begriff meint die lebenszyklusorientierte Betrachtung eines Produktes wie auch dessen Aus- und Bewertung zur Verminderung der Ressourcen und Rohstoffe. Dazu müssen Konzepte, Materialien und Bauweisen bereitgestellt werden, die solche Produkte entwickeln und einsetzen können. Das BAFU hat überdies die folgenden Stichworte an das Ökodesign von Produkten definiert:⁷² ressourcenschonend, langlebig, reparaturfähig, modular und zerlegbar. Materialien sollen überdies möglichst trennbar, sicher und recycelbar sein. In diesem Kapitel wird die Verbreitung anwendbarer Bewertungssysteme für kreislauffähige Bauprodukte und Materialien in der Schweiz analysiert. Aus der vorliegenden Untersuchung sollen Kriterien für den Anforderungskatalog in Kap. 5.3 hervorkommen, die an kreislauffähige Produkte gestellt werden können.

4.4.1 Ansatz der Ökobilanzierung

Gemäss BAFU ist die Umweltbelastung über den gesamten Lebensweg eines Produktes, durch die Nutzung möglichst weniger Ressourcen und Rohstoffe zu reduzieren. Quantifiziert wird dies in einer Ökobilanz (auch: Lebenszyklusanalyse). Es sollen alle umweltrelevanten Faktoren vom Rohstoffabbau über die Herstellung, Transport und Nutzung bis hin zur Entsorgung systematisch erfasst, berechnet und bewertet werden.⁷³ Die Erstellung einer Ökobilanz erfolgt in vier Schritten: Zuerst werden der Untersuchungsrahmen und die Systemgrenze festgelegt, dann wird eine Sachbilanz über Rohstoffverbrauch und Schadstoffausstoss erstellt, als nächstes wird die Umwelteinwirkung der Ergebnisse aus

⁷² Bafu, www.bafu.admin.ch, Abruf am 03.06.2020, 18:13 Uhr

⁷³ Ebd.

der Sachbilanz berechnet und zuletzt wird eine Auswertung mit Interpretation der Ergebnisse erstellt. Die vier Phasen zur Erstellung einer Ökobilanz sind in der folgenden Abbildung dargestellt.



Abb. 13: 4 Phasen einer Ökobilanz nach ISO 14040⁷⁴

Die Erstellung einer Ökobilanz erfordert eine hohe Transparenz und Verlässlichkeit aller im Produktzyklus verwendeten Informationen und Daten. Ausserdem ist eine adäquate Systemgrenze zu berücksichtigen und die Ergebnisse durch bewährte Methoden (z. B. Nutzwertsensitivitäts-Analyse) zu plausibilisieren. Zusammenfassend kann anhand einer Ökobilanz aufgezeigt werden, wo ressourcenintensive Prozesse im Produktlebenszyklus stattfinden und an welchen Stellen Ressourcen und Emissionen eingespart werden können. Zur Berechnung der Umweltwirkung und Erstellung einer Ökobilanz werden in der Schweiz zwei vorherrschende Grundlagenwerke referenziert: Die Datenbank ecoinvent und die Ökobilanzdaten im Baubereich nach KBOB. Die in der Schweiz entwickelte ecoinvent Datenbank gilt als weltweit führende Quelle für Ökobilanzdaten. Die Breite an Daten umfasst unter anderem Sachbilanzdaten zu Energie, Materialien, Abfallentsorgung, Transportwege, landwirtschaftliche Produkte und Prozesse.⁷⁵ Die Empfehlung des KBOB zur Ökobilanzierung im Baubereich wird zur Bewertung und Vergleich der Umweltbelastung von Materialien im Baubereich genutzt. Die Empfehlung enthält Ökobilanzdaten zu Baumaterialien, Gebäudetechnik, Energieverwendung, Transport und Entsorgung.⁷⁶

⁷⁴ Bafu, www.bafu.admin.ch, Abruf am 21.06.2020, 18:19 Uhr

⁷⁵ Ecoinvent, www.ecoinvent.org, Abruf am 08.08.2020, 20:15 Uhr

⁷⁶ KBOB/IPB/ECO-BAU, Empfehlung Ökobilanzdaten im Baubereich 2009/1:2016

Im Unterschied zur Datenbank ecoinvent ist die Empfehlung des KBOB kostenlos und ist ein verbreitetes Instrument zur Analyse von Gebäudematerialien während des Bauprozesses in der Schweiz.

4.4.2 Berechnung Graue Energie

Die erhobenen Ökobilanzdaten können weiter zur Berechnung der Grauen Energie in einem Gebäude verwendet werden. Die Graue Energie ist die kumulierte Menge an nicht erneuerbaren Ressourcen, also der Umweltbelastung auf der Systemebene Gebäude⁷⁷ und wird im Label Minergie-ECO als Ausschlusskriterium vorgegeben. Mit dem Ansatz der Grauen Energieberechnung wird die Gesamtenergie eines Gebäudes berechnet. Dies umfasst die bereitgestellte Energie aller im Gebäude verbauten Materialien über den Herstellungsprozess und Transport bis zum Recycling. Die Berechnung erfolgt nach dem SIA-Merkblatt 2032 (02/2010) „Graue Energie von Gebäuden“: Ein Leitfaden für Neu- und Umbauten, mit dem es möglich ist, die Umweltbelastung in einem Bauprojekt zu projektieren und durch die Identifizierung von Optimierungspotentialen auch zu reduzieren. Die Erfassung aller Materialien wird nach dem Baukostenplan BKP vorgegeben und ist in die Hauptgruppen Vorbereitung (B), Konstruktion Gebäude (C), Technik Gebäude (D), Äussere Wandbekleidung Gebäude (E), Bedachung Gebäude (F) und Ausbau Gebäude (G) gegliedert. Eine Entscheidungshilfe zur Berechnung der Grauen von Energieschweiz und dem Bundesamt für Energie hat identifiziert, dass das grösste Potential zur Reduktion der Grauen Energie in Neubauten in der Konstruktion (C), bei der Gebäudetechnik (D) und im Ausbau (G) liegen (s. nachstehende Abb. 14.).⁷⁸ Empfehlungen aus der Entscheidungshilfe sind im Anforderungskatalog in Kap. 5.3 berücksichtigt.

⁷⁷ Die Erfassung der Grauen Energie nach Minergie-ECO umfasst die Bauteile der Gebäudehülle, unbeheizte Bauteile, Innenbauteile und Haustechnik sowie den Aushub.

⁷⁸ EnergieSchweiz/Bundesamt für Energie BFE, Graue Energie von Neubauten: Ratgeber für Baufachleute, 2017, S. 12

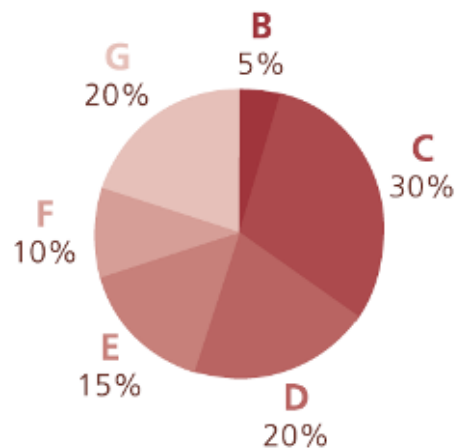


Abb. 14: Anteil Grauer Energie nach den BKP-Hauptgruppen⁷⁹

Das Computerprogramm „Lesosai“ wurde speziell für die Berechnung von Ökobilanzen von Gebäuden entwickelt und kann zur konformen Berechnung nach den lokalen Normen, Standards und Labels angewendet werden.⁸⁰

Zur Optimierung der Grauen Energie im Gebäude ist eine detaillierte Betrachtung über die Eigenschaften der verbauten Materialien und Bauelementen nötig. Mit der frühzeitigen Berücksichtigung und Auswahl von ökologisch hochwertigen Bauprodukten in der Planung kann ein späterer aufwendiger Ersatz vermieden werden. Im folgenden Kapitel wird untersucht, ob in der Schweiz ein Bewertungssystem existiert, das Bauprodukte nicht nur nach materialökologischen Gesichtspunkten sondern auch nach dem ganzheitlichen Ansatz der Kreislauffähigkeit bewertet werden.

4.4.3 Bewertungsmethoden von kreislauffähigen Bauprodukten

Im Zusammenhang mit der Auswahl von kreislauffähigen Bauprodukten bietet das Fachinstitut eco-bau eine in der Schweiz anerkannte und weit verbreitete Produktplattform. Die zur Verfügung gestellten Instrumente des eco-bau bieten Planern, Bauherren und allen voran den Bau- und Subunternehmern eine Entscheidungsgrundlage zur Auswahl von ökologischen Produkten. Das Institut

⁷⁹ EnergieSchweiz/Bundesamt für Energie BFE, Graue Energie von Neubauten: Ratgeber für Baufachleute, 2017, S. 12

⁸⁰ E4tech – Concepto, www.lesosai.com, Abruf am 05.07.2020, 09:30 Uhr

bewertet dazu Bauprodukte nach den Grundprinzipien der Lebenszyklusbeurteilung und Ökobilanzierung nach KBOB (vgl. Kap. 4.4.1), berücksichtigt die Graue Energie bei der Produktherstellung und analysiert die Auswirkungen der Produktinhaltsstoffe auf Mensch und Umwelt während ihrer Nutzung (in Übereinstimmung mit den Materialanforderungen aus dem Kriterienkatalog von Minergie-ECO, Version 1.4, 2018). Außerdem werden ökologische Anforderungen an die Entsorgung gestellt.

Für die Bewertung wird jedes Bauprodukt vorgängig je nach Materialeigenschaft und Funktionalität einer Produktgruppe zugeordnet. Beispielhafte Produktgruppen sind Beton, Außenputze, Holzwerkstoffe und textile Bodenbeläge. Die Bauprodukte werden danach anhand der für ihre Produktgruppe relevanten ökologischen Kriterien zur Herstellung, Nutzung und Entsorgung bewertet. Diese Kriterien umfassen die folgenden Punkte:⁸¹

- Herstellung: Graue Energie, nachhaltige Rohstoffgewinnung (Hoher Recyclinganteil),
- Nutzung: Produkte ohne umwelt- und gesundheitsrelevante Bestandteile, Biozide, Lösemittelgehalt, Formaldehydemissionen, Emissionsstandard und emittierbare Schwermetalle und
- Entsorgung: Wiederverwertung, unschädliche Verbrennung, Ablagerung auf Deponie Typ B.

Die nachfolgende Abbildung aus einem Bericht zur Methodik der Bewertung nach eco-bau zeigt, welche Produktgruppen unter welchen ökologischen Kriterien bei der Herstellung, Nutzung und Entsorgung bewertet werden. Je nach Produkt lassen sich die entsprechenden ökologischen Kriterien nicht oder nur teilweise bewerten. Zum Beispiel werden Produkte, die der Produktgruppe "06 Klebstoffe" angehören nur während der Nutzung bewertet (vgl. Abb. 15).

⁸¹ Pöll/Stähler/Klingler/Lenel/Schrader, Methodik Baumaterialien eco-bau 2020, 2020, S. 7

Ökologische Kriterien Produktgruppen	Herstellung		Nutzung					Entsorgung	
	Graue Energie	Nachhaltige Rohstoffgewinnung	Umwelt-/gesundheitsrelevante Bestandteile	Biozide zur Film-Konservierung oder zum Holzschutz	Lösemittelgehalt	Formaldehydemissionen	Emissionsstandards	Emittierbare Schwermetalle	Verwertung, Verbrennung, Ablagerung auf Deponie
01a Beton	⊗	●	●				●		
01b Mauersteine u.a. Massivbaustoffe	●		●						●
02a Mörtel	●				●		●		●
02b Innenputze	●				●		●		●
02c Aussenputze	●			●	●				●
03a Fenster aus Holz oder Holz/Metall	⊙	●							●
03b Fenster aus Kunststoff oder Metall	⊙		●						●
04 Metallbaustoffe	●							●	●
05 Holzwerkstoffe	●	●				○			●
06 Klebstoffe, Fugendichtungsmassen				●	●		●		
08a Dichtungsbahnen und Schutzfolien	●		●					●	●
08b Flüssigkunststoffe	●		●		●		●		●
09a Wärmedämmstoffe (ohne Holzwerkstoffe)	●		●			○			●
09b Wärmedämmstoffe aus Holzwerkstoff	●	●				○			●
09c Akustikdämmstoffe			●			○			●
09d Rohrdämmungen	●		●						●
11a Bodenbeläge aus Holz, Holzwerkstoffen	●	●				○			●
11b Textile Bodenbeläge	●		●				●		●
11c Übrige Bodenbeläge	●		●		●				●
12a Türen aus Holz oder Holz/Metall	●	●							●
12b Türen aus Kunststoff oder Metall	●		●						●
13 Rohre	●		●						●
14a Beschichtung werkseitig und bauseitig für Außenanwendung auf Holz und Metall				●	●				●
14b Brandschutzbeschichtungen				●	●				●
15 Zusatzstoffe und weitere Bauchemikalien			●		●		●		
16 Andere Baustoffe		●		●	●	●	●	●	

- Legende:
- Kriterium wird angewendet
 - ⊗ Es werden die graue Energie und die Umweltbelastungspunkte des Zements berücksichtigt
 - ⊙ Es wird nur die graue Energie des Fensterrahmens berücksichtigt
 - Das Kriterium gilt nur in beheizten Innenräumen

Abb. 15: Übersicht der Produktgruppen und Bewertung⁸²

Die obenstehende Abbildung zeigt, dass die Definition eines kreislauffähigen Produktes, wie einleitend erläutert, nur ansatzweise in die Bewertung von eco-bau mit einfließt, indem neben den materialökologischen Eigenschaften aus der Nutzung auch die Herstellung und Entsorgung bewertet werden. In Abgleich mit den anfangs vom BAFU gestellten Anforderungen werden die Kriterien reparaturfähig, modular, zerlegbar und trennbar in eco-bau nicht berücksichtigt.

