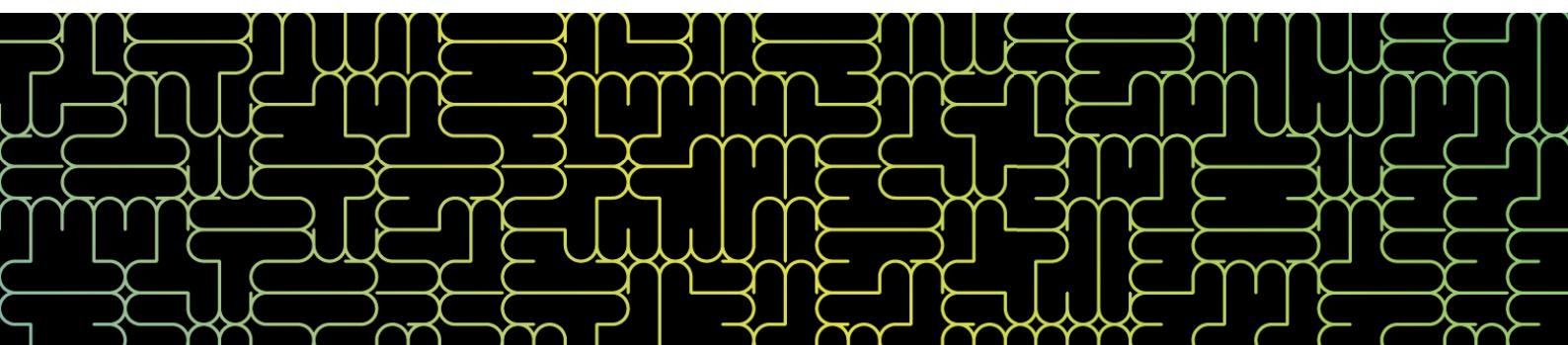


# **BLOCKCHAIN**

**BLOCKCHAIN-BASIERTE STADTENTWICKLUNG**





BBBlockchain ist ein Forschungsprojekt des Einstein Center Digital Future (ECDF) in Berlin. Beteiligt sind das Fachgebiet für Urbane Digitalisierung (URD) sowie das Fachgebiet für Distributed Security Infrastructures (DSI) der Technischen Universität Berlin. Unterstützt wird das Forschungsprojekt von den sechs landeseigenen Wohnungsbaugesellschaften Berlins (degewo, Gesobau, Gewobag, Howoge, Stadt und Land, WBM).

#### AUTOREN

Jochen Rabe, Professor für Urbane Resilienz und Digitalisierung  
Dr. Florian Tschorisch, Professor für Distributed Security Infrastructures  
Kerstin Eisenhut, Urbane Resilienz und Digitalisierung  
Robert Muth, Distributed Security Infrastructures



Foto: Bülow90/Gewobag

## INHALTSVERZEICHNIS

**ZUSAMMENFASSUNG .....** **7**

**TEIL 1 - FORSCHUNGSPROJEKT BBBLOCKCHAIN .....** **8**

- |  |    |
|--|----|
| 1. Stadtplanung & Blockchains .....        | 10 |
| 2. BBBLOCKCHAIN.....                       | 14 |
| 3. Auswertung des Forschungsprojektes..... | 24 |
| 4. Zukünftige Forschungsgebiete.....       | 40 |
| 5. Fazit.....                              | 44 |

**TEIL 2 - BBBLOCKCHAIN ANWENDEN .....** **46**

**ANHANG .....** **58**

## ZUSAMMENFASSUNG

BBBlockchain beschäftigt sich mit neuen Möglichkeiten der digitalen Bürgerbeteiligung in Stadtentwicklungsprozessen. Das Forschungsprojekt untersucht, ob der Einsatz von Blockchain-Technologien zu mehr Vertrauen, Transparenz und Mitsprache in Partizipationsprozessen führt und so eine neue Lösung für die Herausforderungen in der Bürgerbeteiligung bietet. Hierfür wurde eine Beteiligungs-App und die dazugehörige IT-Infrastruktur entwickelt und über mehrere Monate hinweg in zwei Bauprojekten in Berlin getestet. Dabei standen zwei Anwendungsgebiete im Fokus: Erstens, das Bereitstellen von unveränderbaren Informationen aller relevanten Stakeholder im Planungsprozess und zweitens, die direkte Mitbestimmung über Abstimmungen und Wahlen.

Das Forschungsprojekt ist am Einstein Center Digital Future (ECDF) und der Technischen Universität Berlin angesiedelt. Entwickelt wurde BBBlockchain in enger, interdisziplinärer Zusammenarbeit des Fachgebiets für Urbane Resilienz und Digitalisierung (URD) sowie des Fachgebiets für Distributed Security Infrastructures (DSI). Das Forschungsprojekt wurde von den sechs landeseigenen Berliner Wohnungsbaugesellschaften unterstützt und in den Bauprojekten Kietzer Feld und Bülowstraße 90 (Bülow90) in Berlin eingesetzt.

Die BBBlockchain nutzt Blockchain-Technologien als Basis und setzt insbesondere auf die Bausteine einer dezentralen Verwaltung von Daten sowie auf die dauerhafte Unveränderbarkeit der erfassten Informationen. Durch die Nutzung der BBBlockchain-App können somit Details zu Beteiligungsverfahren dauerhaft und verlässlich verfügbar gemacht werden. Weiterhin ermöglichen Blockchain-Technologien eine direkte verbindliche Mitbestimmung von vorab definierten Fragestellungen.

Diese Eigenschaften machen eine Verwendung der Technologie in der Stadtplanung interessant, da Partizipationsprozesse häufig von Misstrauen gegenüber den Genehmigungsbehörden und mangelnder Transparenz gekennzeichnet sind. Im Forschungsprojekt hat sich gezeigt, dass durch BBBlockchain eine neue Zielgruppe erreicht werden konnte. Eine abschließende Aussage zum Forschungsprojekt kann zum aktuellen Zeitpunkt nur schwer getroffen werden. Der Mehrwert der Blockchain wäre beispielsweise ersichtlich, wenn Konflikte auftreten, in denen sich die Stakeholder der BBBlockchain bedienen. Diese traten aufgrund der kurzen Laufzeit der Pilotprojekte und der bisher begrenzten Ausschöpfung aller BBBlockchain Funktionalitäten nicht auf. Eine sichtbare Entwicklung war jedoch, dass der Einsatz der Blockchain disruptiv gewirkt hat und die Beteiligten bewegt hat, neu über die Bedeutung und den Einfluss von Kommunikation nachzudenken.

# 1 - FORSCHUNGSPROJEKT BBBLOCKCHAIN

BBBlockchain wurde als neue Möglichkeit einer digitalen Bürgerbeteiligung, als ergänzendes Verfahren zu analogen Formaten, in Stadtentwicklungsprozessen untersucht. Im Rahmen des Forschungsprojekts wurde eine Beteiligungs-App entwickelt, die auf Blockchain-Technologien basiert. Ziel war es dabei zu erforschen, ob Transparenz und Vertrauen in Planungsprozessen durch Blockchain-Technologien erhöht werden können und in welchem Ausmaß mittels der BBBBlockchain direkte Mitbestimmung ermöglicht werden kann. Hierfür wurde die BBBBlockchain-App über mehrere Monate hinweg in zwei Bauprojekte in Berlin getestet. Das Forschungsprojekt wurde von den sechs landeseigenen Berliner Wohnungsbaugesellschaften unterstützt.

BBBlockchain wird bereits seit Oktober 2019 im Kietzer Feld in Köpenick und seit Februar 2020 in der Bülowstraße 90 (Bülow90) in Schöneberg getestet. Im Kietzer Feld konzentriert sich das Forschungsprojekt darauf, die Transparenz des laufenden Partizipationsverfahrens zu erhöhen. Alle relevanten Dokumente und Informationen werden in die BBBBlockchain aufgenommen und können dort dauerhaft abgerufen werden. In der Bülow90 geht das Forschungsprojekt einen Schritt weiter. Hier wurde getestet, welche Entscheidungen von Bürger\*innen direkt über BBBBlockchain getroffen werden können. Die Bewohner\*innen der anliegenden Quartiere konnten sich an verschiedenen Umfragen und Abstimmungen beteiligen.

Der erste Teil dieses Leitfadens gibt eine Übersicht über die Methodik des Forschungsprojekt und die Ergebnisse. Das Konzept und die technischen Grundlagen der BBBBlockchain sowie die Anwendungsmöglichkeiten werden beschrieben. Außerdem werden die Erkenntnisse erläutert und Handlungsempfehlungen für die wissenschaftliche und/oder privatwirtschaftliche Weiterentwicklung gegeben. Der zweite Teil enthält eine detaillierte Beschreibung zur eigenständigen Inbetriebnahme der BBBBlockchain.

## 1. STADTPLANUNG & BLOCKCHAINS

Im Forschungsprojekt BBBBlockchain wurde in interdisziplinärer Zusammenarbeit zwischen den Disziplinen Informatik und Stadtentwicklung eine Beteiligungs-App entwickelt. Dafür wurden in einem ersten Schritt aktuelle Problemstellungen in der Bürgerbeteiligung und die Funktionalitäten der Blockchain-Technologien gegenübergestellt.

### HINTERGRUND: BÜRGERBETEILIGUNG

Es ist essenziell Bürger\*innen in einen Dialog über anliegende Entwicklungsprojekte miteinzubeziehen, um eine inklusive und integrierte Stadtplanung zu erreichen. Beteiligung kann auch ein Schlüssel zur erfolgreichen Umsetzung von Entwicklungsplänen sein, da diese häufig vom Grad der Zustimmung der Bürger\*innen abhängt.<sup>1</sup> In Berlin hat sich das in der Vergangenheit zum Beispiel bei der Abstimmung über die Neubebauung des Tempelhofer Felds oder beim Widerstand gegen den Google Campus in Kreuzberg gezeigt.

Durch die zunehmende Vernetzung steigen die Gestaltungsmöglichkeiten der Bürger\*innen. Über Online-Plattformen können Interessensgruppen ein breites Publikum erreichen und so Mitwirkende finden. Wenn sich daraus (Protest-)Bewegungen entwickeln, kann dies politische oder wirtschaftliche Entscheidungen beeinflussen.

1 Rydin, Y. (2011) The purpose of planning: Creating sustainable towns and cities. Policy Press.

Partizipation in der Stadtentwicklung ist seit langem Diskussionsgegenstand. Bestehende Beteiligungsprozesse sind wertvoll erlauben aber oft nur eine minimale Teilhabe seitens der Bürger\*innen. Außerdem besteht häufig Misstrauen gegenüber den Genehmigungsbehörden oder den politischen und privatwirtschaftlichen Akteuren, die den Prozess entscheidend beeinflussen. Bereits 1969 führte S. Arnstein die Beteiligungsstufen ein und definierte Grundsätze für eine stärkere Einbeziehung der Zivilgesellschaft in Entscheidungsfindungen, um echte Mitsprache statt politisch kontrollierte Pro-forma-Prozesse zu erwirken.<sup>2</sup>

Die Herausforderungen in Beteiligungsprozessen sind bis heute jedoch unverändert aktuell; durch die fortschreitende Digitalisierung ergeben sich allerdings neue Möglichkeiten der Erreichbarkeit, der Kommunikation und Kooperation als auch der Mitbestimmung der Bürger\*innen. Die Hoffnung ist, höhere Beteiligungsquoten als auch eine höhere Diversität der Partizipierenden zu erreichen.

### HINTERGRUND: BLOCKCHAIN-TECHNOLOGIEN

Mit der Entwicklung von Bitcoin wurden Blockchain-Technologien als technische Basis für Kryptowährungen bekannt. Die folgenden drei Eigenschaften machen Blockchains als neue Technologie jedoch auch für viele andere Anwendungsgebiete interessant.

**Distributed Ledger -** Blockchains sind primär Datenbanken, die auf einer dezentralen Struktur basieren. Üblicherweise werden Datenbanken von einer Instanz zentral verwaltet. Blockchains hingegen verteilen die Datenbank über alle Rechner, die die Datenbank gleichberechtigt einsehen und verändern können. Dabei entsteht naturgemäß ein Konfliktpotential, da verschiedene Teilnehmer\*innen unterschiedliche Änderungswünsche haben können. Eine Blockchain speichert alle Änderungen als Ergänzungen seit Beginn ab, um sicherzustellen, dass alle Teilnehmer\*innen den Verlauf nachvollziehen können. Durch eine gemeinschaftliche Verwaltung (sog. Konsens-Algorithmus) können gespeicherte Daten nicht mehr unbemerkt nachträglich geändert werden.

**Tauschmittel** - Durch die dezentrale Struktur ermöglichen Blockchains ein Peer-to-Peer Zahlungssystem, dass ohne eine dritte Partei funktionsfähig ist. Darauf aufbauend können auch eigenen Währungen bzw. Tokens ausgegeben und übertragen werden.  
**Smart Contracts** - Smart Contracts

sind digitale Verträge, basierend auf Programmcode. Die Verträge werden im Vorfeld festgelegt und in der Blockchain gespeichert. Sobald eine vertraglich definierte Bedingung erfüllt ist, wird eine vorab festgelegte Folgehandlung automatisch ausgeführt. Das Ergebnis kann von jedem im Blockchain-Netzwerk überprüft werden. Der Smart Contract übernimmt damit eine notariell unabhängige Funktion. In Kombination mit den zwei vorherigen Eigenschaften wird z.B. die Übertragung von Token, Stimmen oder Dokumenten vollständig transparent und nachvollziehbar.

2 Arnstein, S. R. (1969) A Ladder of Citizen Participation, Journal of the American Planning Association, Vol. 35, No. 4, pp. 216-224.

## DIE ROLLE DIGITALER BETEILIGUNG IN DER STADTPLANUNG

Blockchains finden in der Stadtplanung bisher noch keine Anwendung. Online-Partizipationsinstrumente werden allerdings verstärkt eingesetzt. Zum einen von Seiten der Verantwortlichen, zum anderen nutzen Bürger\*innen verstärkt Online-Plattformen, um sich auszutauschen (z.B. nebenan.de). Generell werden diese Online-Beteiligungsplattformen unter dem Oberbegriff Civic Technology (kurz Civic Tech) zusammengefasst. Civic Tech beschreibt online-basierte Methoden und Plattformen, die einen besseren Austausch mit und zwischen den Bürger\*innen ermöglichen.<sup>1</sup> In diese Kategorie fällt auch die im Forschungsprojekt entwickelte BBBBlockchain-App.

Die Entwicklung von Online-Partizipationsinstrumenten basiert auf der Akzeptanz sozialer Netzwerke im Internet. Eintrittsbarrieren in Online-Formate werden häufig als geringer empfunden.<sup>2</sup> Betrachtet man die bestehenden Optionen in der Bürgerbeteiligung, spiegeln die meisten Angebote die vorhandenen, analogen Prozesse wieder, anstatt die Chancen

der Technologie zu nutzen und Stadtplanung weitergehend für Partizipation zu öffnen. Eine Erhebung hat dafür 35 Partizipations-Anwendungen untersucht und festgestellt, dass die Informationsflüsse in den gewählten Beispielen generell einseitig waren; die beteiligten Bürger\*innen wurden gebeten, Informationen online bereitzustellen, Ergebnisse wurden kaum kommuniziert.<sup>3</sup>

Ein wesentlicher Aspekt für den Erfolg der digitalen Partizipation ist jedoch eine Einbeziehung der politischen Ebene, um Bürger\*innen Einfluss auf die Entscheidungsfindung zu gewähren.<sup>4</sup> Um dieser Herausforderung zu begegnen, ist es sinnvoll, die Wirksamkeit neuer, digitaler Werkzeuge zu verstehen, diese auf die Bedürfnisse der Stakeholder frühzeitig anzupassen und einen Mittelweg zu finden, der zwischen den Interessengruppen vermittelt. Dabei sei betont, dass die digitalen Werkzeuge, wie die BBBBlockchain, nicht persönliche Partizipationsformate ersetzen können und sollen, diese aber unserer Meinung nach wirkungsvoll unterlegen und ergänzen.

1 Omidyar Network (2016) Engines of Change - What Civic Tech can learn from Social Movements [online] Available at: <http://engineofchange.omidyar.com>.

2 Wilson, M. et al. (2019) Urban planning, public participation and digital technology: App development as a method of generating citizen involvement in local planning processes, Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science, Vol. 46, No. 2, pp. 286-302.

