

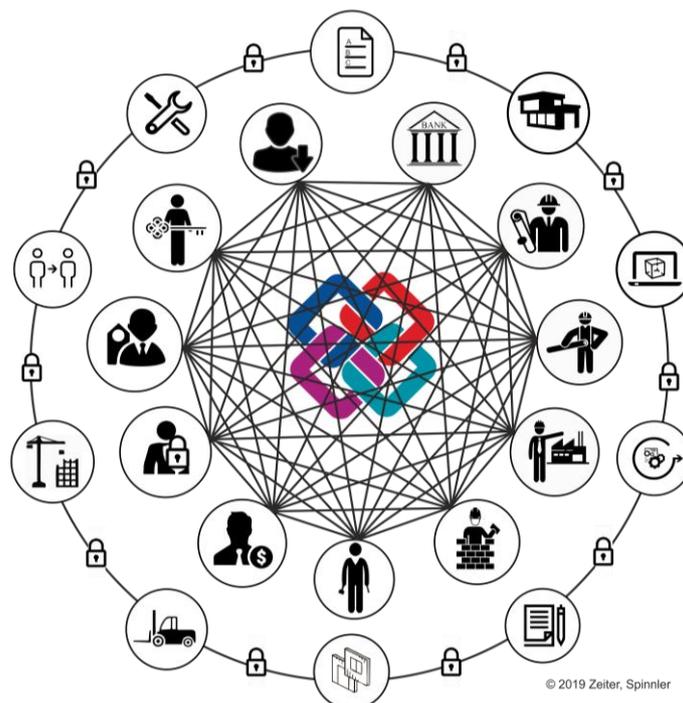
Certificate of Advanced Studies in Blockchain

**Optimierung des digitalen
Gebäudelebenszyklus durch die Integration
von Blockchain-Technologie**

Projektarbeit

Eingereicht am 12. Februar 2019 von

Zeiter Patrik, Leiter Grundlagen, Werkstoffe, Schutzrechte, R. Nussbaum AG
Spinnler Ellen, Manager Projects, MME Legal | Tax | Compliance



Inhaltsverzeichnis

Management Summary

Vorwort

1	Einleitung	8
1.1	Problemstellung	9
2	Der digitale Gebäudelebenszyklus heute	11
2.1	Bedeutung von BIM in der Schweiz	12
2.2	Die kollaborative Natur von BIM	13
2.3	Die rechtliche Bedeutung von BIM	14
2.4	Hindernisse für die Einführung von BIM	15
2.5	Synthetische Darstellung vom Gebäudelebenszyklus	16
2.5.1	Stakeholder	17
2.5.2	Gebäudelebenszyklus der Bauwirtschaft	18
2.5.3	Gebäudelebenszyklus der Immobilienwirtschaft	19
3	Basistechnologien	20
3.1.1	Blockchain	21
3.1.2	Distributed Ledger Technologie	21
3.1.3	Token	22
3.1.4	Smart Contract	22
3.1.5	Öffentliche versus private Blockchain	23
3.1.6	Mehrwert durch IoT und AI	24
4	Startups im Bereich Immobilien	25
4.1	blockimmo	25
4.2	Swissrealcoin	26
4.3	Tokenestate	27
4.4	Brickmark	28
4.5	Brickblock	29
4.6	Tncoin	30
4.7	i-House	31
4.8	propy	32
4.9	primalbase	33
4.10	Bimchain	34
4.11	Brikbit	35
4.12	BitRent	36

5	Integration von Blockchain-Technologie.....	37
6	Tokenisierung des Gebäudelebenszyklus.....	39
7	Optimierung führt zu integriertem Modell.....	41
7.1	Bauvorhaben	41
7.2	Konzept.....	42
7.3	Detailplanung.....	42
7.3.1	Verkettet und stark dezentralisiert	44
7.3.2	Verkettet und leicht dezentralisiert	44
7.3.3	Ohne Verkettung.....	45
7.3.4	Blockchain von BIM-Transaktionen.....	45
7.4	Performance Analyse	46
7.5	Ausführungsplan	47
7.6	Vorfertigung.....	47
7.7	Baulogistik	48
7.8	Bauen	49
7.9	Inbetriebnahme und Eigentumsübergabe.....	50
7.10	Betrieb.....	50
8	Fazit.....	52
	Literaturverzeichnis.....	54

Management Summary

Mit der Digitalisierung verabschiedet sich die Baubranche von einer lang etablierten Praxis, bei der ein Plan als Werkzeug im Mittelpunkt stand. Basierend auf den Entwurfsplänen der Architekten¹, erarbeiten die Bauingenieure die Tragwerksplanung und die Planer passen die gesamte Haustechnik in die Entwurfsvorgaben ein. Aus diesem Top-down-Ansatz wird nun ein gegenseitiger Planungsprozess; das Projektmanagement wird digital.

Die zunehmende Komplexität von Bauprojekten macht es zunehmend schwieriger, Arbeitsabläufe mit gegenwärtig verfügbaren Werkzeugen und Methoden zu koordinieren. Aus diesem Grund kommt es zu Kostenüberschreitungen, Terminverschiebungen und Qualitätsproblemen. Dies stellt alle Beteiligten vor grosse Herausforderungen, die mit herkömmlichen Methoden nicht mehr zu bewältigen sind. BIM (Building Information Modeling) ist eine mögliche Antwort auf diese Herausforderungen. Der gesamtheitliche Ansatz von BIM und die damit gegebenen parallelen Planungsmöglichkeiten, führen zu einer synchronisierten Vorgehensweise beim Bau und anschliessend zu einem reibungslosen Betrieb. Davon profitieren sämtliche Akteure. Durch den Einsatz eines digitalen Zwillings über den gesamten Lebenszyklus des Gebäudes hinweg, lässt sich das Versprechen „Gebaut und betrieben wie geplant“ durch nachhaltige Ergebnisse umsetzen.

Die Kopplung von BIM und Blockchain kann heute über die Forschung hinausgehen. Die identifizierten Probleme um die gemeinsame Nutzung (ohne vertraglichen Rahmen und ohne Bedingungen) der Daten der Akteure, die zuvor in Silos gearbeitet haben, können durch die Blockchain gelöst werden. Diese technologische Revolution ermöglicht es, Waren, Währungen oder Daten, zwischen zwei oder mehr Parteien in absoluter Sicherheit auszutauschen, ohne dass vertrauenswürdige Dritte benötigt werden. Sie erfasst die Nachweise dieser Transaktionen auf nachhaltige, unbestreitbare und offene Weise. Durch die Schaffung einer Rückverfolgbarkeit des Austauschs um ein digitales BIM-Modell, bindet es die Akteure ein und schützt sie gleichzeitig.

Es ist zu erwarten, dass diese beiden Technologien, BIM und Blockchain, in den kommenden Jahren verlässliche Lösungen anbieten werden. Diese sollen es den Akteuren ermöglichen, direkt auf jedes der 3D-Objekte, aus denen das Modell besteht, zu interagieren. Auch sollen diese digitalen Objekte mit ihren physischen Gegenständen, die ebenfalls direkt miteinander interagieren, verbunden werden. Diese Transaktionen werden enorm zunehmen und müssen Teil einer robusten, offenen, unabhängigen und nachhaltigen Infrastruktur, der Blockchain, sein.

Diese Arbeit zeigt auf, dass BIM die Anforderungen der Digitalisierung in der Bau- und Immobilienwirtschaft allein nicht lösen kann. Einige Tätigkeitsfelder werden von BIM mangelhaft oder nur teilweise abgedeckt. Sinnvolle Ergänzungen lassen sich mittels Blockchain-Technologien wie Hashing (kodieren eines Dokuments mit z.B. Zeitstempel), Distributed-Ledger-Technologie (geteiltes Kassenbuch), Token (digitale Anteile), Smart Contracts (Software) oder spezifischen Kryptowährungen umsetzen.

In der Bauwirtschaft kann das klassische BIM-Modell der zu definierenden Konstruktions-Blockchain mit Zeitstempel zugeordnet werden. Bei der Planungsgenehmigung wird dann ein Smart Contract mit dem Baugenehmigungsschein und den Bedingungen aktiviert. Die Planungsdatei ist kryptographisch

¹ In der folgenden Arbeit wird aus Gründen der besseren Lesbarkeit ausschliesslich die männliche Form verwendet. Sie bezieht sich auf Personen beiderlei Geschlechts.

gesichert und öffentlich einsehbar. Das Ergebnis ist ein schnelleres, realistischeres, kostengünstigeres und transparenteres Planungssystem.

Den Immobilienmarkt können Blockchain-Lösungen vor allem mithilfe ihrer Unveränderbarkeit optimieren, denn sämtliche Daten werden auf einem Ledger (Kassenbuch) abgespeichert und somit vor Betrug geschützt. Hierdurch ergeben sich grundsätzliche Vorteile wie Transparenz, Nachverfolgbarkeit und eine permanente Verfügbarkeit der Daten. Auch können geleistete Zahlungen an bestehende Immobilien durch eine Blockchain verifiziert werden. Die Reduktion von Bearbeitungsgebühren könnte durch den Einsatz von Kryptowährungen erzielt werden und Smart Contracts könnten an die Ansprüche der Marktteilnehmer ausgerichtet werden, den Markt optimieren und Sicherheit bei Investitionen schaffen.

Zum aktuellen Zeitpunkt arbeiten zahlreiche Unternehmen an der Entwicklung entsprechender Marktlösungen; Start-ups verfolgen Implementierungen von Asset Tokenization Offerings, welches eine öffentliche Investition in Immobilienprojekte ermöglicht. Diese Geschäftsmodelle streben nach der Etablierung eines Investitionsökosystems für den Immobilienmarkt, welches einen Ansatz zum globalen Investieren bietet. Hierdurch sollen Endnutzer schneller zu Eigentümern und Anteilseignern von Immobilienprojekten werden.

In der Tat profitiert die Schweizer Bau- und Immobilienwirtschaft von der Aggregation aus traditionellen Bauverfahren und digitalen Technologien. Dabei wird BIM bereits sinnvoll eingesetzt. Die Etablierung der Blockchain im Bau- und Immobilienmarkt bietet das Potenzial zur Disruption. Vor allem die Art, wie Transaktionen abgewickelt werden, könnte massgeblich verändert werden. Die Einsatzmöglichkeiten sind vielseitig, sodass die Eigentumsrechte, Finanzierungen und auch die Vermittlung über die Blockchain erfolgen könnte. Langfristig kann die neue Technologie zu einer höheren Nachfrage und zum Wachstum im Markt beitragen.

Vorwort

Die Verfasser der Arbeit entschlossen sich, den Kurs «CAS Blockchain» an der HSLU Informatik zu besuchen. Das Vorwissen befand sich auf unterschiedlichen Niveaus. Patrik Zeiter wird in seinem Beruf täglich mit Bauprodukten konfrontiert, hatte bisher aber keine Berührung mit Blockchain, sondern mit der Industrialisierung vom Bauprozessen. Ellen Spinnler war bereits ein Jahr im «Crypto Bereich» aktiv und wollte ihr technisches Wissen vertiefen. Ihr vorhandenes Interesse in den Bereichen Immobilien und Architektur, konnte sie damit ebenfalls erweitern.

Relativ frühzeitig kam die Idee, Blockchain mit BIM zu verbinden und mögliche Synergien anhand von Praxisbeispielen aufzuzeigen. Ein erstes Brainstorming brachte rasch hervor, dass die Koppelung von BIM und Blockchain, grosses Potenzial in sich trägt und die Digitalisierung der Bau- und Immobilien-Branche unterstützen könnte.

Die Arbeit ist eine Art «Startpunkt» und bietet dem Leser eine Vorstellung, wie die Blockchain-Technologie die Bau- und Immobilien-Wirtschaft verändern wird.

1 Einleitung

Die Immobilienwirtschaft hat eine gewichtige Bedeutung an der Schweizer Wirtschaftsleistung und lässt sich anhand nachfolgenden Kennzahlen verdeutlichen. Rund 3'000 Milliarden Franken, das entspricht zweidrittel des schweizerischen Realkapitals, bestehen aus Immobilien (BZS, 2016). Für den Bau und die Bewirtschaftung der rund 2.5 Millionen Gebäuden, werden jedes Jahr knapp 100 Milliarden Franken ausgegeben (2016). Ohne Mieterträge und Eigenmiete privater Haushalte liegt die Wertschöpfung bei 61 Milliarden Franken, was 11 Prozent des BIP entspricht. Jeder sechste Arbeitnehmer in der Schweiz hat eine immobilienbezogene Beschäftigung (2016).

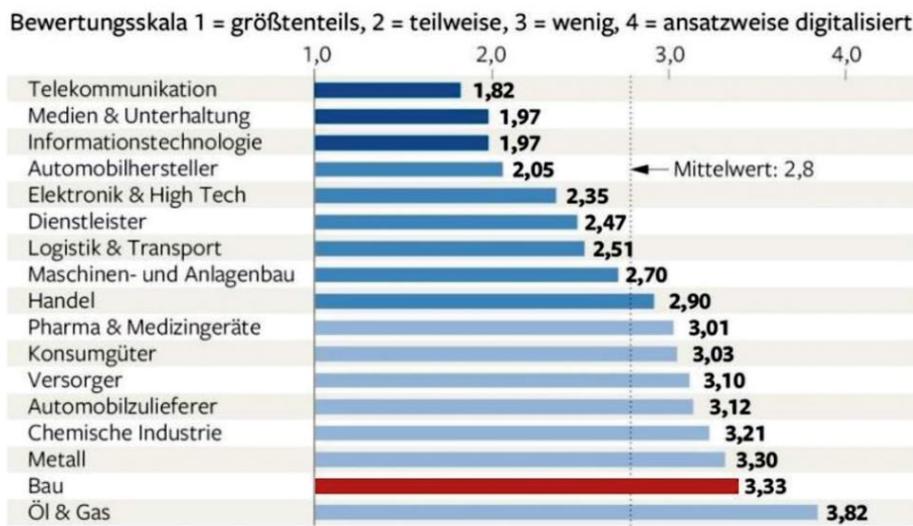


Abb. 1: Digitale Geschäftsmodelle und Wachstum
Quelle: Accenture, Top 500 Studie, 2014

Betrachtet man die statistisch relativ geringe Wertschöpfung und den gleichermassen relativ geringen Digitalisierungsgrad im Bauwesen im Vergleich zu anderen Branchen, so scheint das Potential durch eine konsequente Digitalisierung sehr gross (Oppe et al., 2017).

Die Baubranche hinkt anderen Wirtschaftszweigen bei der Produktivität hinterher. Eine massive Produktivitätssteigerung könnte durch das Einführen von Massenproduktionsverfahren und der damit erzielten Standardisierung und Modularisierung erreicht werden. Zudem könnte man eine Produktion von Gebäudeteilen in Fabriken einführen, um die Produktivität zu erhöhen.

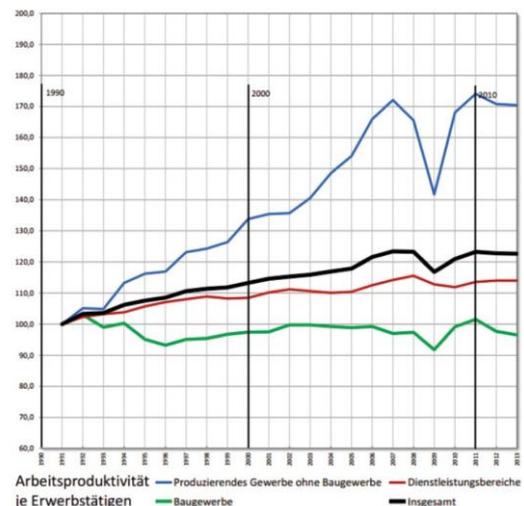


Abb. 2: Produktivität der Baubranche im Vergleich
Quelle: Oppe et al., 2017

Das aktuelle Bauingenieurwesen steht vor zahlreichen Herausforderungen in Bezug auf Vertrauen, Informationsaustausch und Prozessautomatisierung. Die Wertschöpfung nimmt ab, einerseits real und recht eindrücklich auch gegenüber anderen Branchen (Diem, 2018). Hinzu kommen die wirtschaftlichen und rechtlichen Eigengesetzlichkeiten, indem Immobilien wirklich immobil und dazu teuer verbaut sind und der Platz, auf denen sie stehen, sehr begrenzt sind (2018).

Gebäude gehören zu den langlebigsten Wirtschaftsgütern überhaupt. Nach einer kurzen Bauphase werden sie in der Regel während mehrerer Jahrzehnte genutzt. Die Lebenszykluskosten werden durch eine Investition ausgelöst, die in der Nutzungsphase zu Kapital- und Bewirtschaftungskosten führt. Dieser gebauten Langfristigkeit stehen zunehmend schnellere Nutzungs- und Mieterwechsel und veränderte Bedürfnisse entgegen, die nach neuen Prozessen und Geschäftsmodellen verlangen (2018).

Mit BIM, einer digitalen Revolution, können verschiedene Akteure an einem Bauprojekt effektiv an einem 3D-Modell zusammenarbeiten. BIM an sich bildet lediglich die bestehenden Prozesse mit den aktuellen digitalen Hilfsmitteln ab. Die grosse Revolution in der Planung wird dann erfolgen, wenn eine Vielzahl von Entwürfen am digitalen Zwilling zur Analyse zur Verfügung stehen werden. Diese Abbildung ist normiert und stellt ein detailliertes Objektmodell zur Verfügung, das sowohl bau- als auch betriebsrelevante Informationen enthält.

Blockchain, eine dezentrale Transaktions- und Datenmanagement-Technologie, findet seit 2008 zunehmend Interesse sowohl aus akademischer als auch aus industrieller Sicht (Wang et. al., 2017). Zudem ist Blockchain eine Technologie, welche die Fähigkeit hat, Vertrauen in den digitalen Austausch aufzubauen. Sie sichert den Prozess, indem sie den über ein Beweisverfahren ausgetauschten Daten Rechtskraft verleiht (2017). Die meisten der bestehenden Forschungen und Praktiken konzentrieren sich jedoch auf die Blockkette selbst (d.h. technische Herausforderungen und Einschränkungen) oder ihre Anwendungen im Finanzdienstleistungssektor (z.B. Bitcoin) (2017).

Damit dieser Prozess funktioniert, muss der Austausch flüssig und transparent sein. Während die Architektur und Planung längst mittels CAD-Programmen unterstützt wird, befindet sich die vollständige datentechnische Beschreibung noch in den Anfängen. Sie ist jedoch die Basis für den effizienten Unterhalt und die Pflege eines Gebäudes. Die Verbindlichkeit wird aber erst mit Blockchain-Technologie handelbar, die Koppelung von BIM und Blockchain ist noch experimentell.

1.1 Problemstellung

Die Verfasser gehen davon aus, dass der Leser die nötigen Vorkenntnisse zu beiden Themengebieten, BIM und Blockchain, besitzt. Der Begriff Building Information Modeling (kurz: BIM; deutsch: Bauwerksdatenmodellierung) beschreibt eine Methode der optimierten Planung, Ausführung und Bewirtschaftung von Gebäuden und anderen Bauwerken, mit Hilfe von Software.

BIM setzt bei allen Projektbeteiligten ein hohes Mass an Disziplin voraus, hat noch viele fehleranfällige Schnittstellen, die beachtet werden müssen und erfordert eine gemeinschaftliche, sowie disziplinübergreifende Projektabwicklung. Bauherrschaften, Architekten, Planer und Betreiber müssen definieren, welche Informationen sie zu welcher Zeit in welcher Form benötigen. Und darin steckt die grosse Herausforderung der BIM-Methode. Die drei grössten Vorteile der Planung im BIM-Prozess sind erstens eine höhere Kostensicherheit von Bauwerken, zweitens die Möglichkeit der Life-Cycle-Optimierung ab Planung und drittens die Fehlerminimierung auf der Baustelle.

Diese Arbeit zielt darauf ab, das Potenzial der Blockchain-Technologie im Bausektor zu untersuchen und befasst sich mit dem Problem der "Lücke" zwischen der operativen Welt und der Vertragswelt, die immer noch 2D und Papier ist. Wir haben zudem erkannt, dass der Projekterfolg von der Qualität der BIM-Daten abhängt. Die Qualität der Daten wird durch das Engagement des Projekteigners für BIM-Ergebnisse gestärkt und erleichtert die Zusammenarbeit durch die direkte Verknüpfung von Qualität und Zahlung.

Uns motiviert die Tatsache, dass Bauprojekte eine dynamische Gruppierung mehrerer Unternehmen beinhalten. Die Arbeit basiert auf dem Gebrauch von Literatur, sowie eigenen Gedanken zu offenen Fragen, die es im Bauprozessmanagement momentan gibt. Diese sind dann auf die Fähigkeiten der Blockchain abgestimmt. Als Grundlage dient der BIM-Gebäudelebenszyklus. Dieses Modell wird bereits heute in der Praxis angewandt, in der Schweiz jedoch erst zögerlich. Wir untersuchen, inwieweit die Blockchain und als weiterer Schritt, die Dezentralität, in den einzelnen Phasen des Zyklus einen Mehrwert generieren kann.