Auf internationaler Ebene ist das Institut Environmental Protection Encouragement Agency (EPEA) für die Bewertung von kreislauffähigen Produkten füh-

⁸² Pöll/Stähler/Klingler/Lenel/Schrader, Methodik Baumaterialien eco-bau 2020, 2020, S.9

rend. Das von der EPEA entwickelte Zertifikat Cradle to Cradle® (C2C) ist heute einer der einzigen internationalen Standards, der die Kreislauffähigkeit eines Produktes umfassend bewertet und auch soziale Kriterien berücksichtigt. Für die Bewertung von Produkten werden die folgenden fünf Bereiche betrachtet: Materialökologie, Materialverwertung, Erneuerbare Energien und CO₂-Management, Wassermanagement und soziale Mindeststandards. Die Zertifizierung berücksichtigt somit neben den Anforderungen an die Gewinnung oder Herstellung bis zur Entsorgung bzw. Recycling eines Produktes weiter auch soziale Kriterien. Das Label ist in der Schweiz derzeit noch wenig verbreitet und die Auswahl an C2C-zertifizierten Produkten entsprechend eingeschränkt.

Zusammenfassend gibt es noch keine standardisierte Methode zur umfassenden Bewertung von kreislauffähigen Produkten für Bauvorhaben in der Schweiz, wie es gem. BAFU einleitend definiert wurde. Im Fokus der Betrachtung nach BAFU steht die Umweltwirkung eines Gebäudes, die mit der Ökobilanzierung und der Berechnung der Grauen Energie in Gebäuden bewertet wird. Dazu sind anwendungsfreundliche Tools und Empfehlungen vorhanden, die die Herstellung, den Transport und die Entsorgung von Materialien in der Schweiz bewerten. Dies deckt sich mit den Anforderungen ressourcenschonend (Herstellung und Transport), langlebig (Nutzungsdauer) und recyclefähig (Entsorgung). Die materialökologischen Anforderungen (sicher) zu einzelnen Produkten müssen zusätzlich durch Kriterien aus den Labels gemäß eco-bau geprüft werden. Was hier nicht berücksichtigt wurde ist die Wiederverwendbarkeit, die Trenn- & Zerlegbarkeit (vgl. Prinzip der Systemtrennung in Kap. 4.3.1), Modularität und Reparaturfähigkeit. Zu diesen letzten Anforderungen sind noch keine Bewertungsansätze vorhanden. Demzufolge kann ein Bauvorhaben in der Schweiz bislang nur auf den Grundlagen der von KBOB zur Verfügung stehenden Ökobilanzdaten, mit der Berechnung der Grauen Energie und durch die Abfrage entsprechender Anforderungen aus den Labels systematisch bewertet werden. Die folgende Abbildung veranschaulicht den Zusammenhang der Materialwahl unter kreislauffähigen Aspekten.

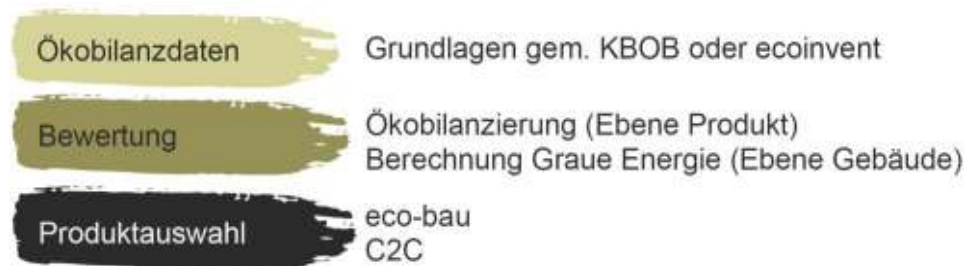


Abb. 16: Ablauf Produktwahl in der Kreislaufwirtschaft⁸³

Für die Entwicklung der Anforderungen im Kriterienkatalog in Kap. 5.3 wird auf die oben genannten Erkenntnisse zurückgegriffen.

4.4.4 Digitalisierung: Madaster

Eine vielversprechende Möglichkeit in Bezug auf die Bewertung der Kreislauffähigkeit der verwendeten Materialien in einem Gebäude bietet die neue Gebäudeplattform Madaster. Die Plattform ermöglicht die digitale Erfassung und Bewertung sämtlicher Materialien eines Gebäudes mit der entsprechenden Verortung im Gebäude, wie bereits in Kap. 4.3.3 erläutert. Die Bewertung der Materialien nach ihrer Kreislauffähigkeit nutzt den von der Ellen McArthur Stiftung entwickelten Zirkularitätsindex⁸⁴ („Material circularity Indicator“) und umfasst unter anderen die Komponenten Wiederverwendung, Lebensdauer und Möglichkeit zur Demontage. Die Identifizierung und digitale Aufnahme der Gebäudematerialien erfolgt bereits während der Planungsphase (z. B. mit BIM-Modellen), so können Optimierungen frühzeitig vorgenommen werden. Echtzeitdaten zu Materialpreisen ermöglichen es, eine Wiederverwendung früh für den Anbietermarkt vorzubereiten. Alle beteiligten Akteure haben Zugriff auf das Datenmodell von Madaster, das schafft Transparenz, sei es bei Entwicklung, Bauprozess, Nutzung, Rückbau oder Wiederverwendung. Wie in der nachfolgenden Grafik dargestellt, gilt der Investor als Verbindungsglied in jeder Phase.

⁸³ Eigene Darstellung

⁸⁴ Der „Material circularity Indicator“ oder auch Circulytics ist ein Leitfaden für die branchenunabhängige Bewertung der Zirkularität eines Unternehmens oder auch eines Produktes. Der Index ist sehr jung (2020) und wird für die Plattform Madaster auf Gebäude auf lokale Verhältnisse adaptiert. Madaster, www.madaster.com, Abruf am 18.07.2020, 15:15 Uhr

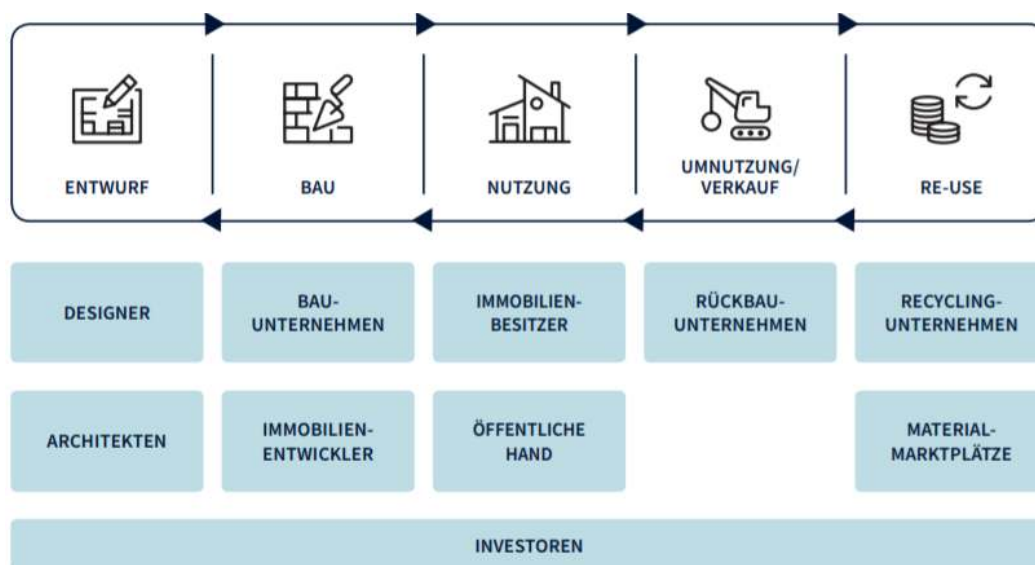


Abb. 17: Übersicht der abgedeckten Bereiche in Madaster⁸⁵

Die herausragende Chance liegt auch in der Aufnahme von Materialien bei bestehenden Gebäuden, wo viele wertvolle Materialien liegen und heute oft ohne Wiederverwendung abgebrochen werden.⁸⁶ Während das Prinzip in Holland bereits grossflächig umgesetzt wird, hatte Madaster in der Schweiz am 1. Juli 2020 die Markteinführung.⁸⁷

Der nachstehende Trendkatalog dient zur Entscheidungshilfe bei einer Materialwahl unter kreislauffähigen Aspekten. Daraus werden die in der Schweiz angewendeten Methoden zur Bewertung von Materialien unter kreislauffähigen Aspekten ersichtlich und Beispielprojekte genannt. Dem Auftraggeber wird aufgezeigt, welchen Nutzen er aus einem Bauprojekt unter Berücksichtigung entsprechender Materialien zieht und welchen Einfluss dies auf den Klimawandel haben kann. Im Abschnitt Grundlagen/Literatur werden Ressourcen wie Empfehlungen, Leitfaden und Ratgeber zur Berechnung der Grauen Energie, Ökobilanzierung und Produktwahl aufgeführt.

⁸⁵ Madaster, www.madaster.com, Abruf am 18.07.2020, 15:15 Uhr

⁸⁶ Diezi, www.baublatt.ch, Abruf am 18.07.2020, 15:30 Uhr

⁸⁷ Madaster, www.madaster.com, Abruf am 10.07.2020, 08:40 Uhr

Trend	2. Circular Economy
Thema	2.2 Materialwahl unter kreislauffähigen Aspekten – Teil A
Anwendungen und Empfehlungen	
Ökobilanzdaten	<ul style="list-style-type: none"> • Ecoinvent Datenbank, Version 3.6, 12.09.2019 • Empfehlung Ökobilanzdaten im Baubereich, Version 2009/1:2016, 21.12.2017
Graue Energie in Gebäuden	<ul style="list-style-type: none"> • Berechnung nach SIA-Merkblatt 2032 (02/2010) • Berechnungstool Lesosai
Auswahl ökologischer Bauprodukte	<ul style="list-style-type: none"> • Methodik zur Bewertung von Baumaterialien nach eco-bau: Methodik Beschrieb und Anhang 1, Verein eco-bau, Januar 2020 • Vgl. Anforderungen aus Labels (Kap. 5.3)
Beispiele internationaler C2C-Zertifizierungen	
Beispielprojekte	<ul style="list-style-type: none"> • Rathaus in Venlo (Niederlande), weltweit erstes Gebäude mit ausschließlich „Cradle to cradle“-zertifizierten Produkten • The Cradle (Düsseldorf); Pilotprojekt nach Cradle to Cradle®
Gewerke mit C2C zertifizierten Produkten	<ul style="list-style-type: none"> • Lüftungskanäle: CradleVent von KE Fibertec • Glastrennwände: Akustikbau Lindner GmbH • Bodenfliesen: Keramikfliesenhersteller Royal Mosa • Fenster, Fassaden und Türsysteme von Schüco • Beleuchtung: Waldmann (Produkt LAVIGO PULSE VTL)
Nutzen für Stakeholder	
Auftraggeber	<ul style="list-style-type: none"> • Förderung umfassend nachhaltiger Gebäudekonzepte durch den Einsatz umweltverträglicher Materialien • Frühzeitige Berücksichtigung kann zu Kosteneinsparungen im Betrieb führen • Wertsteigerung durch das Schaffen eines gesunden Innenraumklimas für die Nutzer • Bewertung und Aufnahme über alle verbauten Gebäudematerialien für eine spätere Wiederverwendung oder Verwertung • Förderung lokaler und regionaler Produkte und Unternehmen • Steigerung der öffentlichen Wahrnehmung durch nachhaltige Vorzeigebauwerke
Einfluss auf Klimawandel	
Ressourcen	<ul style="list-style-type: none"> • Hohe Gebäudequalität durch hochwertige, ökologisch geprüfte Produkte • Gesundes Innenraumklima durch schadstofffreie und ökologische Produkte • Berücksichtigung von sozialer Verträglichkeit beim Rohstoffabbau und im Herstellungsprozess
Energie	<ul style="list-style-type: none"> • Erhöhte Energieeffizienz durch intelligente Gebäudetechnik und durch Einsatz von erneuerbaren Energieträgern
Abfall	<ul style="list-style-type: none"> • Abfallreduktion durch Betrachtung des gesamten Materiallebenszyklus (Ökobilanzierung)

Trend	2. Circular Economy
Thema	2.2 Materialwahl unter kreislauffähigen Aspekten – Teil B
Chancen der Digitalisierung	
Materialpass	• Madaster
Grundlagen/Literatur	
<ul style="list-style-type: none"> • Gebäudepass mit Madaster (www.madaster.com/de) • SIA-Merkblatt 2032 „Graue Energie von Gebäuden“: Methodik Baumaterialien eco-bau, eco-bau, Februar 2020 • EnergieSchweiz, Graue Energie Ratgeber für Neu- und Umbauten, Bauherrschaften und Bau-fachleute, 06.2017 • Minergie-ECO: Berechnung der Grauen Energie nach SIA-Merkblatt 2032 (02/2010) • Ecoinvent Datenbank, Version 3.6, 12.09.2019 • Empfehlung Ökobilanzdaten im Baubereich, Version 2009/1:2016, 21.12.2017 • Produkteplattform eco-bau (www.eco-bau.ch) 	

Tab. 5: Trendkatalog Materialwahl unter kreislauffähigen Aspekten (A & B)

4.5 Nachhaltiger Gebäudebetrieb

In einer zirkulären Bauweise wird der Betriebsphase eine hohe Bedeutung zugemessen. In dieser Phase geht es darum, das Bauwerk mit allen Materialien und die Gebäudeprozesse effizient zu unterhalten. Die primären Ziele in der Betriebsphase sind u. a. die Gewährleistung eines gesunden Innenraumklimas, die effiziente und optimale Nutzung von bereitgestellter (regenerativer) Energie und das Bauwerk mit den darin verbauten Gebäudeelemente bis an ihr Lebensende bedarfsgerecht zu erhalten, wenn nötig zu reparieren oder zu ersetzen. Auch gehören die nachhaltige Weiterentwicklung, Umnutzung und Sanierung des Gebäudes dazu.⁸⁸ Die Anforderungen von eco-bau stimmen weitestgehend mit den Überlegungen an einen nachhaltigen Betrieb überein. Werden die Anforderungen zur zirkulären Bauweise mit den Konzepten der Flexilibität (vgl. Kap. 4.3) und der Materialwahl (vgl. Kap. 4.4) nach den Interessen und Wünschen des Auftraggebers (vgl. Kap. 4.2) berücksichtigt, ist das Fundament für eine effiziente Bewirtschaftung gelegt. Aus der weiterführenden Untersuchung soll hervorkommen, welche Anforderungen im Gebäudebetrieb an die Bewirtschaftung gestellt werden können und es wird aufgezeigt, warum ein effizienter Betrieb bereits in einer frühen Entwicklungsphase eines Bauprojektes eingeplant werden soll. Zusätzlich wird das Thema BIM2FM zum Thema Gebäudebetrieb und Digitalisierung untersucht.