3 Saldivar, J. et al. (2019) Civic technology for social innovation, Computer Supported Cooperative Work (CSCW), Vol. 28, No. 1-2, pp. 169-207.

4 Saldivar, J. et al. (2019) Civic technology for social innovation, Computer Supported Cooperative Work (CSCW), Vol. 28, No. 1-2, pp. 169-207.

## BETEILIGUNGSSTUFEN

In Anlehnung an die Beteiligungsstufen nach Arnstein wurden Leitlinien zur Partizipation von den sechs landeseigenen Berliner Wohnungsbaugesellschaften gemeinsam entwickelt. Das Forschungsprojekt verwendet diese als Grundlage.

Der Grad und die Qualität der Beteiligung unterscheiden sich je nach Beteiligungsstufe. Wie in Abb. 1 dargestellt, ist die geringste Form von Beteiligung als einseitige Kommunikation definiert, bei der die Öffentlichkeit lediglich über laufende Planungsprozesse informiert wird. Die Befragung von Bürger\*innen ist die nächste Stufe der Beteiligung; sie stellt eine minimale Möglichkeit der Einflussnahme dar. Die nächsten Ebenen bestehen darin, einen Dialog mit allen Beteiligten anzustoßen und eine aktive Einbeziehung bis hin zur Mitentscheidung in selektiven Sachverhalten zu ermöglichen. Die Entscheidungsbefugnis liegt weiterhin bei den Behörden.



Abb. 1: Beteiligungsstufen nach den Leitlinien zur Partizipation

## 2. BBBLOCKCHAIN

Mit dem Einsatz von Blockchain-Technologien in einem bisher unbekannten Anwendungsfeld wurde eine neue Lösung für die Herausforderungen der Bürgerbeteiligung untersucht und getestet. BBBBlockchain will die zugrunde liegenden Probleme in Partizipationsverfahren überwinden und zwischen den Interessengruppen vermitteln. Die Konzeption des Forschungsprojektes und die Ausgestaltung der beiden Pilotprojekte werden im nächsten Abschnitt erläutert.

In einer von den beteiligten Fachgebieten gemeinsam durchgeführten Analyse konnten eine Reihe von potentiellen Vorteilen bei der Verwendung der Blockchain-Technologien für Partizipationsverfahren identifiziert werden.<sup>1</sup> Diese wurden als Forschungsfragen im Projekt detailliert betrachtet:

**Zielgruppe & Reichweite - Blockchains ermöglichen permanenten Einblick in die Planungsprozesse.** Die Informationen können von allen interessierten jederzeit und abgerufen werden.

1 Die Vorteile basieren auf der Annahme einer idealisierten Blockchain, in welcher es keine Mehrheiten gibt, die die Integrität der Blockchain gefährden könnten. Durch den Verbund von Blockchainteilnehmer\*innen zu sogenannten Mining-Pools könnten zentrale Strukturen entstehen, sobald Mehrheiten von über 50% der Blockchainteilnehmer zusammenarbeiten. Dies gefährdet u.A. die Unveränderlichkeit der Blockchain (sog. „Forks“) und beeinträchtigt unsere Annahmen zur Unveränderlichkeit und Dezentralität. Blockchains selbst sind Gegenstand der Forschung und werden auch unter diesen Aspekten untersucht.

**Transparenz & Vertrauen -** Die Unveränderlichkeit von Blockchains reduziert die Abhängigkeit von dem Vertrauen in Einzelne (Autoritäten, Mediatoren, Interessenvertretern, Lobbyisten, etc). Verifizierte Informationen können jederzeit abgerufen und Änderungen unmittelbar nachvollzogen werden.

**Mitentscheiden -** Wahlen und Abstimmungen sind Verträge von unterschiedlichem Wirkungsgrad und so können Smart Contracts Mitentscheidungsprozesse ohne vermittelnde Instanzen verbindlich abbilden.

Diese genannten Mehrwerte der Blockchain stehen den Kosten und dem Aufwand zur Implementierung der Technologie entgegen. Um eine Entscheidungsgrundlage zum Einsatz der BBBBlockchain zu erhalten, wurde zusätzlich die Wirtschaftlichkeit der BBBBlockchain genauer betrachtet und die entstandenen Kosten quantifiziert.

### KONZEPT

Das Forschungsprojekt verwendet als Grundlage die Leitlinien der Partizipation die von den sechs landeseigenen Berliner Wohnungsbaugesellschaften gemeinsam entwickelt wurden. Basierend auf den Beteiligungsstufen (s. Abb. 1) wurden verschiedenen Anwendungsmöglichkeiten für die BBBBlockchain untersucht.

Diese Anwendungsfälle basieren auf dem Ansatz, den Mehrwert der Verwendung von Blockchains in der Stadtplanung herauszuarbeiten. Dafür haben wir die aktuell verfügbaren Online-Beteiligungsangebote (s. Abb 2, basierend auf dem „Civic Tech Field Guide“)<sup>1</sup> den Beteiligungsstufen zugeordnet; zusätzlich wurde eine Eingruppierung nach Reichweite (Bauprojekte, Stadtplanung, Governance) der Angebote vorgenommen. Diese Analyse hat die Literaturrecherche bestätigt. Wir haben abgeleitet, dass die meisten Civic Tech-Anwendungen die Konsultations-Ebene abdecken bzw. Daten bei Bürger\*innen abfragen. Blockchain-Anwendungen sind hauptsächlich für Wahlen verfügbar, somit auf der Mitentscheidungs-Ebene einzuordnen, allerdings auf überregionaler Ebene.

Basierend auf dieser Analyse, zusammen mit den Funktionalitäten der Blockchain, ergibt sich ein Mehrwert zur Anwendung von Blockchain-Technologien besonders

auf den Ebenen „Information“ und „Mitentscheiden“, die aktuell kaum durch andere digitale Anwendungen abgedeckt werden. Diese beiden Anwendungsfälle wurden für die BBBBlockchain initial technisch entwickelt. Da Konsultation ein wichtiger Bestandteil jedes Partizipationsprozesses ist, wurde diese Funktion zusätzlich entwickelt, um alle benötigten Einsatzmöglichkeiten abzudecken. BBBBlockchain ist nun für folgende drei Anwendungsfälle geeignet.

**Information -** Die BBBBlockchain ermöglicht Daten kontinuierlich und unveränderbar zu sichern und kann so Planungs- und Genehmigungsprozesse in Stadtentwicklungsprojekten protokollieren. Alle Beteiligten erhalten so eine transparente Informationsplattform, auf der veröffentlichte Einträge nachträglich nicht mehr geändert werden können. Die BBBBlockchain zielt darauf ab, Informationsflüsse der drei wichtigsten Stakeholder-Gruppen erstmals an einer Stelle zu versammeln und in partizipative Prozesse zu integrieren.

**Konsultation -** Während der Pilotprojekte wird die Öffentlichkeit im Rahmen von Meinungsumfragen an verschiedenen Entwicklungs- oder Gestaltungsoptionen beteiligt. So soll das Potenzial von BBBBlockchain untersucht werden, einen kontinuierlichen Austausch zwischen den Beteiligten während des Entwicklungsprozesses aufrechtzuerhalten.

1 <https://civictech.guide>

Mitentscheiden - Durch den Einsatz von Smart Contracts können verbindliche Abstimmungen in einem der Pilotprojekte durchgeführt. Den Bürger\*innen wird so eine echte Entscheidungsbefugnis übertragen, um zu sehen in welchem Ausmaß Entscheidungen an Bürger\*innen ausgelagert werden können.

Weitere Anwendungsfälle wie beispielsweise die Abbildung von Bürgerhaushalten sind angedacht, wurden für die Laufzeit des Forschungsprojektes jedoch nicht weiter berücksichtigt. Einen umfangreichen Überblick über das Konzept und die weiteren Anwendungsmöglichkeiten gibt das BBBLOCKCHAIN Whitepaper, unter [www.bbblockchain.de](http://www.bbblockchain.de).

## TECHNISCHE GRUNDLAGEN

Eine Blockchain ist eine verteilte Datenbank, die von jedem Teilnehmer eingesehen werden kann und unter Beachtung allgemein vereinbarter Regeln neue Informationen aufnehmen kann. Dazu wird ein sogenanntes Peer-to-Peer Netzwerk zwischen allen Teilnehmern der Blockchain aufgebaut, so dass alle Inhalte über das Internet verbreitet werden. Die Haupteigenschaft eines Peer-to-Peer Netzwerks ist, dass die Teilnehmer (Peers) untereinander verbunden sind, und nicht über einen zentralen Server kommunizieren. Außerdem haben alle Teilnehmer eine lokale Kopie der Blockchain, und müssen so benötigte Daten nicht von einem zentralen Server anfordern.

Oberstes Prinzip einer offenen Blockchain (sog. „permissionless Blockchain“) ist, dass alle Teilnehmer gleichberechtigt agieren und es keine zentralen Rollen mit erweiterten Rechten gibt. Durch die Gleichberechtigung kann es allerdings zu Konflikten kommen, sobald mehrere Teilnehmer gleichzeitig unterschiedliche Änderung an der selben Stelle in der Datenbank durchführen wollen. Blockchains lassen Änderungen deshalb nur unter Einhaltung strikter Regeln zu und nutzen dazu komplexe Konsens-Algorithmen. Zum Beispiel nutzen Bitcoin und Ethereum einen sog. Proof-of-Work (PoW), um zu koordinieren, wann ein Teilnehmer eine Änderung an der Blockchain durchführen darf. Alle anderen Teilnehmer kontrollieren dabei, ob dieser

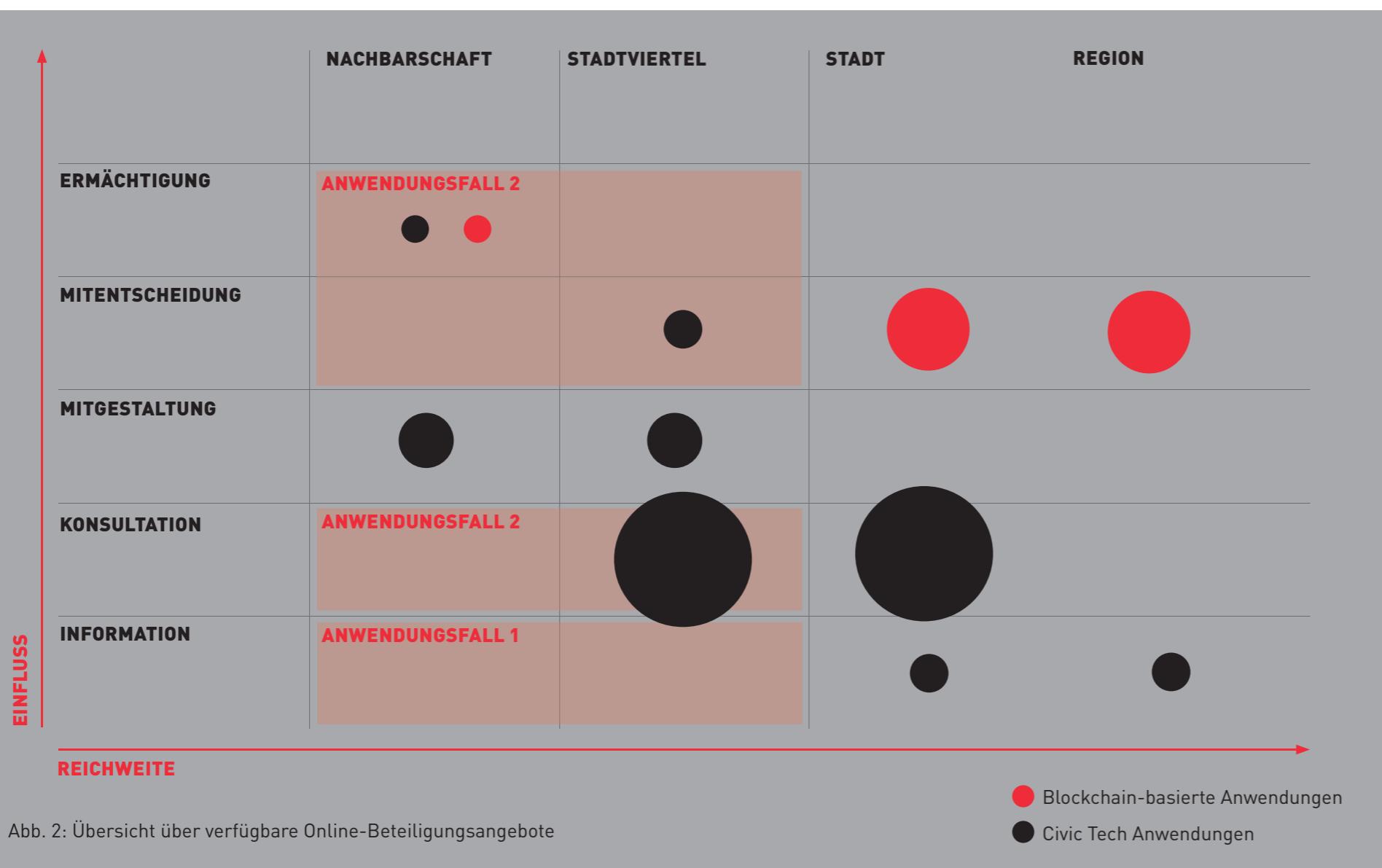


Abb. 2: Übersicht über verfügbare Online-Beteiligungsangebote

die Änderungen korrekt durchgeführt hat und akzeptieren die Änderung nur in diesem Fall. Allgemein muss mindestens die Hälfte aller Teilnehmer die Konsens-Regeln akzeptieren, und somit auch jede Änderung.

Ein weiteres Blockchain-Konzept ist die Nachvollziehbarkeit aller Änderungen. Durch die Datenstruktur einer Blockchain kann die Historie aller Änderungen nachvollzogen werden. Dazu werden alle Änderungen in Transaktionen gekapselt, welche in zeitlichen Abständen zu Blöcken gebündelt werden. Die Blöcke werden kryptografisch mit einem Hash-Wert gesichert und nach den Konsens-Regeln an die Blockchain angehängt. Eine Hash-Funktion produziert eine kompakte Repräsentation der eingegebenen Daten, welche die Daten (wie durch einen Fingerabdruck) eindeutig identifizierbar machen. Zusätzlich zu den Transaktionen wird auch der Hash-Wert des vorherigen Blocks in den aktuellen Block hinzugefügt. Folglich wird die Blockchain selbst nicht mehr nachträglich geändert, sondern Änderungen werden als neue Blöcke an die Blockchain angehängt. Eine Änderung in einem Block bewirkt, dass sich alle folgenden Blöcke, die einen Hash-Wert vom Vorgänger-Block speichern, sich ändern. Dadurch entsteht eine kettenähnliche Datenstruktur, eine sog. Hash-Chain. Da alle Teilnehmer neue Blöcke nur akzeptieren wenn alle Konsens-Regeln eingehalten wurden, muss auch die Hash-Wert-Berech-

nung aller Blöcke korrekt sein. So kann im Nachhinein immer nachvollzogen werden, welche Blöcke korrekt zur Blockchain hinzugefügt wurden.

Bitcoin ist der Vorreiter unter den Blockchain-Technologien und stellt die konzeptionelle Grundlage vieler Weiterentwicklungen dar. Darauf aufbauend wurde Ethereum im Jahr 2015 veröffentlicht, welches komplexere Transaktionen als Bitcoin ermöglicht. Unter anderem können sogenannte Smart Contracts in einer Transaktion ausgeführt werden. Die BBBBlockchain nutzt diese Technologie um sämtliche Funktionalität und Regelwerke der Beteiligungs-App abzubilden und auszuführen. Unser Ziel war es, keine eigenen Datenbanken zu betreiben, sondern alle Inhalte und Programmlogik in der Blockchain zu verwalten.

## INTERFACE DESIGN

Das grafische Konzept der BBBBlockchain-App wurde in Kooperation mit dem Berliner Designbüro „Certain Measures“ erarbeitet. Dabei galt es ein einfaches Bedienkonzept umzusetzen und die komplexen Eigenschaften von Blockchains möglichst grafisch aufzubereiten. Da nicht alle Anwender\*innen der BBBBlockchain-App die Funktionsweise solcher kryptographischer Konzepte bereits verstehen, haben wir zusammen mit dem Design-Team erforscht, wie eine einfache visuelle Sprache die Funktionsweisen der BBBBlockchain übermitteln kann. Zentraler Punkt war es, eine Balance zwischen Verständlichkeit und Vertrauensbildung zu schaffen.