Aufgrund der beschriebenen Themen wird folgende These aufgestellt:

Die Schweizer Bau- und Immobilienwirtschaft wird durch die Aggregation aus traditionellen Bauverfahren und digitalen Technologien (BIM, Blockchain) optimiert.

2 Der digitale Gebäudelebenszyklus heute

Der Einsatz modernster Werkzeuge zur Realisierung eines digitalen Baupmodells ermöglicht eine immer bessere, grafische Detaillierung des Entwurfs. Zudem garantieren diese eine realistische Wiedergabe des ästhetischen Erscheinungsbildes, wie auch eine ausgezeichnete geometrische Anpassung der modellierten Elemente. BIM ist heutzutage eine Realität: die Beteiligten der Gebäudewelt sind zunehmend den Inputs und Informationen aller Art wie Digitalisierung und Computerisierung des Bausektors ausgesetzt.

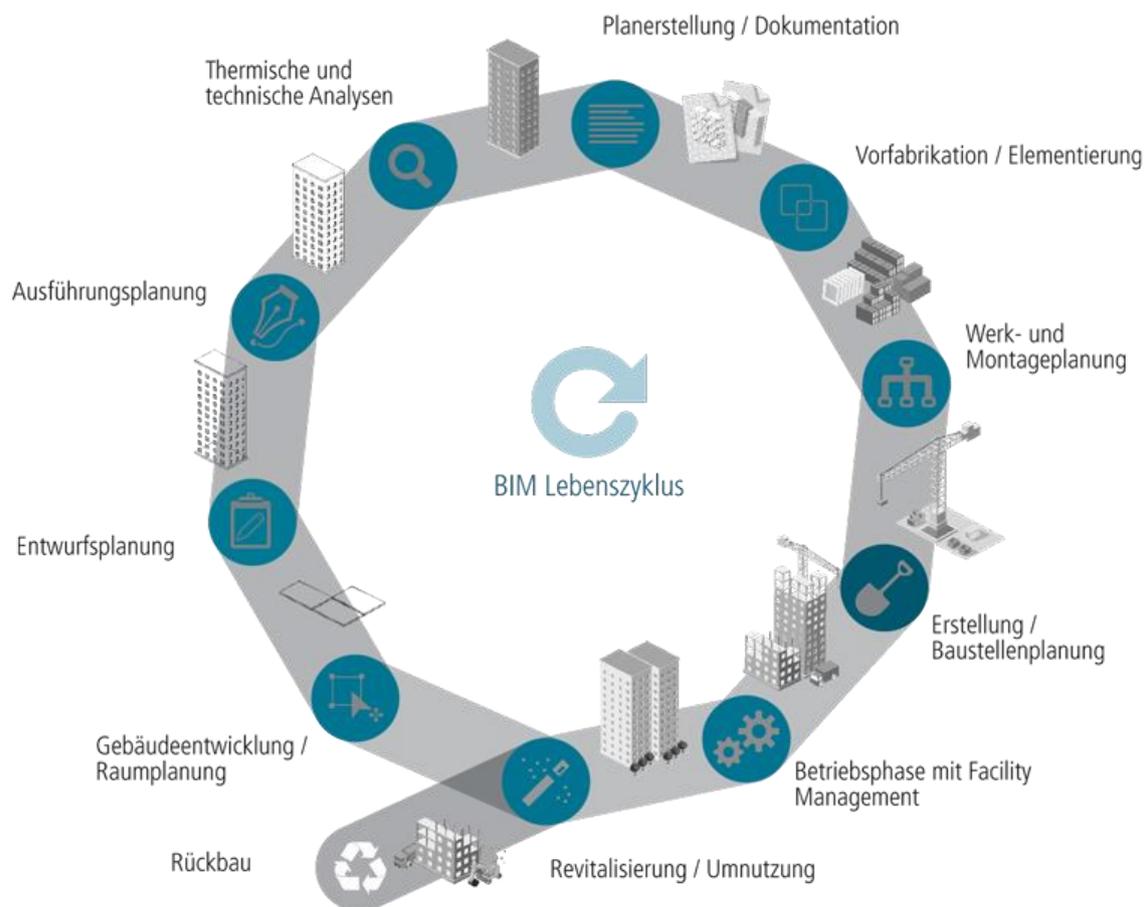


Abb. 3: BIM Lebenszyklus
Quelle: BIM Cluster, Kiel

Für die geometrische Beschreibung des Gebäudemodells sind drei Dimensionen ausreichend. Um weitere Informationen einzuführen, braucht es zusätzliche Dimensionen. Als vierte Dimension wird die Bauzeitplanung verstanden (bimpedia, 2018). Dabei werden konkrete Informationen zum Errichtungszeitraum hinterlegt. Bei der 5. Dimension werden zur Planung, in Kombination mit der 4. Dimension, Details zu den Kosten hinterlegt. Zur sechsten Dimension gehören Informationen, welche während der Betriebsphase relevant sind. Dies können Kennwerte zum Energieverbrauch sein, oder Herstellerinformationen (2018).

2.1 Bedeutung von BIM in der Schweiz

Die Auswertung der Digital Real Estate Online-Umfrage (Bischof, 2017) gibt interessante Indikatoren zum Nutzenpotenzial von BIM, respektive Blockchain. Die Umfrage repräsentiert die Immobilienwirtschaft der deutschsprachigen Schweiz. Plattformen und Portale, sowie die BIM-Technologie, haben das grösste Potenzial; 41% der Befragten sehen im BIM einen sehr hohen Nutzen (Höchstwert). Fast die Hälfte der Umfrageteilnehmenden sieht in der Blockchain-Technologie gar keinen Nutzen.

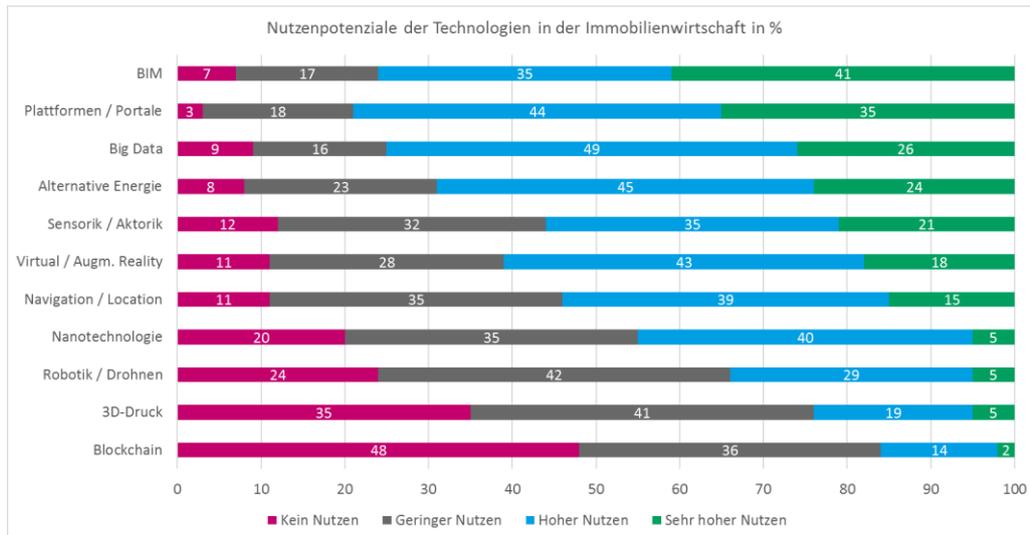


Abb. 4: Nutzenpotenziale der Technologie in der Immobilienwirtschaft in %
Quelle: pom+ Consulting AG

Heutzutage wird BIM zu fast einem Drittel eingesetzt, oder deren Nutzung wird demnächst umgesetzt. Hingegen findet die Blockchain-Technologie mit 3% kaum Verwendung in der Immobilienwirtschaft.

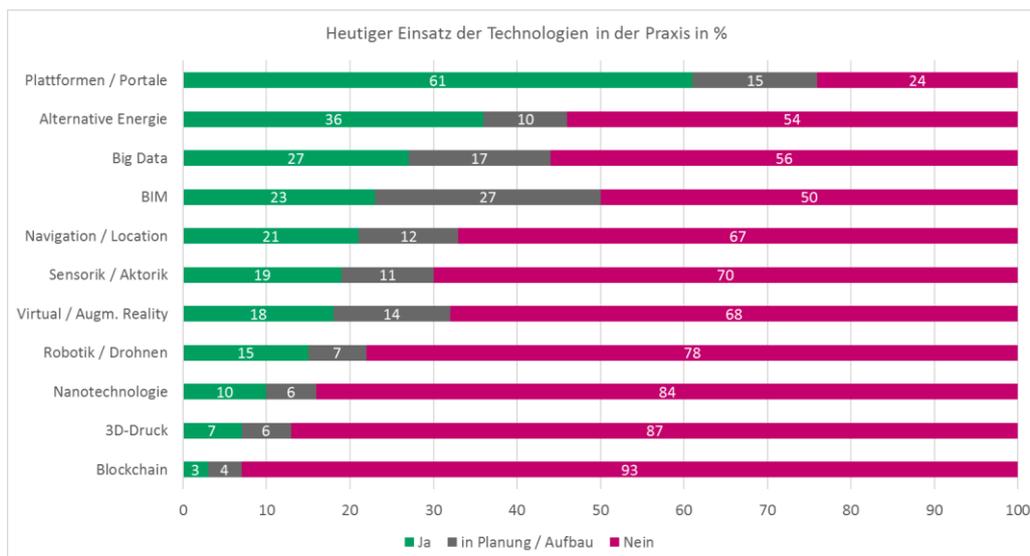


Abb. 5: Einsatz der Technologien in der Praxis in %
Quelle: pom+ Consulting AG

2.2 Die kollaborative Natur von BIM

Das Bauwesen war schon immer ein kollaborativer Prozess, an dem eine grössere oder kleinere Gruppe von Teilnehmern beteiligt war. Die Kommunikationstechnologie erhält zudem einen wachsenden Einfluss auf die Beziehungen zwischen den Beteiligten (Turk, 2010).

BIM ist eine Methode, bei der Baufachleute verschiedener Disziplinen Informationen zu einem Projekt über Planungs-, Bau-, Nutzungs- und Erneuerungsphasen hinweg in einem digitalen Modell zusammenfügen. Das Modell dient als gemeinsame Arbeits- und Archivierungsplattform (SIA, 2018). Befürworter schwärmen von der neuen Methode: Die gemeinsame Arbeit aller Beteiligten an einem digitalen Modell ermögliche effizientere, gar fehlerfreie, Abläufe in allen Projektphasen; von der Planung über die Ausführung und den Unterhalt bis hin zu Um- und Rückbau. Hingegen befürchten Skeptiker eine Entmündigung der Planer durch IT-Fachleute und Facility-Manager. Vor allem kleinere Planungsbüros sehen sich bei dieser digitalen Aufrüstung mit Kosten konfrontiert, welche für sie kaum tragbar wären.

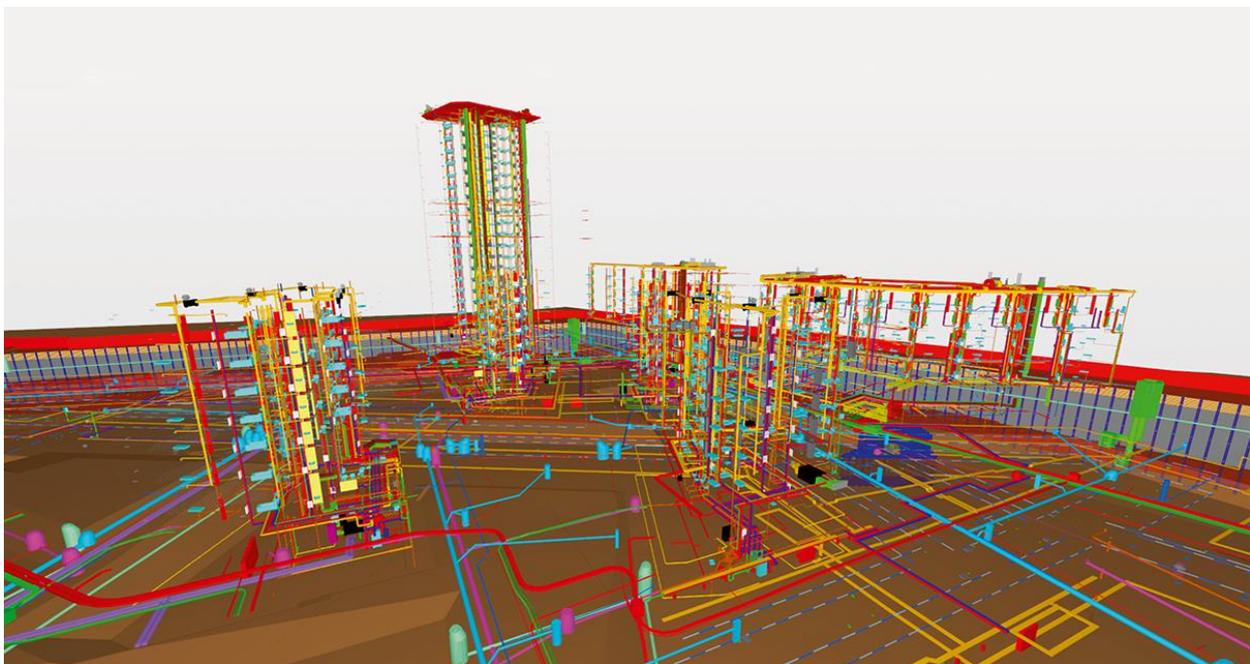


Abb. 6: Bsp. BIM-Projekt, Koordinationsmodell mit Baugrube, Haustechnik und Werkleitungen
Quelle: Duplex Architekten, IttenBrechtbühl

Bevor Papierdokumente und Zeichnungen zum Standard wurden, waren die Entwurfs-, Planungs- und Konstruktionsarbeiten um einen Baumeister organisiert. Die Papierdokumentation ermöglichte die erste Welle der Spezialisierung und damit die Fragmentierung von Berufen, Unternehmen und Prozessen (Turk, 2010). Unternehmen, die sich entweder auf Informationsprozesse (z.B. Entwurf und Planung) oder auf materielle Prozesse (z.B. Bau, Instandhaltung und Abbruch) spezialisiert haben. Informationsprozesse fanden in Unternehmen und Beratungsunternehmen statt, die durch einen Fluss von Papierdokumenten zusammengehalten wurden, welche von eng zusammenarbeitenden Personen gemeinsam erstellt wurden (2010). Die Informationen wurden von anderen Unternehmen ausgetauscht, die typischerweise eher grosse und vollständige Dokumente waren, wie z.B. Konzeption, Basic Design, Detailed Design oder Ausschreibungsunterlagen (2010). Die Urheberschaft und das geistige Eigentum solcher Dokumente waren sehr deutlich. Informationen mit rechtlicher Bedeutung überschritten eher selten die Grenzen eines

Unternehmens, wurden ordnungsgemäss unterzeichnet und das Medium Papier ermöglichte sehr deutliche Veränderungen.

Die digitale Technologie ermöglicht heute eine noch stärkere Spezialisierung, die sich zum einen aus der grösseren Summe des eingesetzten Wissens, der besseren Qualität und Sicherheit sowie der höheren Produktivität ergibt. Auf der anderen Seite führt es aber auch zu einer stärkeren Fragmentierung (Grantham, 2000). Seit dem Ende der Baumeisterzeit ist der Bau in dem Bereich organisiert, der kürzlich als "Hollywood-Geschäftsmodell" der Wirtschaft bekannt wurde (2000). Für jedes Filmprojekt wird ein einzigartiger Satz von Mitwirkenden zusammengestellt, die zusammenwirken und am Ende des Projekts demontiert werden. Im Baugewerbe waren diese Mitwirkenden Unternehmen, was sich nun durch die digitale Kommunikation ändert. Unternehmen werden kleiner und einzelne Berater haben eine grössere Rolle, genau wie im Hollywood-Filmgeschäft (2000). Zudem ereignet sich der Informationsaustausch über organisatorische und rechtliche Unternehmensgrenzen hinweg viel häufiger als früher.

Die Prozesse der Planung und Konstruktion sind heute fast vollständig digitalisiert, wobei Informationen in einem digitalen Format ausgetauscht werden. In den letzten Jahren wurde ein zunehmender Anteil aller Informationen durch den Aufbau der BIM-Technologie verwaltet. BIM verändert die gesamte AEC Branche (Architecture, Engineering, Construction) und greift in die Bauprozesse ein. Was früher ein Problem der Gebäudemodellierung war, wird heute als Problem der Verwaltung von Gebäudeinformationen verstanden (Turk, 2017).

2.3 Die rechtliche Bedeutung von BIM

Es gibt einen bemerkenswerten Unterschied zwischen dem alten dokumentenbasierten und dem neueren BIM-basierten Bauprozess; im traditionellen Prozess werden Informationen in der Regel in einem Bündel von signierten, gestempelten und fest gebundenen Papieren konzentriert (Turk, 2010). Auf diese Weise wird das Urheberrecht an jedem Teil der aggregierten Informationen im physischen Ordner zusammen mit den daraus resultierenden Verantwortlichkeiten kaum ein Thema (2010). Andererseits sind die Informationen im BIM-Prozess auf ein oder mehrere BIM-Modelle, Modellansichten und Experten verteilt. Dabei kann ein Attribut eines Bausteins mit ihrer einzigartigen Geschichte, ihren Abhängigkeiten, ihrer Herkunft, ihrem Eigentümer eine rechtliche Bedeutung erlangen.

Es ist wichtig zu beachten, dass Gebäudeinformationsmanagement die Verwaltung von rechtlich bedeutsamen Informationen ist, die im Falle von Streitigkeiten und Rechtsstreitigkeiten zwischen den zahlreichen und feinkörnigen Mitwirkenden des Prozesses verwendet werden können. Insbesondere wurden bei rechtlichen Fragen für die Einführung der BIM-Technologie, Hindernisse identifiziert. Konkret werden bei den Rechts- und Sicherheitsfragen nachfolgende Punkte als Haupthindernis bei der Nutzung für BIM genannt (Thomas, 2013):

- Besitz des Modells, wer?
- Änderungsrechte, wer hat diese?
- Vertriebsrechte, wer verfügt darüber?
- Verantwortlichkeit bei Änderungen oder Irrtümer, wer haftet dabei?
- Verwaltung des Urheberrechtsschutzes, wie wird dieser festgelegt?
- Digitales geistiges Eigentum, wie wird dieses geschützt?

Aufgrund des limitierten Umfangs werden Fragen zur rechtlichen Bedeutung von BIM nicht vertieft thematisiert.

2.4 Hindernisse für die Einführung von BIM

Bedenken rechtlicher und organisatorischer Natur, wie z.B. wer Eigentümer der Datensätze ist, wer für die Datensätze bezahlt, wer für die Genauigkeit und Richtigkeit verantwortlich ist, stellen eine Herausforderung für die BIM-Implementierung dar. Folgende Hindernisse bei der Einführung von BIM durch Eigentümer und Facility Manager wurden hierbei identifiziert (Eastman, et al., 2013):

- Zuordnung von Verantwortlichkeiten und Verbindlichkeiten
- Kollaborativer und verteilter Charakter des Designprozesses
- Zusammenführung von Rollen und Verantwortlichkeiten durch BIM
- Privatsphäre und Vertrauen von Dritten
- Schwierigkeiten bei der Zuweisung von geistigem Eigentum
- fehlende Integration der Immobilienwirtschaft

Aufgrund unzureichender Kommunikation führen oftmals letzte Änderungen während der Laufzeit des Vertrages und trotz BIM, zu Problemen zwischen den Vertragsparteien. Bereits in der Entwurfsphase müssen sich die Parteien auf das Design einigen und die endgültige Entscheidung gemeinsam treffen, bevor der Auftragnehmer mit dem Bau beginnt. Andernfalls können Änderungen während der Umsetzungsphase auftreten. Hier befindet sich die Problematik der fehlenden Koordination; diese könnte mit BIM vorausschauend abgestimmt und mit einer Blockchain-Lösung, verbindlich niedergeschrieben werden.

Auch sollte man sich Gedanken zur Frage der Risikoordnung, der Rückverfolgbarkeit und der Vertraulichkeit von Daten in BIM machen (Cubitt, 2017). Aufgrund des begrenzten Umfangs der Arbeit, wird die Thematik des geistigen Eigentums und des Datenschutzes, nicht weiter behandelt.

2.5 Synthetische Darstellung vom Gebäudelebenszyklus

Für diese Arbeit werden aus verschiedenen Gebäudelebenszyklen, eine synthetische Darstellung erarbeitet. Die Stationen wurden identifiziert und von 1 bis 10 nummeriert. In dem Zyklus ist sowohl die Realität als auch BIM-Etappen vorstellbar (vgl. Abb. 7).