In der Schweiz gibt es verschiedene nationale und internationale Standards und Gebäudelabels, die Anforderungen für das Thema nachhaltiger Betrieb entwickelt haben. Die Landkarte Standards und Labels vom Netzwerk Nachhaltigen Bauens Schweiz (NNBS) zeigt alle in der Schweiz anwendbaren Labels im Vergleich. Die Entscheidungshilfe soll Bauherren die Wahl des richtigen Nachhaltigkeitslabels für sein Vorhaben erleichtern. Daraus wird ersichtlich, dass die Labels DGNB für Gebäude, BREEAM Bestand, WELL und Minergie die Anfor-

⁸⁸ Sintzel, Bauen in der Kreislaufwirtschaft. Nachhaltig Bauen, 2019, S. 64-66

derungen an einen nachhaltigen Betrieb aus der Phase Bewirtschaftung gemäß Leistungsmodell SIA 112 (11/2004) stellen (vgl. Abb. 18).

	Bewirt- schaftung (6)
Standard SNBS Hochbau	
LEED v4	
LEED für Neubauten und Sanierungen*	
LEED für Rohbauten**	
DGNB	
DGNB für Gebäude	
DGNB für Neubau Stadtquartiere	
BREEAM	
BREEAM Neubau	
BREEAM Bestand	
WELL	
MINERGIE (-P/-A)	
MINERGIE (-P/-A)-ECO	
GEAK/ GEAK Plus	
Gutes Innenraumklima	
Natur im Siedlungsraum	
Energie stadt	
2000-Watt-Areale	
2000-Watt-Areale in Entwicklung / in Betrieb	
2000-Watt-Areale in Transformation	
SméO	
SméO für Gebäude	
SméO für Quartiere (NaQu by SméO)	
SIA Merkblatt 2040, SIA-Effizienzpfad Energie	
ECO-BKP Merkblätter ökologisches Bauen	

Abb. 18: Übersicht von anwendbaren Labels in der Phase Bewirtschaftung⁸⁹

Für den Kriterienkatalog in Kap. 5.4 sind die Anforderungen aus der Empfehlung SIA 112/1 (11/2004) und den o. s. Gebäudelabels weitestgehend berücksichtigt.

Aus der Gegenüberstellung der Labelanforderungen ist hervorgekommen, dass alle Labels die Betriebsanforderungen mindestens in die drei Dimensionen der Nachhaltigkeit „Ökonomie“, „Ökologie“ und „Gesellschaft“ aufgliedern. Diese Gliederung wird für die Entwicklung des Anforderungskataloges in Kap. 5.4 übernommen.

Ein spezieller Fokus wird nachfolgend auf zwei Modelle der IFMA Schweiz gelegt: das Planungs- und Baubegleitende Facility Management (pbFM) und die Lebenszykluskostenberechnung. Beide Modelle stellen Anforderungen an eine nachhaltige Bewirtschaftung bereits in einer frühen Projektphase.

⁸⁹ Mark/Sautter/Kellenberger, Landkarte Standards und Labels, Version 3.5, 2018, S.20

4.5.1 Planungs- und baubegleitendes FM

Ein effizient zu gestaltender Gebäudebetrieb fordert den Auftraggeber bereits frühzeitig in einem Bauvorhaben die entsprechenden Anforderungen für die Bewirtschaftung zu integrieren, da diese mit dem fortschreitenden Bauprozess für eine optimale Betriebsführung weniger beeinflussbar sind. In der Schweiz wurde mit dem Praxisleitfaden „Planungs- und baubegleitendes FM“ der IFMA Schweiz⁹⁰, der sich an die SIA Norm 113: FM-gerechte Bauplanung und Realisierung (06/2010) hält, eine Grundlage für die frühzeitige Berücksichtigung der Aufgaben an die Bewirtschaftung entwickelt. Im methodischen Ansatz des planungs- und baubegleitenden Facility Managements wird der Fokus auf die Optimierung des Gebäudes aus Bewirtschaftungssicht gelegt. Die Fachplaner aus der Bewirtschaftung sind dabei integral und frühzeitig ins Projektteam einzugliedern, um eine nachhaltige und nutzungsgerechte Bewirtschaftung mitzugestalten. In der nachfolgenden Abb. 19 wird dieser Ansatz grafisch dargestellt.

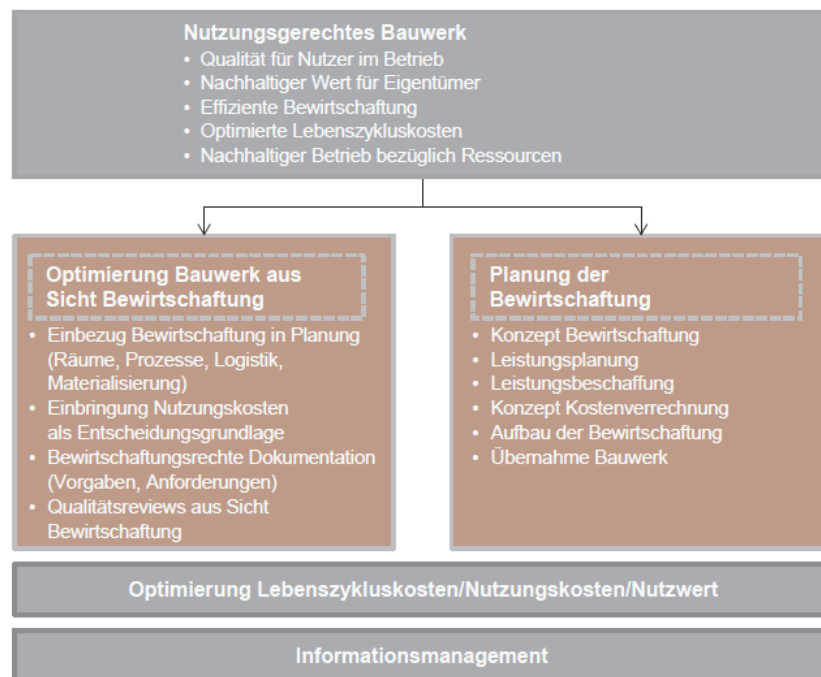


Abb. 19: Methodischer Ansatz des planungs- und baubegleitenden FM⁹¹

⁹⁰ Die IFMA ist der Berufsverband im Facility Management in der Schweiz und setzt praxisbezogene Standards für den Gebäudebetrieb und die Bewirtschaftung.

⁹¹ Sigg, Praxisleitfaden unterstützt frühe Abstimmung mit Betrieb und Bewirtschaftung, CRB-Bulletin 4/13 von www.ifma.ch, Abruf am 09.08.2020, 11:15 Uhr

Mit der Lebenszykluskostenrechnung wird dem Auftraggeber im Rahmen des planungs- und baubegleitenden FM eine Methode zur Verfügung gestellt, die Investitionskosten in der Bewirtschaftung bereits in einer frühen Phase zu eruieren. Mit der Ermittlung der Lebenszykluskosten erhält der Eigentümer somit eine Grundlage für die künftige Budgetierung der Bewirtschaftung bzw. den Objektbetrieb. Durch diese projektspezifische Analyse und den daraus folgenden Erkenntnissen können Kostentreiber innerhalb des, in der Schweiz angewendeten, Baukostenplans (eBKP-H) identifiziert. Die Berechnungen werden in der Phase Projektdefinition erstellt und anschließend in den Leistungsphasen Projektwettbewerb, Vorprojekt und Bauprojekt überarbeitet. Somit kann eine Optimierung der Bewirtschaftungskosten während aller Phasen bis zur Erstellung im Bauvorhaben erfolgen. Ein kostenpflichtiger Leitfaden hat die IFMA Schweiz entwickelt, der sich an die Norm SIA D 0199:2004 Wirtschaftlichkeitsrechnung für Investitionen im Hochbau: Leitfaden zur Anwendung der Norm SIA 480 hält. Auch wird die Lebenszykluskostenbetrachtung im Nachhaltigkeitslabel SNBS Hochbau, Version 2.0, 2016 thematisiert.

4.5.2 Digitalisierung in der Bewirtschaftung: BIM2FM

Wird im Zusammenhang mit dem Gebäudebetrieb das Thema der Digitalisierung genannt, befinden wir uns in einem hochaktuellen Diskussionsthema, das die gesamte Baubranche beschäftigt. Mit BIM2FM wird das Building Information Modeling (BIM) als führendes digitales Arbeits- und Datentool für die Planung und Erstellung eines Gebäudes durch den Gebäudebetrieb ergänzt. Das Ziel dabei ist es, betrieblich relevante Liegenschaftsdaten als Anforderungen bereits in der strategischen Planung zu integrieren, um diese später im Gebäudebetrieb effizient zu nutzen. Denn - wie bereits erwähnt - wird in dieser frühen Phase definiert, welchen Anforderungen die Gebäudedaten⁹² für spätere Betriebsprozesse entsprechen sollen. In der Bauwirtschaft wird in diesem Zusammen-

⁹² Mit Gebäudedaten können hier alle beliebigen Informationsdaten aufgeführt werden, die die Bewirtschaftung für einen effizienten Gebäudebetrieb benötigt. Das sind u. a. Managementdaten (z. B. Budgetplanung), Raum- und Flächendaten (z. B. BIM-Daten, Reinigungs- und Energiemanagement), Anlagedaten und Gerätedaten (z. B. technische Systemdaten, Anlagedokumentationen), Instandhaltungsdaten (u. a. Verantwortlichkeiten, Leistungsmonitoring)

hang die Strategie BIM2FM entwickelt. Die Schlüsselfrage dreht sich hier um die relevanten Daten. Welche Daten durch BIM bereitgestellt werden, durch die Bewirtschaftung jedoch effektiv benötigt werden, kann nach heutigem Verständnis erst nach Abschluss der Bauphase im täglich laufenden Betrieb eruiert werden. Diese Schnittstelle gilt es mit BIM2FM zu schließen. Die Herausforderungen beginnen hier mit der Wahl der zur Verfügung stehenden Datenmanagementtools einerseits, sowie den fehlenden Kompetenzen in der Bauwirtschaft und Verständnis unter den Akteuren andererseits. Auch sind noch sehr wenig Literatur und Erkenntnisse aus dem noch jungen Modell vorhanden.⁹³

Ein erster Versuch, diese Herausforderung anzunehmen, hat das Bauen digital Schweiz/buildingSMART Switzerland mit der Entwicklung eines Arbeitsdokuments für Bauherren erarbeitet: Der Datenfeldkatalog BIM2FM. Diese Arbeitshilfe dient unter Berücksichtigung der Schweizer Standards im Bau und Facility Management zur Integration von betrieblichen Liegenschafts- Informationsanforderungen in der frühen Planung.⁹⁴ Ein erstes Projekt wurde im Jahr 2019 mit der Erstellung des Felix-Platter Spitals in Basel verwirklicht. Eine Erkenntnis daraus ist, dass auf allen Stufen des Projekts ein BIM-Datenmanager einbezogen werden muss um die relevanten Daten für den Betrieb abbilden zu können. Auch die Kooperation und Zusammenarbeit im gesamten Projektteam ist ein entscheidender Faktor für ein erfolgreiches Projekt.⁹⁵

Der nachstehende Trendkatalog (vgl. Tab. 6) dient als Entscheidungshilfe für die Berücksichtigung eines nachhaltigen Betriebs bereits in der Projektentwicklung. Es wird eine Übersicht der Empfehlungen und Labels, die für die Konzep-

⁹³ Weber/Caravatti-Felchlin/Suppiger/Schrenk/Krebs/Schwery, Referat: BIM2FM – von der Planung bis in den Betrieb | Swissbau Focus 2020, Freitag, 17. Januar 2020, 09.30-11.00 Uhr, www.youtube.com, Abruf am 04.07.2020, 18:10 Uhr

⁹⁴ Walther, Datenfeldkatalog BIM2FM: Teil der Liegenschafts-Informationsanforderungen (LIA), Januar 2020

⁹⁵ Weber/Caravatti-Felchlin/Suppiger/Schrenk/Krebs/Schwery, Referat: BIM2FM – von der Planung bis in den Betrieb | Swissbau Focus 2020, Freitag, 17. Januar 2020, 09.30-11.00 Uhr, www.youtube.com, Abruf am 04.07.2020, 18:10 Uhr

te eines nachhaltigen Betriebs angewendet werden, aufgezeigt. Im Weiteren wird der Nutzen für den Eigentümer, Nutzer und Betreiber durch die Berücksichtigung dargelegt wie auch der Einfluss auf den Klimawandel.