Die BBBBlockchain-App besteht aus drei Ebenen (s. Abb. 3). Der Nutzer soll beim Start der App möglichst wenig mit der Blockchain-Technologie konfrontiert werden; die Inhalte der Bauprojekte stehen hier im Vordergrund. Erst auf zweiter Ebene, beim Öffnen eines Eintrags, werden Funktionalitäten der Blockchain visualisiert, allerdings weiterhin ohne technische Informationen. Diese können in der dritten Ebene für jeden Eintrag überprüft werden:

1) *Der Zeitstrahl* - Diese Seite gibt einen chronologischen Überblick über alle Einträge. Eine farbliche Kennzeichnung der jeweiligen Stakeholdergruppe unterstützt die Zuordnung der Beiträge. Diese streng chronologisch aufbauende Darstel-

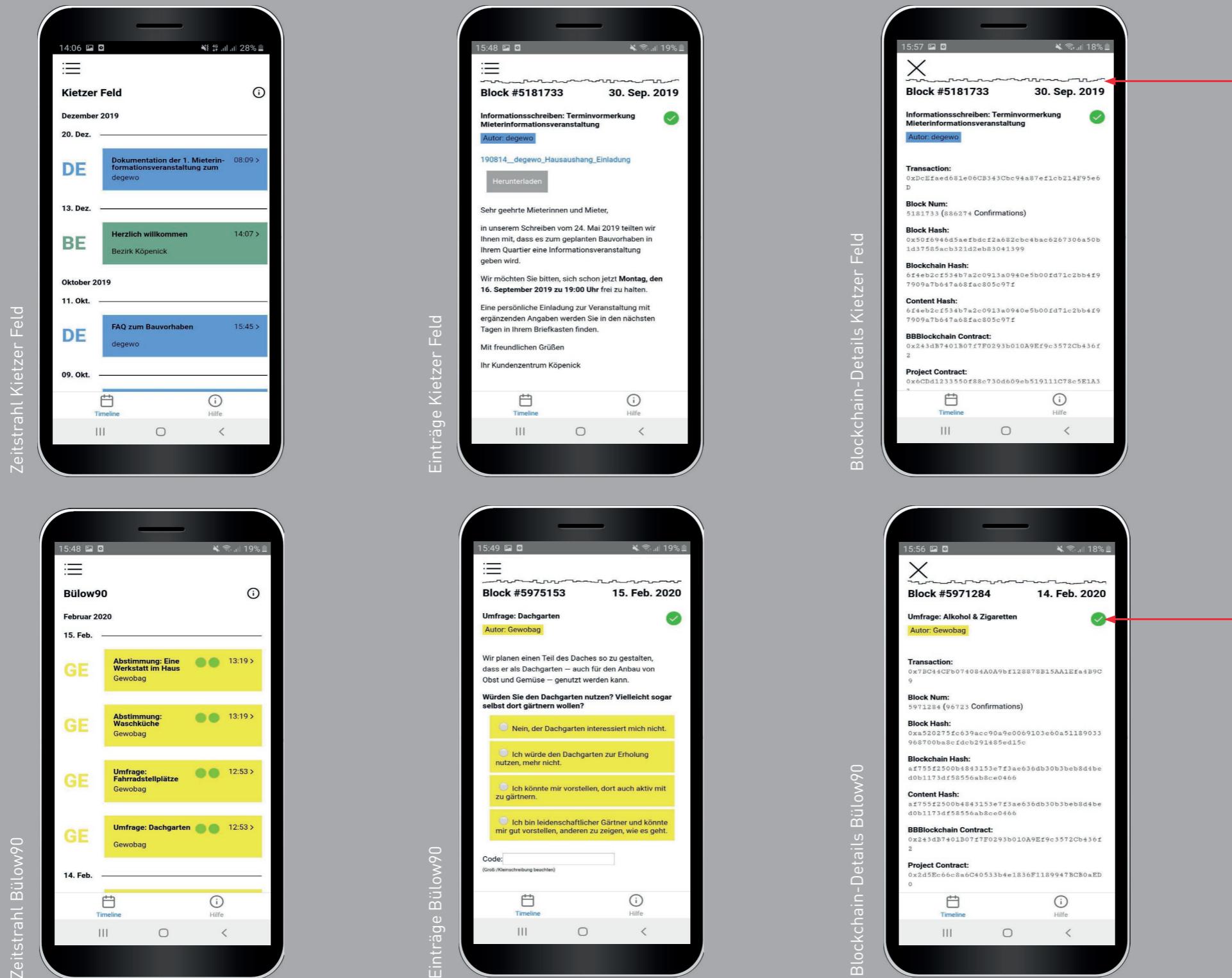
lung, soll die Unveränderlichkeit der Blockchain widerspiegeln.

2) *Die Einträge* - Ein Eintrag bietet Platz für ausführliche Erläuterungen der aktuellen Neuigkeiten sowie Anhänge und Bilder; wenn es sich um Umfragen handelt, sind hier die entsprechende Fragestellung angezeigt. Zusätzlich zu den Inhalten werden Blockchain-Informationen visualisiert und die Integrität der Inhalte lokal überprüft.

3) *Die Blockchain-Details* - Bei Interesse können hier Detailinformationen zur Speicherung jedes einzelnen Eintrags in der Blockchain eingesehen werden und so die Richtigkeit der BBBBlockchain selbst überprüft werden. Um Nutzer ohne Verständnis der Blockchain nicht zu verunsichern, ist diese Ansicht nur durch Klick auf den grünen Haken (die Verifizierung des Eintrags) erreichbar.

Zusätzlich wurde eine umfangreiche visuelle Sprache entwickelt, die über den Entwicklungsstand der App hinaus geht. Diese beinhaltet bereits das gesamte angedachte Konzept der BBBBlockchain. Dies umfasst neben weiteren Funktionalitäten, wie umfassende Umfrage-Konzepte auch die visuelle Sprache, um mehr Vertrauen zu generieren.

## DIE BBBLOCKCHAIN-APP



### Hash-Werte

Sogenannte Hash-Werte sichern die Integrität der Inhalte in BBBLOCKchain ab. Es handelt sich dabei um das mathematische Ergebnis einer kryptographisch nicht-umkehrbaren Funktion. Als Darstellung wurde eine Hash-Visualisierung gewählt, die sich automatisch aus dem Hash-Wert berechnet und so für jeden Block einzigartig ist.

### Verifizierung des Eintrags

Um hervorzuheben, dass die BBBLOCKchain-App auf Blockchain-Technologie basiert und jeder Eintrag verifiziert wird, ist in der Detailansicht ein grüner Haken zu sehen. Wird ein Eintrag nachträglich abgeändert, ändert sich die Darstellung auf ein rotes Kreuz, um die Manipulation anzuzeigen. Diese Verifizierung findet auf den Geräten des Nutzers statt, indem der Hash-Wert des Eintrags lokal berechnet und mit dem auf der Blockchain verglichen wird. Eine nachträgliche Änderung an einem Eintrag würde somit auffallen.

Abb. 3: BBBLOCKchain-App

## PILOTPROJEKTE

Die BBBBlockchain wurde in zwei Pilotprojekten der Berliner Wohnungsbaugesellschaften getestet. Die Auswahl erfolgte hauptsächlich anhand zeitlicher Kriterien; (i) welches Bauprojekt überdeckt sich am besten mit der Laufzeit des Forschungsprojektes und (ii) in welchem Entwicklungsschritt befindet sich das Bauprojekt. Das Kietzer Feld in Köpenick sowie die Bülow90 in Schöneberg wurden so als Pilotprojekte definiert.

Wichtig ist die Unterscheidung zwischen den Pilotprojekten und den Anwendungsfällen auf Ebene des Forschungsprojekts; da die BBBBlockchain in realen Bauprojekten der Wohnungsbaugesellschaften getestet wird, muss die Realisierbarkeit der Bauprojekte gewährleistet werden; die Pilotprojekte weisen somit in Abstimmung mit den Wohnungsbaugesellschaften limitiertere Funktionen auf, als die Betrachtung der Anwendungsfälle im Rahmen des Forschungsprojektes.

	KIETZER FELD	BÜLOW90
<b>BAUTRÄGER</b>	degewo	Gewobag
<b>PROJEKT-BESCHREIBUNG</b>	Neubau von ca. 300 Wohnungen; Prüfung der Aufstockung aller bestehender Gebäude um ein weiteres Geschoss; Bau einer Tiefgarage und Kita für ca. 85 Kinder.	Pilotprojekt, um zukunftsfähige Modelle für Wohnen, Arbeiten in der Praxis zu erproben; Fokus liegt auf Gemeinschaftsräumen, Coworking und Coliving.
<b>PROJEKTLAUFZEIT</b>	2019-2023	offen
<b>LAUFZEIT FORSCHUNGSPROJEKT</b>	10.2019 - 03.2020	02.2020 - 03.2020
<b>INTERNE BEZEICHNUNG</b>	Pilotprojekt 1	Pilotprojekt 2
<b>ANWENDUNGSFÄLLE</b>	Information	Konsultation und Mitentscheidung
<b>FUNKTIONEN</b>	Bereitstellen und Lesen von Informationen zum Bauprozess	Umfragen und Abstimmungen zur Gestaltung der Bülow90
<b>BETEILIGTE IN DER APP</b>	Degewo; Miiterrat; Bezirk Treptow-Köpenick	Gewobag
<b>KOMMUNIKATION</b>	Information an alle Bewohner*innen des Kietzer Feldes durch Informationsveranstaltung zum Bauprozess und Aushänge in den Hausfluren.	Einwurfsendungen an alle Gewobag-Mieter*innen im Umkreis von einem Kilometer der Bülow90 und Schalten von Werbung auf nebenan.de, um weitere Anwohner*innen in den Kiezen um die Bülow90 zu erreichen.

### 3. AUSWERTUNG DES FORSCHUNGSPROJEKTES

Die Auswertung des Forschungsprojektes erfolgte aufgrund der Erfahrungen, die im Rahmen der Konzeption und Durchführung der Pilotprojekte gewonnen wurden. Um die Erkenntnisse in einem erweiterten Kontext zu betrachten, wurden zudem qualitative Erhebungen durchgeführt. Dabei waren drei Säulen relevant: (i) BBBBlockchain wurde von einem Beirat ergänzt, der Mitglieder aus verschiedenen Disziplinen vereint,<sup>1</sup> (ii) es wurden Experten befragt, die sich intensiv mit digitaler Beteiligung beschäftigen<sup>2</sup> und (iii) es wurde eine Nutzerbefragung (s. Abb. 9). durchgeführt. Zusätzlich wurde eine kurze Umfrage im Ausschuss Corporate Social Responsibility des ZIA (Zentrale Immobilien Ausschuss e.V.) durchgeführt.<sup>3</sup> Neben den Erfahrungen aus den Pilotprojekten sind die Ergebnisse der qualitativen Erhebungen im folgenden Kapitel ebenfalls inkludiert. Es ist hervorzuheben, dass es sich derzeit um keine repräsentative Auswertung handelt, eher kann man die Erhebungen als „Meinungsradar“ ansehen und sollten zum aktuellen Zeitpunkt auch so verstanden werden. Für abschließende Aussagen war die Laufzeit der Pilotprojekte zu kurz

1 Prof. Dr. Steffen Augsberg (Universität Gießen), Thomas Felgenhauer (Howoge), Dr. Martin Florian (Weizenbaum-Institut), Dr. Angela Jain (Nexus), Anne Keilholz (Stadt und Land), Ralf Schulze (BMI), Prof. Dr. Gesine Schwan (Humboldt-Viadrina), Sandra Wehrmann (degewo).

2 Adriana Groh, Geschäftsführerin Prototype Fund; Boris Hekele, Gründer & Geschäftsführer FixMyCity; Daniel Reichert, ehem. Geschäftsführer Liquid Democracy; Max Rudolph, Gründer form follows you.

3 <https://www.zia-deutschland.de/der-zia/struktur/ausschuesse>

und die Ausschöpfung aller BBBBlockchain Funktionalitäten zu begrenzt. Die Laufzeit der beiden Pilotprojekte wird jeweils voraussichtlich um ca. sechs Monate verlängert, wovon man sich eine bessere Datengrundlage für weitere Analysen erhofft.

Im Rahmen der Auswertung wurden sowohl die technischen als auch die organisatorischen Aspekte des Forschungsprojektes betrachtet. Aus technischer Perspektive ergaben sich bei der Durchführung der beiden Pilotprojekte keine unerwarteten Schwierigkeiten. Die Infrastruktur funktionierte reibungslos und es kam zu keinen größeren Ausfällen. Die Umsetzung mit der Ethereum Blockchain hat unsere Anforderungen erfüllt und skalierte im Rahmen der Pilotprojekte mit. Zwar gibt es noch technologische Limitierungen, z.B. das Speichern von großen Binärdaten in der Blockchain, dafür konnten allerdings Alternativwege, wie das Timestamping von externen Dateien, gefunden werden. Die Blockchain stellte die Integrität der Inhalte und Smart-Contract-Abläufe stets korrekt sicher. Es kam zu keinen Integritätsfehlern oder bemerkten Angriffen auf die interne Zugriffs- und Rechteverwaltung der BBBBlockchain-Smart-Contracts.

Die technische Entwicklung des Anwendungsfalles „Information“ ist abgeschlossen. Die Anwendung der BBBBlockchain-App auf der initialen Beteiligungsstufe „Information“, kann somit aus technischer Perspektive

ohne Probleme erfolgen. Die vorab definierten Anwendungsfälle für die weiteren Beteiligungsstufen „Konversation“ und „Mitentscheidung“ sind ebenfalls entwickelt und können genutzt werden. Die Funktionalität umfasst hier zusätzlich zur reinen Informationsfunktion auch Abstimmungen und Umfragen. Stimmen konnten erfolgreich über unsere Infrastruktur abgeschickt werden und die resultierenden Wahlergebnisse mithilfe der Blockchaintransaktionen nachhaltig bestätigt werden. Die implementierten Mechanismen zum Schutz der Privatsphäre der Wähler sicherten die Wähleranonymität durch Pseudonymisierung erfolgreich ab. Wir konnten zeigen, dass der gewählte Hash-Token Mechanismus funktioniert und wirtschaftlich günstig eingesetzt werden kann.

Die im Laufe des Forschungsprojektes aufgetretenen Herausforderungen sind hauptsächlich auf organisatorische Gründe zurückzuführen. Herausforderungen lagen besonders in der Schulung und Verfügbarkeit personeller Ressourcen der Wohnungsbaugesellschaften, des Bezirks und der Vertreter der Mieter\*innen beim Einsatz der BBBBlockchain in den Pilotprojekten. In diesem Abschnitt zeigen wir unsere Erkenntnisse zu diesen Herausforderungen und den gestellten Forschungsfragen auf, sowie weitere in den Pilotprojekten entstandene Diskussionsthemen.

## ZIELGRUPPEN UND REICHWEITE DER BBBLOCKCHAIN

Eine der Hypothesen im Forschungsprojekt war, dass durch den Einsatz einer zusätzlichen Online-Beteiligungsmöglichkeit, in Ergänzung zu bestehenden analogen Formaten, eine höhere Beteiligungsquote erzielt wird. Analoge Formate erfordern die Anwesenheit der Bürger\*innen, Online-Formate hingegen können flexibel zu jeder Uhrzeit, von jedem Aufenthaltsort und ohne größeren Aufwand genutzt werden. Dadurch wollten wir Zielgruppen erreichen, die bei bisherigen Beteiligungen nicht oder kaum präsent waren.

Bei der Auswertung der Pilotprojekte hat sich gezeigt, dass die BBBLOCKchain von mindestens 510 Personen genutzt wurde; 332 Zugriffe erfolgten auf das Pilotprojekt Kietzer Feld, 178 auf das Pilotprojekt Bülow90 (s. Abb. 4). Im Vergleich waren bei der Beteiligung vor Ort im Kietzer Feld, die im Erhebungszeitraum durchgeführt wurden, mehr als 500 Personen anwesend. Hier ist anzumerken, dass die Zugriffszahlen auf die BBBLOCKchain eine Mindestgröße sind<sup>1</sup> - gemäß den Datenschutzvorgaben konnte das Tracking mit Cookie ver-

<sup>1</sup> Die Besucherzahlen wurden mit Matomo (ehemals Piwik) erhoben. Durch einen Cookie wurden einmalige Besucher bei mehrmaligem Besuch unterschieden. Gemäß den Datenschutzvorgaben konnte das Tracking mit Cookie verhindert werden. Außerdem verhindern Werbeblocker und Privatsphäreinstellungen im Browser eine zuverlässige Erhebung. Cookie-Blocker können deshalb zur Mehrfachzählung eines Besuchers führen und Tracking-Blocker zur Nicht-Zählung eines Besuchers.