Tabelle 1: Gebäudelebenszyklus als synthetische Darstellung

		Begriffsdefinition für die Etappen im Zielmodell	Ausprägung je nach Literaturquelle
1		Bauvorhaben	Gebäudeziel, Integration in der Raumplanung,
2		Konzept	Entwurfsplanung oft als Architekturstudie gemeint
3		Detail-Planung	CAD-Konstruktion inkl. Heizung-, Lüftung-, Strom-Planung
4		Performance-Analyse	Kosten und physikalische Analyse (z.B. Energie-Bilanz)
5		Ausführungsplan	Plan-Erstellung, Dokumentation, Bauprodukte sind definiert
6		Vorfabrikation	Standardisierte Einheit industriell gefertigt
7		Baulogistik	Alle nötigen Teile auf Baustelle integrieren
8		Bauen	Klassische Bautätigkeit aber auch digitale Fabrikation
9		Inbetriebnahme	Funktionstauglichkeit geprüft, Verkauf (Eigentumstransfer)
10		Betrieb	Betriebsphase mit Facility Management. Vermietung

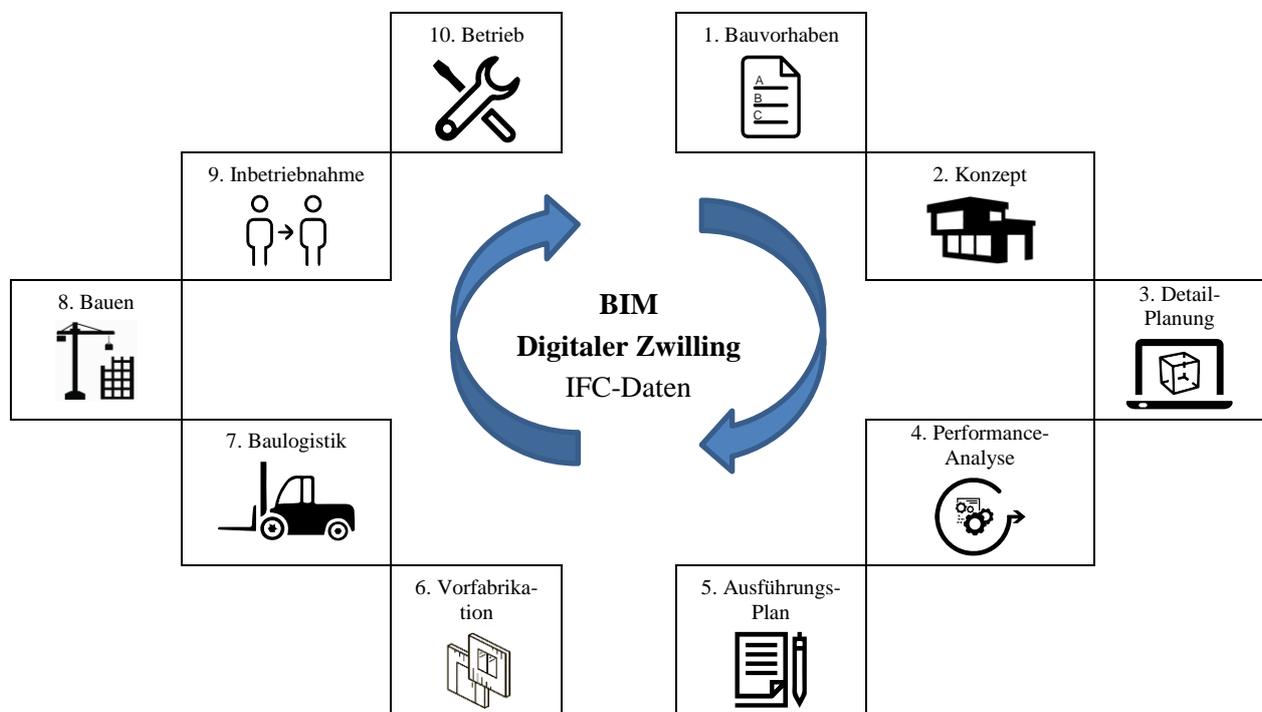


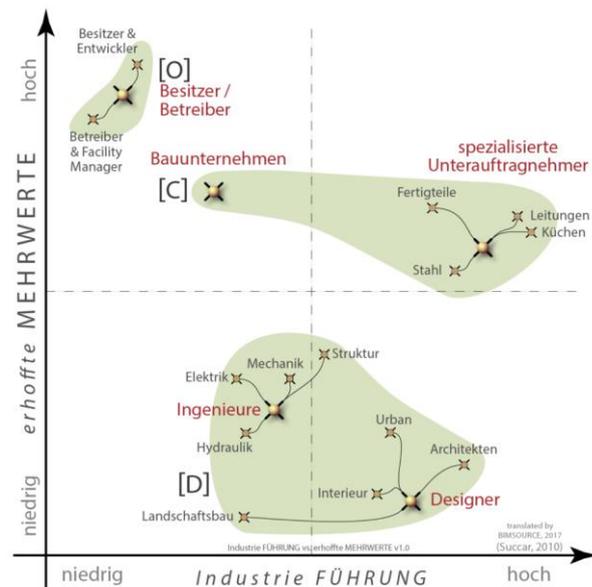
Abb. 7: Digitaler BIM Zwilling
Quelle: Eigene Darstellung

2.5.1 Stakeholder

Diverse Stakeholder interagieren mit dem BIM-Modell. Aus der Literatur sind mehrere Darstellungen bekannt. Als Beispiel erschliesst die Abbildung 8 den Zusammenhang zwischen zwei Variablen: Industrie BIM Führung und erhoffter BIM Mehrwerte. Stakeholder der Industrie werden geclustert umgeben ihrer betreffenden Projekt Lebenszyklus Phase gezeigt:

Planung (Design [D]), Bau (Construction [C]) und Betrieb (Operation [O]). Bis zu einer formalen Untersuchung, welche das obgenannte bestätigt (oder widerlegt), ist es sehr faszinierend zu sehen, dass diejenigen die am meisten profitieren nicht dieselben sind, welche aktuell die Führung übernehmen.

Abb. 8: Industrie Führung vs. erhoffte Mehrwerte durch BIM
Quelle: BIMsource



Für diese Arbeit werden die Akteure in eindeutige Klassen zugeteilt und in zwei Gruppen aufgeteilt. Es sind die Akteure der Immobilien- und die Akteure der Bauwirtschaft:

Tabelle 2: Akteure aus der Bau- und Immobilienwirtschaft

	Stakeholder der Bauwirtschaft	Rolle, Verkörperung
	Architekt	Gesamt Koordinator, Statik
	Planer	Fachplaner, Generalplaner, Softwareanbieter
	Bauprodukt-Anbieter	Komponenten wie Sanitär, Heizung, Lift, Elementen
	Bau-Unternehmer	Generalunternehmer, Konsortium, Vorfertiger
	Handwerker	Sanitär, Maurer, Elektriker

	Stakeholder der Immobilienwirtschaft	Rolle, Verkörperung
	Investoren	Pensionskasse, Fond, Bauherr, Hypothekengeschäft
	Banken	Finanzielle Transaktionen, Flüssigmittel
	Versicherungen	Versicherer, Rückversicherer, Geld-Garantie
	Behörden	Kanton, Inspektorat, Gemeinde
	Betreiber	Pensionskasse, Fond, Bauherr
	Bewohner	Eigentümer, Mieter

2.5.2 Gebäudelebenszyklus der Bauwirtschaft

In dem von den Verfassern entwickelten, integrierten Modell, werden die 10 Etappen des Gebäudelebenszyklus zu den Stakeholdern in Verbindung gebracht. Dadurch ergibt sich eine Matrix mit Auswirkungen oder Tätigkeitsmöglichkeiten. Die folgende Tabelle zeigt die aktuelle Situation aus der Sicht Bauwirtschaft. Felder in denen BIM bereits relevant ist, wurden grün gekennzeichnet. Weiterführende Überlegungen zur zusätzlichen Integration von Blockchain, werden unter Kapitel 3, ff., behandelt.

Tabelle 3: Auswirkungen von BIM auf die Bauwirtschaft

		Teil vom BIM			
Stakeholder Etappe	Bauwirtschaft				
	Architekt	Planer	Bauprodukt-Anbieter	Bau-Unternehmer	Handwerker
① Bauvorhaben	Machbarkeit, Vision	-	-	-	-
② Konzept	Raumnutzung, Architektur	-	-	-	-
③ Detail-Planung	Raum vs. Technik Baustatik	3-D Planung Multi-Disziplinär	3D-Daten	-	-
④ Performance Analysis	Gesamt-kosten-Simulation	Performance Simulation	Parameter	-	-
⑤ Ausführungsplan	Daten sammeln, Koordination	Liefert Pläne. Gewerke-übergreifend	Fabrikat ist definiert	Abweichungen quittieren	-
⑥ Vorfertigung	-	Empfehlung vor-Ort vs. vorfertigen	Ev. auch vorfertigen, Industrie 4.0	Bezieht Vorfertigungs-Leistung	Industrialisierung vom Bauprozess
⑦ Baulogistik	Einhaltung von Spezifikation	-	Liefert Bau-Einheiten	Organisiert die Logistik	Lager vor Ort oder online
⑧ Bauen	Einhaltung von Termine	-	Einbau, Anweisung, Hilfsmittel	Koordiniert baut auf Baustelle	Traditionell oder digitale Fabrikation
⑨ Inbetriebnahme	Einhaltung von Versprechen, Abweichungen	Abnahme	Anweisung	Abnahme	Schluss-Rechnungs-Stellen
⑩ Betrieb	Gebäude LifeCycle	Überprüft Performance	Anweisung	Garantie	Reparaturen

2.5.3 Gebäudelebenszyklus der Immobilienwirtschaft

Die mögliche Auswirkung von BIM in der Immobilienwirtschaft sind grün hinterlegt.

Tabelle 4: Auswirkungen von BIM auf die Immobilienwirtschaft

Stakeholder Etappe	Immobilien-Wirtschaft					
	Investor	Banken	Versicherung	Behörden	Betreiber	Bewohner
① Bauvorhaben	Investition	-	-	Bau-Bewilligung	Künftige Erträge	Wohn-Bedürfnisse -Vorstellung
② Konzept	Kosten-Vorgabe	Bewertung von Investition	-	Integration in Zonenplan	Prüfung von Markt-Adekation	Funktionale, räumliche Wünsche
③ Detail-Planung	Qualität- und Kosten-Ziele	Wert-Analyse	Risiko-Abschätzung	Versorgungs-Anschluss	Künftiger Unterhalt	Komfort, z.B. Schallschutz
④ Performance Analysis	Attraktivität von Investition	-	-	Gebäude-Label (Minergie)	Betriebskosten minimieren	Nebenkosten
⑤ Ausführungsplan	Verbindlichkeit	Kosten Total bekannt	Haftungsfrage	Pläne bewilligen	Langlebig. Details verankert	Vorstellung vom Wohnraum.
⑥ Vorfertigung	Kosten-Vorteile, Industriel	Finanzierung	Industrie mindert Risiken	-	-	-
⑦ Baulogistik	Abläufe für Termineinhaltung	Finanzierung	Termin-Risiken	Zugang-Strasse. Lärm	-	-
⑧ Bauen	Einhaltung von Versprechen	Finanzierung	Bau-Risiko	Einhaltung von Plänen	-	-
⑨ Inbetriebnahme	Eigentum-Übergabe	Hypothek-Geschäft	Haftung und Garantie	Handänderungssteuer	Eigentum-Übernahme	Bauobjekt erleben
⑩ Betrieb	Lifecycle Sanierungs-Planung	Finanzierung	Hausrat-Versicherung	Energie-Wasser-Abrechnung	Lifecycle, Werterhalt, Sanierung	Mietvertrag Service-Verträge

3 Basistechnologien

Die Durchleuchtung der 10 Etappen zeigen Möglichkeiten der BIM-Digitalisierung, aber auch Einschränkungen, welche im Kapitel 5 und 6 mittels der Blockchain-Technologie gelöst werden können.

Ein funktionierendes Business Model, basierend auf Blockchain, könnte sich aus den folgenden Technologien ergeben:

- Blockchain; Fokus auf unveränderbare Verkettung vom Hash-Wert, z.B. Zeitstempel
- Distributed Ledger Technologie (DLT); dezentral geführte Kontenbücher
- Token
- Smart Contract

Bei einer Datenbank gilt folgendes: Ein Benutzer mit Berechtigungen, die mit seinem Konto verknüpft sind, kann Einträge ändern, die auf einem zentralen Server gespeichert sind. Wenn ein Benutzer über seinen Computer auf eine Datenbank zugreift, erhält er die aktualisierte Version des Datenbankeintrags. Die Kontrolle über die Datenbank verbleibt bei den Administratoren, sodass der Zugriff und die Berechtigungen zentral verwaltet werden können. Jeder, der über einen ausreichenden Zugang zu einer zentralen (klassischen) Datenbank verfügt, kann die darin enthaltenen Daten zerstören oder beschädigen. Die Benutzer sind daher auf die Sicherheitsinfrastruktur des Datenbankadministrators angewiesen.

Die Blockchain-Technologie nutzt dezentrale Datenspeicherung, um dieses Problem zu umgehen und Sicherheit in die Struktur zu integrieren. Blockchains ermöglichen den verschiedenen Parteien, die einander nicht vertrauen können, Informationen auszutauschen, ohne dass ein zentraler Administrator erforderlich ist. Transaktionen werden von einem Netzwerk von Benutzern bearbeitet, das als Konsensmechanismus fungiert, sodass jeder das identische Aufzeichnungssystem erstellt.

Die Funktionsweise einer Blockchain kann durch die Bitcoin-Blockchain beschrieben werden. Bitcoin bezeichnet eine digitale Einheit, welche als Wertträger funktioniert. Bitcoins werden durch den sogenannten Proof-of-Work-Algorithmus erzeugt. Dieser Algorithmus ist in eine Software integriert, welche von einzelnen Computern innerhalb des Bitcoin-Netzwerkes heruntergeladen und betrieben werden kann. Der Algorithmus wird verwendet, um getätigte Transaktionen (Überweisungen) von einem Konto auf ein anderes Konto mit anderen Transaktionen so zu verrechnen, dass der gesamte Datensatz verschlüsselt in die Blockchain integriert werden kann. Dieser Rechenprozess wird auch Mining genannt.

Bei Überweisungen werden alle Transaktionen durch eine Hash-Funktion kryptografisch verschlüsselt und in einem Transaktionsblock zusammengefasst. Die Transaktionen werden miteinander verrechnet, um Zeit und Speicherplatz einzusparen. Für jeden neu erstellen Block, erhalten Miner, also Betreiber eines Computers innerhalb des Bitcoin-Netzwerkes, der Transaktionsdaten über die Hash-Funktion miteinander verrechnet, eine Belohnung von aktuell 12,5 Bitcoin (Stand: Dezember 2019).

3.1.1 Blockchain

Technisch gesehen ist die Blockchain eine Kette von Informationsblöcken. Das Besondere daran ist, dass es sich um Folgendes handelt:

- die Kette wird in vielen Kopien über mehrere Geräte hinweg kopiert
- einmal "verkettet", kann der Inhalt der Blöcke nicht mehr geändert werden
- Obwohl Daten auf mehrere Geräte kopiert werden, stellt der Blockchain-Algorithmus sicher, dass es keine Konflikte gibt und dass alle Kopien identisch sind.

Daraus ergeben sich zwei Merkmale von blockkettenbasierten Datenspeichern, die in herkömmlichen Datenbanken im Allgemeinen nicht verfügbar sind:

- Die gesamte Datenhistorie mit all ihren Änderungen sowie die Metadaten (Zeitstempel, Autoreinformationen) werden erfasst und mit dem Äquivalent einer kryptographisch starken digitalen Signatur geschützt.
- Die Lösung ist nicht zentralisiert und benötigt keine zentrale vertrauenswürdige Behörde.

Beide Merkmale entsprechen der Natur eines Gebäudeplanungsprozesses, der in einem kooperativen Netzwerk von Unternehmen und Einzelpersonen stattfindet.

Der Einsatz von Blockchain in Bau-Projekten wird ebenfalls vorgeschlagen, da sie "ein nützliches Werkzeug zur Verwaltung und Aufzeichnung von Änderungen am BIM-Modell während der Entwurfs- und Bauphase darstellen könnte. Dabei werden Smart Contracts „zur Aushandlung von Bearbeitungsprivilegien und zur Speicherung eines unveränderlichen Protokolls über alle Änderungen am Modell verwendet" (Salmon, 2017).

3.1.2 Distributed Ledger Technologie

Um die Verkettung von Blöcken zu ermöglichen, verwendet die Blockchain eine kryptografische Signatur, die als „Hash“ bezeichnet wird. In diesem Sinne ist es möglich, eine Blockchain als ein Distributed Ledger zu bezeichnen. Denn die Informationen können auch hier mit jedem und innerhalb des Netzwerks geteilt werden. Bei von Kryptowährungen wie Bitcoin wird dies erreicht, indem die anderen Teilnehmer hinterlegte Informationen auf der "Kette" in Echtzeit nachschlagen können, ohne dafür spezifische Software zu installieren.

Blockchains sind viel mehr als nur eine einfache Datenstruktur. Es ist möglich, eine Blockchain zu verwenden, um Regeln für Transaktionen zu bestimmen oder sogar einen Smart Contract zu erstellen. Darüber hinaus ist eine Blockchain eine Folge von Blöcken. Ein Distributed Ledger muss aber nicht zwangsläufig in Form einer Kette existieren. IOTA oder Hashgraph sind ebenfalls Distributed Ledgers, jedoch kommen beide Systeme ohne eine Kettenstruktur aus. Ein DLT benötigt keinen Proof-of-Work Algorithmus um einen Konsens zu erzielen. Dadurch bietet es theoretisch eine bessere Skalierung.

3.1.3 Token

Bei ihrer aufsichtsrechtlichen Beurteilung von ICOs folgt die FINMA einem Ansatz, der auf die wirtschaftliche Funktion und den Zweck der Token fokussiert, also der Blockchain-basierten Einheiten, die vom ICO-Organisator ausgegeben werden. Zentral dabei ist die Klassifizierung der Token;

- Zahlungs-Token sind mit reinen Kryptowährungen vergleichbar. Solche Token besitzen keine weiteren Funktionalitäten oder sind nicht mit bestimmten Projekten verknüpft. Sie sollen als Zahlungsmittel für den Erwerb von Waren oder Dienstleistungen oder der Geld- und Wertübertragung dienen.
- Nutzungs-Token sollen Zugang zu einer digitalen Nutzung oder Dienstleistung vermitteln, die auf oder unter Benutzung einer Blockchain-Infrastruktur erbracht werden. Diese Token qualifizieren grundsätzlich nicht als Effekten, wenn der Nutzungs-Token im Zeitpunkt der Ausgabe im erwähnten Sinne einsetzbar ist.
- Anlage-Token repräsentieren Vermögenswerte wie Anteile an Realwerten, Unternehmen, Erträgen oder Anspruch auf Dividenden oder Zinszahlungen. Der Token ist damit hinsichtlich seiner wirtschaftlichen Funktionalität wie eine Aktie, Obligation oder ein derivatives Finanzinstrument zu beurteilen.

Beispiele von Token in der Immobilienwirtschaft werden im Kapitel 4 beschrieben.

3.1.4 Smart Contract

Smart Contracts sind selbstausführende Verträge, wobei die Bedingungen der Vereinbarung zwischen Käufer und Verkäufer direkt in Codezeilen geschrieben werden. Der Code und die darin enthaltenen Vereinbarungen bestehen über ein verteiltes, dezentrales Blockchain-Netzwerk. Ein Smart Contract ermöglicht die Durchführung vertrauenswürdiger Transaktionen und Vereinbarungen zwischen verschiedenen anonymen Parteien, ohne die Notwendigkeit einer zentralen Behörde, eines Rechtssystems oder eines externen Durchsetzungsmechanismus. Die entsprechend programmierte Software macht alle Transaktionen nachvollziehbar, transparent und irreversibel.

Es gibt einige Vorteile von Smart Contracts gegenüber üblichen Vertragsformen:

- **Verlässlichkeit:** Wenn ein Smart Contract korrekt programmiert wurde, sind Interpretationsschwierigkeiten der Vertragsbedingungen nahezu ausgeschlossen. Auch der Verlust von Dokumenten ist dadurch ausgeschlossen.
- **Sicherheit:** Wenn Smart Contracts auf Basis einer Blockchain programmiert werden, sind sie durch kryptografische Verschlüsselungsverfahren vor Hackern sicher. Niemand kann die ausgehandelten Vertragsbedingungen im Nachhinein verändern.
- **Effizienz:** Einen Smart Contract zu programmieren beansprucht weniger Zeit, als eine entsprechende bürokratische Verarbeitung. Dadurch sparen Vertragspartner Zeit und Geld.
- **Unabhängigkeit:** Smart Contracts ersparen Dritt-Parteien, wie beispielsweise Anwälte, Notare und Banker. Zur Verifikation eines Vertrages dient die unveränderliche Blockchain. Aus diesem Grunde gilt der Grundsatz "Code is law". Allein der Programmcode eines Vertrages entscheidet darüber, ob die Vertragsbedingungen korrekt erfüllt wurden oder nicht.

Hinzu kommt die Möglichkeit, eine Kryptowährung in die digitalen Verträge zu implementieren. Das heisst, dass die Vertragserfüllung direkt mittels Bezahlung einer Kryptowährung durchgeführt werden kann.