Trend	2. Circular Economy
Thema	2.3 Nachhaltiger Gebäudebetrieb – Teil A
Übersicht der Labels (Auswahl)	
Lebenszykluskosten	<ul style="list-style-type: none"> • DGNB System –Kriterienkatalog Gebäude im Betrieb, Version 2020 • BREEAM: Bewertung gewerblicher Bestandsgebäude, Stand 10/2014 • SNBS Hochbau, Kriterienbeschreibung, Version 2.0, 11.08.2016
Übersicht von Empfehlungen und Labels nach Themen	
Lebenszykluskosten	<ul style="list-style-type: none"> • IFMA: Praxisleitfaden Lebenszykluskostenanalyse für Betriebs- und Bewirtschaftungskosten, vdf, 1.,2010 • SNBS 2.0 Hochbau, Indikator 201.1
Nachhaltigkeit in der Bewirtschaftung	<ul style="list-style-type: none"> • IFMA: Praxisleitfaden für ein planungs- und baubegleitenden FM, CRB, 2014 • SIA 112/1 (11/2004) Nachhaltiges Bauen – Hochbau • BREEAM Bestand • SIA 113 (06/2010): FM-gerechte Bauplanung und Realisierung
Wohlbefinden der Nutzer	<ul style="list-style-type: none"> • WELL Building Standard v2.0
Inbetriebnahme	<ul style="list-style-type: none"> • DGNB Version 2018: Geordnete Inbetriebnahme
	<ul style="list-style-type: none"> • Merkblatt SIA 118 (01/2013), Abnahme und Inbetriebnahme
	<ul style="list-style-type: none"> • LEED Fundamental & Enhanced Commissioning
Betriebsoptimierung	<ul style="list-style-type: none"> • SIA MB 2048 (07/2013): Energetische Betriebsoptimierung
Bauwerk	<ul style="list-style-type: none"> • SIA 469 (09/1997): Erhaltung von Bauwerken
Nutzen für Stakeholder	
Eigentümer	<ul style="list-style-type: none"> • Nutzerzufriedenheit durch einen optimalen und transparenten Gebäudebetrieb • Tiefere Betriebskosten u. a. durch Lebenszyklusberechnungen, Betriebs- und Energieoptimierung und nachhaltiges Beschaffungswesen • Bei Bestandsgebäuden können durch eine Labelbewertung Optimierungspotentiale aufgedeckt werden
Nutzer	<ul style="list-style-type: none"> • Optimiertes, überwachtes Raumluftklima und hoher thermischer Komfort • Tiefere Nebenkosten bei hoher Energieeffizienz • Durch aktives Mieterbeschwerdemanagement werden Bedürfnisse abgeholt
Betreiber	<ul style="list-style-type: none"> • Solides Informationsmanagement für einen effizienten Anlagenbetrieb • Höheres Verständnis der Gebäudeprozesse durch vollständig digitalisiertes Ablagesystem und effizientes Dokumentenmanagement • Vereinfachtes externes Servicemanagement • Hohe Dienstleistungsqualität ggü. dem Eigentümer/Nutzer

Trend	2. Circular Economy
Thema	2.3 Nachhaltiger Gebäudebetrieb – Teil B
Einfluss auf Klimawandel	
Ressourcen	<ul style="list-style-type: none"> • Überwachung und Reduktion von Verbrauchsmaterialien (u. a. Energie, Wasser und Abfall) • Materialien werden für eine langlebige Nutzung instand gehalten (Schonende Pflege durch Einsatz z. B. ökologischer Reinigungsmittel)
Abfälle	<ul style="list-style-type: none"> • Reduktion von Mieter-/Nutzerabfälle durch effizientes Entsorgungsmanagement • Ein zentrales, übersichtliches und gut organisiertes Depot sensibilisiert die Nutzer zum Sammeln, Trennen und Recycling
Energie	<ul style="list-style-type: none"> • Erhöhte Energieeffizienz durch systematische Betriebsoptimierung • Verbrauchsgerechte Energiekosten durch die Messung von relevanten Energieverbräuchen • Anlagenüberwachung und -optimierung
Chancen der Digitalisierung	
Integration betriebsrelevanter Anforderungen im Bauprozess	<ul style="list-style-type: none"> • BIM2FM

Tab. 6: Trendkatalog Nachhaltiger Gebäudebetrieb (A & B)

4.6 Wiederverwendbarkeit von Gebäudematerialien

Eine Studie, die vom Bundesamt für Umwelt im Mai 2020 zur Wiederverwendung von Baumaterial in der Schweiz in Auftrag gegeben wurde, hat hervorgebracht, dass die Thematik rund um das Wiederverwenden von Materialien im Rahmen der Kreislaufwirtschaft zwar bei den Akteuren angekommen ist, jedoch noch ein enormes Potential für eine marktfähige Berücksichtigung aufweist. Als Hindernisse für die Wiederverwendung wurden unter anderem mangelndes Know-How, zu hohe Kosten oder auch die tief verankernden Gewohnheiten der Bauwirtschaft in der Schweiz genannt.⁹⁶ Gemäß Bundesamt für Umwelt, wird jährlich nur ein kleiner Anteil des 75'000 Tonnen schweren Materiallagers Schweiz genutzt.⁹⁷ Durch eine höhere Vernetzung und Abstimmung der Akteure und politische Anreizgebung könnten bereits bestehende Kanäle genutzt werden und so die Wiederverwendung begünstigen.⁹⁸ In diesem Kapitel wird die Wiederverwendung von Bauelementen und deren Anwendbarkeit für ein Bauvorhaben geprüft. Der Fokus liegt auf bereits hergestellten, verbauten Materialien und berücksichtigt keine Aushub- und Ausbruchmaterialien, deren Recycling in der Schweiz zu weiten Teilen etabliert ist (vgl. SIA 430 (02/1994): Entsorgung von Bauabfällen). Es wird weiter analysiert, wer die Akteure sind und wie ihr Einfluss auf die Wiederverwertung gestärkt werden kann sowie ein Trendkatalog entwickelt, der die wichtigsten Eckdaten zum aktuellen Stand der Wiederverwendung von Baumaterialien aufzeigt.

4.6.1 Grenzen der Wiederverwendung in der Schweiz

Die Wiederverwendung steht noch vor dem Recycling/Verwertung oder Beseitigung und entspricht der gesetzlichen Verordnung über die Vermeidung und Entsorgung von Abfällen.⁹⁹ Obwohl die Möglichkeiten der Wiederverwendung durch Plattformen und Netzwerke in der Schweiz besteht, wird diese oft nicht

⁹⁶ De Perrot/Friat-Massard, Bericht Wiederverwendung Bauen, BAFU, 2020, S. 33

⁹⁷ De Perrot/Friat-Massard, Bericht Wiederverwendung Bauen, BAFU, 2020, S. 17

⁹⁸ Bafu, www.bafu.admin.ch, Abruf am 01.07.2020, 10:24 Uhr

⁹⁹ Verordnung vom 4. Dezember 2015 über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (Abfallverordnung, VVEA), SR 814.600

genutzt. Anhand einer Umfrage hat eine Studie zur aktuellen Situation zur Wiederverwendung von Baumaterial in der Schweiz folgende Gründe dafür hervorgebracht:¹⁰⁰

- Grundeinstellung der Akteure zur Wiederverwendung ist eine fehlende Motivation seitens Bauherr oder Unternehmer,
- langjährige Gepflogenheiten bei Planungs- und Bauprozessen sind schwierig zu durchbrechen,
- hohe logistische Kosten und nicht vollständig entwickelte Transportwege verhindern effiziente Zwischenlagerung, Transport und Demontage,
- eine Vernetzung zwischen den Akteuren der Wiederverwendungsbranche ist noch wenig etabliert und die Auswahl an Material ist entsprechend beschränkt und
- mangelnde Rechtsprechung und fehlender politischer Wille zur Schaffung entsprechender Vorschriften, Normen und Baustandards.

4.6.2 Handlungsfelder der Wiederverwertungsszene

Die Studie hat anhand der oben genannten Gründe zusammenfassend erkannt, dass die Häufigkeit der Wiederverwendung von der Komplexität des Rückbaus, Transport und Wiedereinbau abhängt. Weiter hat sie folgende Handlungsbereiche identifiziert und Vorschläge entwickelt, wie der Marktanteil für wiederverwendetes Material erhöht werden könnte:¹⁰¹

- Es wird an die Vorbildfunktion der Auftraggeber und Architekten appelliert, die mit ansprechenden Beispielprojekten Wirtschaft, Politik und Gesellschaft zur Wiederverwendung sensibilisieren.
- Es fehlt eine zentrale, umfassende Plattform für das Wiederverwendungsangebot in der Schweiz. Eine erhöhte Markttransparenz (u. a. der Akteure, Transportmöglichkeiten, Lagerorte, Rahmenbedingungen und aktuelle Rechtsgrundlagen) könnte den Wettbewerb stärken und eine er-

¹⁰⁰ De Perrot/Friat-Massard, Bericht Wiederverwendung Bauen, BAFU, 2020, S. 33

¹⁰¹ De Perrot/Friat-Massard, Bericht Wiederverwendung Bauen, BAFU, 2020, S. 48-50

höhte regionale Vernetzung mit sich bringen. Einheitliche Rahmenverträge würden die Prozesse der Demontage, Transport, Lagerung, Montage, etc. vereinfachen.

- Durch Lehrveranstaltungen und vermehrte Anwendungen durch wichtige Akteure der Baubranche könnte sich ein Markt für die Wiederverwendung langfristig etablieren. Auch durch die Berücksichtigung des Themas in Labels und Nachhaltigkeitsstandards kann dem Thema ein höherer Stellenwert zugetan werden.
- Die öffentliche Meinung wird durch Medienwahrnehmung, Publikationen und Informationen gestärkt.

Daraus abgeleitet wird in der folgenden Abb. 20 dargestellt, wie die obenstehenden Handlungsfelder der Wiederverwendungsszene im Idealfall miteinander vernetzt sind.

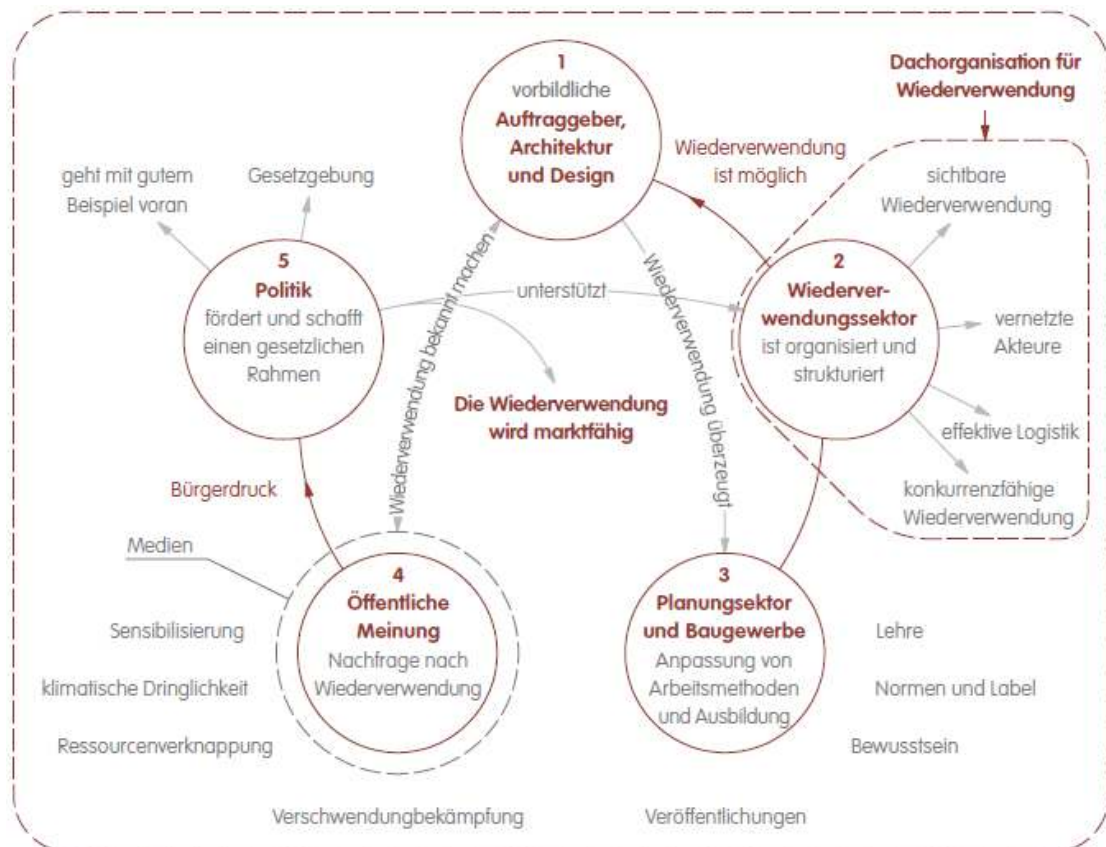


Abb. 20: Angestrebter Zustand der Wiederverwendungsszene¹⁰²

¹⁰² De Perrot/Friat-Massard, Bericht Wiederverwendung Bauen, BAFU, 2020, S. 49

Aus der Studie geht weiter hervor, dass die Schweizer Baubranche und nahe-stehende Akteure die Thematik der Wiederverwendung noch sehr verhalten behandeln und die Wiederverwendung im Vergleich zur Anwendung in anderen Ländern wie Frankreich oder Belgien verschwindend klein ist. Mit einer beson-deren Anstrengung gilt es entsprechend den Zielen, Investoren und Projektent-wickler für das Thema zu sensibilisieren.

Für die ökologische Bewertung von wiederverwendetem Material gibt es keine Anforderungen. Vielmehr ist die Wiederverwendung vom Markt abhängig, wobei Faktoren wie Preis, Beschaffenheit oder Qualität des Materials ausschlagge-bend sind. Anstatt der Entwicklung eines Anforderungskatalogs wird anhand eines Ablaufs in Abb. 23 aufgezeigt, wie die Wiederverwendung in einem Be-standsgebäude mit der Intention zur Sanierung, Modernisierung, zum Um- oder Rückbau berücksichtigt werden kann. Die ergänzenden Erläuterungen auf der Folgeseite (Abb. 24) sind dazu zu beachten.

4.6.3 Wiederverwendung und Digitalisierung

Die Digitalisierung könnte bei der Erhöhung des Marktanteils zur Wiederver-wendung von Gebäudematerialien und Elementen eine wesentliche Rolle spie-len. Mit der Plattform Madaster, wie in Kap. 4.4.4 bereits erläutert, werden alle ressourcenrelevanten Materialdaten in einem Gebäude digital und systematisch aufgenommen. Die detaillierten Material- und Produktangaben zeigen auch die Lebensdauer und identifizieren so frühzeitig wiederverwendbares Material. Das kann einen transparenten Anbieter- und Nachfragemarkt schaffen.

Der Trendkatalog in der nachstehenden Tabelle zeigt die relevanten Akteure der Wiederverwendungsszene in der Schweiz und Beispielprojekte, wo das Prinzip der Wiederverwendbarkeit angewendet wurde. Anhand einer Grafik (Abb. 21) wird aufgezeigt, bei welchen Materialien das größte Potential zur Wiederverwendung in der Schweiz liegt. Dem Auftraggeber werden die Vorteile bei Berücksichtigung in einem Bauvorhaben aufgezeigt und der Einfluss, den die Wiederverwendung auf den Klimawandels hat, wird ebenfalls aufgeführt.