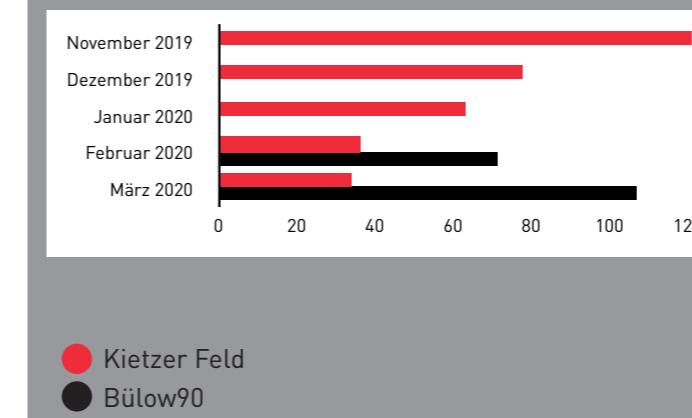
hindert werden, außerdem verhindern Werbeblocker und Privatsphären-einstellungen im Browser eine zuverlässige Erhebung. Dadurch kann zum aktuellen Zeitpunkt keine verlässliche Aussagen zur Nutzung der BBBLOCKchain-App getroffen werden. Es ist anzunehmen, dass die Nutzung der BBBLOCKchain als exklusive Pratizipationsplattform bei systematischer Bewerbung und längerem Einsatz aller Stakeholdergruppen noch signifikant erhöht werden könnte.

Durch die Nutzerbefragung kann festgestellt werden, dass durchaus neue Zielgruppen erreicht wurden (s. Abb. 9). 70% der Teilnehmer\*innen an der Befragung zum Pilotprojekt in der Bülow90 gaben an, vor der Nutzung von BBBLOCKchain noch nicht an Beteiligungsveranstaltungen teilgenommen zu haben. Daraus ergeben sich, ohne Berücksichtigung der Tracking-Restriktionen, mindestens 125 neue Beteiligte. Durchschnittlich haben die Befragten vier Mal abgestimmt und waren dafür zwei Minuten auf der BBBLOCKchain-App. Die meisten Stimmabgaben erfolgten gegen 15 Uhr. Das spricht dafür, dass eine Teilnahme über die App schnell und unkompliziert möglich ist. Durch die unterschiedlichen demographischen Strukturen im Umfeld der beiden Pilotprojekte, würden wir grundsätzlich von einer höheren Internetaffinität in Schöneberg ausgehen. Überträgt man o.g. Hochrechnung nur zum Teil auf das Pilotprojekt im Kietzer Feld, ergeben sich aber auch dort

mehr neue Nutzer. Eine verlässliche Aussage über das Verhältnis von digitaler zu analoger Beteiligung kann nicht getroffen werden. Allerdings sprechen die Daten für einen eindeutigen Zugewinn an Teilnehmern, die über analoge Formate nicht erreicht werden. Zudem hat die Nutzerbefragung ergeben, dass die Teilnehmer\*innen gleichmäßig über

alle Altersgruppen verteilt waren; 50% der Nutzer\*innen waren über 50 oder älter. Auch waren die Teilnehmer\*innen zu gleichen Teilen männlich oder weiblich. Beides spricht dafür, dass man durch das Online-Angebot keine Zielgruppen ausgrenzt hat.

## Einmalige Besuche nach Pilotprojekt



## Abstimmende Bülow90 nach Uhrzeit

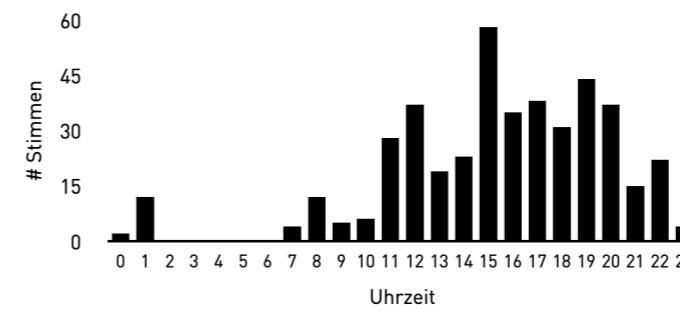
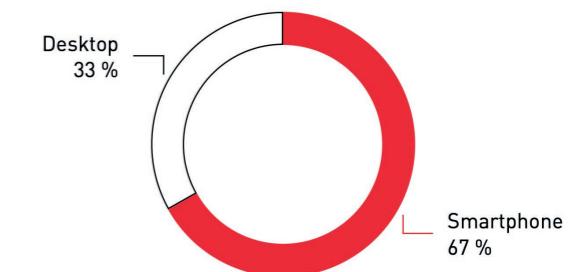


Abb. 4: Auswertung der Pilotprojekte

## Gerätenutzung und Verweildauer



Ø Verweildauer Kietzer Feld: ca. 7 Min.  
Ø Verweildauer Bülow 90: ca. 2 Min.

## # Abstimmende Bülow90

#Abstimmende	#Stimmen
Ingesamt:	96
davon nebenan.de:	11
davon Brief:	85
	432
	36
	396

## TRANSPARENZ & VERTRAUEN

Der Hauptfokus der Forschung lag auf den Aspekten Transparenz und Vertrauen. Die Annahme im Forschungsprojekt war, dass die Unveränderbarkeit der Information in einer Blockchain die Art und Weise der Kommunikation beeinflusst. Bereits hinterlegte Informationen können nicht verändert werden und führen dazu, dass die immer in stadtplanerischen Prozessen auftretenden Veränderungen als solche begründet und wiederum unveränderbar und als neue Information kommuniziert werden müssen. Diese Form der Kommunikation stellt die prozessuale Natur eines städtischen Entwicklungsprozesse nachvollziehbar und verlässlich da und erlaubt so allen Stakeholdergruppen, den Prozess und seine bestimmenden Einflüsse besser zu verstehen. Wir gehen davon aus, dass dieses eine neue Kommunikationskultur fördert, die durch die höhere Verlässlichkeit und Nachvollziehbarkeit zu einem erhöhtem Maß an gegenseitigem Vertrauen führt.

**„Es ist wichtig, in der Entscheidungsfindung eine Transparenz zu haben, um zu verstehen, warum und mit welchem Einfluss diese getroffen wurde.“**

(Adriana Groh)

**„Transparenz bedeutet für mich, dass man den Prozess und die Inhalte verständlich kommuniziert.“**

(Boris Hekele)

**„Es ist immer eine bedingende Voraussetzung für Beteiligungsverfahren, dass ich Zugang zu entscheidungsrelevanten Informationen habe.“**

(Daniel Reichert)

(Max Rudolph)

Abb. 5: Kommentare aus den Experteninterviews

Im Pilotprojekt Kietzer Feld war die BBBBlockchain als projektspezifische Multikanal-Informationsplattform angelegt, die zur gleichwertigen Kommunikation von den drei Stakeholdergruppen Bürger\*innen, Bezirk und Wohnungsbaugesellschaft genutzt werden konnte. Im Pilotprojekt hat sich gezeigt, dass zur vollumfänglichen Nutzung der BBBBlockchain-App zunächst die passende Kommunikationskultur bei allen Stakeholdergruppen geschaffen werden muss. Zum einen betrifft das die internen Prozesse der Wohnungsbaugesellschaften (als die im Pilotprojekt vornehmlich kommunizierende Stakeholdergruppe) sowie die des Bezirks; zum anderen die Identifikation der Mietervertreter.

Auf Seiten der beteiligten Institutionen sollte klar geregelt und kommuniziert werden, welches Level an Transparenz anzustreben und zu erwarten ist. Um die gewünschte Transparenz zu definieren, wurde

im Forschungsprojekt ausgiebig behandelt, welche Informationen über die BBBBlockchain-App kommuniziert werden sollen. Das Verständnis von Transparenz in Stadtentwicklungsprozessen wurde auch in allen qualitativen Erhebungen separat erfragt. Wir haben festgestellt, dass die meisten Befragten ein Verständnis von Transparenz haben, dass über das reine Veröffentlichen von Informationen hinaus geht. Besonders der Wunsch nach Erläuterung von Entscheidungsprozessen, um zu verstehen warum und mit welchem Einfluss Entscheidungen getroffen wurden, wird häufig genannt (s. Abb.

- **Entscheidungsprozesse sollten aufgezeigt werden, besonders wie und auf welcher Basis Entscheidungen getroffen werden.**
- **Kommunikation der Grenzen der Transparenz ist wichtig, was veröffentlichte ich warum nicht.**
- **Prozesse können durch Transparenz auch gehemmt werden, z.B. bedeutet es einen großen kommunikativen Aufwand Abweichungen von Plänen zu erläutern.**

Abb. 6: Kommentare aus den Beiratssitzungen

Eine herausragende Rolle kommt dabei der Genehmigungsbehörde zu, die ihre unter anderem nach §3 Baugesetzbuch geregelten Pflichten durch den Einsatz der BBBBlockchain einem größeren Kreis von Bürgern zugänglich machen könnte. Wichtige Entscheidungen wie Baugenehmigungen würden im Rahmen der BBBBlockchain auch verständlicher im Kontext des gesamten Ent-

wicklungsprozesses erscheinen. In unseren Gesprächen mit dem beteiligten Bezirk Köpenick wurde auch die Möglichkeit begrüßt, im Rahmen einer digitalen Partizipationsplattform die immer wieder vorkommenden Schlüsselfragen (z.B. Verkehrseröffnung) zu erörtern, und so eventuell individuelle, ressourcenaufwändige Anfragen zu verringern.

Im Verlauf des Forschungsprojektes hat sich gezeigt, dass auch die Frage nach der Interessenvertretung der Betroffenen essentiell für die Diskussion um Transparenz und Vertrauen ist. Eine Herausforderung war es, Vertreter der Mieter\*innen zu identifizieren. Zunächst sollte der gewählte Mieterbeirat die Meinungen der Mieter\*innen bündeln und über die BBBBlockchain-App kommuniziert. Dieser sah sich allerdings mit der inhaltlichen Aufgabe der Bündelung überfordert. Zum einen konnte nur eine begrenzte Kapazität vorgehalten werden und zum anderen erwies sich der starke Druck von Seiten der Mitbewohner\*innen vor Ort als schwer tragbar und insofern hat sich der Mieterbeirat aus dem Projekt zurückgezogen. Ebenso war die Legitimation des Mieterbeirats und die Verpflichtung gegenüber der Wohnungsbaugesellschaft nicht genügend geklärt, um hier die notwendige

Unabhängigkeit zu gewährleisten. Diese Position hat nun der Miiterrat eingenommen, ein überregional agierendes Gremium von Mietervertreter\*innen. Auf einen skalierten Einsatz der BBBBlockchain wäre dieses Gremium aber nicht vorbereitet und so ist offen, wer, bzw. welche Gruppierungen mit welcher Legitimation in Zukunft die teilweise divergierenden Interessen der Mieter\*innen vertreten sollten. So haben sich seit Beginn des Pilotprojektes auch Bürgerinitiativen gebildet, deren Interessen in der aktuellen Version von BBBBlockchain nicht abgebildet werden.

Die Repräsentation aller am Prozess beteiligten Parteien, inkl. der Mieter\*innen, leistet einen wichtigen Beitrag zum Ziel von BBBBlockchain. Die Frage, wie die Berechtigung erworben werden kann, Mieter\*innen bzw. Anwohner\*innen in diesem Prozess zu vertreten wurde deswegen

ausführlich erörtert. Im Beirat wurde diskutiert, dass die Öffnung der BBBBlockchain-App für alle Interessierten ein Lösungsvorschlag wäre. In der aktuellen Entwicklungsstufe der BBBBlockchain, wurde die beschriebene, repräsentative Vertretung der Mieter\*innen bevorzugt, um eine gleichwertige Vertretung aller beteiligten Stakeholdergruppen sicherzustellen. Im Falle einer Öffnung für alle Interessenten, sollten vorab „Spielregeln“ für alle Parteien definiert werden, um Missbrauch auszuschließen. Nicht anonyme Einträge könnten hierfür eine Lösung sein. Ähnliche Lösungsansätze wurden auch in den Interviews genannt, denn

generell wird in digitalen Anwendungen die Chance gesehen ein höheres Level an Partizipation abzubilden als dies in analogen Formaten möglich ist (s. Abb. 8). Um das in der BBBBlockchain-App abzubilden, müsste im Vergleich zum aktuellen Entwicklungsstand das Design der App dahingehend angepasst werden, dass weiterhin die Sichtbarkeit des Entwicklungsprozesses im Zentrum steht. Das Wichtigste ist - ähnlich zu dem gewählten Level an Transparenz - eine klare Kommunikation über die Zugangs- und Einflussmöglichkeiten für Bürger\*innen und eine Erläuterung der Entscheidung.

**,Ein gemischter Ansatz wäre sinnvoll. Es gibt offizielle Vertreter und es wird ein Meinungsbild eingeholt, um zu sehen, ob sich das überdeckt.“**

(Adriana Groh)

**,Eine strukturierte Abfrage des Bedarfs in der Breite der Bürger\*innen ist genau das, was digitale Bürgerbeteiligung leisten kann.“**

(Boris Hekele)

**,Wenn nur Repräsentanten teilnehmen, wäre das ein Zunichtemachen der Möglichkeiten digitaler Beteiligung.“**

(Daniel Reichert)

Abb. 8: Kommentare aus den Experteninterviews

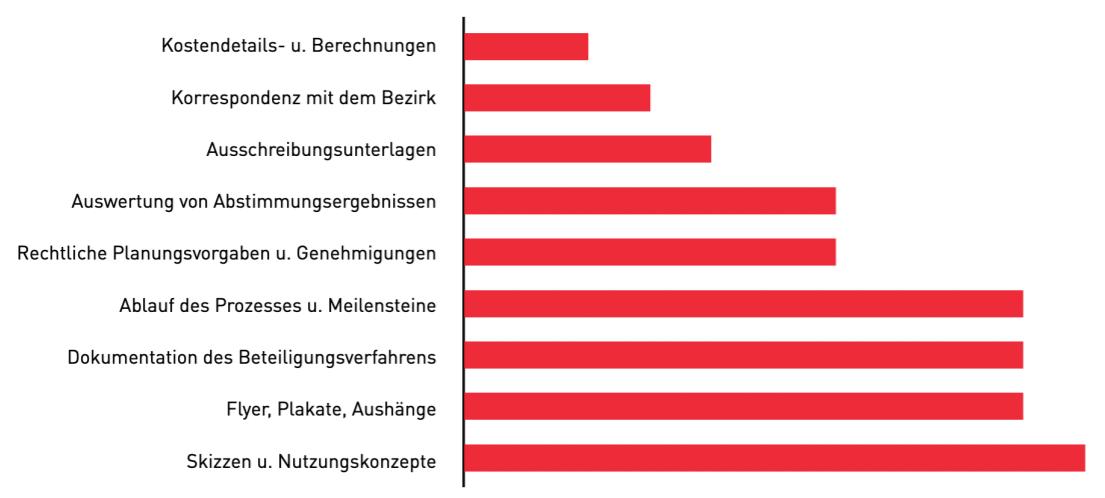


Abb. 7: Umfrage zu Transparenz in der Fokusgruppe Nachhaltigkeit des ZIA

Wir empfehlen dringend für jedes Bauprojekt das die BBBBlockchain nutzt, eine Kommunikationsstrategie und -frequenz unter allen Stakeholdergruppen am Anfang des jeweiligen Bauprojektes zu vereinbaren, um zu definieren welche Informationen veröffentlicht werden, wie oft, zu welchem Zeitpunkt und welche gegebenenfalls nicht. Ebenso sollte definiert werden, wer legitimiert und

verantwortlich für die Kommunikation über die BBBBlockchain ist. Diese „Spielregeln“ sollten in regelmäßig definierten Zeiträumen überprüft werden, um eventuell Regeln zu ändern oder neue Interessengruppen zu involvieren. Ein Eintrag sollte zu dem vereinbarten Zeitpunkt auch dann erfolgen, wenn sich Themen noch in der Abstimmung befinden und es nichts Neues bzw. keine

Ergebnisse zu berichten gibt. Auch Informationen zu Stillstand können relevant sein und zeigen weiter die Kommunikationsbereitschaft nach außen. Generell muss klar geregelt und kommuniziert werden, welches Level an Transparenz von den Beteiligten Stakeholdergruppen angestrebt wird und welche Möglichkeiten zur Einbringung bestehen.

Eine kontinuierliche, transparente Kommunikation unterstützt auch den Mehrwert der Blockchain zu vergrößern. Der Vorteil der Blockchain liegt darin alle Aussagen zurückverfolgen zu können. Der Mehrwert der Blockchain wäre vornehmlich ersichtlich, wenn Konflikte auftreten, in denen sich die Stakeholder der BBBBlockchain bedienen. In unserem kurzen Beobachtungszeitraum der Pilotprojekte war das bisher nicht der Fall. Die Verwendung von Blockchain-Technologien führt aber im besten Fall zu mehr Vertrauen und dadurch auch weniger Konflikten. Die nicht repräsentative, kleine Meinungsumfrage während des Einsatzes der BBBBlockchain in der Bülow90 ergab bereits einen ersten, positiven Hinweis auf diese Entwicklung. Insgesamt 45% der Befragten sehen sich durch BBBBlockchain besser in den Planungs- und Bauprozess involviert und ca. 50% sind der jeweiligen Wohnungsbaugesellschaft gegenüber nun positiver eingestellt (s. Abb. 9).

## MITENTSCHIEDEN

Ein weiterer Schwerpunkt des Forschungsprojekts lag auf dem Themenspektrum „Mitentscheiden“. Die Forschungsfrage war, in welchem Ausmaß mittels der Smart Contract Funktionalität direkte Mitbestimmung ermöglicht werden kann und wo diese Möglichkeiten an Grenzen in der Stadtentwicklung stoßen. Diese Funktionalität ist einer der großen Mehrwerte der Blockchain-Technologien und wurde deswegen auch bei BBBBlockchain verwendet.

Die Intention war es im Pilotprojekt Bülow90 Mitentscheidung zu testen. Hierfür wurden die Funktionalität entwickelt, bindende Abstimmungen durchzuführen. Jedoch hat sich gezeigt, dass echte Mitentscheidung aktuell, trotz großer Bereitschaft der Gewobag, nicht möglich ist. Eine so weitreichende Beteiligung von Bürger\*innen ist noch nicht in den Unternehmensstrukturen verankert ist. Es ergaben sich u.a. rechtliche Fragen auf Seiten der Wohnungsbaugesellschaft. Die Umsetzung der Ergebnisse der Abstimmungen wurde folglich rechtlich ausgeschlossen. Die Gründe hierfür lagen in den Bedenken bezüglich der definitiven Machbarkeit der Umsetzung und auch der reibungslosen Funktion der Technologie. Aktuell sind somit nur Umfragen implementiert und keine verbindliche Abstimmung. Eine gründliche organisatorische und rechtliche Aufstellung bei den Entscheidungsträgern ist somit Voraussetzung, um echte Mitentscheidung durchzuführen.

Des Weiteren sollte die Festlegung von Abstimmungsberechtigten in weiteren Phasen genauer studiert werden. Im Pilotprojekt Bülow90 erfolgte die Kommunikation der BBBBlockchain-App an potentielle Nutzer auf zwei Wegen. Zum einen wurden Briefe an die Bewohner\*innen von Gewobag-Beständen im Umkreis von ca. einem Kilometer der Bülow90 versandt. Diese enthielten Zugangsdaten um sich für Umfragen in der BBBBlockchain-App zu registrieren. Zum anderen wurde Werbung auf „nebenan.de“ in den Nachbarschaften rund um die Bülow90 geschaltet; die Nutzer wurden durch diesen Link identifiziert und konnten so in der BBBBlockchain-App an den Umfragen teilnehmen. Diese Wege der Verifizierung wurden gewählt, um unberechtigte Mehrfachwahlen auszuschließen. Eine derartige Begrenzung bedeutet aber immer auch eine Ausgrenzung von Bürger\*innen, die sich eventuell betroffen fühlen. Der Maßstab der Beteiligung korreliert mit der Bedeutung der Abstimmung und so muss nicht nur bedacht werden, in welchem Umkreis Zugangsberechtigungen erteilt werden, sondern gleichzeitig, ob Minderheitenschutz oder sonstige Regulationen bedacht werden müssen. Bestehende Mechanismen wie die richterliche Gewichtung von Beteiligungsrechten im Rahmen des Einfügungsgebots gemäß §34 Baugesetzbuch sollten hier hinsichtlich deren Praktikabilität untersucht werden.

Aus den Erfahrungen im Forschungsprojekt lässt sich festhalten, dass die Diskussion um mehr Einflussnahme seitens der Bürger\*innen in Planungsprozesse von drei Seiten angegangen werden muss. Die verantwortlichen Immobilienentwickler haben die Möglichkeit, eine flexiblere, agilere und inklusive Kommunikationskultur zu fördern. Der Erfolg von einer weitergehenden Einbindung Betroffener in Planungsprozesse ist allerdings auch maßgeblich von den Bürger\*innen abhängig, die ebenso respektvoll und inklusiv auf die Beteiligungsangebote reagieren sollten. Nur auf diese Weise sehen wir die Möglichkeit, eine kritische aber konstruktive Kommunikation zu ermöglichen. Hier müssen Verantwortlichkeiten und die Einbindung in Entscheidungsprozesse von Beginn an klar geregelt werden.

Die BBBBlockchain ermöglicht es, auf die spezifischen Bedürfnisse der Stakeholdergruppen zu reagieren und bietet darüber hinaus weiterführende Funktionalitäten, die in zukünftigen Forschungsprojekten untersucht werden sollten (s. Kapitel 5).

## NUTZERUMFRAGE BBBLOCKCHAIN IN DER BÜLOW90

Um Hintergrundinformationen zu den Nutzer\*innen zu erhalten, wurde während der Laufzeit der BBBLOCKchain in der Bülow90 eine separate Umfrage über die BBBLOCKchain-Homepage sowie über die BBBLOCKchain-App durchgeführt. Die Teilnahme stand allen offen. Zum Pilotprojekt in der Bülow90 gaben 25 Personen ihre Meinung ab:

**> 50%**

**der Teilnehmer\*innen waren  
50 Jahre alt oder älter.**

**70%**

**hatten vor der Nutzung der  
BBBblockchain-App noch nicht an Beteili-  
gungssveranstaltungen teilgenommen.**

**66%**

**wollen die BBBLOCKchain-App  
weiterhin nutzen.**

**70%**

**vertrauen einer Abstimmung  
über die BBBLOCKchain-App.**

**45%**

**fühlen sich durch die BBBLOCKchain-App  
besser in den Planungs- und Bauprozess  
involviert.**

**50%**

**sind der Wohnungsbaugesellschaft  
(Gewobag) gegenüber nun positiver  
eingestellt.**

Abb. 9: Nutzerumfrage

## WIRTSCHAFTLICHKEIT & SKALIER- BARKEIT

Den oben betrachteten Mehrwerten des Einsatzes der Blockchain-Technologie in der Stadtplanung stehen Kosten zur Implementierung und Betrieb der Technologie entgegen. Eine der Fragestellungen im Forschungsprojekt lag somit in der Wirtschaftlichkeit der BBBLOCKchain. Um eine Entscheidungsgrundlage zum Einsatz der BBBLOCKchain zu erhalten, wurden die entstandenen Kosten im Forschungsprojekt quantifiziert. Es wurde ebenso betrachtet, welches Potential die BBBLOCKchain hinsichtlich Skalierung bietet.

Die Kosten die durch die BBBLOCKchain entstanden, lassen sich auf zwei Kategorien aufteilen: (i) Personalaufwand für die regelmäßige Kommunikation und Pflege seitens der Stakeholder und (ii) Infrastrukturkosten (inkl. Administration). Da wir über (i) nur beschränkt eine Aussage treffen können betrachten wir vornehmlich (ii). Die Kosten, die durch die Blockchain entstanden sind, errechnen sich wesentlich anders, als bei typischer Server-Infrastruktur. Es gibt keine regelmäßigen Gebühren, wie z.B. Server-Mieten, sondern einmalige Transaktionskosten. Sobald ein Smart Contract auf der Blockchain gespeichert ist, kostet er keine weiteren Gebühren mehr. Nur dessen Deployment (Installation auf der Blockchain) und Änderungen auf der Blockchain kosten Gebühren pro Transaktion. Um die BBBLOCKchain initial zu starten und neue Entwick-

lungsprojekte hinzuzufügen fallen weitere Transaktionskosten an. Z.B. das Einrichten der BBBLOCKchain-Projektverwaltung und der Smart Contracts der einzelnen Projekte. Um Details der eingetragenen Bauprojekte (z.B. Infotexte) zu ändern, müssen einzelne Transaktionen ausgeführt werden.

Folgende Kosten fielen im Forschungsprojekt BBBLOCKchain an (detaillierte Berechnungen s. Tabelle 1-3):<sup>12</sup>

Installationskosten: 41,82 USD

Pilot Kietzer Feld: 60,49 USD

Pilot Bülow90: 6.055,97 USD

Das Aufsetzen und der Betrieb der BBBLOCKchain in den beiden Pilotprojekten kosteten knapp über 6.150 USD. Davon entfielen ca. 42 USD auf das Aufsetzen der Infrastruktur. Weitere 61 USD sind dem Pilotprojekt Kietzer Feld zuzuordnen; der Betrag ergibt sich aus den Transaktionen zum Anlegen von Einträgen in die Blockchain. Ein Eintrag kostete weniger als 0,01 USD. Die meisten Kosten wurden mit 6.056 USD vom Pilotprojekt Bülow90 verursacht. Diese umfassen das Erstellen von Wahlberechtigungen (ca. 0,02 USD pro Berechtigung) und das Abgeben von Stimmen (ca. 0,20 USD pro Stimmabgabe). Abstimmung und Umfragen

1 Es handelt sich dabei um virtuelle Kosten, da der Pilotbetrieb in einem Testnetzwerk stattfand

2 Zusätzlich fielen Server-Infrastrukturkosten für den Betrieb der App an (wird in Teil 2 ausführlich erläutert).

über die Blockchain sind somit aktuell der teuerste Kostenpunkt, allerdings deutlich unter den Kosten von postalischen Umfragen. Wichtig ist zu erwähnen, dass im Rahmen unserer Implementierung der Fokus auf die Machbarkeit gelegt wurde, nicht auf die wirtschaftliche Umsetzung. Aus dem Grund sehen wir noch großes Potential in einer günstigeren Implementierung der Smart Contracts, vor allem das Speichern von Wahlberechtigungs-Codes könnte noch wirtschaftlicher implementiert werden.

Auf Basis der Kostenrechnungen im Forschungsprojekt lässt sich feststellen, dass sowohl das Aufsetzen als auch der Betrieb der BBBBlockchain mit geringen Kosten verbunden sind. Während die Kosten für die Infrastruktur fix sind, sind die Kosten für den Betrieb auf der Blockchain variabel und kalkulieren sich nach der jeweiligen Anzahl an Einträgen und Umfragen. Im Forschungsprojekt gab es 100 Teilnehmer und 400 Stimmen, die Kosten von 6.056 USD gegenüberstehen. Anhand dieser Größe lassen sich die Kosten für weitere Beteiligungen über die BBBBlockchain hochrechnen. Die Kosten für Abstimmungen teilen sich auf in Transaktionskosten für das initiale Abspeichern von Stimmrechten und das Abspeichern einer Stimmabgabe. Erstere müssen für jeden potentiellen Abstimmenden vom Ersteller einer Abstimmung getragen werden, und sind zum Ende der Abstimmung teils erstattungsfähig (durch das Deak-

tivieren des Smart Contracts, sog. „self-destruct“). Die Transaktionskosten zum Speichern der Stimme müssten vom Abstimmenden direkt getragen werden. Um den Zugang zu BBBBlockchain möglichst einfach zu halten, übernimmt die BBBBlockchain-Infrastruktur die Kosten, technisch gesehen könnten die Abstimmenden die Transaktionen auch selbst abschicken. Um dabei das Risiko unerwartet hoher Kosten einzudämmen, erhält die Infrastruktur ein eigenes Ethereum-Wallet mit einem Budget für die Stimmabgabe. Dieses kann jederzeit angepasst werden, sollte es aufgebraucht werden. Personalkosten zum Aufsetzen und Betrieb der Infrastruktur sind bei den Berechnungen noch nicht berücksichtigt. Da der Einsatz der BBBBlockchain für jedes weitere Bauprojekt auf den bisherigen Entwicklungen aufsetzt, kann mit ca. 30 Minuten am Tag für Betrieb und Kontrolle der Infrastruktur als Grundlage gerechnet werden (s. Teil 2/ Kapitel 7).

Betrachtet man die Kosten durch BBBBlockchain im Gesamtkontext, werden die Kosten zum aktuellen Stand für die betreibenden Unternehmen additiv zu analogen Beteiligungsverfahren sein. Da die BBBBlockchain noch nicht in bestehende unternehmensinterne Prozesse verzahnt ist, fallen Mehrkosten für die technische Implementierung an, aber auch zusätzliche personelle Ressourcen zur kontinuierlichen Betreuung der BBBBlockchain-App. Eine vergleichende Kosten-/Nutzen-Rechnung

## BERECHNUNG TRANSAKTIONSKOSTEN

Ethereum nutzt eine eigene Kryptowährung für die Transaktionskosten, die von der Komplexität einer Transaktion abhängig sind. Die Komplexität wird in der Pseudoeinheit Gas gemessen, und wird mit einem Faktor multipliziert, den man bereit ist, in Ether zu bezahlen (sog. Gas-Price). Die Transaktionsgebühren werden durch den Mining-Prozess dem Miner gutgeschrieben, welcher für neue Blöcke am Ende der Blockchain verantwortlich ist.

**Transaktionskosten (Ether) = Komplexität (Gas) • Gas-Price (Ether)**

Da BBBBlockchain in mehrere Smart Contracts aufgeteilt ist, können die Transaktionskosten je nach Anwendungsfall aufgeschlüsselt werden. Unsere Kostenanalyse beruht auf der Annahme, dass die Pilotprojekte auf dem Mainnet ausgeführt wurden. Tatsächlich entstanden im Testnet der Ethereum-Blockchain keine realen Kosten.

Zu Berechnung der Kosten von Ethereum Gas in USD wurde jeweils der Median von Gas zu Ether, und von Ether zu USD, im Zeitraum 01.01.2018 - 06.03.2020 angenommen (etherscan.io Statistics).

zu analogen Formaten ist somit nicht zielführend. Unsere Pilotprojekte haben gezeigt, dass die BBBLOCK-chain generell - bei Vergleichswerten von 61 USD für Anwendungsfall „Information“ und 6.056 USD für die Anwendungsfälle „Konsultation“ und „Mitentscheiden“ - pro Beteiligungsverfahren nicht teuer ist und hat zudem den Vorteil, dass es nur einmal aufgesetzt werden muss, wohingegen bei analogen Verfahren wiederholt ähnliche Kosten entstehen.

Übertragbarkeit und Skalierbarkeit sind ein großer Vorteil von Online-Formaten und auch der BBBLOCKchain. Die BBBLOCKchain kann für weitere Projekte genutzt werden, ohne dadurch signifikant höhere Kosten zu verursachen. Ob sich der Einsatz der BBBLOCKchain und die dadurch verbundenen Aufwendungen lohnen, kann allerdings nur individuell durch den jeweiligen

Bauräger entschieden werden. Die Mehrwerte - Transparenz und höhere bzw. diversere Beteiligung - die der Einsatz der Blockchain-Technologien mit sich bringt, sind schwer zu quantifizieren. Ob diese Vorteile im Verhältnis zu den Kosten der BBBLOCKchain stehen muss somit für jedes Projekt einzeln entschieden werden.

Smart Contract	Deployment		Transaktionen		
	Gas	USD	Σ Gas	#	USD
<b>Projektverwaltung</b>	3.109.464	9,45 \$	513.468	7	0,0005 \$ je Projekt
<b>Kietzer Feld Projekt</b>	3.487.884	10,6 \$	2.156.453	24	0,0005 \$ je Änderung
<b>Bülow90 Projekt</b>	3.335.108	10,14 \$	1.153.315	16	0,0005 \$ je Änderung
	Σ 9.932.456	Σ 30,2 \$	Σ 3.823.236	Σ 47	Σ 11,62 \$
<b>Gesamtkosten (Deployment + Transaktionen): Σ 41,82 \$</b>					

Tabelle 1: BBBLOCKchain Organisatorische Gas Kosten (Stand: 31.03.2020)

Smart Contract	Deployment		Transaktionen		
	Gas	USD	Σ Gas	#	USD
<b>Kietzer Feld Timeline</b>	2.549.795	7,75 \$	6.274.731	16	0,0025 \$ je Beitrag
<b>Kietzer Feld Dateiverwaltung</b>	2.555.866	7,77 \$	8.515.748	17	0,0032 \$ je Datei
	Σ 5.105.661	Σ 15,52 \$	Σ 14.790.479	Σ 33	Σ 44,97 \$
<b>Gesamtkosten (Deployment + Transaktionen): Σ 60,49 \$</b>					

Tabelle 2: BBBLOCKchain Pilot Kietzer Feld Gas Kosten (Stand: 31.03.2020)

Smart Contract	Deployment		Transaktionen		
	Gas	USD	Σ Gas	#	USD
<b>Bülow90 Timeline</b>	2.066.239	6,28 \$	2.451.925	7	0,0022 \$ je Beitrag bzw. Voting
<b>Bülow90 Dateiverwaltung</b>	2.070.698	6,3 \$	0	0	—
<b>Bülow90 Wahlverwaltung</b>	1.492.584	4,54 \$	1.940.062.986	568	0,0216 \$ je Wahlberechtigung
<b>Bülow90 Abstimmung 1</b>	1.870.618	5,69 \$	5.426.444	86	0,1918 \$ je Stimme
<b>Bülow90 Abstimmung 2</b>	1.890.831	5,75 \$	5.679.288	96	0,1799 \$ je Stimme
<b>Bülow90 Abstimmung 3</b>	1.870.558	5,69 \$	5.607.746	90	0,1894 \$ je Stimme
<b>Bülow90 Abstimmung 4</b>	1.911.308	5,81 \$	4.939.224	80	0,1877 \$ je Stimme
<b>Bülow90 Abstimmung 5</b>	1.870.522	5,69 \$	4.815.746	77	0,1902 \$ je Stimme
<b>Bülow90 Abstimmung 6</b>	1.870.318	5,69 \$	5.986.093	102	0,1784 \$ je Stimme
	Σ 16.913.676	Σ 51,42 \$	Σ 1.974.969.452	Σ 1.106	Σ 6.004,55 \$
<b>Gesamtkosten (Deployment + Transaktionen): Σ 6.055,97 \$</b>					

Tabelle 3: BBBLOCKchain Pilot Bülow90 Gas Kosten (Stand: 31.03.2020)

## 4. ZUKÜNTIGE FORSCHUNGSGEBIETE

### PRIVATSPHÄRE

Die Abstimmungen und Umfragen wurden technisch so implementiert, dass ein Stakeholder nicht nachvollziehen kann, wer wie abgestimmt hat. Zwar vergeben die Stakeholder individuelle Wahlberechtigungen, allerdings werden diese nicht im Klartext in der Blockchain abgespeichert. Dadurch entsteht eine Pseudonymisierung, wodurch nicht mehr nachvollzogen werden kann, welche Klaridentität wie abgestimmt hat. Bei diesem Verfahren muss die Code-Generierung und der Code-Versand organisatorisch voneinander getrennt werden, sodass jeweils beide nicht wissen, welche Codes zu den Adressen der Wähler gehören.

Um den Einsatz von BBBBlockchain auch zu ermöglichen, wenn ein Stakeholder eine anonyme Wahl ohne organisatorische Trennung durchführen möchte, schlagen wir den Einsatz sogenannter Zero-Knowledge-Proofs vor. Diese erlauben den Wählern, durch ein mathematisch, kryptographisches Verfahren, zu beweisen, dass sie einen Wahlberechtigungs-Code besitzen, ohne ihn zu verraten. Im Rahmen der BBBBlockchain Whitenpapers wurde dieser Ansatz bereits getestet.

Wir sehen außerdem den Bedarf, Zwischenergebnisse bis zum Ende einer Abstimmung geheim zu halten, wie es bei Regional- und Bundestagswahlen für politische Ämter auch der Fall ist. Aktuell werden Zwischenergebnisse zwar nicht in der BBBBlockchain-

App vor dem Ende angezeigt, sie können allerdings durch eine Auswertung der Blockchaintransaktionen berechnet werden. Wir schlagen für zukünftige Abstimmungen daher die Implementierung eines „Commit-and-Reveal“ Mechanismus vor. Eventuell ist auch hier der Einsatz von Zero-Knowledge-Proofs oder eines Time-Release-Mechanismus interessant und sollte untersucht werden.

Für alle diese Möglichkeiten gilt es zu untersuchen, welche Relevanz die spezifischen BBBBlockchain Funktionen für die jeweiligen Nutzergruppen hat. Mit der Frage der Privatsphäre korreliert ebenso die Bandbreite und Wichtigkeit der denkbaren Einsatzgebiete. Echte Mitbestimmung durch Wahlen mit unmittelbaren Konsequenzen wurde in den bisherigen Pilotprojekten aus verschiedenen Gründen jenseits der BBBBlockchain nicht getestet. Da mit wachsender Konsequenz einer Entscheidung die Frage nach Qualität (z.B. Prozent der Gruppe der Betroffenen) und Quantität der Nutzergruppe (welche Mehrheiten sind notwendig) steigt, bedarf es hier noch weiterer ausgiebiger Forschung hinsichtlich der Notwendigkeit und dem Aufwand der technologischen Funktionen.

### WIRTSCHAFTLICHKEIT

Im Rahmen unserer Implementierung wurde der Fokus auf die Machbarkeit und Implementierbarkeit gelegt, und nur bedingt auf die wirtschaftliche Umsetzung. Aus

dem Grund sehen wir noch großes Potential in einer günstigeren Implementierung der Smart Contracts. Vor allem das Speichern von Wahlberechtigungs-Codes stellt den größten Kostenaspekt in den Anwendungsfällen „Konsultation“ und „Mitentscheiden“ dar und sollte vor der Portierung der Smart Contracts auf das Ethereum Mainnet wirtschaftlicher implementiert werden.

Das Problem, dass große Inhalte aus Kosten- und Redundanzgründen nicht direkt in einer Blockchain gespeichert werden sollten, ist bereits bekannt. Die BBBBlockchain nutzt für die Pilotphasen eigene Server-Infrastruktur, um Beiträge und Dokumente im Internet verfügbar zu machen. Diese externen Inhalte könnten deshalb manipuliert werden, auch wenn das zu einem Manipulationshinweis in der BBBBlockchain-App führt. Um das Manipulationsrisiko zu reduzieren und nicht mehr auf eigene Infrastruktur zur Datenspeicherung angewiesen zu sein, kann das InterPlanetary File System (IPFS, s. <https://ipfs.io>) integriert werden. Dieses kann Dateien im Internet verteilt zur Verfügung stellen, ohne dass man eigene Infrastruktur dazu anmieten muss. So wie die einzelnen Blockchain-Technologien, nutzt auch das IPFS ein eigenes Peer-to-Peer-Netzwerk zum Speichern und Verteilen von Dateien. Dateien verbleiben so nicht mehr auf einem zentralen Server, sondern können im IPFS-Netzwerk verteilt werden.

Jenseits der direkten Kosten der BBBBlockchain werden die indirekten Kosten in Korrelation mit dem erreichten Mehrwert für den Erfolg der BBBBlockchain entscheidend sein. Erste Befragungen bei den Nutzern zeigen, dass die BBBBlockchain erfolgreich niedrigschwellig gestaltet wurde. Die größere Herausforderung ist die Einbettung einer neuen Kommunikationskultur in die bestehenden Projektstrukturen auf Seiten aller Beteiligten. Wie dieses gelingen und gefördert werden kann sollte ebenso weiter untersucht werden, sowie die vermutlich neuen Qualitäten des Diskurses über das Projekt. Letzteres wird sich zeigen, wenn wir eine höhere Beteiligung aller drei Stakeholdergruppen bei einem Pilotprojekt erreichen können.

### MACHT & DELEGATION

In der ersten Phase des Forschungsprojekts werden in den Pilotprojekten die Ergebnisse einer Umfrage nicht unmittelbar umgesetzt. Es handelt sich also um Umfragen, nicht um Wahlen. Für den Forschungsbereich direkte Mitbestimmung wäre es interessant, die Beteiligung an Wahlen zu erforschen, deren Ergebnis direkt von einem Smart Contract umgesetzt werden. Es wäre denkbar, dass Befragte über die Verteilung von Geldmitteln entscheiden können, z.B. welcher Künstler im Rahmen einer Ausschreibung beim Kunst am Bau den Zuschlag erhält. Smart Contracts sind in der Lage, finanzielle Transaktionen ihrer eigenen Krypto-Währung

auszuführen. Zu untersuchen wäre, ob die dadurch entstehende Verschiebung des Machtverhältnisses zu einem größeren Vertrauen führt und die Bereitschaft zur aktiven Partizipation steigert. Die Diskussionen mit den Partnern und dem Beirat haben weiter gezeigt, dass dabei jenseits der technologischen Ausgestaltung noch weitere Fragen hinsichtlich der Maßstättlichkeit der Wahlen (Bedeutung und Wahlberechtigte), des Minderheitenschutzes, der Vermarktung (inklusive Tokens) und Organisation, sowie der juristischer Gestaltung und wirtschaftlichen Fragen zu klären sind.

Blockchains erlauben es, eine eigene Kryptowährung auszugeben. Die Beteiligung von Bürger\*innen könnte mit einem solchen Token belohnt werden. Diese könnten anschließend im Rahmen eines Rabatts- oder Aktionsmodells eingelöst werden. U.a. wäre es denkbar, diese Tokens bei den Bauprojekten lokal einlösbar zu machen, um die Bürger\*innen zu einem Besuch der Bauprojekte zu motivieren.

Diese Tokens könnten auch zur Steuerung von Wahlen genutzt werden, um z.B. Stimmgewichte zu verteilen oder Stimmrechte übertragbar zu machen. Hier wäre zu erforschen, ob komplizierte Wahlfragen eine größere Beteiligung erfahren würden, wenn Wähler ihre Stimme an jemanden mit fundierten Fachkenntnissen delegieren könnten.

Es ist anzumerken, dass die administrativen Zugangsmöglichkeiten und die Stakeholdergruppen aktuell zentral verwaltet werden. Die Ausgestaltung liegt in der Hand derjenigen, die den Programmcode anlegen. Im BBBLOCK-chain Pilotbetrieb wurde diese Entscheidung gemeinsam von den Forschungsgruppen sowie den Wohnungsbaugesellschaften getroffen. Diese zentrale Entscheidungsbefugnis sollte im Verlauf weiterer Anwendungen offener gestaltet werden, z.B. durch ein unabhängiges Gremium.

## DEZENTRALITÄT

Da es sich bei den Pilotprojekten von BBBLOCKchain um eine Machbarkeitsstudie handelte, wurden die Smart Contracts nicht in der offiziellen Ethereum Blockchain (sog. Mainnet) ausgeführt, sondern in einem Testnetzwerk namens Rinkeby. Der Unterschied zum Mainnet ist, dass die Ethereum-Währung keinen offiziellen monetären Wert wie Euro oder USD hat. Das genutzte Netzwerk ist von den Zugangsmöglichkeiten identisch, sodass die Integrität wie beim Mainnet bestand, außer dass die Konsensfindung nicht auf Proof-of-Work, sondern Proof-of-Authority basierte. Wir konnten nicht feststellen, dass dies zu einem Verlust an Vertrauen in die Integrität des Datenbestandes führte, empfehlen allerdings für den zukünftigen Betrieb das Ethereum Mainnet. Unsere Kostenanalyse beruht deshalb auf der Annahme, dass die Pilotprojekte auf dem Mainnet ausgeführt wurden.

## 5. FAZIT

Das Ziel des Forschungsprojektes war es, mit BBBBlockchain eine neue, digitale Lösung für die partizipativen Herausforderungen in Stadtentwicklungsprozessen zu testen. Die Eigenschaften der Blockchain-Technologien wurden hierfür als hilfreich erachtet, um genau in den Bereichen von Partizipationsprozessen einen Mehrwert zu leisten, die starkes Entwicklungspotential haben. Dies umfasst insbesondere die regelmäßige und transparente Multikanal-Information bei Bau- prozessen sowie eine verbindliche Mitentscheidung bei Entwicklungs- oder Gestaltungsoptionen. Die Beiträge seitens BBBBlockchain lagen darin, eine unveränderbare Informationsplattform zu entwickeln, einen kontinuierlichen verlässlichen Austausch zwischen den Beteiligten während des Entwicklungsprozesses aufrechtzuerhalten und Bürger\*innen eine echte Mitbestimmungs- und Entscheidungsbefugnis zu übertragen. Um dieser Herausforderung zu begegnen, sollte eine Online-Plattform geschaffen werden, die die Bedürfnisse aller Stakeholder berücksichtigt und zwischen den Interessengruppen bei Bauprojekten vermittelt. Für bestehende Probleme in Partizipationsprozessen, hauptsächlich Vertrauen und Transparenz, wollten wir dadurch einen Lösungsvorschlag anbieten.

Abschließende Aussagen zu treffen ist zum aktuellen Zeitpunkt durch die derzeit noch kurze Laufzeit der Pilotprojekte und die begrenzte

Ausschöpfung aller BBBBlockchain Funktionalitäten nur eingeschränkt möglich. Aus den untersuchten Hypothesen war die Reichweite mit mindestens 500 Nutzern am einfachsten zu quantifizieren. Ca. 70% neue Nutzer durch die BBBBlockchain konnten abgeleitet werden, allerdings kann nicht unterschieden werden, wieviele davon der Blockchain zuzuschreiben sind und wieviel generell dem neuen Online-Angebot. Für alle anderen untersuchten Hypothesen ist es derzeit noch schwierig eine Aussage zum Mehrwert der Blockchain in Partizipationsprozessen zu treffen. Der Vorteil der Blockchain liegt darin, Konflikte zu lösen, da alle Aussagen zurückverfolgt werden können. Der Mehrwert wäre vornehmlich dann ersichtlich, wenn Konflikte auftreten, in denen sich die Stakeholder der BBBBlockchain bedienen. Dies war im kurzen Beobachtungszeitraum der Pilotprojekte nicht der Fall.

Eine sichtbare Entwicklung war, dass der Einsatz der Blockchain disruptiv gewirkt hat und die Beteiligten bewegt hat, neu über die Bedeutung und den Einfluss von Kommunikation nachzudenken. In den Pilotprojekten hat sich gezeigt, dass die BBBBlockchain in vorhandene Strukturen und Abläufe eingebettet wurde. Das hat dazu geführt, dass die BBBBlockchain-Plattform von allen Beteiligten Stakeholder-Gruppen wenig genutzt wurde. Besonders die Unveränderbarkeit der Einträge in der Blockchain hat große Bedenken aufgeworfen.

Die Chancen der digitalen Beteiligung haben noch nicht umfänglich zu veränderten Prozessen und einer neuen Kommunikationskultur geführt, der Bedarf wird aber erkannt. Um die Technologie gewinnbringend einzusetzen, müssen somit zunächst die Kommunikationsprozesse, aber auch die passende Kommunikationskultur bei allen Stakeholdergruppen geschaffen werden. Das Konzept der BBBBlockchain basiert darauf, dass alle relevanten Informationen geteilt werden, um größtmögliche Transparenz zu gewährleisten und den Entwicklungsprozess dauerhaft nachvollziehen zu können. Anfänglich gemeinsam vereinbarte „Spielregeln“, wie die BBBBlockchain in dem jeweiligen Beteiligungsverfahren eingesetzt werden soll, sind daher von hoher Bedeutung.

Neben einer transparenten Kommunikation aller Beteiligten war die Öffnung für weitere Partizipationsstufen eine Herausforderung im Laufe des Forschungsprojektes. Die BBBBlockchain ist in der Minimum-Variante zwar als innovative, projektspezifische Multikanal-Informationsplattform denkbar (derzeit in der Praxis äußerst selten zu finden), allerdings ist die BBBBlockchain darauf ausgelegt, weitreichendere Einfluß- und Entscheidungsmöglichkeiten an Bürger\*innen zu übertragen. Dies bedeutet eine starkes Umdenken im Vergleich zu bestehenden, analogen Beteiligungsformaten. Die BBBBlockchain kann und soll keine persönlichen Partizipationsfor-

mate ersetzen, diese aber maximal wirkungsvoll unterlegen und komplementieren. Es ist wichtig hervorzuheben, dass die erreichten Ergebnisse aus der Nutzung dieser Plattform abhängig von der Pflege und dem Aufwand sind, die in Kommunikationsmaßnahmen investiert werden. Der Wille zur Kommunikation muss somit genauso vorhanden sein, wie der Wille Beteiligungsprozesse für neue Maßnahmen zu öffnen. Ein wesentlicher Aspekt für den Erfolg der digitalen Partizipation ist eine Kooperation zwischen Bürger\*innen und politischer Ebene. Dies stellt jedoch ein generelles Kulturproblem in der Stadtentwicklung dar und ist nicht auf unseren Anwendungsfällen beschränkt.

Eine dringende Empfehlung für den zukünftigen Einsatz der BBBBlockchain ist es, Transparenzmaßstäbe und Möglichkeiten zur Mitbestimmung innerhalb jeder Stakeholdergruppe im Vorfeld zu definieren und dann untereinander zu vereinbaren. Diese „Spielregeln“ werden je nach Natur des Stadtentwicklungsprojektes unterschiedlich zu gestalten und parallel zum Einsatz von BBBBlockchain iterativ zu verbessern sein. Im Verlauf werden sich hier Einsatzmöglichkeiten und Prinzipien der Partizipation entlang der Partizipationsleiter ausbilden, die wiederum einen Werkzeugkasten für zukünftige Bauprojekte ergeben. Auf diese Weise sollte die Übertragbarkeit und Skalierung der Partizipationsplattform gewährleistet sein.

## 2 - BBBLOCKCHAIN ANWENDEN

Das Forschungsprojekt BBBBlockchain wurde mit dem Ziel einer möglichen eigenverantwortlichen Verstetigung der Stifter und anderen interessierten Parteien konzipiert. Interessierte Initiativen und Immobilienentwickler sollen die Infrastruktur unabhängig weiterverwenden bzw. in Betrieb nehmen können. Die Grundlage hierfür bildet, dass der Code, welcher für die BBBBlockchain entwickelt wurde „open-source“ zur Verfügung steht; unter: <https://github.com/ecdf-bbblockchain>.

„Teil 2“ enthält eine detaillierte Beschreibung zur Inbetriebnahme der technischen Infrastruktur sowie Hilfestellungen, welche strategischen Themen (s. Teil 1) bei der Ausgestaltung der BBBBlockchain-Anwendung relevant sind.

## WAS IST DAS ZIEL DES BETEILIGUNGSVERFAHRENS?

In einem ersten Schritt muss überlegt werden, zu welchem Zweck die BBBBlockchain-App im Rahmen eines Partizipationsprozesses eingesetzt werden soll. Die BBBBlockchain wurde anhand der „Formate der Beteiligungsstufen“ (s. Teil 1/ Abb. 1) entwickelt und deckt die Stufen „Information“, „Konsultation“ und „Mitentscheiden“ ab.

Die erste Stufe „Information“ bietet sich für alle Beteiligungsverfahren an, da durch eine regelmäßige Kommunikation der aktuellen Prozessschritte im Bauverfahren eine transparente Informationsquelle geschaffen wird. Die parallele, kontinuierliche und unveränderbare Einstellung von Information der Hauptstakeholdergruppen ist derzeit nicht üblich. Die BBBBlockchain ermöglicht dieses und damit zwei entscheidende Vorteile: Zum einen entsteht ein nachvollziehbares und verlässliches Abbild des Stadtentwicklungsprozesses, der immer Änderungen unterlegen ist. Zum anderen fördert die Multikanal-Kommunikation auf einer Plattform, dass sich die Beteiligten über die Kultur und Regeln des Miteinanders frühzeitig auseinandersetzen müssen. (s. Kapitel 2).

Welche weiteren Funktionen zusätzlich zur Verfügung stehen sollen, kann individuell je nach Ausgestaltung des Partizipationsprozesses und dessen Einordnung in den Beteiligungsstufen entschieden werden. Weiterentwicklungsmöglichkeiten die im Rahmen des Forschungsprojektes besprochen

wurden sind in Teil 1 beschrieben. Im Rahmen des Forschungsprojektes wurden folgende Funktionen technisch entwickelt:

- Multikanal-Dokumentation wichtiger Planungsschritte, inklusive Pläne, Gutachten, Visualisierungen, Genehmigungen usw. („Information“)
- Offene Umfragen („Konsultation“)
- Wahlberechtigungsverwaltung und Abstimmungen („Mitentscheiden“)

## WER DARF EINTRÄGE VORNEHMEN?

Die BBBBlockchain-App kann als Kommunikationsinstrument von mehreren Parteien parallel genutzt werden. Im Vorfeld muss deswegen geklärt werden, wer als Kommunikationspartei berechtigt ist und Schreibrechte zum Verfassen von Einträgen hat. Die Zugänglichkeit sollte regelmäßig entlang des Prozesses überprüft und gegebenenfalls geändert werden. Besonders bei der Repräsentation der Bürgerschaft ist mit Veränderungen (z.B. neu gegründeten Bürgerinitiativen) zu rechnen. Im Forschungsprojekt wurden z.B. die Informationsflüsse der drei wichtigsten Stakeholder-Gruppen in den partizipativen Prozessen integriert: der private und öffentlichen Sektor und die Zivilgesellschaft. Zusätzlich gab es die Möglichkeit seitens des Forschungsteam relevante Informationen einzupflegen. Im aktuellen Entwicklungsstand der App können somit bis zu vier Parteien kommunizieren.

Die Einträge werden über ein Wordpress-Interface erfasst (eine genaue Beschreibung ist im Anhang „Anlegen von Beiträgen über Wordpress-Interface“ beigefügt). Dieses ist mit der Blockchain verbunden; das BBBBlockchain-Oracle übernimmt die Einträge aus dem Wordpress-Interface daher automatisch. Aufgrund der Unveränderbarkeit der Blockchain ist es wichtig, Missbrauch zu verhindern. Jeder der teilnehmenden Stakeholder bekommt deswegen einen individuellen Zugang zum Wordpress-Interface. Es können nur die

eigenen Beiträge eingesehen werden. Um neue Beiträge auf der BBBBlockchain-App zu veröffentlichen, wird der RSS-Feed des Wordpress regelmäßig auf Änderungen überprüft. So ist es auch möglich, andere Quellen zum Erstellen von Beiträgen zu verwenden, z.B. den RSS-Feed des eigenen Internetauftritts.

## WELCHE SPIELREGELN WERDEN DEFINIERT?

Um durch die Nutzung der BBBLOCKCHAIN einen Mehrwert zu bieten, sollten regelmäßig aktuelle Informationen zum Prozessfortschritt über die App kommuniziert werden. Ziel ist es den Entwicklungsprozess mit allen wichtigen Informationen und Entscheidungen in der BBBLOCKCHAIN abzubilden. Wir empfehlen hier vorab und während des Prozesses gemeinsame Abstimmungsrunden mit allen beteiligten Stakeholder, um folgende Fragen im Vorfeld zu klären und als gemeinsame „Spielregeln“ zu vereinbaren:

- Wer ist legitimiert, die vorab definierten Stakeholder zu vertreten und hat Zugang zu den relevanten Informationen?
- Wer ist hauptverantwortlich für die Kommunikation und hat genug zeitliche Kapazitäten?
- Wie wird die Kommunikation über BBBLOCKCHAIN in bestehende Prozesse integriert, um eine regelmäßige Kommunikation zu gewährleisten?
- Wie häufig werden aktuelle Informationen in die Blockchain eingetragen?
- Welche Informationen werden von den jeweiligen Stakeholdergruppen in die BBBLOCKCHAIN eingetragen und was wird nicht kommuniziert?
- Welche Grundprinzipien der Kommunikation werden vereinbart?

Es ist hilfreich, bereits vor dem Start des Beteiligungsverfahrens die Transparenzmaßstäbe aber auch die

Möglichkeiten zur Mitbestimmung zu definieren. Damit ergeben sich neue Leitlinien, an denen man sich in der Gestaltung des Beteiligungsverfahrens über die BBBLOCKCHAIN fortlaufend orientieren kann. Darauf aufbauend, kann eine Kommunikationsstrategie und -frequenz festgelegt werden, um zu definieren welche Informationen gepostet werden und zu welchem Zeitpunkt. Eine Einbettung in bestehende Arbeitsprozesse ist zu empfehlen (z.B. als Teil von Projektmeetings). Ein Eintrag sollte zu dem vereinbarten Zeitpunkt auch dann erfolgen, wenn sich Themen noch in der Abstimmung befinden und es nichts Neues bzw. keine Ergebnisse zu berichten gibt. Auch Informationen zu Stillstand können relevant sein und zeigen weiter die Kommunikationsbereitschaft nach aussen. Generell muss klar geregelt und kommuniziert werden, welches Level an Transparenz zu erwarten ist und wie man sich als Interessierter oder Betroffener beteiligen kann.

## WAS IST BEIM DATENSCHUTZ ZU BERÜKSICHTIGEN?

Die Blockchain ist unveränderbar, einmal eingetragenen Informationen können nicht geändert werden. Versuche, Veränderungen vorzunehmen werden als Manipulation angezeigt (s. Teil 1 / Kapitel 2). Alle eingetragenen Informationen sind somit zeitlich unbegrenzt für die Öffentlichkeit sichtbar. Haben sich bestehende Inhalte in der BBBLOCKCHAIN im Verlauf des Beteiligungsprozesses verändert oder unterliegt ein Fehler, muss ein neuer Eintrag angelegt werden, um die Änderungen zu erläutern. Deshalb ist es wichtig, sensible Daten mit Sorgfalt zu behandeln.

Folgende Daten dürfen aus rechtlichen Gründen nicht in die BBBLOCKCHAIN aufgenommen werden:

- Alle Daten die Rückschlüsse auf Personen zulassen (Adressen, Kontaktdaten, etc.)
- Urheberrechtlich geschütztes Material
- Illegale Inhalte
- Kommunikationprotokolle und -aufzeichnungen, ohne die Erlaubnis aller Beteiligten
- Zeitlich befristet lizenziertes Material
- Dokumente, die nur einem eingeschränkten Personenkreis zugänglich gemacht werden sollten, z.B. Hausaushänge und interne Bekanntmachungen

## DATENSCHUTZ IN DER APP

- Die App verfügt über eine generelle Datenschutzerklärung (s. [www.bbblockchain.de/datenschutz](http://www.bbblockchain.de/datenschutz) als Beispiel).
- Werden durch User-Tracking in externen Seiten oder Umfragen zusätzliche Daten erhoben, muss dies in der Datenschutzerklärung erwähnt werden.
- Wird ein User-Tracking genutzt, benötigt man ein Opt-out oder Opt-in Verfahren (s. [www.bbblockchain.de](http://www.bbblockchain.de) als Beispiel).

## DATENSCHUTZ BEI UMFRAGEN UND ABSTIMMUNGEN

Aus Datenschutzgründen und um die Umfragen nicht zu beeinflussen, wurden die Smart Contracts so implementiert, dass in der Blockchain nicht gespeichert wird, wer für etwas abgestimmt hat. Zwar benötigen alle Wahlberechtigten individuelle Zugangsdaten, allerdings wird dieses nicht im Klartext in der Blockchain gespeichert. Es werden nur Hash-Werte des individuellen Passworts gespeichert, wodurch externe Beobachter nicht rekonstruieren können, welcher Hash-Wert zu welchem Passwort gehört und ob es schon benutzt wurde. Allerdings kann von jedem unabhängig überprüft werden, ob es sich um ein gültiges Passwort handelt und ob die Stimme korrekt gezählt wurde. Da wir für Umfragen und Abstimmungen den selben Smart Contract verwenden, werden die Stimmen bei beiden gleich geschützt.

## WELCHE TECHNISCHE INFRASTRUKTUR WIRD BENÖTIGT?

BBBlockchain ist ein open-source Projekt und baut auf Standardkomponenten der Web-Entwicklung und Blockchain-Technologien auf. Die Source Codes sind verfügbar unter <https://github.com/ecdf-bbbblockchain>.

Alle Bestandteile von BBBlockchain unterliegen einer open-source Lizenz und können somit frei verwendet und erweitert werden. Die Installationsanleitungen und Schnittstellendokumentationen sind in den Readme-Dateien der Projekte zu finden. Für den Produktivbetrieb ist es allerdings notwendig, die Infrastrukturserver professionell abzusichern.

Zum Betrieb der mobilen Apps wurde für die Pilotphasen eine eigene Infrastruktur aufgebaut, die es auch technisch unversierten Benutzern erlaubt, mit den Smart Contracts zu interagieren.

Die Hauptkomponenten von BBBlockchain wären technisch in der Lage ohne eigene Infrastruktur betrieben zu werden. Sämtliche Programmlogik ist in Smart Contracts verankert, allerdings ist derzeit noch Hilfsinfrastruktur notwendig, um die App einem breiten Publikum zugänglich zu machen.

Folgende Komponenten wurden für den Pilotbetrieb von BBBlockchain entwickelt (s. Abb. 1):

1. BBBlockchain Smart Contracts
  - Projekt- und Rechteverwaltung
  - Projektinterne Informations- und Usecase-Verwaltung
  - Anwendungsfälle (Dokumenten-Timestamping; Offene Abstimmungen; Wahlberechtigungsverwaltung)
2. Synchronisierte Ethereum Node
3. Öffentliche API-Schnittstelle um Inhalte der Smart Contracts über HTTP(S) verfügbar zu machen (sog. „Interface“ und „Oracle“)
4. Webserver für Web App
5. iPhone und Android App
6. WordPress zur Verwaltung von Beiträgen/ Dateien, und zur Aufbereitung von Eingaben in die Smart Contracts (durch eigenentwickeltes WordPress Plugin)
7. Amazon CloudFront Content Distribution Network als Cache für statische Inhalte unserer eigenen Serverinfrastruktur

Unsere eigene Infrastruktur stellt dabei zwar eine zentrale Instanz für die App-Bedienung dar, allerdings können die Smart Contracts auch ohne unsere Infrastruktur direkt gesteuert werden. So könnten die Bürger\*innen mit ihrem eigenen Ethereum Wallet auf die Smart Contracts zugreifen und die Inhalte ohne fremde Infrastruktur prüfen bzw. an Umfragen und Abstimmungen teilnehmen.

Zur Kostenminimierung wurden die Beiträge und Dateien, die durch die Smart Contracts abgesichert werden, nicht direkt in der Blockchain abgespeichert. Große Datenmengen werden auf externen Servern gespeichert, allerdings kann die Integrität der Inhalte durch Hash-Werte aus den Smart Contracts geprüft werden. Auch hier gilt, dass unsere eigene Infrastruktur nicht nötig wäre, der aktuelle Stand der Blockchain-Entwi-

cklungen allerdings noch nicht in der Lage ist, große Binärdaten wirtschaftlich in den Blockchain zu speichern. Durch den Einsatz eines Content Deliver Network konnten alle statischen Inhalte in weltweit verteilten Caches zwischengespeichert werden. Dadurch konnten wir unsere eigene Infrastruktur auf ein Minimum reduzieren und setzten nur einen einzigen Server ein.

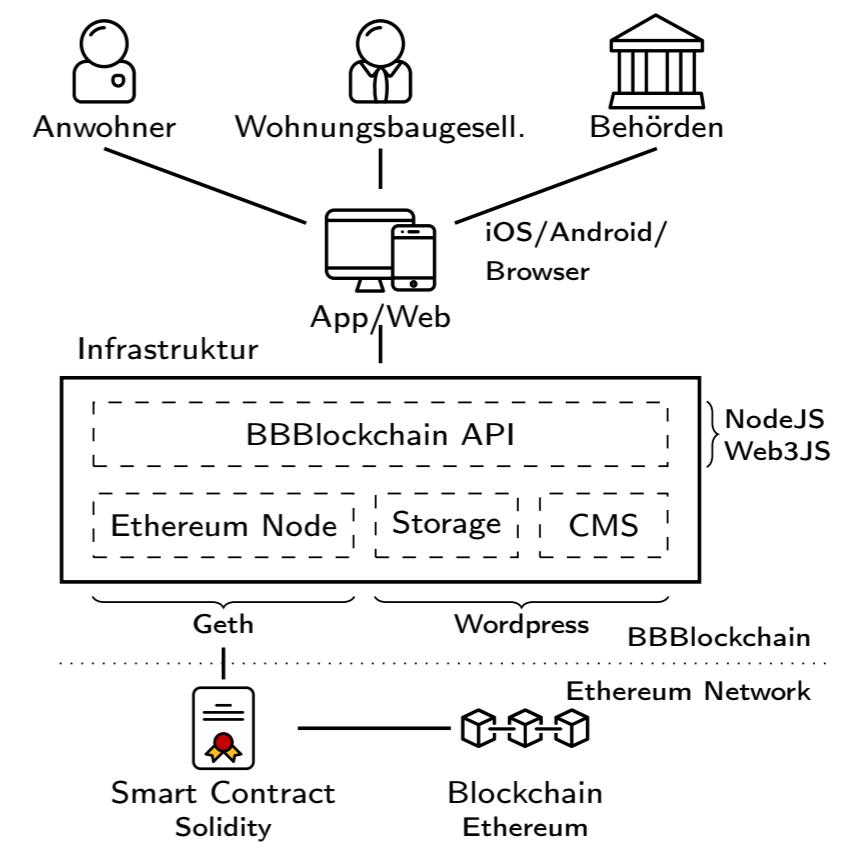


Abb. 1: Technische Infrastruktur

## WAS KOSTET DIE SERVER-INFRASTRUKTUR?

Für den Betrieb der BBBBlockchain Server-Infrastruktur wurden für die Pilotprojekte handelsübliche, mittelmäßig leistungsstarke Server eingesetzt. Um größere Lastschwankungen auszugleichen, wurde zur Sicherheit Amazon Cloud-Infrastruktur angemietet. Bei den folgenden Hardwarespezifikationen handelt es sich um empfohlene Mindestausstattungen. Der Betrieb von zwei regional begrenzten Pilotprojekten stellte kein Problem dar. Bei größerem Besucheraufkommen ist ggf. eine stärkere Ausstattungen notwendig. Da es sich während der Pilotprojekte um ein Forschungsprojekt handelte, wurde auf zusätzliche Backup-Infrastruktur verzichtet. Im Produktivbetrieb sollte ein zusätzliches Test-System und Backup-Server vorhanden sein.

- Ethernet Client:
  - 4 GB RAM
  - 500 GB HDD
  - 2 CPU
- BBBBlockchain Webserver:
  - 4 GB RAM
  - 500 GB HDD
  - 2 CPU
- Content Distribution Network, Netzwerk-Cache

Im Rahmen des Pilotbetriebs beliefen sich die Serverkosten auf 937,50 EUR p.A. im Rechenzentrum des IT-Dienstleisters der Technischen Universität Berlin tubIT.

Zur Lastverteilung wurde ein Content Distribution Network (CDN) genutzt. Zugriffe auf die BBBBlockchain-App werden nicht direkt an den Webserver weitergeleitet, sondern von einem Zwischenspeicher beantwortet. Nur wenn die Anfrage in einem kurzen Zeitraum nicht schon einmal gestellt wurde, wird sie vom Webserver beantwortet und die Antwort anschließend zwischengespeichert. So führen z.B. 1.000 Anfragen in zehn Minuten nur zu einer einzigen Anfrage an den Webserver. Das CDN speichert die Antwort und liefert sie an die übrigen 999 Anfragenden aus, ohne den Webserver wiederholt zu belasten.

## WAS IST DER ADMINISTRATIVE AUFWAND?

Die Administration von BBBBlockchain ist nicht auf eine eigene Infrastruktur angewiesen, sondern könnte vollständig dezentral mit der Blockchain erfolgen. Zur Unterstützung der Pilotphasen wurde die Administration mit dem Ethereum Truffle Framework (s. <https://www.trufflesuite.com>) unterstützt. Alle administrativen Eingriffe wurden als Truffle-Migrations durchgeführt.

Der administrative Aufwand wird wie folgt eingeschätzt:

- Installation der BBBBlockchain: Ca. 1 Tag, mit Fachwissen zu Blockchains und Ethereum
- Tägliche Kontrolle der eigenen Infrastruktur: Ca. 30 Min./Tag
- Tägliche Synchronisierung eines Backup-Servers: Ca. 30 Min./Tag
- Aktualisierungen und Sicherheitsbackups: Ca. 30 Min./Woche

Der Wartungsaufwand der Smart Contracts beläuft sich auf ein Minimum, sofern keine Anpassungen des Programmcodes notwendig sind.

Hier ist anzumerken, dass sich diese Aufwandsschätzungen nur auf den fehlerfreien Betrieb beziehen. Solange es zu keinen unregelmäßigen Ereignissen kommt (z.B. Fork auf der Blockchain oder Updates), ist der Aufwand gering und kann von IT-Fachkräften ohne Blockchain-Fachkenntnisse durchgeführt werden. Insbesondere die Kontrolle und Synchronisation der Blockchain können ggf. gleichzeitig durchgeführt werden, wodurch sich der tägliche Aufwand

nur bei schätzungsweise 30 Min./Tag bewegt. Bei Forks oder Code-Änderungen ist der Aufwand je nach Fall abhängig und benötigt Blockchain-Fachkenntnisse.

## ADMINISTRATION VON ABSTIMMUNGEN UND UMFRAGEN

BBBlockchain ermöglicht es, offene Umfragen und Abstimmungen durchzuführen. Um unberechtigte Mehrfachwahlen auszuschließen gibt es die Möglichkeit Wahlberechtigungen in Form von Passwörtern im Vorfeld zu erteilen. Dazu muss in dem BBBBlockchain Smart Contract vor Beginn der Hash-Wert der Wahlberechtigung gespeichert werden. Der administrative Aufwand darf nicht unterschätzt werden, je nach Menge an Wahlberechtigten. Blockchains erlauben nur eine begrenzte Anzahl an Transaktionen pro Block, was dazu führt, dass eine große Menge an neuen Wahlberechtigungen in viele Transaktionen aufgeteilt werden muss. Im Falle der Ethereum Blockchain schätzen wir die Anzahl an benötigten Transaktionen wie folgt:

# Codes \_\_\_\_\_ • Votings • 15. Sek./Transaktion  
80 Codes/Transaktion

Im Pilotprojekt Bülow90, mit vier Umfragen, zwei Abstimmungen und 4.500 Wahlberechtigungen, dauerte das Speichern der Tokens ca. 85 Minuten. Je nach Last des Ethereum-Netzwerks durch andere Teilnehmer\*innen kann es zu zusätzlichen Verzögerungen kommen.

## **WIE SPRICHT MAN DIE ZIELGRUPPEN AN?**

Ein wesentlicher Aspekt für eine erfolgreiche Nutzung der BBBLOCK-chain-App ist es, die Bürger\*innen zur Teilnahme zu motivieren. Hierfür ist es sehr wichtig, wie in anderen Beteiligungsmaßnahmen, über die Nutzungsmöglichkeit zu informieren. Es ist zu klären durch welche Kommunikationsmaßnahmen die jeweilige Zielgruppe angesprochen wird. Im Partizipationsprojekt wurden hierfür Beteiligungsveranstaltungen, Aushänge im Hausflur, Anschreiben an die sowie bestehende Online-Plattformen genutzt.

Ein weiterer Aspekt sind auch die auf der Plattform zur Verfügung gestellten Inhalte. Aus der Literatur

ist bekannt, dass die Motivation sich zu beteiligen umso höher ist, je höher der erwartete Einfluß auf die Entscheidungsfindung ist. Im Forschungsprojekt hat sich auch häufig hervorgetan, dass besonders viel Wert auf die Erläuterung von Entscheidungsprozessen gelegt wird, um zu verstehen, warum und mit welchem Einfluss Entscheidungen getroffen wurden. Eine klare Kommunikation der Entscheidungsfindung ist somit wünschenswert. Ebenso eine regelmäßige Information über die Verwertung von Ergebnissen aus Umfragen und Abstimmungen, um eine hohe Transparenz und Nachvollziehbarkeit zu schaffen.

## **ANHANG - ANLEGEN VON BEITRÄGEN ÜBER WORDPRESS**

Im Forschungsprojekt wurde ein Wordpress-Interface genutzt, um Einträge in die BBBLOCKCHAIN zu tätigen. Die Nutzung dieses wird im nächsten Abschnitt erläutert. Schnittstellen zu externen Systemen können bei Bedarf individuell programmiert werden.

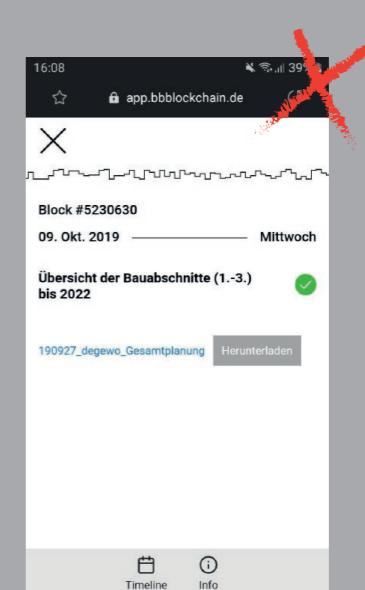
## 1) BEITRAG ANLEGEN

1. Menüpunkt „Beiträge“ auswählen.
2. Neuen Beitrag „Erstellen“ wählen.

The screenshot shows the BBBBlockchain Cloud interface. On the left, there's a sidebar with various menu items like 'Dashboard', 'Beiträge', 'Alle Beiträge', 'Erstellen', 'Medien', etc. The 'Beiträge' item is highlighted with a red circle labeled '1'. In the main content area, there's a list of articles with columns for 'Titel', 'Autor', 'Kategorien', 'Schlagwörter', and 'Datum'. At the top of this list, there's a blue button labeled 'Erstellen' with a red circle labeled '2' over it. Below the list, there are buttons for 'Mehrfachaktionen' and 'Übernehmen'.



zu 1) Beispiel: zu langer Text



zu 2) Beispiel: fehlende Erklärung

## 2) BEITRAG VERFASSEN

1. Überschrift wählen (max. 75 Zeichen).
2. Neuen Beitrag hinzufügen (Zeichen unbegrenzt; kurze Beschreibung wünschenswert).

This screenshot shows the 'Erstellen' (Create) article editor. On the left, there's a sidebar with 'Beiträge', 'Alle Beiträge', 'Erstellen', 'Medien', etc. The 'Erstellen' item is highlighted with a red circle labeled '1'. The main area has a title field containing 'test' (highlighted with a red circle labeled '1') and a larger text input field below it (highlighted with a red circle labeled '2'). There are also buttons for 'Speichern', 'Vorschau', and 'Veröffentlichen...'.

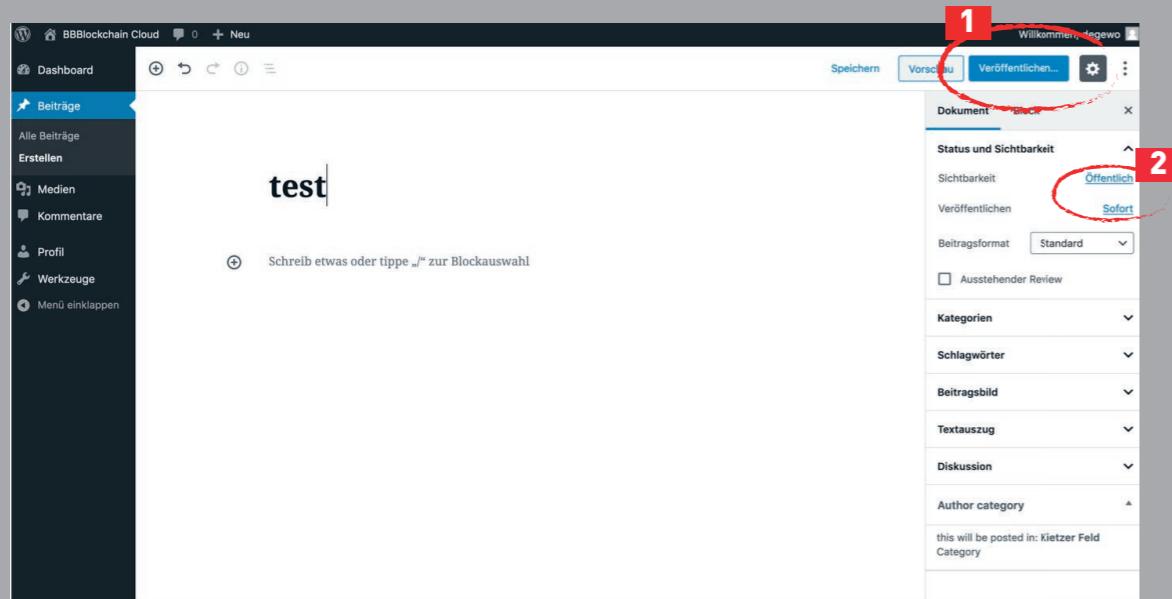
## 3) HINZUFÜGEN VON BILDERN ODER DATEIEN

1. Datei oder Bild wählen und Dateinamen vergeben, der Inhalte des Dokumentes wieder gibt.
2. Wenn Datei hinzugefügt wird, die Option „Download-Button anzeigen“ auswählen.

This screenshot shows the 'Vorschau' (Preview) article editor. On the left, there's a toolbar with 'Speichern', 'Vorschau', 'Veröffentlichen...', and other icons. The main area shows a preview of the article with the title '1. Mieterinformation "Kietzer Feld"'. Below the preview, there's a download button labeled 'HERUNTERLADEN'. On the right, there's a sidebar with sections like 'Dokument', 'Block', 'Datei', 'Text-Link-Einstellungen', and 'Erweitert'. A red circle labeled '1' highlights the toolbar above the preview. A red circle labeled '2' highlights the 'download-Button-Einstellung' checkbox in the 'Erweitert' section of the sidebar.

## 4) VERÖFFENTLICHEN

1. Um den Beitrag abzuschließen, „Veröffentlichen“ nicht vergessen.
2. Beiträge können sofort veröffentlicht werden oder das Datum kann individuell gewählt werden.
3. Da die Blockchain längere Zeit braucht um neue Inhalte zu übernehmen, kann es bis zu 30 Minuten dauern, bis der Beitrag nach der Veröffentlichung in der App erscheint.



Custom Fields	
Name	Value
bbb_voting	tokens
bbb_voting_ende	31.03.2020 23:59:59
bbb_voting_start	15.02.2020 13:00:00

## 5) UMFRAGEN ANLEGEN

Umfragen werden als Beitrag verfasst und benötigen folgende Konfigurationen in den „Custom Fields“ (nicht sichtbar in den Beiträgen):

1. Umfrage Typ (z.B. offen für jeden oder nur mit Wahlberechtigungen sog. „Tokens“)
2. Start-Zeit und Datum
3. End-Zeit und Datum

Durch das Hinzufügen einer formatierten Liste mit Antwortmöglichkeiten, wird eine Umfrage gestartet. Die Verwaltung der Wahlberechtigung-Codes erfolgt direkt in den Smart Contracts.

# Danke!

Unser besonderer Dank geht an die degewo und Gewobag für das Ermöglichen der Pilotprojekte, an den Beirat für die inhaltliche Unterstützung und an das gesamte Projektteam des Forschungsprojektes:

## Beirat

Prof. Dr. Steffen Augsberg  
Thomas Felgenhauer  
Dr. Martin Florian  
Dr. Angela Jain  
Anne Keilholz  
Ralf Schulze  
Prof. Dr. Gesine Schwan  
Sandra Wehrmann

## Projektteam

**degewo**  
Janine Grube  
Katrín Baba-Kleinhans

**Gewobag**  
Nicolas Durotin  
Roman Riebow

## **Bezirk Treptow-Köpenick**

Sabrina Kirmse  
Ines Schilling  
Ulrike Zeidler

## **Mieterbeirat Kietzer Feld**

Hartmut Liebner

**degewo Miiterrat**  
Corinna Borch

**TU Berlin**  
Efia Faschina  
Christin Repp



**www.bblockchain.de**