Für das Schreiben von Smart Contracts wird auf der Ethereum Blockchain die vertragsorientierte Programmiersprache „Solidity“ genutzt. Die Abbildung 9 veranschaulicht ein einfaches Beispiel eines Smart Contracts in Solidity, welches auf Basis der Blockchain-Plattform Ethereum entwickelt wurde. Der Vertrag besagt, dass, wenn die Temperatur der Baustelle höher als 40 Grad Celsius ist, der Auftraggeber dem Bauunternehmer einen bestimmten Betrag in Dollar (Zuschuss) zahlt.

```
SOLIDITY CONTRACT SOURCE CODE

1  pragma solidity ^0.4.2;
2
3
4  contract MyContract {
5      /* Constructor */
6      address public contractor;
7      uint256 public allowance;
8      uint256 public temperature;
9
10     mapping (address => uint) public balanceOf;
11     event Transfer(address _from, address _to, uint value);
12
13
14     function token(uint supply) {
15         balanceOf[msg.sender] = supply;
16     }
17
18     function transfer (address contractor, uint256 allowance) {
19         if (temperature < 40) throw;
20         if (balanceOf[msg.sender] < allowance) throw;
21         if (balanceOf[contractor] + allowance < balanceOf[contractor]) throw;
22
23         balanceOf[msg.sender] -= allowance;
24         balanceOf[contractor] += allowance;
25         Transfer (msg.sender, contractor, allowance);
26     }
27 }
28 }
```

Abb. 9: Smart contract

Quelle: Frontiers of Engineering Management

3.1.5 Öffentliche versus private Blockchain

Wenn eine Blockchain jedermann offensteht, um auf ihr Transaktionen zu initiieren, spricht man von einer öffentlichen Blockchain. Dies ist unter anderem bei Bitcoin und Ethereum der Fall. Es gibt dort keine sogenannten Wächter, die über den Zutritt zum Blockchain-Universum bestimmen. Das Gegenstück zu diesen offenen Systemen ist die private Blockchain. Der Lesezugriff und die Berechtigung, Transaktionen ausführen zu lassen, sind dort auf einen bestimmten und bekannten Kreis von Personen beschränkt. Beispiele hierfür sind diverse Konsortialprojekte von Banken oder Versicherungen, die auf Blockchain basieren und in der Regel eine effizientere Geschäftsabwicklung unter den beteiligten Instituten ermöglichen wollen. Auch im geschlossenen Kontext wird die erschwerte Abänderbarkeit (zur Verhinderung

von Compliance-Verstössen) oder die Elimination von Fehlerquellen (Unmöglichkeit der doppelten Verbuchung einer Transaktion) als Vorteile der Technologie erkannt.

	öffentlich	privat	konsortial
Netzwerk	dezentral	teilweise dezentral	teilweise dezentral
Zugänglichkeit	jeder der möchte, kann teilnehmen	Beschränkung des Zugangs (je nach Einsatz)/ ein einzelner Betreiber regelt den Zugang	Beschränkung des Zugangs (je nach Einsatz)/ mehrere Betreiber regeln den Zugang
Sicherheit	sehr hoch	erhöhte Wahrscheinlichkeit von Angriffen/Manipulation	erhöhte Wahrscheinlichkeit von Angriffen/Manipulation
Geschwindigkeit/ Transaktionen	langsam	schnell	schnell
Innovationsgrad	hohes Innovations- und Weiterentwicklungspotenzial bei hoher Teilnehmerzahl	geringere Innovations- und Weiterentwicklungsgeschwindigkeit	geringere Innovations- und Weiterentwicklungsgeschwindigkeit
Konsensmechanismus/ Ressourcenaufwand	Proof of Work, Proof of Stake/ hoch	Proof of Authority/ gering	Proof of Authority/ gering

Abb. 10: Öffentliche vs. private Blockchain
Quelle: Rödl & Partner

3.1.6 Mehrwert durch IoT und AI

Das Internet der Dinge, oder kurz IoT (Internet of Things), benötigt ein "ledger of things". Da eine Vielzahl von Geräten in den Bereichen Transport, Infrastruktur, Energie, Abfall oder Wasser miteinander verbunden werden, wird die Notwendigkeit eines Blockchain fähigen Ledger of Things entstehen, einem vertrauenswürdigen System, das Transaktionen zwischen autonom bereitgestellten IoT-Diensten und Informationsquellen verarbeiten kann. Wenn intelligente Geräte eines Tages in der Lage sind, Werte in einem IoT-Netzwerk zu übertragen, dann könnte die Blockchain die ideale Lösung sein, um IoT-Informationen unveränderlich, global und dezentral zu speichern.

IoT ist dank einer Kombination aus Wi-Fi, Datennetzwerken und Bluetooth-Geräten bereits da. Das aufkommende Smart Home ist ein Beispiel für IoT, bei dem die Idee steckt, dass alle „Dinge“ mit dem Internet verbunden sind: z.B. Kühlschrank, TV, Thermostat. Da alltägliche Geräte sich vermehrt mit dem Internet verbinden können, wird IoT zunehmend zum Mainstream und somit Teil des täglichen Lebens.

Künstliche Intelligenz (KI) oder Artificial Intelligence (AI), ist die Simulation von Prozessen menschlicher Intelligenz durch Maschinen. Diese Prozesse umfassen menschliche kognitive Fähigkeiten wie das Lernen, das Denken und die Selbstkorrektur. Maschinelles Lernen und künstliche Intelligenz stellen für das IoT eine enorme Chance dar. Die zunehmende Kommerzialisierung und Skalierung von IoT-Komponenten wird eine Reihe neuer Möglichkeiten hervorbringen. Die Fähigkeit, eine Komponent-Reparatur vorauszusagen, ein selbstoptimierend Gebäude-Betrieb sowie nachfrageorientierte Dienste sind einige Anwendungsbeispiele.

Die Blockchain-Technologie wird es den Entwicklern von AI leicht und in vielen Fällen profitabel machen, ihren Code als Dienstleistung anzubieten, auf die andere Produkte zugreifen können.

4 Startups im Bereich Immobilien

Nachfolgende Praxisbeispiele zeigen Business Modelle im Bereich Immobilien, in Kombination mit Blockchain und/oder BIM. Die Projekte befinden sich in unterschiedlichen Stadien und gehören, wie alle anderen Projekte im Bereich Blockchain, zu den „first movers“. Die Beispiele 4.1 – 4.8 sind reine Immobilienprojekte. Alle weiteren Business Modelle (4.9 - 4.12) kombinieren beide Aspekte, das Bauen, sowie das Management der Immobilie.

4.1 blockimmo

Das Zuger Unternehmen, blockimmo AG, bietet eine Blockchain-basierte Applikation an, welche es Real Estate Investoren ermöglicht, in Immobilien zu investieren und sich an daraus resultierenden Erträgen und Werten (d.h. Mieteinnahmen und Erträge resultierend aus Verkaufserlösen) zu beteiligen. Die Grundstücke können von sämtlichen Investoren, unabhängig von ihrem Wohnsitz und ihrer Nationalität, erworben werden. Für jede Immobilie wird schliesslich ein separater Token herausgegeben und der Investor kann somit frei wählen, in welche Immobilie er investiert.

Darüber hinaus soll die «Tokenisierung» der Immobilien auch deren Handelbarkeit auf dem Sekundärmarkt verbessern. Einerseits stellt blockimmo seinen Kunden eine Plattform zur Verfügung, auf der sie Verkaufs- und Kaufgesuche platzieren können. Andererseits geht man davon aus, dass im ersten Quartal 2019 eine öffentliche Börse an den Start geht, auf der dann Security-Token von einem breiten Publikum gehandelt werden können (NZZ, 2018).

Um die Token zu erwerben, müssen Investoren ihr Geld erst in die Kryptowährung Ether tauschen. Transaktionen auf der Blockchain selbst kosten weniger als CHF 1.- und zwar unabhängig von der Summe. An wiederkehrenden Gebühren möchte blockimmo nur 1% der jährlich an die Investoren ausgeschütteten Beträge zurückbehalten. Würden die Anteile an der Immobilie zu einem späteren Zeitpunkt weiterverkauft, ist kein Eintrag im Grundbuch nötig, da nur die Token den Eigentümer wechseln.

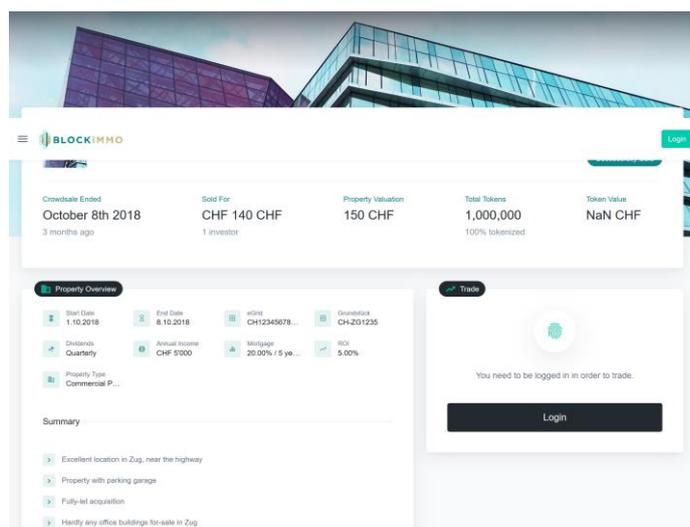


Abb. 11: Mazu Property
Quelle: blockimmo.ch

4.2 Swissrealcoin

Das Projekt SwissRealCoin (SRC) wird als Asset-backed Security Token aufgeführt (1 CHF = 1 SRC) und deren Gesellschaft hat bei der FINMA, der schweizerischen Finanzmarktaufsicht, ein Unterlassungsschreiben beantragt (Terzo, 2018).

Eines der Risiken bei Immobilienanlagen ist die mangelnde Liquidität unter Berücksichtigung des Zeit- und Kostenaufwands für die Veräußerung von Vermögenswerten. Ein Prozess, den SwissRealCoin als "schwerfällig" bezeichnet. Das Projekt basiert auf der Ethereum-Blockchain und soll Datentransparenz (Miet- und Belegungszahlen, etc.) und "volle Liquidität" in die Tabelle bringen.

SRC wird von Immobilien aus der Schweiz unterstützt, die das Startup als "eine der stabilsten Anlageklassen der Welt" bezeichnet (2018). Jeder Token spiegelt einen Bruchteil des Anlageportfolios wider, und der verbrieft Charakter von SRC ist darauf ausgelegt, dem Preis Stabilität zu verleihen.

Sollte der Preis des Token bei robuster Nachfrage den der Immobilienanlagen übersteigen, wird SwissRealCoin zusätzliche Token zum Marktkurs ausgeben. Die neuen Token würden vermehrt in Gewerbeimmobilien investiert, wodurch der Wert des Portfolios steigt und sich dem Marktpreis angleicht. Dies ist ein Sicherungsmechanismus zur Minderung der Volatilität. Des Weiteren sind die Inhaber von Token berechtigt, über die Strategie des Anlageportfolios abzustimmen.

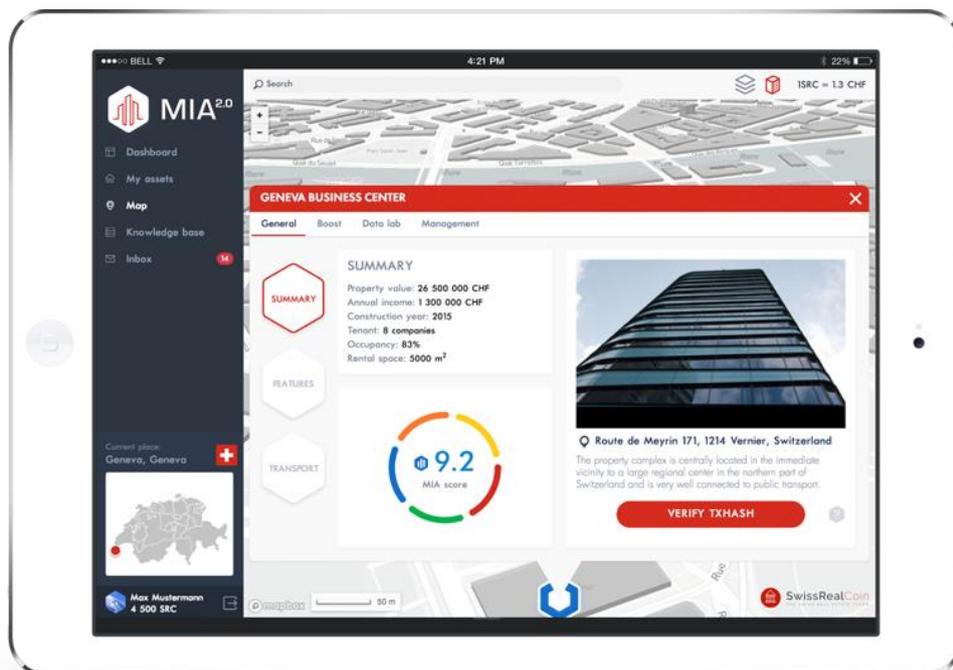


Abb. 12: Dashboard
Quelle: swissrealcoin.ch

4.3 Tokenestate

Tokenestate.io ist eine App für internationale Investitionen in Immobilien, bei der Investoren verschiedene Anlagemöglichkeiten aus verschiedenen Regionen und Anlagestrategien erkunden können.

Durch den Kauf von RETOs (Token RETO und TEIV.) erhalten Investoren ein Engagement in den Immobilienbesitz der emittierenden Einheit. Da es sich bei RETOs um Wertpapiere handelt, profitieren die Anleger vom Schutz der bestehenden Finanzregulierung, die ihnen starke, durchsetzbare Rechte verleiht.

Da RETOs durch Blockchain-Token dargestellt werden, wird es für Investoren einfach sein, sie zu kaufen und zu verkaufen, und sie werden es Emittenten ermöglichen, die Vorteile der operativen Effizienz der Blockchain zu nutzen.

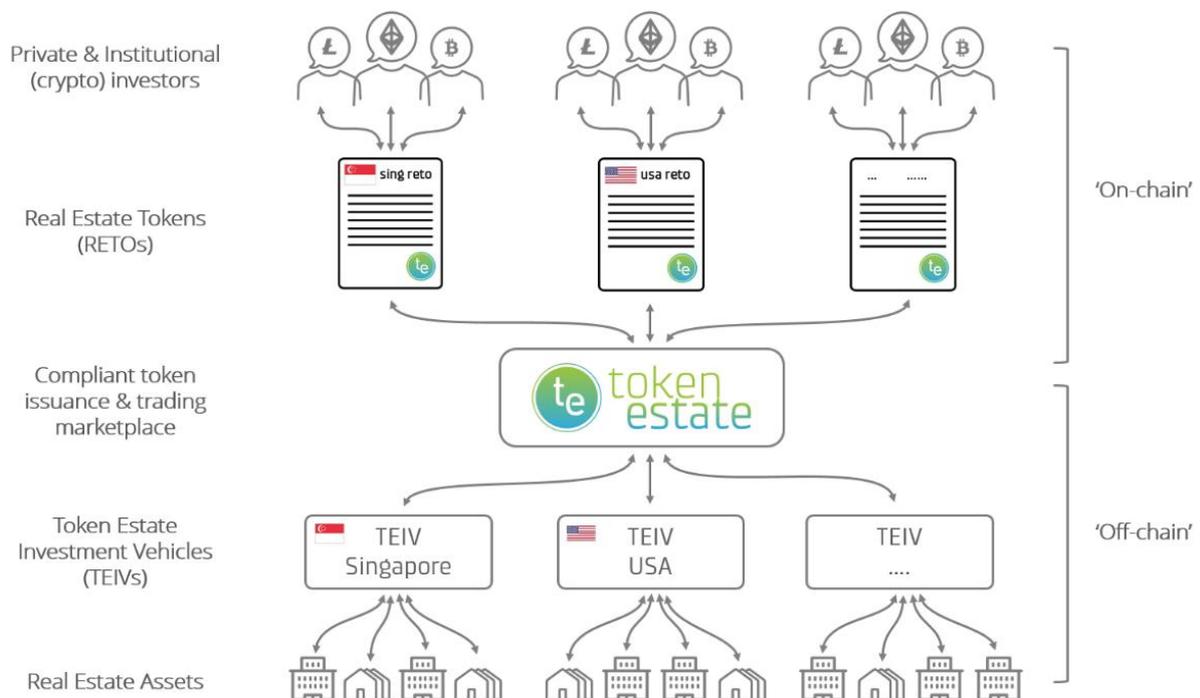


Abb. 13: Business-Modell
Quelle: tokenestate.io

4.4 Brickmark

Es ist die Vision von BrickMark, die Fortschritte der Blockchain mit dem bewährten und profitablen Geschäftsmodell des aktiven Immobilienbesitzes im Multimilliarden-Dollar-Bereich zu verschmelzen und eine neue Anlageklasse in Kryptowährung zu schaffen sowie einen neuen Standard in der Interessenvertretung zu setzen.

BrickMark wird auch eine neue Lösung für private und professionelle Investoren bieten, um ein liquides Engagement in grossen Portfolios von Immobilienanlagen institutioneller Qualität zu erreichen und die Ineffizienzen und Nachteile traditioneller Formen von Immobilieninvestitionen durch den Einsatz von Blockchain-Technologie zu überwinden.



Abb. 14: Architektur Brickmark Ökosystem
Quelle: brickmark.net

4.5 Brickblock

Brickblock bietet den technologischen und rechtlichen Rahmen, um Immobilieninvestitionen auf der Blockchain zu erleichtern, so dass Entwickler Kapital aus einem globalen Investorenpool aufnehmen können und Investoren Zugang zu attraktiven Investitionen auf der ganzen Welt haben.

Die Verschmelzung von traditionellen Anlagewerten mit digitalen Währungen in der Art und Weise, wie Brickblock dies tut, eröffnet eine völlig neue Anlagewelt. Der Benutzer ist vor der Volatilität von Dingen wie Bitcoin geschützt, während er gleichzeitig die volle Kontrolle und den Wert von Dingen wie Immobilien und börsengehandelten Fonds erhält (Pollock, 2017).

Brickblock verbindet diese beiden Welten miteinander, indem es digitalen Anlegern ermöglicht, in Immobilienfonds (REFs), Exchange Traded Funds (ETFs), Passive Coin Traded Funds (CTF) und Active Coin Managed Funds (CMFs) in einem optimierten Prozess und mit deutlich niedrigeren Kosten als traditionelle Anlagen zu diversifizieren.

Get verified to invest

Thank you for beginning the investor verification process

Please note:

-  15 minutes to complete
-  Your data is secure at all times
-  Simple video identification

Items you will need:

-  **** Your Tax ID number(s)
-  A valid picture ID
-  A smart phone
-  A proof of residency document

[Begin verification](#)

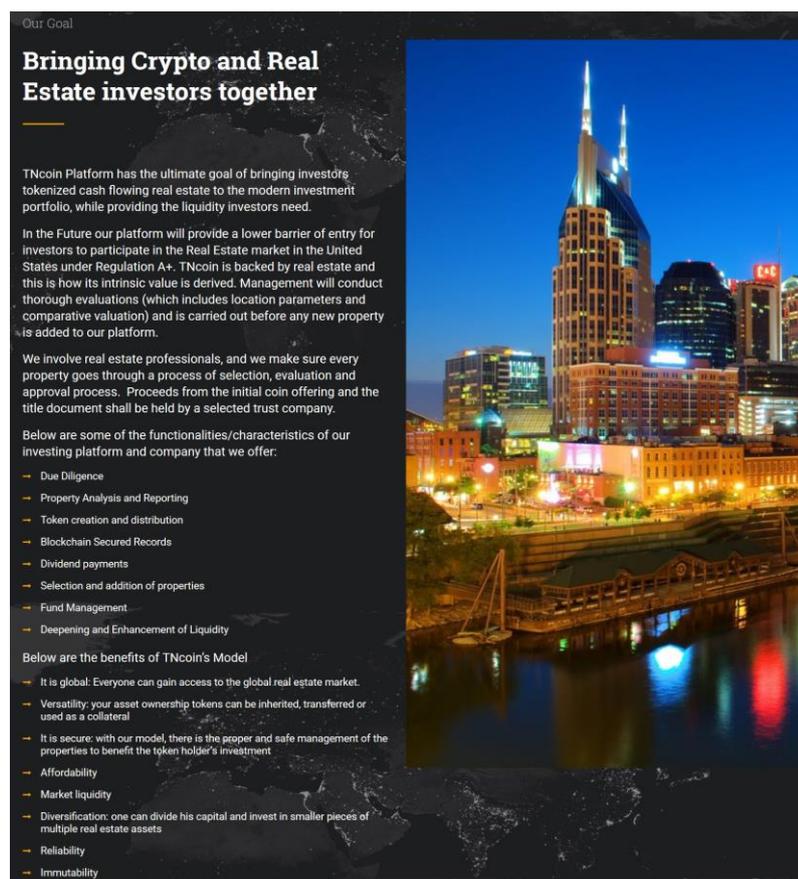
Abb. 15: Online Registrierungsprozess (KYC) als individueller Investor
Quelle: brickblock.io

4.6 Tncoin

Bei TnCoin handelt sich um einen tokenisierten Investmentfonds. Das bedeutet, dass jedes Token analog zu einem Anteil an einem Investmentfonds ist. Eine natürliche Frage, die sich stellt, ist, warum der Fonds überhaupt Kryptowährungen verwenden würde, da traditionelle aktienbasierte Investmentfonds gibt es seit Jahrzehnten und werden gut verstanden. Mit anderen Worten, die TN Token wird seinen Wert vor allem aus Sachwerten in der physischen Welt ableiten, die Erträge generieren und die Wertsteigerung im Laufe der Zeit.