Trend	
2. Circular Economy	
Thema	2.4 Wiederverwendbarkeit von Gebäudematerialien
Marktrelevanz	
Marktteilnehmer	<ul style="list-style-type: none"> • Salza, Madaster, Useagain, Matériuum, Rewinner, Baskarad
Marktanteil	<ul style="list-style-type: none"> • Ca. 10% der wiederverwendbaren Bauteile werden genutzt
Die am häufigsten wiederverwendeten Bauelemente und Materialien in der Schweiz	<p>Abb. 21: Anteil der Wiederverwendung von Bauelemente und Materialien¹⁰³</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Holz (Verkleidungen, Böden, etc.) ■ Materialien mit Eisen (Bleche, Heizkörper, etc.) ■ Sanitär-/Küchenarmaturen ■ Mineralisches Material (z.B. Ziegel) ■ Fenster, Türen, Glas ■ Weitere (Leuchten, Mobiliar) ■ Dämmung (thermisch, akustisch)
Beispielprojekte	<ul style="list-style-type: none"> • Aufstockung Kopfbau Halle 118, Winterthur. • Lysbüchel Areal
Nutzen für die Stakeholder	
Auftraggeber	<ul style="list-style-type: none"> • Vorbildwirkung und erhöhte Wahrnehmung der Gesellschaft • Vernetzung und Austausch zwischen Akteuren erhöht die Transparenz und sensibilisiert die Wirtschaft • Stärken der lokalen Bauwirtschaft
Einfluss auf Klimawandel	
Ressourcen	<ul style="list-style-type: none"> • Der CO₂-Verbrauch wird durch die erneute Nutzung intakter Materialien reduziert • Die Umweltbelastung durch die Herstellung neuer Materialien wird auf verschiedene Kreislaufzyklen verteilt • Eine Verschwendung intakter funktionsfähiger und hochwertiger Materialien wird verhindert • Abfälle werden reduziert und Kreisläufe geschlossen, dadurch werden Ressourcen geschont
Graue Energie	<ul style="list-style-type: none"> • Eine Wiederverwendung von Baumaterialien und Konstruktionselementen kann sich positiv auf die Graue Energie auswirken
Chancen aus der Digitalisierung	
Gebäudepass	<ul style="list-style-type: none"> • BIM, Madaster

Tab. 7: Trendkatalog Wiederverwendung von Materialien

¹⁰³ Eigene Darstellung vgl. De Perrot/Friat-Massard, Bericht Wiederverwendung Bauen, BAFU, 2020, S. 34

4.7 Recycling: Aktueller Stand und Empfehlungen

Die steigende Ressourcenverknappung und Verteuerung von Rohstoffen, Abhängigkeiten vom Ausland, das erhöhte Abfallaufkommen in der Schweiz,¹⁰⁴ die Umweltbelastung aus Abfällen und der fortschreitende technologische Wissensstand zum Recycling hat die Schweizer Politik zum Handeln animiert. In einem Aktionsplan zur Grünen Wirtschaft, dessen Ziele an denjenigen der Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung der UNO angeglichen sind, hat der Bundesrat übergeordnete Maßnahmen zur Abfallreduktion formuliert. Darin wird auf die Dringlichkeit zur Beachtung des Baustoffrecyclings und der Wiederverwertung zur Schließung von Kreisläufen hingewiesen:¹⁰⁵ Während vorgängig der Ansatz der Abfallvermeidung durch die Berücksichtigung kreislauffähiger Konzepte in der Planung und Ausführung untersucht wurde, wird hier das Potential des Baustoffrecyclings in der Schweiz analysiert. Um ein baustoffgerechtes und hochwertiges Recycling auf Baustellen zu fördern, werden die lokalen Empfehlungen wie auch nützliche Anforderungen aus den Labels zur Berücksichtigung in einem Bauvorhaben aufgeführt. Da in Bauvorhaben jeweils je nach Kanton unterschiedlich angepassten Richtlinien und Anforderungen angewendet werden müssen, wird auf die Entwicklung eines Anforderungskatalogs in diesem Kapitel verzichtet.

4.7.1 Baustoffrecycling in der Schweiz

In einer Studie zu den Material- und Energieressourcen sowie Bewertung der Umweltauswirkungen der baulichen Infrastruktur der Schweiz hat das BAFU zusammen mit der EMPA im Jahr 2016 die Zusammensetzung des Bauwerks Schweiz untersucht. Daraus geht hervor, wie die Materialien im Entsorgungsprozess nach Recycling, Kehrichtverbrennung (KVA) oder Deponie aufgeteilt sind. Es wurde festgestellt, dass Metalle, Kies & Sand, Asphalt, Beton und

¹⁰⁴ Es wird prognostiziert, dass die Bauabfälle bis 2025 weiter steigen werden. (Guerra/Kast, Bauabfälle in der Schweiz – Hochbau, Studie 2015, Abschlussbericht, 2015, S. 22)

¹⁰⁵ Bafu, Massnahmen des Bundes für eine ressourcenschonende, zukunftsfähige Schweiz, 2016, S. 14

Mauerwerk mit einem Anteil von mindestens 80% bereits recycelt werden. Die drei Kategorien Kies & Sand, Asphalt und Beton machen dabei den größten Anteil der Bauabfälle aus (77%). Die Materialien Holz und brennbare Materialien werden überwiegend der KVA zugeführt und Keramik, Gips und Glas fast vollständig deponiert.¹⁰⁶ Eine Übersicht dieser Materialaufteilung ist in der nachstehenden Abb. 22 ersichtlich.

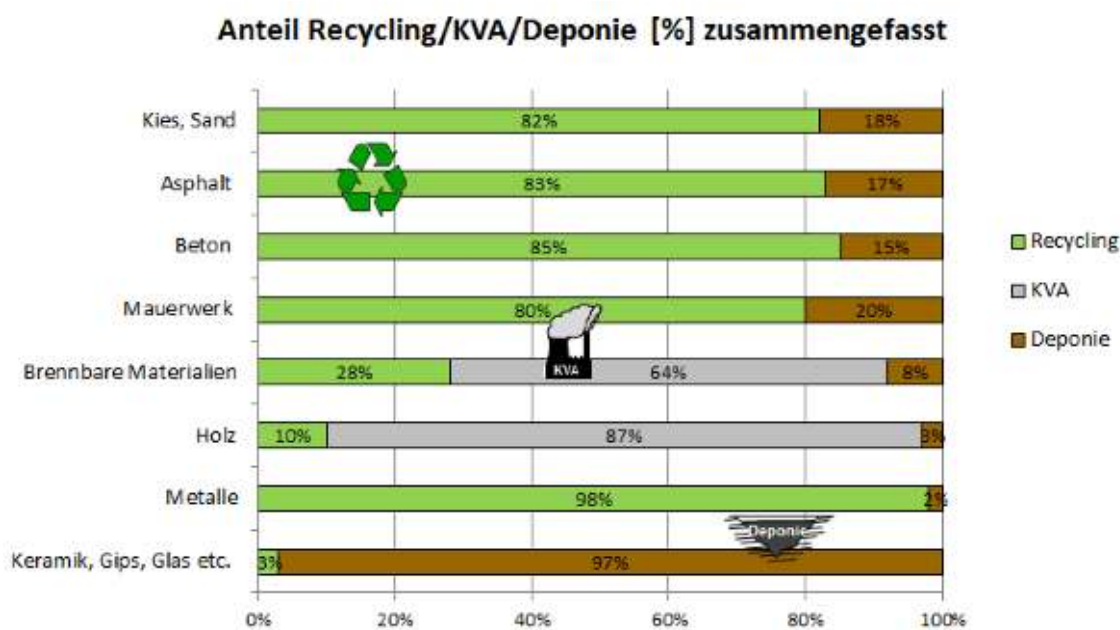


Abb. 22: Materialanteile der Entsorgungswege¹⁰⁷

4.7.2 Grundlagen und Empfehlungen zu Baustellenabfall

Die rechtlichen Grundlagen für den Umgang mit Baustellenabfällen sind in der Abfallverordnung VVEA¹⁰⁸ und dem Umweltschutzgesetz USG¹⁰⁹ verankert. Die Umsetzung obliegt den einzelnen Kantonen, die mit Merkblättern, Informationen und Empfehlungen den Akteuren eines Bauvorhabens die entsprechenden Anforderungen an die Abfallbehandlung vorlegen.

¹⁰⁶ Gauch/Matasci/Hincapié/Hörler/Böni Material- und Energieressourcen sowie Umweltauswirkungen der baulichen Infrastruktur der Schweiz, 2016, S. 36

¹⁰⁷ Ebd.

¹⁰⁸ Verordnung vom 4. Dezember 2015 über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (Abfallverordnung, VVEA), SR 814.600

¹⁰⁹ Bundesgesetz vom 7. Oktober 1983 über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz, USG), SR 814.01.

Der Kanton Zürich als größter Abfallverursacher in der Schweiz¹¹⁰ nimmt eine Vorreiterfunktion ein, indem er einen Maßnahmenplan für die Jahre 2019 bis 2022 entwickelt hat, der stark dem Gedanken der Kreislaufwirtschaft folgt.¹¹¹ Dieser gilt als Orientierungsinstrument für eine gesamtheitliche Betrachtung zum Umgang mit Rohstoffen und Abfällen. Es werden darin 8 Handlungsfelder mit 73 Maßnahmen definiert, die der Kanton Zürich bis 2022 umsetzen will. Die Handlungsfelder sind an dem Ansatz der Kreislaufwirtschaft und dem Prinzip „Urban Mining“ ausgerichtet. Beim „Urban Mining“ geht es um eine vollständige Wiedernutzung von Rohstoffen am Ende ihrer Lebensdauer und die Betrachtung der baulichen Infrastruktur als Rohstoff- und Materiallager. In der Studie wird zudem der Fokus auf die Steuerung von Bauabfällen gelegt. Die folgenden Ziele sind dabei für den Umgang mit Abfällen aus dem Um- oder Rückbau definiert:¹¹²

- Mind. 90% der Rückbaumaterialien sind nach Schadstoffen geprüft und entsprechend entsorgt und verwertet,
- mind. 50% des schwach und wenig verschmutzten Aushubs und 100% des stark verschmutzten Materials sind behandelt und werden verwertet,
- unbelasteter Boden wird möglichst vollständig verwertet und
- verunreinigter Aushub wird kontrolliert entsorgt.

Für die effektive Berücksichtigung auf der Baustelle (Um- oder Rückbau) mit Verdacht auf Schadstoffvorkommen oder einem Aufkommen von erheblichen Abfallmengen, werden zwei Merkblätter des AWEL empfohlen:

- Merkblatt „Der richtige Umgang mit Bauabfällen“ vom Mai 2018 und
- Merkblatt „Private Kontrolle beim Rück- und Umbau“ vom März 2018.

Beide Merkblätter enthalten Anleitungen zur Behandlung der anfallenden Bauabfälle bei Bauvorhaben. Das zweite Merkblatt enthält die Umsetzung eines

¹¹⁰ Guerra/Kast, Bauabfälle in der Schweiz – Hochbau, Studie 2015, Abschlussbericht, BAFU, Bern, S. 28)

¹¹¹ Kuhn/Morf, Massnahmenplan Abfall- und Ressourcenwirtschaft 2019–2022, 2018, S. 3

¹¹² Kuhn/Morf, Massnahmenplan Abfall- und Ressourcenwirtschaft 2019–2022, 2018, S. 55

Entsorgungskonzepts mit Angaben zur Ermittlung, Entfernung und Entsorgung von belasteten und unbelasteten Bauabfällen.

In den Labels bestehen verschiedene Ansätze, wie die Recyclingquote erhöht werden kann. So wird der Fokus auf das Recycling ressourcenintensiver, konstruktiver Bauteile wie Beton und Kies oder Aushubmaterialien z. B. im Kriterium TEC 1.6 nach dem DGNB Kriterienkatalog Gebäude Neubau (Version 2018) oder im Kriterium MRp2 und MRc5 nach dem Label LEED Version 4 berücksichtigt und konkretisiert. Nachfolgend werden die konzeptuellen Ideen aus den Labelanforderungen zusammengefasst:

- Ein effizientes Bauabfallmanagement auf der Baustelle wird vor dem Rückbau und Bauprozess in Zusammenarbeit mit den Unternehmen, Fachplaner und Bauleiter/-management entwickelt.
- In einem umfassenden Entsorgungskonzept werden die erwarteten Abfallströme identifiziert und die Verantwortlichkeiten beschrieben. In jedem Fall soll jeder Materialstrom für ein hochwertiges Recycling oder zur Wiederverwendung (vgl. Kap. 4.6) geprüft werden.
- Mit einem Mehrmuldenkonzept können die Abfälle vor Ort auf der Baustelle bereits getrennt werden und separaten Entsorgungsströmen zugeführt werden.
- Die digitale Erfassung aller Bauabfälle (mit Transportscheinen, Rechnungen etc.) kann dem Baumanagement oder dem Bauleiter dazu verhelfen, eine hohe Recyclingquote anzustreben und mögliche Optimierungen vorzunehmen. Auch wird Transparenz bei den Materialflüssen geschaffen.

Zusammenfassend wird auf die vorbildlich definierten Maßnahmen des Kantons Zürich zur Reduktion von Bauabfällen verwiesen, der übersichtliche Merkblätter für Bauherren entwickelt hat um ein effizientes Abfallmanagement in Bauvorhaben umzusetzen. Eine Erfassung aller in einem Bauvorhaben anfallenden Bauabfälle ist nicht standardisiert und wird auch nicht vorgegeben. Bisher gibt es kein bekanntes oder angewendetes Tool diesbezüglich und auch im oben erwähnten Maßnahmenplan des Kantons Zürich wird dazu ebenfalls keine konkrete Maßnahme definiert. Wie anfangs erläutert, sind die lokalen Bestimmun-

gen in einem Bauvorhaben zu berücksichtigen, daher wird im Umfang dieser Arbeit kein Anforderungskatalog zum Thema Recycling entwickelt.

Es wird im nachstehenden Trendkatalog zusammenfassend auf die rechtlichen Grundlagen, die Merkblätter und Empfehlungen auf Bundesebene und des Kanton Zürichs verwiesen und die relevanten Anforderungskriterien aus den Labels aufgeführt. Dem Bauherrn werden zudem die Vorteile eines entsprechenden Abfallmanagements beschrieben. Mit diesen Grundlagen kann die Projektentwicklung ein vorbildliches Bauabfallmanagement in einem Bauvorhaben implementieren und dadurch wertvolle Ressourcen schonen.

Trend	2. Circular Economy
Thema	2.5 Recycling: Aktuelle Empfehlungen
Rechtliche Grundlagen, Standards und Labelempfehlungen	
Rechtliche Grundlagen	<ul style="list-style-type: none"> • Verordnung vom 4. Dezember 2015 über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (Abfallverordnung, VVEA), SR 814.600 • Bundesgesetz vom 7. Oktober 1983 über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz, USG), SR 814.01.
SIA Norm	<ul style="list-style-type: none"> • SIA 430 (02/1994): Entsorgung von Bauabfällen
Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft AWEL	<ul style="list-style-type: none"> • Merkblatt „Der richtige Umgang mit Bauabfällen“ vom Mai 2018 • Merkblatt „Private Kontrolle beim Rück- und Umbau vom März 2018
Minergie-ECO	<p>Vorgabenkatalog und Umsetzungshinweise für Neubauten, Version 1.4, Januar 2018, Kriterien:</p> <ul style="list-style-type: none"> • NA1.010 Schadstoffe in Gebäuden • NG1.010 Grundstücksvorbereitung (Rückbau bestehender Gebäude) • NG1.030 Umgebungsgestaltung • NM1.010 Bodenschutz
SGNI SNBS	<ul style="list-style-type: none"> • SGNI SNBS Kriterienbeschrieb Hochbau, Version 2.0, August 2016, Indikator 303.1 Baustelle
LEED	<ul style="list-style-type: none"> • NC-v4.1 MRp2: Construction and demolition waste management planning • NC-v4.1 MRc5: Construction and demolition waste management
Nutzen für Stakeholder	
Bauherr	<ul style="list-style-type: none"> • Eine frühzeitige Identifikation rückzubauender Materialien erhöht die Planungs- und Kostensicherheit für die Prüfung und Entsorgung des Abbruchmaterials aus dem Rückbau • Ein Entsorgungskonzept vereinfacht die Abbruch- und Rückbauarbeiten und ist im Kanton Zürich für grössere Bauvorhaben vorgeschrieben • Ein Monitoring des Abfallaufkommens im Bauprozess durch das Baustellenmanagement kann Optimierungen im Recycling aufzeigen und das Datenmanagement verbessern
Einfluss auf Klimawandel	
Ressourcen	<ul style="list-style-type: none"> • Materialien werden dem Rohstoffkreislauf zurückgeführt und hochwertig aufbereitet • Durch das Recycling von Abfällen anstelle von Deponie/Verbrennung wird eine geringere Umweltbelastung erreicht • Erhöhung der Recyclingrate durch ein umfassendes Abfallmanagement auf der Baustelle

Tab. 8: Trendkatalog Recycling

5 Anforderungskataloge

Im folgenden Kapitel sind die Anforderungskataloge für die Themen „Coworking“, „Flexible Bauweise und Systemtrennung“, „Materialwahl unter kreislauffähigen Aspekten“, „Nachhaltiger Gebäudebetrieb“ und „Wiederverwendung“ tabellarisch dargestellt. Sie sind zusätzlich zu den lokalen Rahmenbedingungen und Standards bei der Entwicklung von Projekten für das jeweilige Thema zu berücksichtigen.

5.1 Coworking

Trend	1. Sharing Economy
Thema	1.1 Shared Offices: Coworking – Teil A
Anforderungen an Standort und Liegenschaft	
Standort	<ul style="list-style-type: none"> • Die Nähe zu umliegenden Attraktionen, Verpflegungsmöglichkeiten und Freizeitangeboten ist gegeben
Mobilität	<ul style="list-style-type: none"> • Alternative Verkehrslösungen wie Carsharing, Mobility oder Publi-Bikes stehen den Gebäudenutzer zur Verfügung • Gewährleistung einer guten Anbindung an den öffentlichen Verkehr • Anbindung an ein lokales Verkehrsnetzwerk mit Fahrradwegen, genügende Fahrradparkplätze zur Verfügung stellen
Gebäudeinfrastruktur	<ul style="list-style-type: none"> • Die ideale Gebäudenutzfläche beträgt ca. 500m²
Anforderungen an die Planung und Bauweise	
Gebäudetechnik	<ul style="list-style-type: none"> • Ein effizientes Heiz- und Kühlsystem durch den Einsatz von intelligenter Gebäudetechnik ist zu installieren (z. B. Wärmepumpe, Wärmerückgewinnung, bedarfsgerechte Lüftung) • Ein fortschrittliches Gebäudeleitsystem und eine gebäudeweite Gebäudeautomation für die digitale Erfassung von Energiedaten ist zu eruieren • Die Gewährleistung der Zugänglichkeit der technischen Installationen und Platz für zukünftige Erweiterungen wird berücksichtigt
Flächenangebot/Raumnutzung	<ul style="list-style-type: none"> • Das Raumkonzept berücksichtigt die folgenden Anforderungen: 1 großer Hauptraum, 1-3 Sitzungszimmer, 2-3 Teambüros, Archiv- und Lagerraum, Küche mit Aufenthaltsbereich, Toilettenanlagen • Schaffung eines angenehmen Arbeitsklimas mit der Berücksichtigung von Privatsphäre, Reduktion von Lärmbelastungen und ergonomischen Faktoren • Die Umnutzungsfähigkeit des Innenausbaus wird berücksichtigt • Eine attraktiven Gestaltung von Räumen für die optimale Vernetzung und den Austausch von Coworkern wird gewährleistet • Ein vielfältiges Raumangebot für verschiedene Nutzertypen wird in Betracht gezogen

Trend	1. Sharing Economy
Thema	1.1 Shared Offices: Coworking – Teil B
Weitere Anforderungen	
Materialökologie	<ul style="list-style-type: none"> • Schaffung eines gesunden Innenraumklimas durch ökologische Materialkonzepte (Ausbaustandards von Labels z. B. Minergie-ECO oder Gesundes Innenraumklima GI)
Digitales Ökosystem	<ul style="list-style-type: none"> • Marketing, Social Media • Glasfasernetz und WLAN-Accesspoints • Einfaches Zahlungs- und Buchungssystem • Intelligenter Tech-Stack • Kommunikationsplattform für Co-Worker

Tab. 9: Anforderungskatalog Coworking (A & B)

5.2 Flexible Bauweise und Systemtrennung

Trend	2. Circular Economy
Thema	2.1 Flexible Bauweise und Systemtrennung – Teil A
Anforderungen an den Standort	
Standort	<ul style="list-style-type: none"> • Eine Analyse künftiger Umnutzung/Erweiterungen oder Anbauten unter Berücksichtigung der Arealverfügbarkeit (z. B. Bauzonierung)
Gebäudeanforderungen (Primärsystem)	
Anforderungen an das Primärsystem	<ul style="list-style-type: none"> • Hohes Verhältnis der nutzbaren Fläche zur Gesamtfläche GF • Tragkonstruktion: <ul style="list-style-type: none"> ○ Bodenplatten und Geschosdecken sind versatzfrei auszuführen ○ Möglichst wenige Tragende Innenwände ○ Erd- und Obergeschosshöhe 3.6m ○ Skelettbau in Verbindung mit Flachdecken ○ Nutzlast Erd- und Obergeschosse: 3kN/m² ○ Genügende Dimensionierung der Foundation • Dachflächen sind auf mögliche Erweiterung anzupassen • Gebäudegeometrie für die spätere Anpassung des Grundrisslayouts. Schwellenwert für die Gebäudetiefe liegt bei 16m • Die Fassadenwahl ist nach dem sommerlichen Wärmeschutz (vgl. Minergie-ECO) auszuführen und zu optimieren. Auch zur Nutzung von Tageslicht, Integration von Belüftungsmöglichkeiten und zur Beschattung sollte die Fassade optimal konzipiert werden • Die Reservemöglichkeit wird eruiert • Vertikale Erschließungskerne werden unter Berücksichtigung feuerpolizeilicher Bestimmungen und unterteilbare Flächen ausgeführt • Befestigungen werden rein mechanisch ausgeführt und nicht verklebt um einen künftigen Austausch zu gewährleisten

Trend	2. Circular Economy
Thema	2.1 Flexible Bauweise und Systemtrennung – Teil B
Gebäudeanforderungen (Sekundärsystem)	
Anforderungen an technische Installationen	<ul style="list-style-type: none"> • Flexibilitätsaspekte der haustechnischen Installationen umfassen eine einfache Leistungserhöhung und Erweiterungsmöglichkeit durch wenig bauliche Eingriffe • Eine Reserve für die Erweiterung technischer Installationen muss gegeben sein • Haupt- und Feinverteilungen müssen klar getrennt installiert werden für eine spätere Anpassung • Einfache Zugänglichkeit für technischen Unterhalt/Instandhaltung über alle Geschosse • Der künftige Ersatz von Großmaschinen und Techniksystemen ist bei der Dimensionierung der Zugänge zu Technikräumen berücksichtigt.
Labelempfehlungen	
Anwendung von Labels	<ul style="list-style-type: none"> • DGNB System Gebäude Neubau (Version 2018): ECO2.1 Flexibilität und Umnutzungsfähigkeit • Minergie-ECO Version 1.4 (Januar 2018): <ul style="list-style-type: none"> ○ NG2.010/NG2.020 Nutzungsflexibilität der Tragstruktur, Anforderungsniveau 1&2 ○ NG2.030 Nutzungsflexibilität durch die Fassadengestaltung ○ NG3.010/020: Zugänglichkeit vertikaler und horizontaler HT-Installationen ○ NG4.010/020: Austausch- und Rückbaufähigkeit von Tragstruktur und Gebäudehülle und des Ausbaus ○ NG8.010: Erweiterungsmöglichkeiten, Reserve • LEEDv4: Materials and Resources: Design for flexibility • SNBS Kriterienbeschrieb Hochbau Version 2.0 (August 2016): 195.1 Nutzungsflexibilität und -variabilität

Tab. 10: Anforderungskatalog Systemtrennung und Flexibilität (A & B)

5.3 Materialwahl unter kreislauffähigen Aspekten

Trend	2. Circular Economy
Thema	2.2 Materialwahl unter kreislauffähigen Aspekten – Teil A
Checkliste Materialwahl unter kreislauffähigen Aspekten	
Ablauf zur Materialwahl	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identifikation und Aufnahme aller Gebäudematerialien mit BIM bzw. Madaster 2. Berechnung der Grauen Energie mit aktuellen Ökobilanzdaten mit z. B. Lesosai 3. Optimierung der Materialien und Produkte zur Reduktion der Umweltbelastung 4. Berücksichtigung von materialökologischen Anforderungen gemäß Empfehlungen und Labels
Anforderungen an das Projektteam	<ul style="list-style-type: none"> • Die Berechnung der grauen Energie erfolgt bereits im Vorprojekt, um Optimierungen frühzeitig einzubringen • Die Auswahl von ökologischen Produkten und Materialien erfolgt nach den Empfehlungen des Fachverbands eco-bau oder anwendbarer Labels (z. B. Minergie-ECO). • Die Berücksichtigung von Planungsanforderungen an eine zirkuläre Bauweise u. a. mit der Systemtrennung und Wiederverwendbarkeit (vgl. Tab. 10)
Allgemeine Produktanforderungen	<ul style="list-style-type: none"> • Es werden Produkthersteller gewählt, die umfassende und vollständige Informationen zu Materialdaten liefern können oder die Hersteller werden entsprechend sensibilisiert • Zur Berechnung der Grauen Energie müssen vollständige Datensätze zu den im Bauvorhaben verwendeten Materialien vorliegen (u. a. Massen-, Volumenanteile, Materialangaben) • U. a. Lesbarkeit, Digitale Verfügbarkeit, bewährtes Datenformat wählen, Vollständigkeit und Transparenz der Informationen
Empfehlungen zur Optimierung der Grauen Energie (gem. Leitfaden von EnergieSchweiz)	
Gebäudekonzept	<ul style="list-style-type: none"> • Grundstück: Möglichst wenig Untergeschosse und Aushub und Eingriff in die Grundstücksumgebung • Kompaktheit: Verhältnis aller Aussenbauteile in Bezug zur Geschossfläche AGF. • Flächeneffizienz: Reduktion des Flächenbedarfs von Nebennutzflächen (AHNF/AGF) • Gebäudestruktur: Lange Nutzungsdauer, Systemtrennung der Bauteile, Effiziente Raumanordnung • Fassade: Gestaltung der Fassade (Fenster, Materialwahl, Öffnungsgrad)
Gebäudekonstruktion	<ul style="list-style-type: none"> • Reduktion von notwendigen Bauteilen und deren Schichtenzahl sowie deren Materialstärke, Dichte und Volumen • Gebäudehülle: Wärmedämmstoffe und Verglasungen • Berücksichtigung des Energiebedarfes und Energieträger (Berechnung des Primärenergiebedarfes) • Lebenszyklus: Bauteilaufbau, Trennbarkeit, Amortisationszeit

Trend	2. Circular Economy
Thema	2.2 Materialwahl unter kreislauffähigen Aspekten – Teil B
Empfehlungen zur Optimierung der Grauen Energie (gem. Leitfaden von EnergieSchweiz)	
Gebäudeausbau	<ul style="list-style-type: none"> • Rohbau (Edelrohbau) • Unterkonstruktionen: Wahl der Ständermaterialien • Materialwahl bei Trennwänden
Gebäudetechnik	<ul style="list-style-type: none"> • Trennbarkeit/Nutzungsdauer: Erleichterte Zugänglichkeit und Ersatz-/Erweiterungsmöglichkeiten • Installationsgrad • Material-/Produktwahl
Baumaterialien	<ul style="list-style-type: none"> • Effiziente Materialgewinnung, Hoher Recyclinganteil, Tiefe Anzahl der Bearbeitungsschritte. • Weitere Empfehlungen zu Baumaterialien mit einem hohen Einfluss auf die Graue Energie gem. Leitfaden für u. a.: Mauerwerke, Dämmstoffe, Bedachung, Bodenbeläge
Bauprodukt- und Labelempfehlungen	
Eco-bau	<ul style="list-style-type: none"> • Wahl von Bauprodukten aus der Eco-Produktliste mit Bewertungsstufe „eco1“
Anforderungen aus Labels	<ul style="list-style-type: none"> • LEED v4.0: Kategorie Materials and Resources • Minergie-ECO „Vorgabenkatalog und Umsetzungshinweise für Neubauten“ Version 1.4, Januar 2018: Kategorie NM: Materialien und Bauprozesse • DNGB System für Gebäude. Kriterien: Ökobilanz des Gebäudes (ENV1.1), Risiken für die lokale Umwelt (ENV1.2), Verantwortungsbewusste Ressourcengewinnung (ENV1.3) • SGNI SNBS Kriterienbeschrieb Hochbau, Version 2.0, August 2016: Kriterien: Graue Energieberechnung gem. Indikatoren 301 und 302, Materialökologie: Indikatoren 303, Abfallentsorgung: 304.3

Tab. 11: Anforderungskatalog Materialwahl unter kreislauffähigen Aspekten (A & B)

5.4 Nachhaltiger Gebäudebetrieb

Trend	2. Circular Economy
Thema	2.3 Nachhaltiger Gebäudebetrieb – Teil A
Ökonomische Anforderungen	
Lebenszykluskosten	<ul style="list-style-type: none"> • Die Lebenszykluskosten werden mit den folgenden Hilfsmitteln berechnet. <ul style="list-style-type: none"> ○ Standard SNBS v2.0, 2016, Indikator 201.1 ○ Weiteres Hilfsmittel für die Berechnung der Lebenszykluskosten ist die Norm SIA 480 (03/2016), Wirtschaftlichkeitsrechnung für Investitionen im Hochbau
Betriebskonzept	<ul style="list-style-type: none"> • Ein Betriebskonzept wird erstellt und im weiteren Projektverlauf weiter ausgearbeitet, es umfasst mindestens die folgenden Themen (nach SNBS v2.0, 2016, Indikator 201.2): <ul style="list-style-type: none"> ○ Objektbeschreibung mit Raumkonzept, ○ Die Definition der Prozesse und Leistungen im Facility Management und ein Betreibermodell und ○ Ein Betriebshandbuch mit relevanter Objektdokumentation
Ökologische Anforderungen	
Anforderungen an die Betriebsenergie	<ul style="list-style-type: none"> • Optimierung von Ressourcen und Verbrauchsdaten im Gebäudebetrieb durch die Überwachung von Wasser- und Energieverbrauch, Innenraumluftqualität (z. B. mit Raumlufmessungen, CO₂-Sensoren) und Verbrauchsmaterialien (z. B. Papier, Druckerpatronen) • Die technische Gebäudeausrüstung umfasst u. a.: <ul style="list-style-type: none"> ○ Anlagenübersicht mit Betriebshandbüchern und Wartungsprotokollen, ○ Messkonzept und technische Schemas, ○ Automatische Zähler und Verbrauchsüberwachung (mit Fernablesung) und ○ Gebäudeweites Leitsystem • Eine laufende Betriebs- und Energieoptimierung z. B. nach SIA MB 2048 (07/2015): Energetische Betriebsoptimierung wird seitens Bewirtschaftung durchgeführt
Anforderungen an die Instandhaltung	<ul style="list-style-type: none"> • Eine proaktive Instandhaltungsstrategie ist gewährleistet • Durch Zustandskontrollen und Massnahmenpläne werden alle Gebäudeelemente und technischen Anlagen laufend geprüft • Die Zugänglichkeit der technischen Gebäudeausrüstung ist gegeben, um Wartungen und Serviceleistungen zu erleichtern • Die Hauswartung nutzt ausschliesslich ökologische Reinigungsmittel und folgt einer fortlaufenden Wartungsplanung • Für Ausschreibungen wird auf die Eco-Devis des CRB verwiesen und ein Vergleich von internen und externen Kennzahlen zu Betrieb und Unterhalt durchgeführt

Trend	2. Circular Economy
Thema	2.3 Nachhaltiger Gebäudebetrieb – Teil B
Ökologische Anforderungen	
Anforderungen an die Abfallströme	<ul style="list-style-type: none"> • Reduzierung der Abfallströme durch effizientes Recycling von Gebäude- und Nutzerabfällen • Ein Entsorgungskonzept auf Gebäudeebene pro Nutzungseinheit sorgt für ein einfaches Abfallmanagement • Eine Sensibilisierung der Mieter zur Reduktion von Abfällen wird durch Hinweise etc. vorgenommen
Gesellschaftliche Anforderungen	
Anforderungen an den Nutzer/Mieter	<ul style="list-style-type: none"> • Ein Beschwerdemanagement wird aktiv genutzt und Mieterbegehren werden wahrgenommen • Das Wohlbefinden des Nutzers wird durch optimierte Raumkonditionierung maximiert und/oder der Nutzer hat aktiv Einfluss auf die Beleuchtung, Temperatur, Feuchtigkeit etc. • Dem Nutzer werden Bewegungsmöglichkeiten gegeben und eine flexible Arbeitsplatzgestaltung durch ergonomische Faktoren ergänzt • Das Gebäude enthält öffentliche Bereiche z. B. Kaffees oder einen öffentlichen Innenhof • Das Gebäude entspricht den Mindeststandards bezüglich Sicherheit
Weitere Anforderungen	
Anforderungen an die Planung	<ul style="list-style-type: none"> • Praxisleitfaden planungs- und baubegleitendes FM, IFMA Schweiz, CRB, 2014 • Der FM-Dienstleister ist frühzeitig im Projekt Bestandteil des Projektteams • Anforderungen an die Bewirtschaftung sind in der Planung berücksichtigt • Ein Betriebskonzept wird erstellt und im weiteren Projektverlauf weiter ausgearbeitet
Anforderungen an die Gebäudedokumentation	<ul style="list-style-type: none"> • Digitalisierte Gebäudedaten: Alle Dokumente zum Gebäude mit Energiestandard, Baujahr, Eigentümerdaten etc. wie auch zu den Anlagen wie Betriebsdokumentationen, Wartungsbücher, Serviceverträge ect. sind an einem Ort zentral für den Betreiber zugänglich und liegen vollständig digitalisiert vor. • Bei Neubauten ist ein effizientes Inbetriebnahme Management ausschlaggebend für die Vollständigkeit und Richtigkeit der vorliegenden Betriebsdokumentation.
Labelempfehlungen	
<ul style="list-style-type: none"> • Vgl. Trendkatalog Tab. 6 	

Tab. 12: Anforderungskatalog Nachhaltiger Gebäudebetrieb (A & B)

5.5 Wiederverwendung

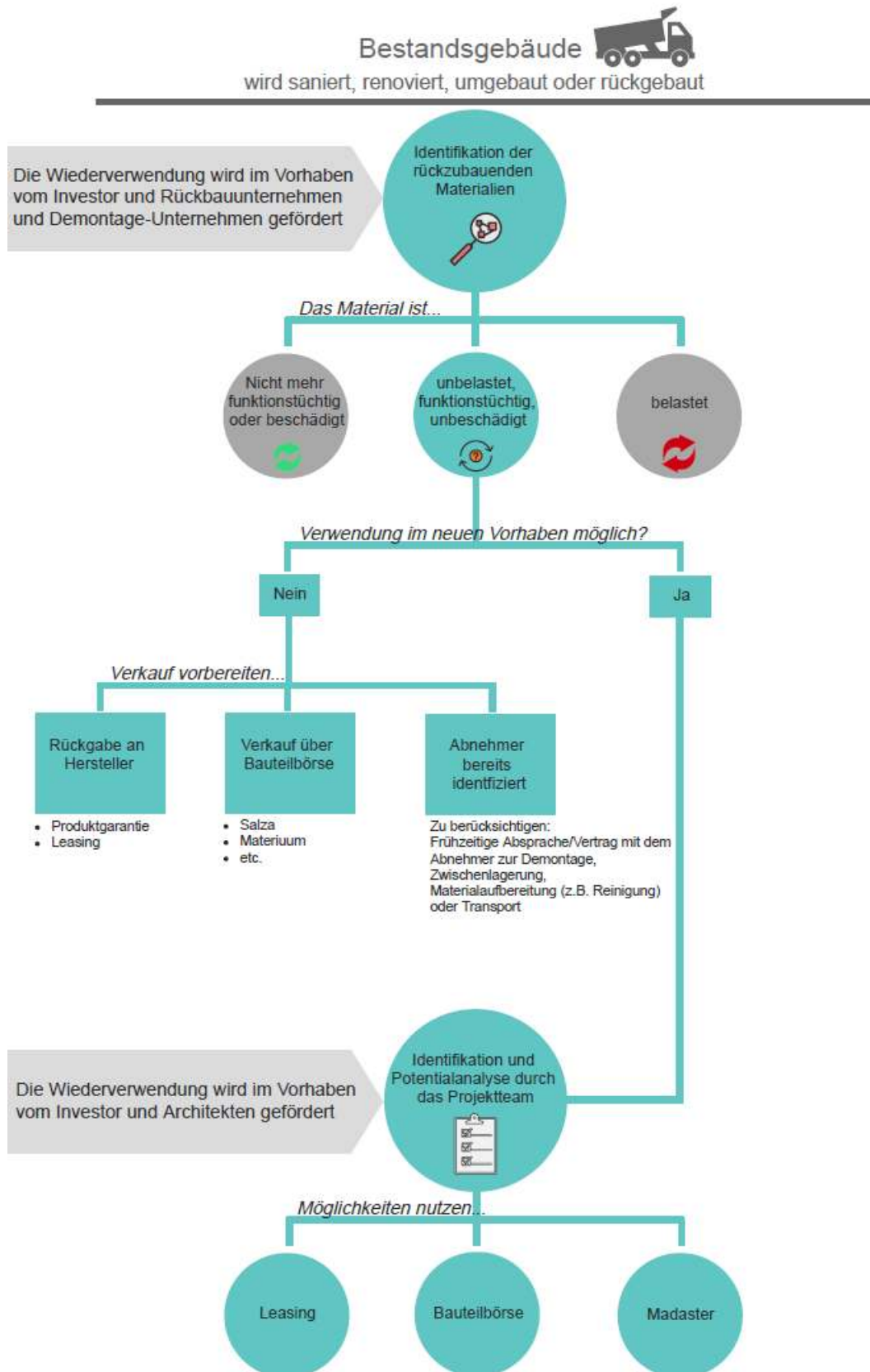


Abb. 23: Ablaufschema "Wiederverwendung", Eigene Darstellung



Die Aufnahme aller Gebäudematerialien ist ein sehr aufwändiger Prozess. Unternehmen und Akteure aus der Wiederverwendungsszene wie das Unternehmen Salza bietet Lösungen, die Gebäudematerialien vor dem Rückbau aufzunehmen und zu dokumentieren und zur Wiederverwendung vorzubereiten.



In einer Gebäudevoruntersuchung werden die Gebäudematerialien nach Schadstoffbelastung und Rückbaufähigkeit untersucht (Siehe entsprechende Anforderungen aus dem Vorgabekatalog von Minergie-ECO). Belastete Materialien werden fachgerecht entsorgt.

Für die Wiederverwendung muss das Material unbeschadet sein. Ist es nicht belastet aber nicht mehr funktionstüchtig, soll es durch ein hochwertiges Recycling möglichst verwertet werden. Hier spielen auch die Anforderungen aus der Thematik Modulbauweise, Systemtrennung und Flexibilität mit ein: Die Materialbestandteile sollen so gut wie möglich vor der Entsorgung voneinander getrennt werden um die Sortenreinheit zu erhalten.



Per Definition ist ein wiederverwendetes Material ein Material, dessen ursprüngliche Form beibehalten oder einer neuen Funktion angepasst wird. Gefertigte Elemente werden für dieselbe Nutzung in einem neuen Bauvorhaben eingesetzt. Die aufgeführten Kriterien unbelastet, funktionstüchtig und unbeschädigt können als Grundanforderungen für die Wiedernutzung eines Materials gewertet werden.

Jedes wiederverwendete Baumaterial muss auf Garantiegewährung, Qualität und Normen geprüft werden. Zusätzliche Kosten für Anpassungen und Demontage müssen berücksichtigt werden wie auch zusätzlicher Planungsaufwand für die Architekten und Fachplaner. Um die Umweltbelastung nicht negativ zu beeinflussen, soll der Transport vom Ausbau bis zur Wiedernutzung möglichst kurz sein.



Bevor neues Material produziert wird, soll bestehendes Material vor einem Recycling in den Kreislauf zurückgeführt werden. In einem neuen Bauvorhaben wird dies durch die Abklärung unterstützt, ob entsprechende Materialien auf dem Markt angeboten werden. Die entsprechende Planung kann zu hohen Mehraufwendungen des Projektteams führen, da zurzeit noch keine überzeugenden Anbieterplattformen bestehen. Chancen sind hier Leasingverträge mit Herstellern (z.B. bei der Beleuchtung) und bestehende Bauteilbörsen wie z.B. Salza. Mit dem digitalen Materialpass von Madaster können die Gebäudematerialien für eine künftige Wiederverwendung bereits in der Planung aufgenommen und dokumentiert werden.

Abb. 24: Erläuterungen zur Abb. 23, Eigene Darstellung

6 Zusammenfassung

Das Ziel der Untersuchung im Rahmen meiner Masterarbeit bestand darin, die Bedeutung des Klimawandels auf die Projektentwicklung von Bauvorhaben in der Schweiz aufzuzeigen und Entscheidungsgrundlagen und Anforderungen zur Berücksichtigung in einem Bauprojekt zu entwickeln. In der Definition und Auswahl, welche Megatrends spezifisch im Rahmen der vorliegenden Arbeit untersucht werden, wurde der Fokus auf die Megatrends Sharing Economy und Circular Economy gelegt, da diese den größten Bezug zur Projektentwicklung von Bauvorhaben aufzeigen. Die Digitalisierung wurde in den Megatrends jeweils gesondert untersucht, um die aktuelle Diskussion aufzunehmen und technologische Fortschritte aufzuzeigen. Für die Themen Coworking, flexible Bauweise und Systemtrennung, Materialwahl unter kreislauffähigen Aspekten und nachhaltiger Gebäudebetrieb wurden Anforderungen für die Berücksichtigung in der Entwicklung eines Bauvorhabens zusammengetragen. In einem weiteren Schritt gilt es, diese in Abstimmung mit einem Investor oder Projektentwickler auf deren Anwendbarkeit in einem realen Projekt zu prüfen und wo nötig zu erweitern oder ergänzen.

Die Untersuchung zeigt, dass zum Thema Wiederverwendung von Baumaterialien keine Anforderungen an die Projektentwicklung erstellt werden können. Dies ist darauf zurückzuführen, dass diesem Thema in der Schweiz aktuell wenig Bedeutung zugemessen wird und daher dazu keine anwendbaren Empfehlungen, Standards oder Normen bestehen. Um es trotzdem in der Projektentwicklung zu berücksichtigen, wurde ein Ablaufschema mit den wichtigsten Merkmalen zur Wiederverwendung von Baumaterial entwickelt. Dieses kann von den Projektbeteiligten als Informationsquelle mit Hinweisen, wie das Prinzip der Wiederverwendung in einem Bauvorhaben eingebracht werden kann, verwendet werden. Weiter wurde zum Thema Recycling wurden keine Anforderungen entwickelt, da in einem Bauvorhaben die entsprechenden behördlichen Auflagen berücksichtigt werden müssen. Im entsprechenden Trendkatalog wurden für eine zusätzliche Berücksichtigung anwendbare Empfehlungen aus den Standards und Labels aufgeführt.

Abschließend haben die Recherchen ergeben, dass einzelne Themen innerhalb des Megatrends Circular Economy, wie z. B. die Wiederverwendung von Baumaterialien kaum erforscht sind und deren Konzepte und Bauweisen in der Schweizer Bauwirtschaft entsprechend wenig verbreitet sind. Die Dringlichkeit zur Berücksichtigung innovativer Konzepte aus der Kreislaufwirtschaft und Digitalisierung, um Ressourcen zu schonen und die Ressourceneffizienz zu verbessern zeigen aktuelle Diskussionen zu diesem Thema. Durch den politischen Druck werden auch Investoren und Projektentwickler die Herausforderung annehmen müssen, entsprechende Konzepte in der Entwicklung von Bauprojekten umzusetzen. Umso wichtiger ist es, das Thema weiter zu vertiefen und Entscheidungsgrundlagen und Anforderungen für Investoren und Projektentwickler zu entwickeln, um die Berücksichtigung in der Schweizer Bauwirtschaft voranzutreiben.

Quellenverzeichnis

Literatur

ANWANDER, Sibyl; GÖTTIN, Thomas; ROHN-BROSSARD, Martine; SCHMID, Eliane; SCHWARZ, Franziska; SIEGWART, Karine; WÜEST, Markus:
Umwelt Schweiz 2018. Bern : Schweizerischer Bundesrat, 2018

BUNDESAMT FÜR UMWELT BAFU (Hrsg.):
Massnahmen des Bundes für eine ressourcenschonende, zukunftsfähige Schweiz. Bern : BAFU, 2016

BUNDESAMT FÜR UMWELT BAFU, Abteilung Ökonomie und Innovation (Hrsg.):
Massnahmen des Bundes für eine ressourcenschonende, zukunftsfähige Schweiz. Bern : BAFU, 2020

DE PERROT, Olivier; FRIAT-MASSARD, Maude:
Wiederverwendung Bauen. Aktuelle Situation und Perspektiven: Der Fahrplan. Zürich : Bundesamt für Umwelt BAFU, 2020

DIEDERICHS, C.:
Immobilienmanagement im Lebenszyklus. Berlin : Springer-Verlag, 2006

DIETRICH, Andreas; AMREIN, Simon:
Crowdfunding Monitor Schweiz 2020. Rotkreuz : Institut für Finanzdienstleistungen Zug IFZ, 2020

ENERGIE SCHWEIZ (Hrsg.):
Graue Energie von Neubauten: Ratgeber für Baufachleute. Bern : EnergieSchweiz, Bundesamt für Energie BFE, 2017

GAUCH, Marcel; MATASCI, Cecilia; HINCAPIÉ, Ingrid; HÖRLER, Raphael; BÖNI, Heinz:
Material- und Energieressourcen sowie Umweltauswirkungen der baulichen Infrastruktur der Schweiz. Version 8. Bern : Bundesamt für Umwelt BAFU, 2016

GLOBAL WORKSPACE ASSOCIATION (GWA) (Hrsg.):
Coworking Tech and Tools Guide 2018. Washington, DC : Global Workspace Association (GWA), 2018

GUERRA, Fabio; KAST, Bernhard:
Bauabfälle in der Schweiz – Hochbau Studie 2015, Abschlussbericht. Bern : Bundesamt für Umwelt BAFU, 2015

- HEDIGER, Daniel:
Shared Office Monitor 2019. Aarau : Immodea Coworking Solutions, 2019
- KÄDING, Uta; KRAL, Thomas; SCHNEIDER, Robert; SIGG, René:
Lebenszykluskosten-Ermittlung von Immobilien. Teil 1: Modell.
Auflage:1., 2010. Zürich: IFMA Schweiz, 2010
- KBOB/IPB/ECO-BAU (Hrsg.):
Empfehlung Ökobilanzdaten im Baubereich. Version 2009/1:2016. Bern :
KBOB c/o BBL Bundesamt für Bauten und Logistik, 2016
- KUHN, Elmar; MORF, Leo:
Massnahmenplan Abfall- und Ressourcenwirtschaft 2019–2022. Zürich :
Baudirektion des Kantons Zürich, Amt für Abfall, Wasser, Energie und
Luft (AWEL), 2018
- MARK, Katrin; SAUTTER, Maria; KELLENBERGER, Daniel:
Landkarte Standards und Labels. Version 3.5. Zürich : Netzwerk
Nachhaltiges Bauen Schweiz (NNBS), 2018
- PÖLL, Michael; STÄHLER, Marianne; KLINGLER, Matthias; LENEL, Severin,
SCHRADER, Stefan:
Methodik Baumaterialien eco-bau: Bewertung von Baumaterialien und
Bauprodukten nach ökologischen Kriterien: Methodik Beschrieb und
Anhang 1. Zürich : Verein eco-bau, 2020
- RÜTTER-FISCHBACHER, Ursula; CASPAR, Vanessa; LEU, Andrea:
Nachhaltiges Immobilienmanagement. Die Risiken von morgen sind die
Chancen von heute: Eine Anleitung zum Handeln. Bern : BBL, 2010
- REISINGER, Hubert; BUSCHMANN, Heinz; WALTER, Birgit; LIXIA, Roberta;
DAXBECK, Hans:
GEBÄUDEPASS: Erarbeitung von Grundlagen für die Standardisierung
von Gebäudepässen als Gebäudematerialinformationssystem. Wien :
Umweltbundesamt GmbH, 2014
- SCHOBBER, Kai-Stefan; HOFF, Philipp:
Digitalisierung der Bauwirtschaft. *Magazin Think Act*, Juni 2016.
München : Roland Berger GmbH, 2016
- SIGG, René:
Praxisleitfaden unterstützt frühe Abstimmung mit Betrieb und
Bewirtschaftung. *CRB-Bulletin*, 4.13, S.7-10. Abruf von:
www.ifma.ch/images/ifma/presse/crb_bulletin_04_13_pbfm_de.pdf, Abruf
am 09.08.2020, 11:15 Uhr

SINTZEL, Barbara:

Bauen in der Kreislaufwirtschaft: Nachhaltig Bauen 2/2019. Zürich : eco-bau, S. 64-66

WALHER, Regina:

Datenfeldkatalog BIM2FM: Teil der Liegenschafts-
Informationsanforderungen (LIA), Arbeitsdokument. Zürich : CRB, 2020

WEHRLI-SCHINDLER, Brigit; PHAM, Ariane Widmer:

Megatrends und Raumentwicklung Schweiz. Bern : Rat für
Raumordnung, 2019

ZOBRIST, Luc; GRAMPP, Michael:

Der Arbeitsplatz der Zukunft: Wie digitale Technologie und Sharing Eco-
nomy die Schweizer Arbeitswelt verändern. Zürich : Deloitte AG, 2016

Internet

BISIG, Maja:

www.baumeister.ch/de/unternehmensfuehrung/digitalisierung, Abruf am
31.07.2020, 20:13 Uhr

BUNDESAMT FÜR UMWELT BAFU (Hrsg.):

www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/dokumentation/medienmitteilungen/anzeige-nsb-unter-medienmitteilungen.msg-id-79218.html, Abruf am
01.07.2020, 10:24 Uhr

BUNDESAMT FÜR UMWELT BAFU (Hrsg.):

[www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wirtschaft-
konsum/fachinformationen/methodische-grundlagen-von-oekobilanzen/4-
phasen-einer-oekobilanz.html](http://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wirtschaftskonsum/fachinformationen/methodische-grundlagen-von-oekobilanzen/4phasen-einer-oekobilanz.html), Abruf am 21.06.2020, 18:19 Uhr

BUNDESAMT FÜR UMWELT BAFU (Hrsg.):

[www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wirtschaft-
konsum/fachinformationen/kreislaufwirtschaft.html](http://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wirtschaftskonsum/fachinformationen/kreislaufwirtschaft.html), Abruf am 03.06.2020,
18:13 Uhr

DIEZI, Gabriel:

[www.baublatt.ch/baupraxis/baumaterial-recycling-madaster-ein-online-
kataster-fuer-verbautes-material-29702](http://www.baublatt.ch/baupraxis/baumaterial-recycling-madaster-ein-online-kataster-fuer-verbautes-material-29702), Abruf am 18.07.2020, 15:30 Uhr

DURÁN, Christine Ruiz; LEMAITRE, Christine; BRAUNE, Anna:

[https://issuu.com/dgnb1/docs/dgnb_report_circular_economy/52?e=3274
2991%2F66977352](https://issuu.com/dgnb1/docs/dgnb_report_circular_economy/52?e=32742991%2F66977352), Abruf am 01.07.2020, 16:04 Uhr

E4TECH – CONCEPTO:

www.lesosai.com/en/index.cfm, Abruf am 05.07.2020, 09:30 Uhr

JOHN, Viola:

www.espazium.ch/de/aktuelles/hoehere-fuegung, Abruf am 08.08.20,
11:10 Uhr

LEU, Andrea; WEBER, Markus; CARAVATTI-FELCHLIN, Susanna; SUPPI-
GER, Patrick; SCHRENK, Florian; KREBS, Daniel; SCHWERY, Michael:

www.youtube.com/watch?v=CTKpjyzZ3nE, Abruf am 04.07.2020, 18:10
Uhr

MACHESI, Enrico:

<https://www.empa.ch/web/nest/urban-mining>, Abruf am 01.07.2020,
11:45 Uhr

MADASTER SERVICES SCHWEIZ (Hrsg.):

www.madaster.com/de/our-offer-2/Madaster-Platform, Abruf am
18.07.2020, 15:15 Uhr

MARTEL, Andrea:

[www.nzz.ch/wirtschaft/coworking-schweiz-freundet-sich-mit-dem-neuen-
arbeitskonzept-an-ld.1506846?reduced=true](http://www.nzz.ch/wirtschaft/coworking-schweiz-freundet-sich-mit-dem-neuen-arbeitskonzept-an-ld.1506846?reduced=true), Abruf am 01.06.2020,
10:24 Uhr

MENZ, Sacha:

<https://map.arch.ethz.ch/>, Abruf am 20.06.2020, 12:11 Uhr

MEYER, Üsé:

[www.beobachter.ch/mobilitat/home-office-und-coworking-space-die-
vorteile-des-lokalen-arbeitens](http://www.beobachter.ch/mobilitat/home-office-und-coworking-space-die-vorteile-des-lokalen-arbeitens), Abruf am 01.06.2020, 10:10 Uhr

MIXPANEL (Hrsg.):

<https://mixpanel.com/de/topics/what-is-a-technology-stack/>, Abruf am
05.06.2020, 16:44 Uhr

NAEGELI, Claudia:

[https://ethz.ch/de/news-und-veranstaltungen/eth-
news/news/2017/06/bauen-mit-robotern.html](https://ethz.ch/de/news-und-veranstaltungen/eth-news/news/2017/06/bauen-mit-robotern.html), Abruf am 03.07.2020,
11:31 Uhr

NAISBITT, John:

www.naisbitt.com/about-us/, Abruf am 04.06.2020, 18:30 Uhr

NATIONAL CENTRE FOR CLIMATE SERVICES NCCS (Hrsg.):

[www.nccs.admin.ch/nccs/de/home/klimawandel-und-
auswirkungen/schweizer-klimaszenarien.html](http://www.nccs.admin.ch/nccs/de/home/klimawandel-und-auswirkungen/schweizer-klimaszenarien.html), Abruf am 12.06.2020,
15:04 Uhr

SCHWALM, Anna-Lena:

<https://www.crisp-research.com/ein-neues-kapitel-coworking-hub-fur-service-software-erweitert-technologie-stack/>, Abruf am 05.06.2020, 16:09 Uhr

STIFTUNG MYCLIMATE (Hrsg.):

www.myclimate.org/de/informieren/faq/faq-detail/was-ist-der-klimawandel/, Abruf am 12.06.2020, 13:15 Uhr

WEBER, Markus; CARAVATTI-FELCHLIN, Susanna; SUPPIGER, Parick; SCHRENK, Florian:

<https://www.youtube.com/watch?v=CTKpjyzZ3nE>, Abruf am 04.07.2020, 18:10 Uhr

Z'ROTZ, Jana (HSLU):

www.baublatt.ch/management/aufschwung-fuer-coworking-spaces-nach-der-coronakrise-29592, Abruf am 01.06.2020, 08:45 Uhr

ZUKUNFTSINSTITUT (Hrsg.):

www.zukunftsinstitut.de/artikel/der-wichtigste-megatrend-unserer-zeit/, Abruf am 13.06.2020, 15:01 Uhr

ZUKUNFTSINSTITUT (Hrsg.):

www.zukunftsinstitut.de/artikel/neo-oekologie-die-maerkte-werden-gruen/, Abruf am 13.06.2020, 15:01 Uhr

ZUKUNFTSINSTITUT (Hrsg.):

Von www.zukunftsinstitut.de/artikel/die-megatrend-map/, Abruf am 31.07.2020, 20:30 Uhr

ZUKUNFTSINSTITUT (Hrsg.):

www.zukunftsinstitut.de/artikel/konnektivitaet-die-vernetzung-der-welt/, Abruf am 19.06.2020, 09:13 Uhr

ZUKUNFTSINSTITUT (Hrsg.):

www.zukunftsinstitut.de/artikel/mtglossar/neo-oekologie-glossar/, Abruf am 13.06.2020, 08:19 Uhr

ZUKUNFTSINSTITUT (Hrsg.):

www.zukunftsinstitut.de/artikel/trends-grundlagenwissen/, Abruf am 04.06.2020, 18:45 Uhr