Der TN Coin basiert auf Stellar. Stellar ist eine Blockchain-Plattform, die sich in erster Linie auf die Integration der DLT in die bestehende Finanzinfrastruktur. Das Stellar Konsensus Protokoll ist ein Open-Source-Protokoll zum Austausch von Geld. Stellar verbindet Banken, Zahlungssysteme und Menschen auf der ganzen Welt. Intelligente Verträge kombinieren Protokolle mit Benutzeroberflächen, um Beziehungen über Computernetzwerke zu formalisieren und zu sichern.

TN-Token haben einen Anfangswert von 1 TN bis 1 USD. Die Anzahl der erstellten Token entspricht dem erzielten Dollarbetrag, abgerundet auf den nächsten vollen Dollar. Wenn 10 Millionen Dollar an Kapital gesammelt werden, werden 10 Millionen Token geschaffen. Token sind teilbar in 0,1, 0,01 und 0,001 TN. Token sind in Untereinheiten unterteilbar, nur um es den Investoren leichter zu machen.



Our Goal

Bringing Crypto and Real Estate investors together

Tncoin Platform has the ultimate goal of bringing investors tokenized cash flowing real estate to the modern investment portfolio, while providing the liquidity investors need.

In the Future our platform will provide a lower barrier of entry for investors to participate in the Real Estate market in the United States under Regulation A+. Tncoin is backed by real estate and this is how its intrinsic value is derived. Management will conduct thorough evaluations (which includes location parameters and comparative valuation) and is carried out before any new property is added to our platform.

We involve real estate professionals, and we make sure every property goes through a process of selection, evaluation and approval process. Proceeds from the initial coin offering and the title document shall be held by a selected trust company.

Below are some of the functionalities/characteristics of our investing platform and company that we offer:

- Due Diligence
- Property Analysis and Reporting
- Token creation and distribution
- Blockchain Secured Records
- Dividend payments
- Selection and addition of properties
- Fund Management
- Deepening and Enhancement of Liquidity

Below are the benefits of Tncoin's Model

- It is global: Everyone can gain access to the global real estate market.
- Versatility: your asset ownership tokens can be inherited, transferred or used as a collateral
- It is secure: with our model, there is the proper and safe management of the properties to benefit the token holder's investment
- Affordability
- Market liquidity
- Diversification: one can divide his capital and invest in smaller pieces of multiple real estate assets
- Reliability
- Immutability

Abb. 16: Projektbeschreibung
Quelle: tncoin.io

4.7 i-House

Durch die Verknüpfung des Blockchain-Mechanismus mit Immobilien und die Verknüpfung von Immobilienentwicklern mit Finanzinstituten und Nutzern, wird die Immobilientransaktion in das Layout der globalen "digitalen Kreditgesellschaft" integriert.

Durch den Smart Contract von IHT-Plattform können Immobilien aufgeteilt und an mehrere Finanzinstitute verteilt werden. Auf diese Weise erhalten Nutzer die Möglichkeit, mit relativ kleinen Geldbeträgen in Immobilien zu investieren. Dabei verspricht i-House eine hohe Sicherheit und geringes Risiko.

i-House hat ein eigenes Wallet, das IHT-Wallet, programmiert, welches wie folgt verwendet wird: durch ein ATO (Asset Tokenized Offering) erfolgt die Anweisung des Vermögenspartners, einen Split durchzuführen. Das ATO wird zur Erzeugung eines Anlagensplits verwendet und im Ledger des IHT erfasst. Alle Eigentums- und Nutzungsrechte an der Transaktion werden unter dem lokalen Fiat des Vermögenswertes durchgeführt. Der IHT-Konsum im Wallet ist hierbei ein Anreizmechanismus von ATO.

Underwrite
After underwriting, you can generate sub-products and publish to users.

Real Estate Type: Completed Land Forward Delivery Housing Lease
Real Estate Partner: D.R.Horton Lennar Pulte Homes Centex

Project Name	Publisher	Total	Shares	Available
West Side Place Stage II	D.R.Horton	¥2,230,000	100	30
Miami USA Stage I	Lennar	¥2,230,000	45	45
The Evermore	Pulte Homes	¥2,230,000	564	0
Caulfield Village	Centex	¥2,230,000	100	100

New York Manhattan Chelsea Apartments
Publisher: American Home
Total: USD\$400000

Property type: Completed Repurchase time: 360 days Split shares: 100 Annual interest: 10%
Underwrites share: 0 Surplus share: 100
Underwriting time limit: 30 days Underwriting base line: 80% reached 0%

Property description:
Beautiful newly built home! This popular 3-bedroom plan has the Tuscan elevation featuring a beautiful stone exterior. This home is located at the end of the street in a cul-de-sac and decorated like a model home with loads of upgrades. The gorgeous home features great room plan with 4 bedrooms, 3 full bath plus den with double doors.

Transaction Record

Buy share	Price	Sell share	Enter a new order	Time	Price	Share	Total
10	2000.00	10	Price	08/15 11:00	2000.00	10	20000.00
10	2000.00	10	Price	08/15 11:00	2000.00	10	20000.00
10	2000.00	10	Price	08/15 11:00	2000.00	10	20000.00
10	2000.00	10	Price	08/15 11:00	2000.00	10	20000.00
10	2000.00	10	Price	08/15 11:00	2000.00	10	20000.00
10	2000.00	10	Price	08/15 11:00	2000.00	10	20000.00

Abb. 17: Webpage von i-House, Ansicht für potenzielle Investoren
Quelle: i-house.com

4.8 propy

Propy zielt darauf ab, die Probleme internationaler Immobilientransaktionen zu lösen, indem es eine neuartige, einheitliche Immobilienlager- und Asset-Transfer-Plattform für die globale Immobilienwirtschaft schafft. Zunächst spiegelt das Propy-Register die offiziellen Grundbuchaufzeichnungen wider, in denen die Übertragung von Immobilien erfasst wird.

Letztendlich ist Propys Vision, dass die Gerichtsbarkeiten das Propy-Register als ihr offizielles Grundbuch übernehmen. Dabei würde die Übertragung einer Immobilie im Propy-Register die rechtliche Übertragung der Immobilie und die rechtliche Registrierung dieser Übertragung, darstellen.

Propy verspricht eine effektive Lösung, die innerhalb der heutigen rechtlichen Rahmenbedingungen funktionieren soll. Das von Propy bereitgestellte globale Grundbuch kann als zentrale Anlaufstelle für internationale Unternehmen dienen. Sobald Regierungen und Organisationen die Vorteile einer offenen und vertrauenswürdigen Plattform für die Titelregistrierung erkannt haben, werden alte Titelregistersysteme als langsam und redundant angesehen.

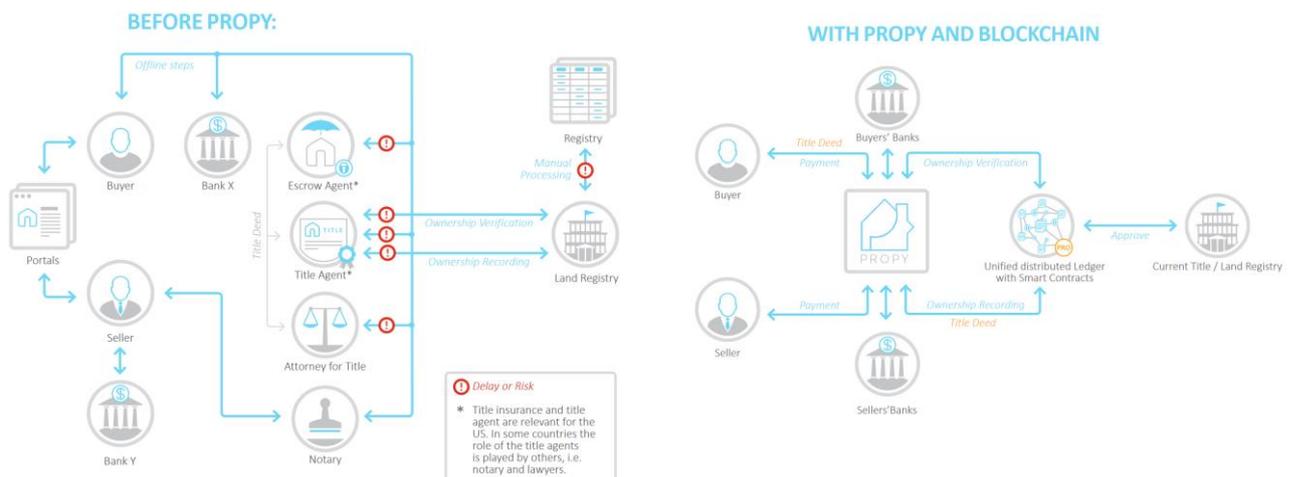


Abb. 18: Prozessbeschreibung
Quelle: propy.com

Die PRO-Token wurden entwickelt, um einen Smart Contract für die Titelübertragung im Propy Register freizuschalten. PRO-Token werden auf dem ERC-20 aufgebaut. Ein Token-Standard, der eine einfache Integration in die Wallets der Benutzer ermöglicht. Für einen Immobilienerwerb auf Propy sind wesentliche und obligatorische Schritte zu beachten; das Register umfasst die Ausführung des Grundbuchvertrages und des Titelvertrages, die für die Übertragung des Eigentumsrechts und die Aufzeichnung erforderlich sind. Bei einem Eigentumswechsel erfordert das Propy Register die Zahlung von PROs, also die damit verbundenen "Registry-Gebühren", um diese Änderungen in der Blockchain aufzuzeichnen.

4.9 primalbase

Primalbase hat sich zum Ziel gesetzt, ein neues Modell für das Coworking zu schaffen. Wenn ein Arbeitsplatz oder ein Büro gebucht werden möchte, kann ein PBT von einem Token-Inhaber für die Dauer der Buchung geleast werden. Token-Inhaber legen die Preise selbst fest, dabei gleicht der Algorithmus sie automatisch mit dem besten Preis ab, der für die gewählten Daten verfügbar ist.

Rund 1000 Token (PLB) wurden im Jahr 2017 durch eine Crowdfunding-Kampagne verteilt, weitere 250 Token PLB blieben im Unternehmen. Diese ersten Token-Käufer wurden die ersten Token-Inhaber. Sie sind diejenigen, die sich entscheiden können, ihre Primalbase Token zu verwenden, zu vermieten oder zu verkaufen. Es handelt sich um eine voll übertragbare lebenslange Mitgliedschaft, welche auch auf temporärer Basis möglich ist.



It's time to take your place in a workspace revolution

Primalbase is creating an entirely new model for coworking. We make a stuffy industry more affordable, allow members to earn, and bring together like-minded people from around the world.



Abb. 19: Beispiel einer Arbeitsplatz-Buchung in Berlin
Quelle: primalbase.com

Primalbase erachten die digitale Währung als eine ideale Lösung für alle Community-Mitglieder. Die digitale Währung soll den Token-Inhabern Sicherheit und sofortige Geldüberweisungen bieten. Gleichzeitig ermöglicht eine digitale Währung, einen Leasingmarkt zu schaffen, der die Inhaber von Token dazu anregt, wettbewerbsfähige Preise festzulegen.

4.10 Bimchain

Die Bimchain-Anwendung ist direkt in Modellierungswerkzeuge wie ArchiCAD integriert und ermöglicht die elektronische Signatur von Dokumenten, die aus dem digitalen Modell extrahiert wurden. Mit diesem unabhängigen und dezentralen Zertifizierungsprozess, der keinen vertrauenswürdigen Dritten erfordert, ist der Arbeitsnachweis manipulationssicher und unbestreitbar. Die Nachweise werden wie folgt unterteilt:

- Kontextnachweise: Die Arbeit hängt von den Veröffentlichungen anderer ab. Nachweis, dass der Beitrag auf der Grundlage nachprüfbarer externer Inputs erstellt wurde.
- Zulassungsnachweise: stellen sicher, dass alle Partner an synchronisierten Versionen arbeiten, an denen sich alle beteiligt haben. Diese elektronische Vereinbarung wird in Tools integriert.
- Nachweis der Konsistenz: verkettet alle Extrakte, die nach Vorbild hergestellt wurden. 3D IFC oder 2D vertragliche Leistungen, stimmen mit dem ursprünglichen 3D nativen Format überein.
- Nachweise von Zertifizierungen: die verwendeten BIM-Objekte sind vom Herausgeber zertifiziert. Die Konformität wird mit den Vorschriften bewiesen, indem sich das Modell von einer Prüf-, Inspektions- und Kontrollstelle zertifizieren lässt.

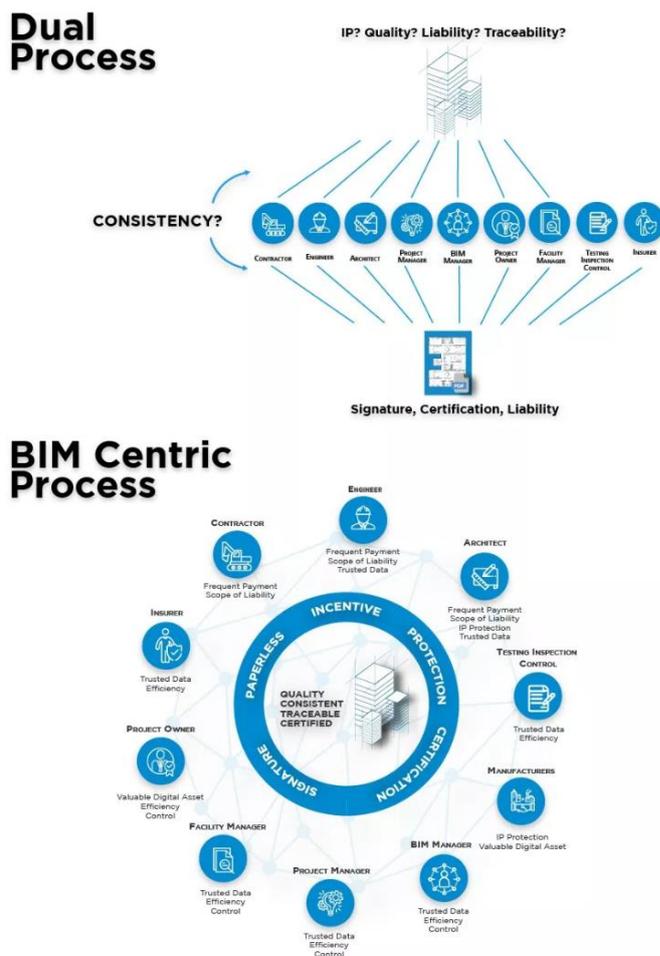


Abb. 21: Übergang Dual-Prozess zu BIM-Prozess
Quelle: bimchain.io

4.11 Brikbit

BrikBit (Token: BRIKS) ist das erste Blockchain-basierte Ökosystem, das komplette Abläufe für die Immobilienbranche entwickelt und verwaltet. Innerhalb des BrikBit-Ökosystems können alle, an den Immobilienprojekten beteiligten Gesellschafter, das Potenzial der Blockchain-Technologie nutzen. Typische und implizite Prozesse können während einzelner Schritte eines Immobilienunternehmens, wie Fondsaufnahme, -design, -erstellung und -management, automatisiert und transparenter gemacht werden.

Jedes Immobilienprojekt wird in der Lage sein, seine eigene Blockchain (als BrikBit Sidechain) und abhängig je nach Land und Gesetzgebung des Projekts, mit eigenen Regeln und Funktionen zu erstellen. Dabei werden die Bedürfnisse nach einem gleichberechtigten, transparenten und unveränderlichen Management gedeckt. Der Austausch von Informationen und Werten im Immobilienbereich entspricht der Schaffung einer Blockchain-basierten digitalen Plattform und der Notwendigkeit, spezielle Anwendungen zu implementieren: die RE-DApps (Real Estate Decentralized Applications).

Die Einführung der BrikBit-Plattform wird es ermöglichen, einen Teil der Immobilie im Austausch zu verschenken. Dieser Wertaustausch wird dank der Verwendung von digitalen Token und Smart Contracts schnell und effizient sein und eine Aufteilung des Eigentums ermöglichen. Die Liquidität der Immobilie sollte hierbei gewährleistet sein.

Die Möglichkeit, verschiedene Entwicklungs- und Ertragsphasen eines Gebäudes mit einem digitalen "Token" zu verknüpfen, der den Wert ausdrückt, wird es ermöglichen, das Gebäudemanagement wesentlich vielseitiger zu gestalten. Durch die Teilbarkeit wird der Token liquiderbar gemacht. Vor allem die Beschaffung der notwendigen Mittel zur Realisierung des Immobilienunternehmens, ohne die Unterstützung des einzigen zentralisierten Fondsanbieters wird einfacher und schlanker. Am Ende der Renovierung werden die Vorteile, die mit der Wertsteigerung der renovierten Immobilie und ihrer vollen Rentabilität verbunden sind, zu gleichen Teilen auf die verschiedenen Akteure automatisch verteilt.

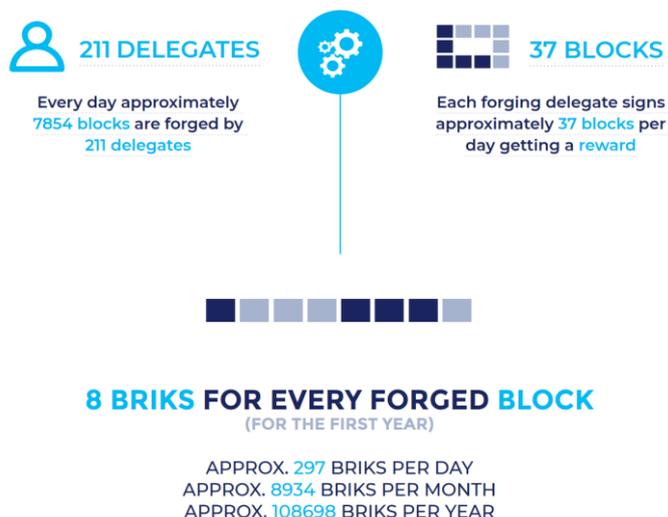


Abb. 22: Business Modell
Quelle: brikbit.io

4.12 BitRent

BitRent (Token: RNTB) ist eine Plattform für Bauinvestitionen, die den gesamten Bauprozess steuert und überwacht. Die Plattform ist so konzipiert, dass es sowohl Bauprojekte als auch fertige Objekte mit der Blockchain-Technologie tokenisiert.

RNTB ist ein Utility-Token für die folgenden Zwecke: der Token stellt keine Kapitalbeteiligung an der BitRent-Gesellschaft dar. Seine Hauptfunktion besteht darin, einen Zugang zum BitRent-Basis- und Transaktionssystem zu ermöglichen. Die gesammelten Mittel werden erst verteilt, wenn die Plattform für den Start bereit ist. Alle gesammelten Mittel werden auf einem Treuhandkonto gehalten und die Inhaber von Token haben das Recht, Immobilienprojekte auszuwählen, an denen sie sich beteiligen möchten. Zusätzlich zu den Zugangsrechten, stellt der RNTB-Token eine Zahlungsmethode für Dienstleistungen und Bearbeitungsgebühren der Plattform dar, einschließlich Werbekampagnen und Projektförderung der Plattform. Zudem gibt es Prioritätszugangsrechte, welche basierend auf der Anzahl der vom Inhaber erworbenen Token ergeben.

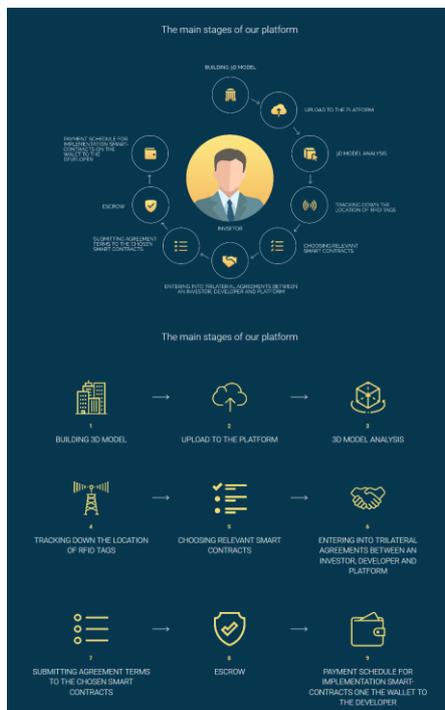


Abb. 23: Business Modell
Quelle: bitrent.io



Abb. 24: Investitionsprozess
Quelle: bitrent.io

5 Integration von Blockchain-Technologie

Das Potenzial des heute bekannten Gebäudelebenszyklus ist noch nicht ausgeschöpft. Nachfolgend nutzen wir die Informationen aus den vorangegangenen Kapiteln um zu erläutern, wie der heutige Zyklus mit der Blockchain effektiver gestaltet werden kann.

Bauwirtschaft

Blaue Felder zeigen Optimierungspotentiale des Gebäudelebenszyklus durch Blockchain/DLT/Smart Contract.

Tabelle 5: Optimierungspotenzial der Bauwirtschaft durch Nutzung der Blockchain

Stakeholder Etappe	Bauwirtschaft				
	Architekt	Planer	Bauprodukt-Anbieter	Bau-Unternehmer	Handwerker
① Bauvorhaben	Machbarkeit, Vision	-	-	-	-
② Konzept	Raumnutzung, Architektur	-	-	-	-
③ Detail-Planung	Raum vs. Technik Baustatik	3-D Planung Multi-Disziplinär	3D-Daten	-	-
④ Performance Analysis	Gesamt-kosten-Simulation	Performance Simulation	Parameter	-	-
⑤ Ausführungsplan	Daten sammeln, Koordination	Liefert Pläne. Gewerke-übergreifend	Fabrikat ist definiert	Abweichungen quittieren	-
⑥ Vorfertigung	-	Empfehlung Vor-Ort vs. Vorfertigen	Ev. auch vorfertigen, Industrie 4.0	Bezieht Vorfertigungs-Leistung	Industrialisierung vom Bauprozess
⑦ Baulogistik	Einhaltung von Spezifikation	-	Liefert Bau-Einheiten	Organisiert die Logistik	Lager vor Ort oder online
⑧ Bauen	Einhaltung von Termine	-	Einbau-Anweisung, Hilfsmittel	Koordiniert baut auf Baustelle	Traditionell oder digitale Fabrikation
⑨ Inbetriebnahme	Einhaltung von Versprechen, Abweichungen	Abnahme	Anweisung	Abnahme	Schluss-Rechnungs-Stellen
⑩ Betrieb	Gebäude LifeCycle	Überprüft Performance	Anweisung	Garantie	Reparaturen

Immobilienwirtschaft

Tabelle 6: Optimierungspotenzial der Immobilienwirtschaft durch Nutzung der Blockchain

Stakeholder Etappe	Immobilien-Wirtschaft					
	Investor	Banken	Versicherung	Behörden	Betreiber	Bewohner
① Bauvorhaben	Investition	-	-	Bau-Bewilligung	Künftige Erträge	Wohn-Bedürfnisse-Vorstellung
② Konzept	Kosten-Vorgabe	Bewertung von Investition	-	Integration in Zonenplan	Prüfung von Markt-Adekation	Funktionale, räumliche Wünsche
③ Detail-Planung	Qualität- und Kosten-Ziele	Wert-Analyse	Risiko-Abschätzung	Versorgungs-Anschluss	Künftiger Unterhalt	Komfort wie Schallschutz
④ Performance Analysis	Attraktivität von Investition	-	-	Gebäude-Label (Minergie)	Betriebskosten minimieren	Nebenkosten
⑤ Ausführungsplan	Verbindlichkeit	Totale Kosten sind bekannt	Haftungsfrage	Pläne bewilligen	Langlebig. Details verankert	Vorstellung vom Wohnraum
⑥ Vorfertigung	Kosten-Vorteile, Industriel	Finanzierung	Industrie mindert Risiken	-	-	-
⑦ Baulogistik	Abläufe für Termin Einhaltung	Finanzierung	Termin-Risiken	Zugang-Strasse. Lärm	-	-
⑧ Bauen	Einhaltung von Versprechen	Finanzierung	Bau-Risiko	Einhaltung von Plänen	-	-
⑨ Inbetriebnahme	Eigentum-Übergabe	Hypothek-Geschäft	Haftung und Garantie	Handänderungssteuer	Eigentum-Übernahme	Bauobjekt erleben
⑩ Betrieb	Lifecycle Sanierungs-Planung	Finanzierung	Hausrat-Versicherung	Energie-Wasser-Abrechnung	Lifecycle, Werterhalt, Sanierung	Mietvertrag Service-Verträge

6 Tokenisierung des Gebäudelebenszyklus

Um den Liegenschaftshandel zu automatisieren, sind noch einige Hürden zu nehmen und vor allem Gesetze anzupassen. Zentrale Institutionen und Verwaltungen rechtfertigen ihre Vermittlerrolle. Regulatorische Rahmenbedingungen verhindern die Schwarmfinanzierung (Crowdfunding) und den Markteintritt von Kleininvestoren (Gubler, 2018). Auch der Machbarkeitsnachweis für einen Peer-to-peer-Hypothekarmarkt steht bisher noch aus. Bis zu einer breiten Einführung der Blockchain-Technologie werden also noch einige Jahre vergehen.

Es wurde viel über das Potenzial der Blockchain bei der Verringerung der Transaktionskosten durch die Beseitigung der Zwischenhändler gesagt. Eine weitergehende Anwendung der Blockchain hat sich allerdings herausgebildet (Yee, 2017). Es ist die Tokenisierung der realen Wirtschaft, die eng mit dem jüngsten phänomenalen Aufstieg der Erstemissionen (ICOs) verbunden ist.

Bauwirtschaft

Rote Felder zeigen Optimierungspotentiale des Gebäudelebenszyklus durch Token.

Tabelle 7: Optimierungspotenzial der Bauwirtschaft durch Token

Stakeholder Etappe	Bauwirtschaft				
	Architekt	Planer	Bauprodukt-Anbieter	Bau-Unternehmer	Handwerker
① Bauvorhaben	Machbarkeit, Vision	-	-	-	-
② Konzept	Raumnutzung, Architektur	-	-	-	-
③ Detail-Planung	Raum vs. Technik Bau-Statik	3-D Planung Multi-Disziplinär	3D-Daten	-	-
④ Performance Analysis	Gesamt-kosten-Simulation	Performance Simulation	Parameter	-	-
⑤ Ausführungsplan	Daten sammeln, Koordination	Liefert Pläne. Gewerkeübergreifend	Fabrikat ist definiert	Abweichungen quittieren	-
⑥ Vorfertigung	-	Empfehlung Vor-Ort vs. Vorfertigen	Ev. auch vorfertigen, Industrie 4.0	Bezieht Vorfertigungs-Leistung	Industrialisierung vom Bauprozess
⑦ Baulogistik	Einhaltung von Spezifikation	-	Liefert Bau-Einheiten	Organisiert die Logistik	Lager vor Ort oder online
⑧ Bauen	Einhaltung von Termine	-	Einbau-Anweisung, Hilfsmittel	Koordiniert Baustelle	Traditionell oder digitale Fabrikation
⑨ Inbetriebnahme	Einhaltung von Versprechen, Abweichungen	Abnahme	Anweisung	Abnahme	Schluss-Rechnung-Stellen
⑩ Betrieb	Gebäude LifeCycle	Überprüft Performance	Anweisung	Garantie	Reparaturen

Immobilienwirtschaft

Tabelle 8: Optimierungspotenzial der Immobilienwirtschaft durch Token

Stakeholder Etappe	Immobilien-Wirtschaft					
	Investor	Banken	Versicherung	Behörden	Betreiber	Bewohner
① Bauvorhaben	Investition	-	-	Bau-Bewilligung	Künftige Erträge	Wohn-Bedürfnisse Vorstellung
② Konzept	Kosten-Vorgabe	Bewertung von Investition	-	Integration in Zonenplan	Prüfung von Markt-Adekation	Funktionale, räumliche Wünsche
③ Detail-Planung	Qualität- und Kosten-Ziele	Wert-Analyse	Risiko-Abschätzung	Versorgungs-Anschluss	Künftiger Unterhalt	Komfort wie Schallschutz
④ Performance Analysis	Attraktivität von Investition	-	-	Gebäude-Label (Minergie)	Betriebskosten minimieren	Nebenkosten
⑤ Ausführungsplan	Verbindlichkeit	Totale Kosten sind bekannt	Haftungsfrage	Pläne bewilligen	Langlebig, Details verankert	Vorstellung vom Wohnraum.
⑥ Vorfertigung	Kosten-Vorteile, Industriel	Finanzierung	Industrie mindert Risiken	-	-	-
⑦ Bauleistungen	Abläufe für Termin Einhaltung	Finanzierung	Termin-Risiken	Zugang-Strasse, Lärm	-	-
⑧ Bauen	Einhaltung von Versprechen	Finanzierung	Bau-Risiko	Einhaltung von Plänen	-	-
⑨ Inbetriebnahme	Eigentum-Übergabe	Hypothek-Geschäft	Haftung und Garantie	Handänderungssteuer	Eigentum-Übernahme	Bauobjekt erleben
⑩ Betrieb	Lifecycle Sanierungs-Planung	Finanzierung	Hausrat-Versicherung	Energie-Wasser-Abrechnung	Lifecycle, Werterhalt, Sanierung	Mietvertrag Service-Verträge

Um die Tokenisierung des Eigentums und der Realwirtschaft zu verstehen, ist es wichtig, einen guten Überblick über die Token-Ökonomie zu erhalten. Dabei kann die Blockchain als das Internet of Value bezeichnet werden (Yee, 2017). Verschiedene digitale Währungen beruhen auf Blockchain, was einen transparenten und unveränderlichen Ledger von Eigentum und Überweisungen mit dieser digitalen Währungen bedeutet. Diese digitalen Währungen, oder eben Token, können verwendet werden, um das Eigentum über Objekte in der realen Welt und Besitztümer außerhalb der Blockchain darzustellen (2017).

7 Optimierung führt zu integriertem Modell

Basierend auf den Kapiteln 5 und 6 erarbeiteten die Verfasser ein erweitertes, integriertes Modell. Nachfolgend wird beschrieben, wie die einzelnen Etappen des heutigen BIM Gebäudelebenszyklus durch die Anwendung der erwähnten Technologien (Blockchain/DLT/Smart Contract/Token) ergänzt und dabei optimiert werden können.

Bei dem erweiterten Modell wurden folgende Aspekte nicht untersucht:

- Rahmenbedingungen (Gesetze, regulatorisches Umfeld)
- Kosten für die Umsetzung
- Datenschutz, Datensicherheit, geistiges Eigentum

7.1 Bauvorhaben

Eine Baueingabe erfordert jeweils Informationen über das entsprechende Gebäude. Künftig kann dem digitalen BIM-Gebäudemodell das Geoinformationssystem (GIS) integriert werden. Auch wenn sich die technologischen Konzepte von GIS und BIM deutlich unterscheiden, so ist in Zukunft ein Zusammenwachsen dieser beiden Bereiche zu erwarten.

Mögliche Optimierung

Die Grundbücher der Gemeinden sind noch oft analog und die gesamte Projekt-Dokumentation muss in Papierform hinterlegt werden. Trotz der fortschrittlichen Digitalisierung des Grundbuchamtes, soll die Blockchain zu deutlichen Effizienzsteigerungen führen. Durch Blockchain werden in Zukunft, Grundbuchverträge ohne Notare und Grundbuchverwalter abgewickelt werden. Weil alle Transaktionen transparent und nachvollziehbar sind, können alle Schritte von den Vertragsparteien verifiziert werden. Wird das Gesetz vollständig und konsequent im Softwarecode umgesetzt, so wird das System dezentral und sicher funktionieren. Intermediäre wie Notare und Grundbuchverwalter wird es daher in Zukunft kaum mehr brauchen.

Schon seit 2016 ist bekannt, dass Schweden an einer Blockchain-Lösung diesbezüglich forscht. Das Grundbuchamt nutzt die Blockchain von dem Startup Chromaway (Wagenknecht, 2017). Allerdings handelt es sich hierbei um eine private und nicht um eine öffentliche Blockchain. Aus institutioneller Sicht ist dieser Schritt aber durchaus verständlich, möchte doch jede Institution die Oberhand in Sachen Einfluss und Kontrolle haben. Sicherlich hat Schweden die Blockchain-Technologie viel weniger nötig als die meisten anderen Länder. Gerade in den Ländern, wo die Korruption hoch und die Grundbucheinträge unvollständig sind, wäre der Einsatz einer nicht manipulierbaren Blockchain-Lösung sinnvoll. Entsprechend kann Schweden den Ländern als Vorlage dienen, die selbst nicht das Knowhow aufbringen können. Vor allem in Zentral- und Südamerika, wo der Bedarf eines Blockchain-Grundbuchamtes sicherlich gegeben ist, wird in einigen Ländern an einer Blockchain-Einführung gearbeitet. So ist von Honduras und Brasilien bekannt, dass sie Blockchain-Projekte in der Richtung verfolgen.

7.2 Konzept

Die Einführung der BIM Methode schafft zwar neue Stellenprofile, wie etwa die eines BIM-Managers oder BIM-Koordinators, fordert aber vor allem eine neue Denkweise in der Planung und eine neue Kultur der Zusammenarbeit. BIM ist ein Werkzeug, das Fach- und Objektplanung stärker vernetzt. Es ist deshalb vielmehr eine Chance zur Entwicklung des Berufsbildes: Mit BIM kann der Architekt in die Rolle des universellen Baumeisters zurückfinden. Durch die Einbeziehung von Analysen und Simulationen bereits in der Vorentwurfs- und Entwurfsplanung können Entscheidungen plausibel, objektivierbar und vor allem frühzeitig vorbereitet, getroffen und begründet, nachvollzogen beziehungsweise zurückverfolgt werden.

Mögliche Optimierung

BIM schlägt vor, dass alle Parteien eines Projekts an einem einzigen Modell arbeiten, das an einem zentralen Ort, möglicherweise im Besitz des Kunden, stattfindet. BIM-Modelle aus verschiedenen Disziplinen wie Architekt, Statiker und Servicetechniker kombiniert, aber dafür sorgt, dass jeder die Kontrolle und die Rechte über sein eigenes Modell behält. Die Blockchain könnte u.a. Architekten ermöglichen, um das Eigentum an ihrem Modell nachzuweisen.

Anstatt die Projektpartner mit unterschiedlichen, multiplen und teuren Schnittstellen zu integrieren, können mit standardisierten Blockchain-Kanälen alle Teilnehmer in Echtzeit miteinander interagieren. Teure Schnittstellen werden vereinfacht und die Besitzfrage jeglicher Daten und Informationen ist geklärt.

7.3 Detailplanung

Durch den Einsatz von BIM in der Detailplanung ergibt sich gegenüber den bisherigen Abläufen eine Aufwandsverlagerung. Bei der konventionellen Planung wird der Hauptaufwand zur Ausarbeitung des Entwurfs in späten Phasen geleistet. Über die IFC Schnittstelle oder einen (BIM) Server wird ein solches Modell allen Beteiligten zur Verfügung gestellt und ist Basis und Ausgangspunkt für die darauf aufbauende Planung, Koordination und Projektabwicklung. Wird es über die gesamte Projektlaufzeit weiterentwickelt und gepflegt, so profitieren alle von aktuellen und umfassenden Informationen.

Bei den Industry Foundation Classes (IFC) handelt es sich um ein offenes Dateiformat, mit dem für Bauwirtschaft und Facility Management wesentliche Informationen software-neutral beschrieben und ausgetauscht werden können. Der Vorteil eines neutralen Datenformates liegt zum einen darin, dass sich dadurch die beim Datenaustausch und der Konvertierung in ein anderes Dateiformat zwangsläufig entstehenden „Reibungsverluste“ wenn auch nicht ganz vermeiden, so doch auf ein Minimum reduzieren lassen. Zum anderen können alle Projektbeteiligten, die für sie jeweils passende Software frei wählen, sofern diese über eine entsprechende IFC Schnittstelle verfügt.

BIM betrifft nicht nur Datenaustausch. Es ist zu klären, welche Informationen übergeben werden. So ist es erforderlich festzulegen, in welcher Leistungsphase welcher Informations- und Detaillierungsgrad bzw. genauer, welches „Level of Development“ auszutauschen ist. Unter dem Detaillierungsgrad ist hierbei somit nicht nur die geometrische, sondern insbesondere auch die semantische Modelltiefe zu verstehen. Wer organisiert Informationen, nimmt diese ab und bestimmt deren Qualität – hierbei sind Prozesse, handelnde Personen, Technologien und Richtlinien zu betrachten, um einen kohärenten Planungsprozess mittels BIM sicherzustellen.

Mögliche Optimierung

Die Art der Transaktionen bei kollaborativen Bauprojekten, sowie die rechtlichen Konsequenzen bei Projektfehlern, stellen aus unserer Sicht einen idealen Anwendungsfall für den Einsatz der Blockchain-Technologie dar (Turk, 2010). Aufgrund der Anforderungen an die Kontrolle über die individuellen Daten und den Datenschutz für einzelne, respektive alle Teile der resultierenden Modelle, passt sie gut zur Beschreibung einer hybriden Blockkette (Abb. 25, roter Pfad):

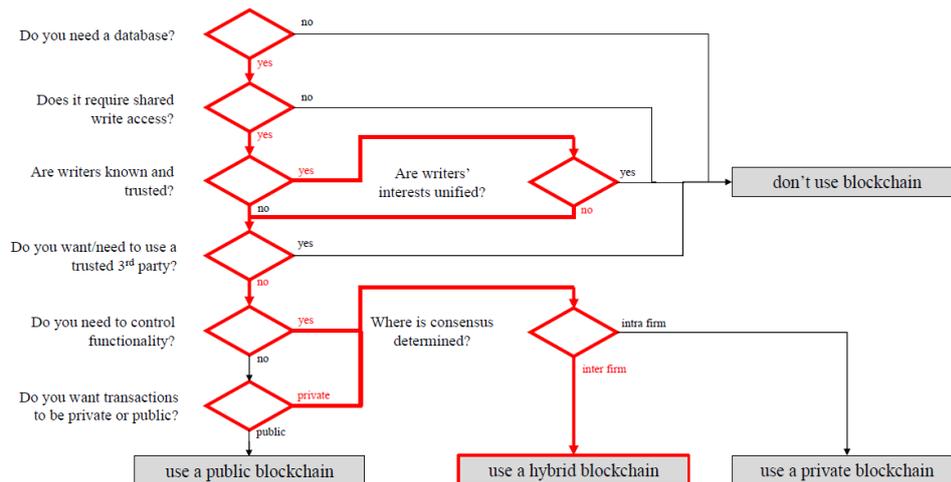


Abb. 25: Kriterien für die Verwendung von Blockchain

Quelle: Turk

Die Entscheidungsfindung in Abbildung 25 verläuft wie folgt:

- Ja, wir benötigen eine Datenbank (mit Gebäudeinformationen).
- Ja, ein gemeinsamer Zugriff ist erforderlich.
- Ja, Schriftsteller sind bekannt. Es ist unklar, ob man ihnen vertrauen kann.
- Nein, die Interessen der Autoren sind nicht einheitlich.
- Nein, wir wollen keinen vertrauenswürdigen Dritten einsetzen. Vertrauenswürdige Drittanbieter waren bei Bauprojekten nicht üblich.
- Ja, wir benötigen Kontrollfunktionen.
- Nein, Transaktionen sind nicht öffentlich.
- Der Konsens wird zwischen den Unternehmen ermittelt.

Bisher war der Einsatz von Blockchain im Bauwesen begrenzt. Einige verwenden es, um Sensordaten von Gebäuden vertrauenswürdig und verteilt zu speichern (2017). Barnett (2016) identifiziert mehrere Verwendungen der Blockchain in der Bauindustrie im Allgemeinen, wie z.B. die Führung von Aufzeichnungen über digitales Eigentum, Zeitstempelungsakte oder -transaktionen, Multisignaturtransaktionen, Smart Contracts, d.h. Computerprogramme, die eine Situation überwachen und sich selbst ausführen, und Smart Oracles, die reale Verwahrstellen von Informationen sind, die in Verbindung mit Smart Contracts verwendet werden sollen. Der Einsatz von Blockchain in der automatisierten Streitbeilegung und Smart Cities (2016) sowie bei Immobilieninvestitionen (Trofimov et al., 2016) ist ebenfalls vorgesehen.

Der wesentliche Unterschied zwischen traditionellen Blockchain-Anwendungen wie Bitcoin und Blockchain für BIM besteht in dem unterschiedlichen Verhältnis zwischen der Anzahl der Transaktionen, der Anzahl der Teilnehmer und der Grösse der zu verwaltenden Daten. Bei Bitcoin geht es um Milliarden

von Transaktionen zwischen Millionen von Nutzern, etwa je ein Kilobyte. Building Information Blockchain ist über Hunderte von Transaktionen zwischen Dutzenden von Benutzern bis zu einem Volumen von jeweils ein paar Gigabyte (Turk, 2017).

Zur Verwaltung von Gebäudeinformationen mit Blockchain sind vier Möglichkeiten denkbar, diese Möglichkeiten werden unter 7.3.1 bis 7.3.4. erläutert.

7.3.1 Verkettet und stark dezentralisiert

Im verketteten und dezentralisierten Szenario werden Gebäudeinformationen in die Blockchain kopiert. Die Blockchain wird auf die Arbeitsplätze der Teilnehmer kopiert. Ein Betriebssystem-Plugin präsentiert es sehr ähnlich wie ein gemeinsam genutzter Dropbox-Ordner, mit der Ausnahme, dass alle Versionen aller Dateien erhalten bleiben und dass eine gültige "letzte" Version jeder Datei gepflegt wird (Turk 2017).

7.3.2 Verkettet und leicht dezentralisiert

Das Hauptproblem des verketteten Szenarios besteht darin, dass die Grösse der Blockchain bald zu gross werden und die Kapazität einzelner Arbeitsstationen übersteigen würde, ähnlich wie bei der gesamten Bitcoin-Blockchain. Die Lösung wäre, die Blockchain auf einige wenige wichtige Projektpartner (leicht zentralisiert) zu verteilen, aber den Kunden auf den Arbeitsplätzen nur eine "Wallet-Software" anzubieten. Es erscheint gegenüber dem Kunden, dass eine Datei lokal ist, dabei wird sie aus der Blockchain gezogen und bei Bedarf lokal zwischengespeichert. Mindestens ein Projektpartner müsste die Blockchain hosten und jeder weitere Projektpartner, der sie nutzen möchte, könnte auf sie zugreifen (Turk, 2017).

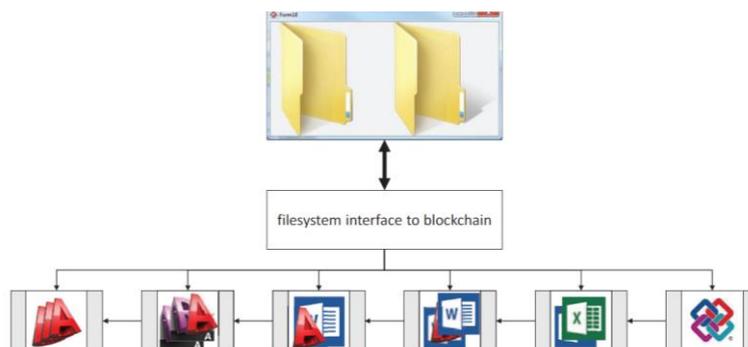


Abb. 26: Schnittstelle zur Blockchain
Quelle: Turk

7.3.3 Ohne Verkettung

Das nicht verkettete Szenario speichert nicht die Dateien selbst in der Blockchain, sondern nur ihre Fingerabdrücke und eventuell die Metadaten. Die Dateien werden in der Cloud oder auf einem File Management Server gespeichert. Alle Mitglieder des Projekts könnten eine Kopie der Blockchain haben - ein Beweis dafür, dass es irgendwann eine bestimmte Datei gab; sie hätten auch die Möglichkeit, dies nachzuweisen (Turk, 2017), dass die Datei diejenige ist, deren Fingerabdruck sich in der Blockchain befindet. Es würde jedoch einer anderen Software überlassen bleiben, zu gewährleisten, dass alle in der Blockchain genannten Dateien irgendwo aufbewahrt werden.

7.3.4 Blockchain von BIM-Transaktionen

Die vorherigen Szenarien können verwendet werden, um alle Gebäudeinformationen zu verwalten, die in Dateien gespeichert sind, einschliesslich der BIM-Dateien. Eine geeignete Möglichkeit, Blockchain in einer BIM-Einstellung zu implementieren, ist jedoch die Integration mit einem BIM-Server. Die Architektur ist in Abb. 4 dargestellt (Turk, 2017). Hier handelt es sich um eine Blockchain von BIM-Transaktionen.

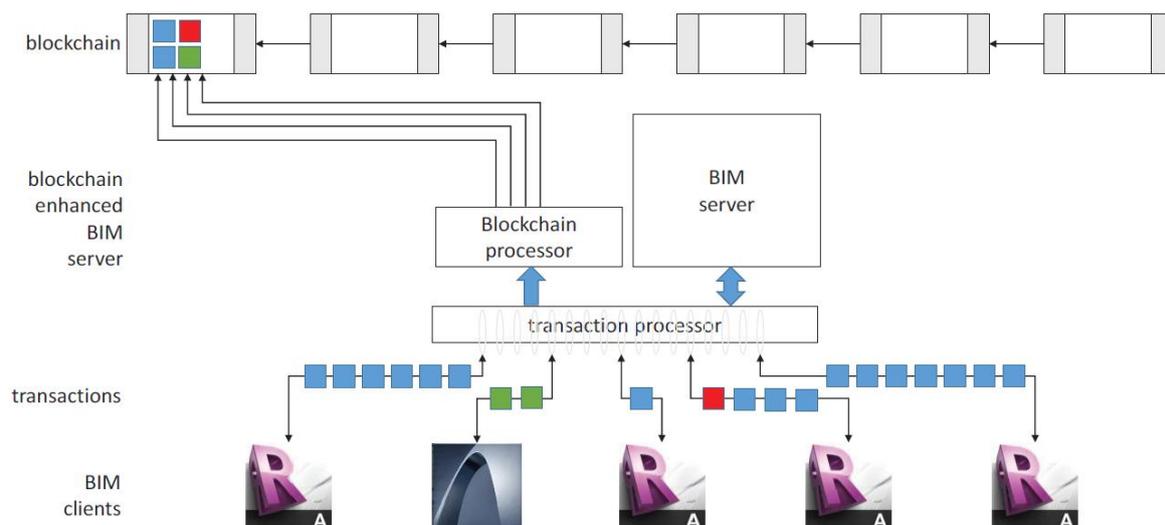


Abb. 27: Beispiel Architektur für BIM Transaktionen
Quelle: Turk

Eine Implementierung der letztgenannten Architektur mit dem Open-Source-BIM-Server (<http://bimserver.org>) von BIMserver.org und den Open-Source-Blockchain-Diensten zeigt, dass die Grösse der Blockchain voraussichtlich eine Grössenordnung grösser sein wird als die Grösse der Datenbank auf dem BIM-Server, die mit der aktuellen Technologie beherrschbar ist. Die Auswirkungen auf Geschwindigkeit und Benutzerfreundlichkeit stehen noch nicht fest (Turk, 2017).

Da alle Blockchains so konzipiert sind, dass sie unveränderlich sind, können Transaktionen auf ihnen verwendet werden, um Änderungen an BIM-Modellen dauerhaft aufzuzeichnen. Unternehmen in der Built-Umgebung können bestehende Methoden verwenden, um Änderungen an einem BIM-Modell

intern aufzuzeichnen, aber wenn sie diese Änderungen mit externen Mitarbeitern teilen, kann eine Blockchain die Plattform bereitstellen, dies so zu tun, dass die Daten zeitgestempelt sind und nicht geändert oder manipuliert werden können. Kunden könnten verlangen, dass diese Methode des Informationsaustauschs in ihren Projekten eingesetzt wird, wenn Unternehmen Modelle untereinander ausgeben, und auch, wenn sie diese an den Kunden ausgeben. Die Verwendung von Blockchain-basierten Transaktionen für BIM-Prozesse würde die Transparenz der gemeinsamen Daten deutlich erhöhen und damit das Vertrauen der Projektmitarbeiter steigern. Zudem würde ein grosser Beitrag zur Reduzierung der Korruption leisten und Ineffizienzen, die durch Vertragsstreitigkeiten verursacht werden, geleistet.

7.4 Performance Analyse

Innerhalb von BIM sind die Elemente des digitalen Modells Simulationen von Bauteilen. Eine Wand, zum Beispiel, hat die Information darüber, dass sie eine Wand ist. Sie kann die Information über die Art und Menge von Materialien, woraus sie besteht, kennen, ihre Feuerbeständigkeit, Schallübertragungseigenschaften etc. Da die Relation des Bauteiles zu anderen Komponenten und seine Bedeutung für das Gebäude innerhalb des BIM-Modells eingebettet sind, kann das Bauelement ein tatsächliches Verhalten der Gebäudekomponente modellieren, etwa seine Tragfähigkeit oder seine Reaktion auf Heiz- und Kühl-last.

Der Datenaustausch zwischen BIM und Simulations-Software zur Leistungsanalyse des Gebäudes ist attraktiv. Die Interoperabilität zwischen BIM-basierten Entwurfs- und Simulationswerkzeugen kann den Arbeitsablauf zwischen Entwurfsdokumentation und Analyseanwendungen verbessern, wobei die in den Modellen enthaltenen Konstruktionsinformationen für die Leistungsanalyse verwendet werden können. Abbildung 28 veranschaulicht eine Fallstudie, wie BIM-Designmodelle eingesetzt werden können für Gebäudeleistungsanalyse, mit Schwerpunkt auf Verschattungs- und Orientierungsstudien, Sonnenschutzanalyse, die Leistung von Beschattungsgeräten und Tageslichtsimulationen.

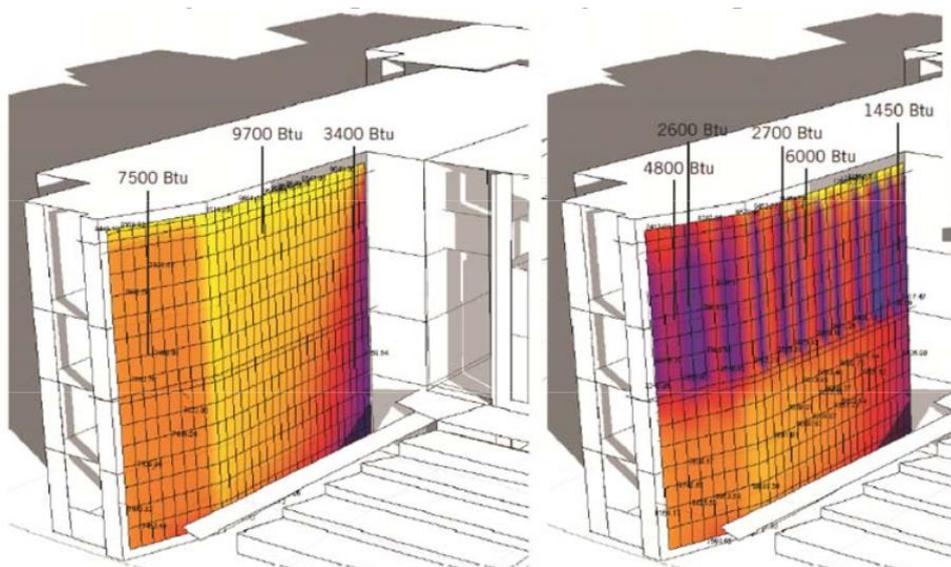


Abb 28: Einfluss von Beschattungselement auf Sonneneinstrahlung
Quelle: Amerikanischer Rat für eine energieeffiziente Wirtschaft (ACEEE)

Mögliche Optimierung

Die Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät der Universität Basel und das Schweizer Start-Up Proxeus, haben gemeinsam Kurszertifikate erstellt und auf der Ethereum-Blockchain registriert (CIF, 2018). Somit sind Fälschungssicherung von akademischen Diplomen unter Nutzung der Blockchain-Technologie möglich. Zwei Tools wurden erstellt: das erste Tool automatisiert die Ausgabe der Zertifikate und registriert diese anhand ihres kryptografischen Hashwertes auf der Blockchain. Das Zweite ist öffentlich verfügbar und erlaubt jedermann mit einem Mausklick zu überprüfen, ob ein elektronisches Zertifikat mit exakt diesem Inhalt vergeben wurde.

Die gewonnen Erkenntnisse aus Performance-Analyse aus den BIM-Daten, respektiv Garantie zur Erreichung von Performance, welche zu Zertifikat führen, könnten analog mit der Proxeus-Lösung in einem Blockchain hinterlegt werden. In der Schweiz sind Minergie-Zertifikate wertvoll, eine erste Anwendung mit Minergie-Zertifikat in einem Blockchain wäre durchaus ein versuchswert.

7.5 Ausführungsplan

Die in dieser Testphase gewonnenen Erkenntnisse fließen unmittelbar in den BIM-Ausführungsplan ein und helfen bereits am Anfang, Probleme in der Zusammenarbeit und Datennutzung zu vermeiden. Alle Bauprodukte sind definiert.

Mögliche Optimierung

Mit Hilfe der Blockchain könnte das Eigentum an digitalen BIM-Komponenten nachgewiesen werden und damit Fragen des geistigen Eigentums lösbar machen. So könnte ein Planer während der Entwurfsphase eine Vorfabrikationslösung im BIM-Modell definieren und diese mit einer Adresse in der Blockchain verknüpfen. Andere Parteien, die an dem BIM-Modell arbeiten, könnten die vermasste Vorfabrikationslösung sehen, aber nicht ändern oder das Eigentum daran geltend machen. Im weiteren Projektverlauf wird das Eigentum an der Vorfabrikationslösung auf den Auftragnehmer übertragen.

7.6 Vorfertigung

Die Nutzung von BIM in der industriellen Vorfertigung bietet enorme Potenziale für Produktivitätssteigerungen in Entwurfs-, Produktions- und Qualitätsmanagementprozessen. Insbesondere an die Konstruktionssoftware für Produktionsmodelle werden dabei im Vergleich mit rein auf die Planung ausgerichteten Systemen erweiterte Anforderungen gestellt. Für die Ansteuerung automatisierter Fertigungsprozesse müssen alle Details in hoher geometrischer Qualität abgebildet werden.

Mögliche Optimierung

«Produktpässe» könnten Informationen über die enthaltenen Materialien und ihre Eigenschaften und geben ihnen Information für die Anwendung. Solche Informationen könnten auf einem herkömmlichen lesbaren Etikett, einem RFID-Tag, in einem QR-Code gespeichert werden, aber alle diese Methoden sind anfällig für Zerstörung oder versehentliche Löschung falls diese Informationen in zentralen Datenbanken gespeichert würden. Wenn Produktpässe in einer öffentlichen Blockchain gespeichert würden, wären die Informationen unveränderlich und transparent verfügbar, mit Daten über die Identität des Ausstellers und

das einfach zu überprüfende Datum. Sobald die Interoperabilität der Blockchain allgemein verwendet wird, könnten Elemente innerhalb des BIM-Modells eines Gebäudes mit Einträgen in der Blockchain des Produktpasses verknüpft werden. Dies würde zum Beispiel eine systematische Extraktion und Wiederverwendung von Materialien ermöglichen, vorausgesetzt, die BIM-Daten werden über den gesamten Lebenszyklus des Gebäudes hinweg gepflegt.

7.7 Baulogistik

Um effizienter zu arbeiten und die Bauqualität zu verbessern, werden parallel zu BIM, weitere digitale Werkzeuge eingeführt. Zum Beispiel wird das Baugelände per Laserscanning oder mit Kameradrohnen erfasst (Wang et al., 2017). Die Verknüpfung des BIM-Modells mit der Baulogistik und dem Einsatz der RFID-Technologie, bringen weitere Vorteile. Zum Beispiel kann das Baumaterial «just in time» auf die Baustelle geliefert werden, um Lagerbestände und damit verbundene Kosten zu reduzieren (2017).

Mögliche Optimierung

Der Einsatz der RFID Technologie an Bauteilen, würde die Parteien automatisch informieren, wo sich die Teile zu einem bestimmten Zeitpunkt befinden.

Zudem könnte die Tracking Methode erweitert werden, indem der herkömmliche Leasingprozess von Baumaschinen anhand GPS-Daten dynamisch berechnet wird. Noch immer ist der Leasingprozess zeitaufwändig und ineffizient, was lange Verhandlungszyklen, Angebotsverfahren für Versicherungen, aufwändige Finanzierungsanträge und die Unterzeichnung und Pflege von Papierdokumenten erfordert.

Die Abbildung 29 (S. 49) veranschaulicht ein Beispiel für eine Kranvermietung, die auf Basis der IBM Blockchain Platform (IBM, 2016) entwickelt wird. Damit ein neuer Kran produziert werden kann, muss der Hersteller den Kran zuerst im Blockkettensystem erfassen. Zu Beginn des Prozesses wählt ein potenzieller Bauunternehmer (d.h. Leasingnehmer) nach Prüfung und Bewertung nach Bedarf den Kran aus, den er mieten möchte. Die Identität des Krans wird dann in der Leasing-Blockchain (d.h. in der sicheren Hauptbuchdatenbank) registriert, um Transaktionen über breit verteilte Computernetzwerke aufzuzeichnen. Danach wählt der Bauunternehmer eine Leasing-Option für den Kran (d.h. kurz-, langfristig oder Finanzierungsleasing). Dies alles wird wiederum auf der Blockchain aktualisiert. Sie wählen dann ihre Versicherungsoptionen in gewohnter Weise aus, und die Blockchain wird erneut aktualisiert. Der Kunde verknüpft dann seine Zahlungsdaten mit der Zahlung der Miete und Versicherung, und die Kranzahlungen werden automatisch übernommen, wie z.B. Schulungen, Wartungs- und Reparaturleistungen. Alle oben genannten Prozesse dauern nur wenige Minuten. Zusammen mit Sensortechnologien kann der Betriebszustand verfolgt und in der Blockkette aufgezeichnet werden, wie z.B. anormale Ausfälle, oder Stromverbrauch.

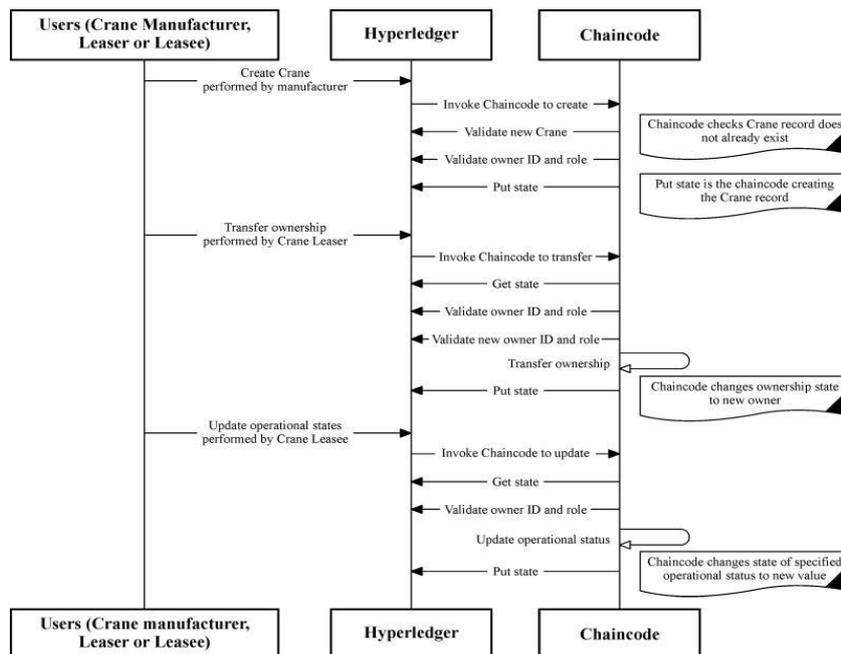


Abb. 29: Kran-Ausleihmodell in der Blockchain
Quelle: Frontiers of Engineering Management

7.8 Bauen

Als Beispiel wir die Erstellung von Baugruben von zahlreichen Gefahren begleitet. Mehrere Ursachen, die mit BIM entscheidend verändert werden können, sind hierfür verantwortlich: fehlende Absturzicherung und Zugangs-/Fluchtwege, unsichere Platzierung von Kränen oder Erdmaterial, ungeschützter Einsatz von Arbeitern in der Nähe von Baumaschinen.

Mögliche Optimierung

Die digitale Fabrikation kann durch Verbindlichkeit der Blockchain-Technologie favorisiert werden. Was wäre, wenn wir ganze Gebäude mit digital gesteuerten Maschinen direkt auf der Baustelle bauen könnten, anstatt Fabriken zur Vorfertigung von Bauteilen zu errichten? Können wir konventionelle Bauprozesse neu definieren, sie durch den Einsatz von Robotern erweitern, alternative Techniken zur Verbesserung der statischen Leistung entwickeln, den Bauabfall minimieren und dabei auch die Sicherheit der Arbeiter auf den Baustellen erhöhen. Der Bauroboter mit seinem integriertes Sensorik- und Rechnungssystem wurde dafür entwickelt, dass er automatisiert navigieren kann – ohne dass dabei externe Messsysteme benötigt werden.



Abb 30: Bauroboter im Dfab
Quelle: dfabhouse

7.9 Inbetriebnahme und Eigentumsübergabe

Bei der Inbetriebnahme bedarf es Zusatzinformationen zu den verbauten, technischen Geräten, einschliesslich der Wartungsintervalle und Garantiebedingungen. Wichtig ist die kontinuierliche Pflege des digitalen Gebäudemodells, d.h. dass alle Änderungen am realen Gebäude auch im digitalen Abbild entsprechend nachgeführt werden müssen.

Mögliche Optimierung

Unmittelbar nach der Inbetriebnahme erfolgt ein Eigentumstransfer. Genau an dieser Stelle sind Token die Mittel der Wahl. Beispiele aus Kapitel 4. Wie das Zuger Projekt Blockimmo die Branche revolutionieren kann.

Die Tokenisierung ermöglicht auch eine Renaissance von Baugenossenschaft-Prinzip, die künftigen Bewohner werden Teilhaber vom Beginn an des Bauprojekts. Die Eigentum-Nachweise und Vorfinanzierungs-Notwendigkeiten von Bauleistungen benötigen keine Finanzintermediär, das ganze Gebäudezyklus kann aus dem traditionellen Beispiel der WIR-Währung in eine neue Krypto-Ökonomie abgewickelt werden.

7.10 Betrieb

Weitere Vorteile des BIM-Ansatzes ergeben sich aus der Nutzung des digitalen Gebäudemodells über die vergleichsweise lange Nutzungs- bzw. Bewirtschaftungsphase. Voraussetzung hierfür ist die Übergabe des BIM-Modells vom Planer an den Bauherrn, ggf. ergänzt um Informationen aus der Ausführung. Werden dem Bauherrn anstelle von „toten“ Zeichnungen hochwertige digitale Informationen in Form eines Building Information Models übergeben, kann er diese direkt für das Facility Management verwenden.

Mögliche Optimierung

Ein effizientes Betriebs- und Wartungssystem eines Gebäudes kann Arbeits- und Verwaltungskosten sparen sowie Gesundheits- und Sicherheitsprobleme reduzieren. Es wird erwartet, dass ein neues Gebäudeinstandhaltungssystem auf der Basis von Smart Contracts, in Zukunft besser funktioniert als bestehende Systeme (Ye et al., 2018). Diese Smart Contract basierende Organisation hat keinen menschlichen Gouverneur. Es folgt vollständig den Regeln des programmierten Vertragsinhalts. Auf der anderen Seite nutzt die Vorteile der IoT-Technologie, um die Betriebsinformationen jedes Bauteils abzurufen. Sobald das Betriebs- und Wartungssystem die Leistung des Gebäudes überwachen und sich darauf vorbereiten konnte, auf anormale Bedingungen auf der Grundlage eines festen Vertrages zu reagieren, können eine Reihe von Problemen in der Betriebs- und Wartungsphase in kurzer Zeit gelöst werden (2018).

Sollte ein Aufzug in einem grossen Bürogebäude ausfallen, könnte der Sensor vom Betriebs- und Wartungssystem das Problem schnell finden und erkennen, welcher Teil des Aufzugs beschädigt wurde. Dann wird die Transaktion in das Blockchain-Netzwerk hochgeladen. Dieses Ereignis kann gemäss dem Schema des Smart Contract reagieren, wie z.B. das Erstellen eines Schadensberichts über die Anlage, die Verbindung zum Dienstleister oder den Kauf einer neuen Komponente beim Lieferanten. Infolgedessen könnte der defekte Aufzug bald repariert und wieder in Betrieb genommen werden.

Weiter können alle Gebäude in smart Cities integriert werden. Die Entwicklung von Smart Cities ist eng mit der Entwicklung der IoT-Hard- und Software verbunden, da immer kleinere, billigere und robuste Sensoren und energieeffizientere Prozessoren intelligente Geräte nützlicher, um sie in städtischen Gebieten einzuführen. Wenn IoT-Netzwerke mit einem offene Blockchain verbunden sind, gibt es grosse Möglichkeiten, die Energieeffizienz zu verändern und die Infrastruktur effizienter zu verwalten. Neu ist z.B. die Möglichkeit, Transaktionen in lokalen Mikro-Energie-Netzen durchzuführen, ohne dass die Betreiber eine Banküberweisung für jede kW/h genehmigen müssen, die in das Netz eingespeist oder verbraucht wird.

Eine Wohnung, die für eine Woche gemietet wird, kann die Freischaltung für einen Zugangscode über die Blockchain erhalten, wenn Mieter und Vermieter über die Blockchain einen Mietvertrag geschlossen haben. Die Freischaltung kann auch erst bei Bezahlung erfolgen – ein häufiges Beispiel für den Einsatz von Smart Contracts. Dieses Prinzip der „Smart Locks“ lässt sich verallgemeinern für viele weitere erdenkliche Produkte: Hotelzimmer, Auto etc.

8 Fazit

Die Verfasser sind vom Erfolg des digitalen Zwilling in der Baubranche überzeugt; denn ein Gebäude ohne digitalen Zwilling, ist wie ein Computer ohne Betriebssystem.

Es ist oft zu vernehmen, dass BIM ein Produkt der Softwareindustrie sei und weniger ein Bedürfnis der Planer. Die Softwareindustrie verdiene daran, die Planer zahlen dafür. Während dem Verfassen der Arbeit erhielten wir unterschiedliche Meinungen bezüglich des Mehrwertes von BIM. Die Nutzung einer Blockchain wurde gar nicht erst in Betracht gezogen. Fehlende Kenntnisse zu beiden Technologien mögen dieses skeptische Denken unterstützen. Mit den bestehenden Produkten sind es die Planer, die sich anpassen müssen.

BIM schafft neue Aufgaben und Probleme. Da verschiedene Programme trotz Schnittstellen selten kompatibel sind, muss eine neue Stelle im Planungsprozess geschaffen werden: die des BIM-Koordinators. Er kümmert sich um den Datenaustausch und die Vernetzung. Doch bringt er auch einen Mehrwert fürs Bauen? Mit Blockchain, ja.

Aufgrund der enormen Grösse der BIM-Dateien und der schlechten Möglichkeiten, Unterschiede zwischen den Versionen zu verwalten, ist eine native Blockchain-Integration eingeschränkt. Die richtige Position für die Implementierung der Blockchain liegt zwischen der Transaktionsverarbeitungs-komponente des BIM-Servers und seiner Speicherfunktionalität. Darüber hinaus sollte die Blockchain Fingerabdrücke und/oder Verkettungen aller anderen Informationsaustausch- und Kommunikationswege beinhalten. Es sind weitere Untersuchungen zu Smart Contracts erforderlich, die den Zustand der Blockchain bewerte, darauf reagieren und Aktionen durchführen. Dabei wird überprüft, ob der Ausführende die Planungsaufgabe korrekt ausgeführt hat.

Entlang des gesamten Gebäudelebenszyklus kann die Blockchain die Zuverlässigkeit und Vertrauenswürdigkeit von z.B. Baulogbüchern, Arbeitsleistungen und erfassten Materialmengen verbessern und die BIM-Methodik sinnvoll ergänzen. Blockchain hat das Potenzial, einige Probleme anzugehen, welche die Branche davon abhalten, BIM zu verwenden; seien dies Vertraulichkeit, Herkunftsverfolgung, Disintermediation, Unleugbarkeit, Multiparty-Aggregation, Rückverfolgbarkeit, interorganisatorische Aufzeichnungen, Änderungsverfolgung oder Datenbesitz.

Während Immobilienplattformen primär bestehende Angebote und Prozesse digitalisieren, entstehen auf der Finanzierungs- und Technologieseite weltweit disruptive Geschäftsmodelle, basierend auf Blockchain-Technologie. Zurzeit noch durch Intermediäre ausgebremst oder durch gesetzliche Regulatoren verhindert, haben sie das Potenzial, den bestehenden Immobilienmarkt zu verändern. Wir werden in Zukunft nicht mehr auf das Grundbuchamt der Gemeinde gehen müssen, um Immobilien auf einen neuen Besitzer übertragen zu lassen. Der Wertfluss des Verkaufsprozesses wird direkt zwischen Käufer und Verkäufer und ohne Vermittler abgewickelt. Eine Blockchain wird dabei die Transaktion unveränderbar dokumentieren. Smart Contracts werden Mietverträge ausstellen und administrieren.

Zusammenfassend, kann unserem Modell (Abb. 31, S. 53) entnommen werden, dass sich das Zusammenwirken von sämtlichen Beteiligten bei Immobilienprojekten mit BIM zum Positiven entwickelt. Es erfordert stärkeres integrales Arbeiten der beteiligten Unternehmen, was zu mehr Transparenz führen wird. Gemäss Modell sollte die digitale Bauwelt (Kommunikation mit digitalem Zwilling) mit der analogen (Kommunikation in Person) durch die Stakeholder verschmelzen. Die Stakeholder professionalisieren hierbei mit IFC-Dokumenten ihre Arbeit zu den einzelnen Etappen. Diese Prozesse können ohne Blockchain stattfinden. Jedoch kann der Einsatz von Blockchain entscheidende Lücken schliessen und die Optimierungspotenziale bei allen Beteiligten ausschöpfen.

Wie bei anderen technologischen Revolutionen kann sich der eigentliche Nutzen erst entfalten, wenn Prozesse und Abläufe auf die neuen Möglichkeiten eingestellt sind. Gleichzeitig müssen Prozesse und Arbeitsabläufe in der Tiefe analysiert und strukturiert sein, um sie digitalisieren und automatisieren zu können.

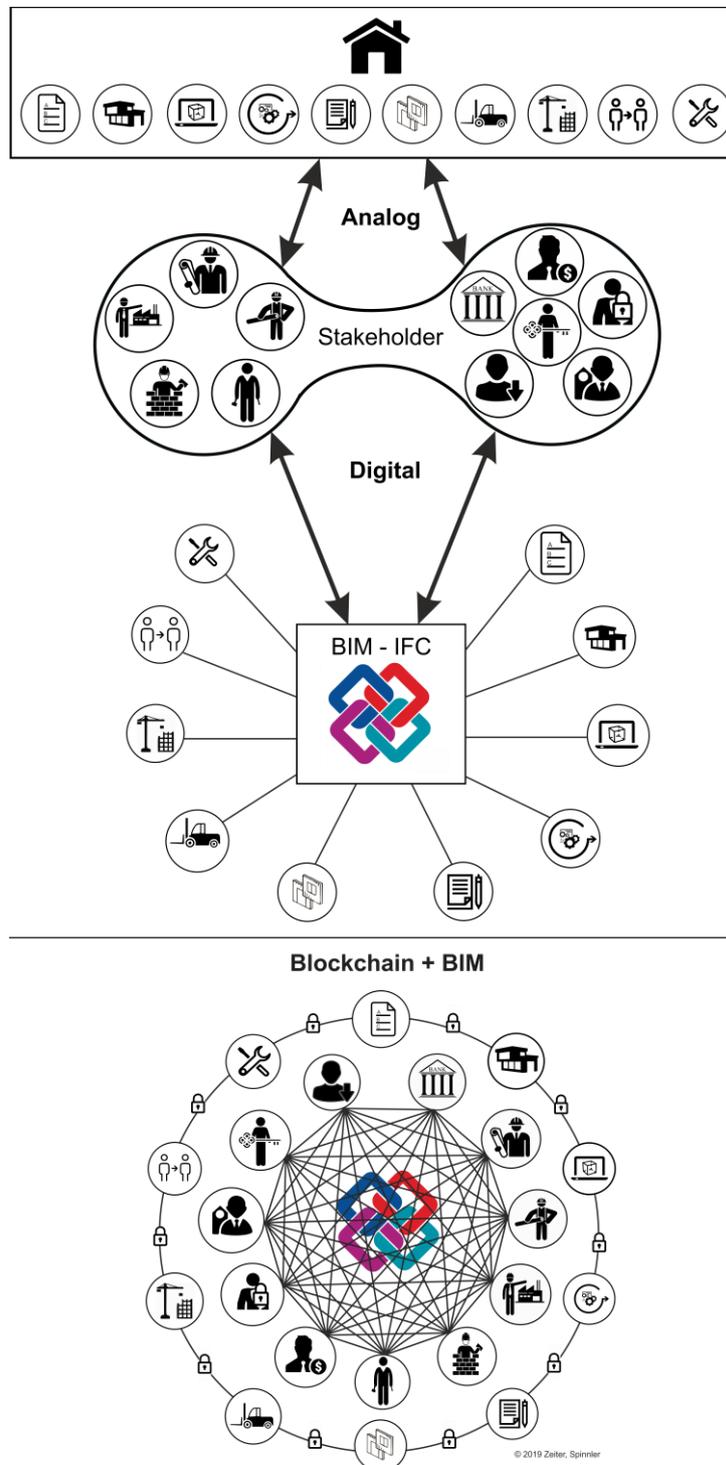


Abb 31: Modell mit kompletter Integration von BIM und Blockchain
Quelle: Eigene Darstellung

Literaturverzeichnis

- Accenture. (2014). *Top 500 Studie*.
Abgerufen am 20. Januar 2019 von <https://www.accenture.com/ch-de/company-newsroom-swiss-companies-abroad>
- Arensman, D. B., Ozbek, M. E. (2012). *Aufbau von Informationsmodellen und potenziellen rechtlichen Problemen. Internationale Zeitschrift für Bauausbildung und -forschung*. S. 146-156.
- Bimpedia. (2018) *Dimensionen der BIM Planung*.
Abgerufen am 24. Januar 2019 von <https://www.bimpedia.eu/node/1347>
- Bischof, M. (2017). *Auswertung Online-Umfrage Digital Real Estate*. Pom+Consulting AG.
Abgerufen am 1. Januar 2019 von https://www.digitalrealestate.ch/wp-content/uploads/2017/05/Auswertung_Online-Umfrage_Digital_Real_Estate_2017_01.pdf
- BZS. (2016). *Jahresbericht. 2016*.
Abgerufen am 20. Januar 2019 von <http://www.bau.ch/images/getFile?eid=bb11011e-4f69-4611-9a24-2d613d414501&aid=5f8da6f4-d6a3-47da-b353-f52876b222d2&id=67>
- CIF. (2018). *Zertifikate basierend auf Blockchain-Technologie*.
Abgerufen am 1. Februar 2019 von <https://cif.unibas.ch/de/blog/details/news/zertifikate-basierend-auf-blockchain-technologie/>
- Cubitt, B., Coldwell, R. (2014) *Eine kurze rechtliche Anleitung: Wo BIM in einem Projekt implementiert wird*. Lexology.
Abgerufen am 20. Januar 2019 von <https://goo.gl/UT8SW1>
- Diem, M., Schweizer, C. (2018). *Marmor, Stein und Eisen in der Blockchain*.
Abgerufen am 1. Februar 2019 von <https://www.hwzdigital.ch/marmor-stein-und-eisen-der-blockchain/>
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). *BIM-Handbuch: Ein Leitfaden zur Modellierung von Gebäudeinformationen für Eigentümer, Manager, Designer, Ingenieure und Auftragnehmer*. John Wiley & Sons.
- Foster, L. L. (2008). *Rechtliche Fragen und Risiken im Zusammenhang mit der Building Information Modeling Technology*. ProQuest.
- Gubler, R., Staub, P. (2018). *Game Changer der Immobilienwirtschaft*.
Abgerufen am 17. Januar 2019 von <https://www.pom.ch/de/knowledge-pool/game-changer-der-immobilienwirtschaft/>
- Grantham, C. E.. (2000). *Hollywood: ein Geschäftsmodell für die Zukunft*. ACM. S. 8-15.
- Greenspan, G. (2015). *Vermeidung des sinnlosen Blockchain-Projekts*.
Abgerufen am 24. Januar 2019 von <https://www.multichain.com/blog/2015/11/avoiding-pointless-blockchain-project/>
- Gronbaek, M. v. H. H. (2017). *Blockchain 2.0, intelligente Verträge und Herausforderungen*.
Abgerufen am 20. Januar von <https://goo.gl/jmmN5H>. Vogel & Vogel.
- Isler, M. (2017). *Datenschutz auf der Blockchain*.
Abgerufen am 3. Januar 2019 von <https://www.walderwyss.com/publications/2231.pdf>
- Lutz, A. (2018). *Digitalisierung über alles? Ein Bauingenieur hat TEC21 44/2018 «BIM für komplexe Projekte» kritisch gelesen und uns einen Brief geschrieben*.
- NZZ. (2019). *Immobilienverkauf via Blockchain. Eine Million Token für ein Haus*.
Abgerufen am 20. Januar 2019 von <https://www.nzz.ch/finanzen/immobilienkauf-via-blockchain-eine-million-token-fuer-ein-haus-ld.1446735>
- Nakamoto, S. (2008). *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*.
Abgerufen am 20. Januar 2019 von <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>
- Oppe, P., et al. (2017). *Die Digitalisierung im Bauwesen ist eine Chance: Über Prozessketten und notwendige Paradigmenwechsel*. Stahlbau 86, Nr. 3. 2017.
Abgerufen am 18. Januar 2019 von https://doi.org/10.1002/stab.201710477_20

- Pollock, D. (2017) *Reale Anlageninvestitionen für Krypto-Anwender*.
Abgerufen am 24. Januar 2019 von <https://cointelegraph.com/news/brickblock-opens-real-world-asset-investment-to-crypto-users>
- Quantaloop. (2018). *Blockchain Use Case Study: Dubai Land Registry*.
Abgerufen am 18. Januar 2019 von <https://quantaloop.io/blockchain-case-study-dubai-land-registry/>
- Scott, B. (2016). *Wie können Kryptowährung und Blockchain-Technologie beim Aufbau von Sozial- und Solidaritätsfinanzierungen eine Rolle spielen?* UNRISD-Arbeitspapier 2016-1.
Abgerufen am 20. Januar 2019 von <http://hdl.handle.net/10419/148750>
- SIA. (2018). Building Information Modelling (BIM). *Grundlagen zur Anwendung der BIM Methode*.
Abgerufen am 18. Januar 2019 von http://www.sia.ch/fileadmin/content/download/sia-norm/kommissionen/SIA_2051/Grundlagen_zur_Anwendung_der_BIM-Methode_tec21_16-08-12.pdf
- Suichies, B. Warum Blockchain 2016 sterben muss. Zurückgeholt von <https://goo.gl/FJfzbK> am 8. März 2017.
- Swanson, T. (2014). *Blockchain 2.0 - Let a Thousand Chains Blossom*.
Abgerufen am 20. Januar 2019 von <https://goo.gl/IBcLUR>
- Thomas, L. W. (2013). *Rechtsfragen im Zusammenhang mit der Nutzung von digitalem geistigem Eigentum bei Design- und Bauprojekten*. NCHRP Legal Research Digest Issue Number: Transportation Research Board.
- Thomas, W. (2013). *Legal issues surrounding the use of digital intellectual property on design and construction projects*. NCHRP Legal Research. doi: https://ac.els-cdn.com/S187770581733179X/1-s2.0-S187770581733179X-main.pdf?_tid=a741960a-1058-40d1-9c99-277e73898a6d&ac-dnat=1549035940_82b81a548b6a4d91449ac7b734a4f73b
- Trofimov, S., Szumilo, N., Wiegelmann, T. (2016). *Optimal database design for the storage of financial information relating to real estate investments*. Journal of Property Investment & Finance. S. 535-546. doi: https://ac.els-cdn.com/S187770581733179X/1-s2.0-S187770581733179X-main.pdf?_tid=a741960a-1058-40d1-9c99-277e73898a6d&ac-dnat=1549035940_82b81a548b6a4d91449ac7b734a4f73b
- Turk, Z., Robert, K. (2017). *Potentials of Blockchain Technology for Construction Management*. Procedia Engineering, Creative Construction Conference. Primosten, S. 638–45.
Abgerufen am 1. Januar 2019 von <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.08.052>
- Turk, Z., Klinc, R. (2017). *Potentials of Blockchain Technology for Construction Management*. doi: https://ac.els-cdn.com/S187770581733179X/1-s2.0-S187770581733179X-main.pdf?_tid=a741960a-1058-40d1-9c99-277e73898a6d&ac-dnat=1549035940_82b81a548b6a4d91449ac7b734a4f73b
- Turk, Z. (2016). *Zehn Fragen zur Modellierung von Gebäudeinformationen*. Gebäude und Umwelt, 107 S. 274-284.
- Turk, Z. (2010). *Kommunikationsrevolutionen - wie sie das Ganze verändert haben*. IKE, S. 491.
- Udom, K. (2011). *BIM: Darstellung der rechtlichen Fragen*.
Abgerufen am 18. Januar 2019 von <https://goo.gl/bpCtct>
- Vbw. (2017). *Neue Wertschöpfung durch Digitalisierung*. Analyse und Handlungsempfehlungen.
- Wagenknecht, S. (2017). *Schweden nutzt jetzt offiziell die Blockchain für Grundbucheintragen*. Aufgerufen am 1. Februar 2019 von <https://www.btc-echo.de/schweden-nutzt-jetzt-offiziell-die-blockchain-fuer-grundbucheintragen/>
- Wang, J., Peng W., Xiangyu W., & Wenchi, S. (2017). *The Outlook of Blockchain Technology for Construction Engineering Management*. Frontiers of Engineering Management 4, S. 67.
Abgerufen am 1. Januar 2019 von <https://doi.org/10.15302/J-FEM-2017006>
- Wang, J., Peng W., Xiangyu W., & Wenchi, S. (2017). Higher Education Press.
- Yee, A. (2017). Was ist die Tokenisierung und wie sie in der realen Wirtschaft funktioniert.

Abgerufen am 24. Januar 2019 von <https://blog.iqoption.com/de/was-ist-die-tokenisierung-und-wie-sie-in-der-realen-wirtschaft-funktioniert/>

Zihao, Y., Mengtian, Y., Llewellyn, T., Haobo, J. (2018). *Cup-of-Water theory: A review on the interaction of BIM, IoT and blockchain during the whole building life cycle.*

Abgerufen am 20. Januar 2019 von <http://www.iaarc.org/publications/fulltext/ISARC2018-Paper108.pdf>

Erklärung

Wir erklären hiermit, dass wir die vorliegende Arbeit resp. die von mir ausgewiesene Leistung selbständig, ohne Mithilfe Dritter und nur unter Ausnützung der angegebenen Quellen verfasst resp. Erbracht habe.

Patrik Zeiter

Ort, Datum:

Unterschrift:

Ellen Spinnler

Ort, Datum:

Unterschrift: