

SMART CONTRACTS UND DAS INTERNET OF THINGS

Aktuelle Entwicklungen, rechtliche und technische Perspektiven

Bettina Mielke / Christian Wolff

Dr. iur. Bettina Mielke, Vorsitzende Richterin am Landgericht Regensburg, Lehrbeauftragte an der Universität Regensburg
Kumpfmühler Straße 4, 93047 Regensburg, DE
bettina.mielke@lg-r.bayern.de

Professor Christian Wolff, Institut für Information und Medien, Sprache und Kultur, Lehrstuhl für Medieninformatik
Universität Regensburg, 93040 Regensburg, DE
christian.wolff@ur.de, <http://mi.ur.de>

Schlagnote: *Smart Contracts, Blockchain, Ethereum, Internet of Things, Internet der Dinge*

Abstract: *Der Beitrag gibt einen Überblick zum Bereich der Smart Contracts. Nach der Erörterung dieses schillernden Konzepts und des Zusammenhangs mit der Blockchain-Technologie stellen wir dar, welche rechtlichen und technischen Perspektiven sich für ihre Anwendung im Internet of Things ergeben. Dabei gehen wir auf neuere Entwicklungen einschließlich bereits realisierter Anwendungsbeispiele etwa zum supply chain management ein.*

1. Einführung

Ungeachtet weiter bestehender Ambivalenzen in der juristischen bzw. technischen Perspektive auf das Thema¹ haben Smart Contracts für zahlreiche Anwendungsgebiete gerade im Zusammenhang mit dem Internet of Things großes Potenzial. Wissenschaftliche Arbeiten, die Smart Contracts mit dem Internet of Things unmittelbar in Bezug setzen, sind gleichwohl noch vergleichsweise rar gesät.² In diesem Beitrag wollen wir eine Begriffsklärung vornehmen und die unterschiedlichen Sichtweisen auf das Konzept der Smart Contracts aufzeigen. Anschließend nehmen wir ihre Nutzungsmöglichkeiten für das Internet of Things, dem Tagungsmotto des IRIS 2019, in den Blick und sprechen rechtliche und technische Herausforderungen an.

2. Der Begriff des Smart Contract

Es gibt keine einheitliche Definition zum Begriff des Smart Contract. Einig ist man sich, dass es sich um einen Programmcode, also um Software, handelt, der in Abhängigkeit von zu definierenden Ereignissen Prozesse auslöst. KAULARTZ/HECKMANN 2016 nennen folgende Merkmale von Smart Contracts:

- (1) ein digital prüfbares Ereignis,
- (2) einen Programmcode, der das Ereignis verarbeitet und
- (3) eine rechtlich relevante Handlung, die auf der Grundlage des Ereignisses ausgeführt wird.³

Anders ausgedrückt ist ein Smart Contract Software, «die rechtlich relevante Handlungen (insbesondere einen tatsächlichen Leistungsaustausch) in Abhängigkeit von digital prüfbareren Ereignissen steuert, kontrolliert

¹ Vgl. dazu MIELKE/WOLFF 2018; REYNA et al. 2018.

² Vgl. einführend dazu KOUZINOPOULOS et al. 2018; FOTIOU/POLYZOS 2018. Die ingenieurwissenschaftlich-technische Bibliothek IEEE Xplore (<https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>) weist im Oktober 2018 gerade 40 Artikel auf, die Smart Contracts und das Internet of Things thematisieren – dabei dürfte es sich um den derzeit größten Bestand an wissenschaftlichen Artikeln zu diesem Thema aus technischer Sicht handeln.

³ KAULARTZ/HECKMANN 2016, 618.

und/oder dokumentiert»⁴. Voraussetzung ist damit weder, dass diese Programmcodes *smart* im Sinne einer irgendwie gearteten Intelligenz sind, noch dass es sich um einen *Vertrag* handelt.⁵ In einer Antwort der deutschen Bundesregierung auf eine kleine Anfrage von Bundestagsabgeordneten heißt es nüchtern: Ein Smart Contract ist ein «digitales Protokoll, das Regeln für Prozesse festlegt, die im Rahmen einer Transaktion automatisch ausgeführt werden («in Code gefasste Wenn-dann-Regeln».)»⁶

2.1. Automatisierter Ablauf des schuldrechtlich Vereinbarten vs. Vertrag als Programm

Häufig wird ein Smart Contract als etwas verstanden, das Vereinbarungen eines schuldrechtlichen Vertrags ausführen soll, also nicht dazu dienen soll, selbst Willenserklärungen inhaltlich auszudrücken. Als Vergleich könne etwa ein Warenautomat dienen: «Dass der schuldrechtliche Vertrag geschlossen und was an den Käufer wie übereignet werden soll, ergibt sich aus den äußeren Umständen, nicht aus der Mechanik des Automaten. Die Mechanik führt nur die Übergabe der Ware durch».⁷ Wesentlich sei, dass es sich um automatisierte Abläufe handle.⁸ Damit steht das im Vordergrund, was mit dem Konzept des sich selbst vollziehenden oder selbst ausführenden Vertrags als wesentlichem Merkmal eines Smart Contracts gemeint ist.⁹

Davon abzugrenzen ist, dass mit Hilfe eines Programmcodes auch dingliche und/oder schuldrechtliche Verträge geschlossen werden könnten, also die Vertragsparteien ihre Willenserklärungen mit Hilfe einer Programmiersprache ausdrücken.¹⁰ Dass dies mit erheblichen rechtlichen und tatsächlichen Schwierigkeiten verbunden ist, liegt auf der Hand. Vor allem die (fehlerfreie und vollständige) Übertragung von Willenserklärungen in Programme ist bei umfangreicheren Vertragsgestaltungen als kaum leistbar anzusehen.¹¹

Es liegen also unterschiedliche Interpretationen von Smart Contracts vor: Zum einen die Konzentration auf die sich selbst vollziehende Ausführung eines Teils des Vertrags, zum anderen – wohl auch beeinflusst von dem Namen – die Vorstellung eines (intelligenten) Vertrags in Programmcode. Dies führt nicht nur zur Begriffsverwirrung, sondern trägt dazu bei, dass die damit verbundenen Vorstellungen/Hoffnungen weit auseinanderliegen. So wird es für möglich gehalten, dass Smart Contracts die «gewohnte Kautelarjurisprudenz ganz oder teilweise ersetzen»,¹² es handle sich um «mit größter Sorgfalt entworfene Spielmechanismen, welche die Interessen einer Vielzahl nicht-kooperativer Spieler zu koordinieren und in ein Gleichgewicht zu bringen versuchen»¹³. Andere sehen «Systeme zur automatisierten Dokumentenerstellung» als «Vorstufe zu Smart Contracts» und als «technologische Fortentwicklung von Formularbüchern».¹⁴

Für den Bezug zum Internet of Things (IoT) dürfte in erster Linie die sich selbst vollziehende Komponente von Bedeutung sein.¹⁵

⁴ KAULARTZ/HECKMANN 2016, 618; so auch SCHREY/THALHOFER 2017, 1431.

⁵ Vgl. BLOCHER 2016; KAULARTZ/HECKMANN 2016, 618 f.; PAULUS/MATZKE 2017, 772, 2018, 1905.

⁶ BUNDESREGIERUNG 2018b.

⁷ KAULARTZ/HECKMANN 2016, 621; siehe auch SCHREY/THALHOFER 2017, 1431.

⁸ SIEDLER 2017, 1092: «Smart Contracts sind schlicht automatisierte Vorgänge, Computer-Codes» [...] Es sind «keine vollständigen Verträge, sondern es sind automatisierte Ausschnitte von vertraglichen Beziehungen».

⁹ Vgl. BÖRDING/JÜLICHER/RÖTTGEN/v. SCHÖNFELD 2017, 138; BORMANN 2017, 635; DIAZAYERI 2016; FRIES 2016, 2862; FRIES 2018, 86; WAGNER 2018, 898, 901; siehe auch PAULUS/MATZKE 2018, 1905: «Software, die also letztlich nichts anderes tut, als die vertraglich vereinbarte Zahlungsverpflichtung durchzusetzen, wird heute gerne mit dem Begriff «Smart Contract» tituliert».

¹⁰ KAULARTZ/HECKMANN 2016, 618; siehe auch DIAZAYERI 2016.

¹¹ Vgl. dazu ausführlich MIELKE/WOLFF 2018.

¹² HECKELMANN 2018, 509.

¹³ GLATZ 2018, 115, der fortführt: Wer solche Smart Contracts für komplexe Transaktionen entwickle, müsse «ein Hybrid aus Informatiker, Ökonom, Jurist und Spieltheoretiker sein».

¹⁴ Etwa BORMANN 2017, 636.

¹⁵ BLOCHER 2016, 618 «Der ebenso unbeeinflussbare wie unaufhaltsame Ablauf des Codes könnte aber im Hinblick auf formelhaft beschreibbare Teile von Vereinbarungen wegen der dadurch entbehrlichen staatlichen Vollstreckung zu einem wahren «Game Changer» der Vertragsgestaltung» werden.

2.2. Smart Contracts und Blockchain

Das Konzept Smart Contract machte vor allem im Kontext der Blockchain-Technologie Karriere, wenngleich diese Technologie nicht grundsätzlich für Smart Contracts vorausgesetzt wird, und zwar gleichgültig, ob es um die Durchsetzung des Vereinbarten geht oder man von der Vorstellung ausgeht, dass der ganze Vertrag in Programcode umgesetzt ist.¹⁶ Die kryptografische Absicherung mit Hilfe der Blockchain-Technologie verspricht aber die fälschungssichere, nachvollziehbare Dokumentation und Verifikation vertragsgebundener Vorgänge ohne die Notwendigkeit eines Intermediärs, was Transaktionen sicher und kostengünstig machen soll. Teilweise wird ein Smart Contract sogar als «Programmcode, der auf einer Blockchain läuft und dort Daten auf der Grundlage anderer (externer) Daten verändert», definiert.¹⁷ Wenn die Kombination mit Blockchain-Technologie auch nicht zwingend ist, wird darin doch besonderes Potential gesehen.¹⁸ Die deutsche Bundesregierung äußert sich dazu wie folgt: «Sogenannte <Smart Contracts> haben anwendungsübergreifend das Potenzial, die unterschiedlichen Prozesse zu automatisieren. Eingebettet in eine weitgehend fälschungssichere und damit vertrauenswürdige Technologie ermöglichen sie Transaktionen zwischen sich möglicherweise unbekannt Personen oder auch zwischen Maschinen.» [...] Sie «sind ein möglicher nächster Schritt in einem fortlaufenden Digitalisierungsprozess, deren Potenziale derzeit nur im Ansatz erahnt werden können».¹⁹

3. Neuere Entwicklungen zu Smart Contracts

Im Folgenden werden neuere Entwicklungen zu Smart Contracts einschließlich der Anwendungsmöglichkeiten im Bereich IoT dargestellt.

3.1. Politik

Im Koalitionsvertrag von CDU/CSU und SPD für die 19. Wahlperiode des Deutschen Bundestags vom 12. März 2018 heißt es zu Smart Contracts wie folgt: «Wir erleichtern Verbraucherinnen und Verbrauchern die Rechtsdurchsetzung durch Digitalisierung, insbesondere bei smart contracts. Deshalb werden wir die Entwicklung der automatischen Vertragsentschädigung fördern und rechtssicher gestalten.»²⁰

Die deutsche Bundesregierung äußerte sich 2018 zudem in zwei Erklärungen auf kleine Anfragen von Bundestagsabgeordneten zu Smart Contracts und Distributed-Ledger-Technologien²¹ und führt dabei u.a. aus: «Im Rahmen der Erarbeitung der Blockchain-Strategie werden regulatorische Fragestellungen im Zusammenhang mit Blockchain- und Distributed-Ledger-Technologien und somit auch im Zusammenhang mit smart contracts betrachtet werden.»²² Gleichzeitig wird festgestellt, dass die Blockchain-Technologie im Konflikt mit Prinzipien der europäischen Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) stehe. Den angekündigten Blockchain-Leitfaden werde das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) zum 16. Deutschen IT-Sicherheitskongress vom 21. bis 23. Mai 2019 vorstellen.²³ Im *Fin Tech Action Plan* der EU werden Smart Contracts indirekt berücksichtigt, indem auf offene rechtliche Probleme verwiesen wird: «the legal validity and enforceability of smart contracts may need clarification»²⁴.

¹⁶ Siehe auch FRIES 2018, 86.

¹⁷ BLOCHER 2016, 618, siehe auch BÖRDING/JÜLICHER/RÖTTGEN/v. SCHÖNFELD 2017, 138; BRÜCK/NIKIFOROW/WAGENER 2018, 907; SANDNER/VOIGT/FRIES 2018, 121; SUDA/TEJBLUM/FRANCISCO 2017, 97.

¹⁸ Siehe WAGNER 2018, 901 oder den Beitrag unter <https://www.datenschutzbeauftragter-info.de/smart-contracts-vertragsabwicklung-durch-computer/>, der Blockchain als «Rückgrat der Smart Contracts» bezeichnet.

¹⁹ BUNDESREGIERUNG 2018a; siehe auch GLATZ 2018, 114: «Die Erfindung der Blockchain-Technologie bedeutet einen Quantensprung hin zur praktischen Realisierbarkeit des Konzepts Smart Contracts.»

²⁰ Vgl. <https://www.bundesregierung.de/resource/blob/975226/847984/5b8bc23590d4cb2892b31c987ad672b7/2018-03-14-koalitionsvertrag-data.pdf>, S. 124, Zeilen 5825–5827.

²¹ BUNDESREGIERUNG 2018b, 2018a.

²² BUNDESREGIERUNG 2018a.

²³ BUNDESREGIERUNG 2018a.

²⁴ EUROPEAN COMMISSION 2018, 10.

3.2. Standardisierung

Einen Überblick zur Entwicklung der Standardisierung im Bereich Blockchain / Smart Contracts / IoT gibt BARRY 2018: Bei der internationalen Normungsorganisation ISO wurde 2016 ein neues Technisches Komitee (TC) zum Thema Blockchain («Blockchain and distributed ledger technologies») gegründet.²⁵ Dort sind elf Standards mit Blockchain-Bezug in Entwicklung, wobei kein (Teil-)Standard bisher über den Entwurfsstatus hinausgekommen ist. Darunter befinden sich auch zwei Standards, die sich mit Smart Contracts auseinandersetzen.²⁶ Mit der beginnenden Standardisierung haben Smart Contracts einen neuen Reifegrad erreicht. Gerade für die Anwendungen im IoT dürfte das Vorliegen von Standards förderlich sein.

Das US-amerikanische *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE) hat eine Reihe von Standards in Angriff genommen, wobei sich Standard *IEEE P2418.1 – Standard for the Framework of Blockchain Use in Internet of Things (IoT)* insbesondere der Nutzung von Blockchain-basierter Technologie für das IoT widmet und dabei auch Smart Contracts als wesentliches Konzept behandelt.²⁷

3.3. Anwendungen von Smart Contracts im Bereich IoT

Ein bereits bestehendes Anwendungsgebiet für Smart Contracts ist der Finanzsektor²⁸. Im Bereich des IoT wird ein hohes künftiges Anwendungspotential gesehen, da ein Smart Contract «potenziell Zugriff auf alle Ressourcen, die vermittelt durch das Internet über eine Schnittstelle ansprechbar sind,» habe.²⁹ Gerade die Entwicklung hin zum *Smart Home*, zur *Smart City*, zum *Smart Car* und zum *Smart Money* mache die Idee des Smart Contracts so interessant.³⁰ Gleichzeitig ist derzeit von dramatischen Sicherheitslücken bei IoT-Anwendungen auszugehen, eine aktuelle Studie zeigt, dass gerade auch IoT-Anwendungen im industriellen Bereich (*Machine-2-Machine-Communication*; Industrie 4.0) unter Sicherheitsproblemen leiden.³¹ Zudem erzeugen Geräte und Sensoren im IoT große Datenmengen, die das ohnehin bestehende Skalierungsproblem der Blockchain weiter verstärken dürften.³² Auch der Datenschutz und die Technologie der Blockchain werden oft als im Widerspruch stehend angesehen.³³ Dabei ist das IoT sowohl im geschäftlichen und industriellen Bereich wie auch im privaten Umfeld mittlerweile zur Selbstverständlichkeit geworden: 26 Prozent der Befragten gaben bei einer Studie, bei der 1600 Menschen in Deutschland befragt wurden, an, ein smartes Gerät zu haben, das mit dem Internet verbunden ist; der Bitkom-Verband berichtet aus einer Studie, dass jeder vierte auf dem Weg zu einem intelligenten Zuhause ist.³⁴

²⁵ BARRY 2018, zum Stand der ISO-Standards vgl. <https://www.iso.org/committee/6266604.html>.

²⁶ Es handelt sich um ISO/AWI TS 23259 *Legally binding smart contracts* und ISO/DTR 23455 *Overview of and interactions between smart contracts in blockchain and distributed ledger technology systems*.

²⁷ Vgl. https://standards.ieee.org/project/2418_1.html.

²⁸ WAGNER 2018, 901; vgl. MIELKE/WOLFF 2018, 142; Siehe auch SANDNER/VOIGT/FRIES 2018, 125: Bei der Projektfinanzierung könnte mittels Smart Contracts in Verbindung mit dem IoT automatisch überprüft werden, ob der Darlehensnehmer auf Grundlage des Projektfortschritts zur Ziehung einer weiteren Darlehenstranche berechtigt ist.

²⁹ GLATZ 2018, 113; siehe auch BRÜCK/NIKIFOROW/WAGENER 2018, 907, 10; DJAZAYERI 2016; FRIES 2016, 2862; KAULARTZ/HECKMANN 2016, 620; PAULUS/MATZKE 2017, 772.

³⁰ GLATZ 2018, 113; siehe auch PAULUS/MATZKE 2017, 772.

³¹ ECKSTEIN 2018.

³² Xu et al 2017. Bei derzeit typischen Verarbeitungsgeschwindigkeiten typischer Blockchain-Implementierungen von derzeit ca. 3–20 Transaktionen pro Sekunde und der Dauer der Erstellung eines Blocks im Bitcoin-System im Minutenbereich wird deutlich, wie dramatisch die Skalierungsproblematik dieser Technologie derzeit noch ist.

³³ SCHREY/THALHOFER 2017, 1433; siehe auch BUNDESREGIERUNG 2018a.

³⁴ BERG 2018.

3.3.1. Anwendungsbeispiele und -vorschläge

Als typische Beispiele für Anwendungen im Bereich des IoT werden die Nachverfolgung von Lieferketten mit gleichzeitiger Auslösung der Kaufpreiszahlung bei Ankunft genannt.³⁵ Denkbar sind auch Vertragsstrafen bei fehlgeleiteten Warenlieferungen³⁶ oder die Anbringung von Messgeräten, die prüfen können, ob die Ware abnahmefähig oder verdorben ist.³⁷

Ein anderes Szenario betrifft das Vorratsmanagement, sei es der Kühlschrank, der selbständig neue Milch bestellt, sei es die Belieferung einer Heizung mit Brennstoff.³⁸ Durch Smart Contracts könnten gleichzeitig auch Wartungs- oder Reparaturprozesse angestoßen und gebucht werden.³⁹

Ein weiteres häufig (insbesondere auch wegen der damit zusammenhängenden rechtlichen Problematik) diskutiertes Einsatzgebiet sind Sperrungen des Mietobjekts bei Zahlungsverzug.⁴⁰ Einen ähnlichen Anwendungsfall diskutieren PAULUS/MATZKE im Zusammenhang mit dem Smart Meter, das im Zusammenspiel mit einem Smart Contract eine Versorgungssperre per Fernzugriff ermöglichen kann.⁴¹

Vielfach genannt wird auch die automatische Entschädigung bei Verspätung eines Verkehrsmittels, z.B. eines Flugzeugs, sobald sich aus der Flugplandatenbank eine entsprechende Verzögerung ergibt.⁴² Dieser Punkt einer automatisierten Vertragsentschädigung wird im oben genannten Koalitionsvertrag geradezu als Prototyp eines Smart Contracts angeführt.⁴³

Möglich erscheinen auch Versicherungen, deren Tarif abhängig vom Verhalten der Immobilieneigentümer und -bewohner gestaltet wird,⁴⁴ Mobilfunkverträge, deren Zahlungspflichten von der Dauer der Netzerreichbarkeit abhängig sind,⁴⁵ Autos, die selbständig den Parkplatz oder bei Elektroautos ihre Aufladung zahlen⁴⁶ sowie der direkte Stromhandel zwischen Erzeuger (z.B. Hausbesitzer mit Solaranlage) und Verbraucher.⁴⁷

Letztlich kann alles, was digital darstellbar und prüfbar ist, durch Smart Contracts automatisiert werden.⁴⁸ Die genannten Beispiele sind i.d.R. aber bislang nicht als Produkte oder Dienstleistungen ausentwickelt.

3.3.2. Konkrete Projekte/Produkte

Häufig genannt wird auch das deutsche Start-Up *Slock.it GmbH*⁴⁹, das ebenfalls auf Basis von *Ethereum* Smart Contracts-Anwendungen für Vermiet- bzw. Verkaufsvorgänge entwickelt. Das Unternehmen versteht sich als *Enabler* für die *Sharing Economy*, in der Menschen weniger eigentumsorientiert leben und daher sicheren Infrastrukturen für Vermietung besondere Bedeutung beikommt.

³⁵ BRÜCK/NIKIFOROW/WAGENER 2018, 911; Von einem entsprechenden Test, bei dem an Waren GPS-Tracker angebracht werden und bei Ankunft der Kaufpreis automatisch umgebucht wird, berichtet SIEDLER 2017, 1092.

³⁶ FRIES 2018, 86.

³⁷ SIEDLER 2017, 1092.

³⁸ HECKELMANN 2018, 504; MÜLLER 2017, 611.

³⁹ BRÜCK/NIKIFOROW/WAGENER 2018, 910; MÜLLER 2017, 611.

⁴⁰ KAULARTZ/HECKMANN 2016, 618; FRIES 2018, 86; MÜLLER 2017, 611; SCHREY/THALHOFER 2017, 1431.

⁴¹ PAULUS/MATZKE 2018, 1905 ff.; Auf der Grundlage der europäischen Richtlinien für den Elektrizitäts- und Gasbinnenmarkt erfolgte die Einführung eines intelligenten Messsystems (Smart Meter), das der Verbrauchsoptimierung dienen und neue, flexiblere Preismodelle ermöglichen soll, PAULUS/MATZKE 2018, 1906.

⁴² BLOCHER 2016, 618; FRIES 2018, 86.

⁴³ Vgl. oben Fn. 20.

⁴⁴ MÜLLER 2017, 611; Etwa von der Einhaltung von Wartungsintervallen bei der Infrastruktur oder der Verlässlichkeit hinsichtlich des Türschließens oder des Schneeräumens.

⁴⁵ FRIES 2016, 2862.

⁴⁶ KAULARTZ/HECKMANN 2016, 618.

⁴⁷ KAULARTZ/HECKMANN 2016, 620 f.

⁴⁸ So sicher zutreffend PAULUS/MATZKE 2018, 1910.

⁴⁹ BUNDESREGIERUNG 2018a, 16; MÜLLER 2017, 610 f., Fn. 48.

Ein typisches IoT-Beispiel aus dem Smart Home-Bereich betrifft eine Fallstudie, in der IBM seine Blockchain- und IoT-Infrastruktur in Kooperation mit Samsung nutzt, um bei einer Waschmaschine automatisch Waschmittel nachzubestellen, Ersatzteile anzufordern und After Sales-Aktivitäten abzuwickeln.⁵⁰

Seit Ende 2017 gibt die Schweizer Stadt Zug an ihre Bürger digitale Identitäten (eIDs) aus und nutzt dabei ebenfalls die Kryptoinfrastruktur *Ethereum* als Basis. Die Identität und die Kontrollinformation sind dabei jeweils als Smart Contracts in *Ethereum* abgelegt, damit dürfte es sich um eines der ersten operativen Smart Contracts-Beispiele mit Berührungspunkten zum öffentlichen Recht / Verwaltungsrecht handeln.⁵¹

Die Versicherungsgesellschaft AXA hat eine vollautomatische Blockchain-Police («Fizzy») gestartet, bei der sich Kunden über Smart Contracts gegen Flugverspätungen versichern können.⁵² Durch eine automatische Prüfung öffentlich zugänglicher Daten über Flugverspätungen erfolgt eine Entschädigungszahlung zeitnah, automatisch und unabhängig vom Grund der Verspätung. Neben dem Bereich der Finanzdienstleistungen ist hinsichtlich der Nutzung von Smart Contracts das Versicherungswesen insgesamt sehr aktiv, was sich an der Gründung entsprechender Interessensverbände wie der Blockchain *Insurance Industry Initiative B3I* zeigt.⁵³ Ein wesentliches Ziel dieses Netzwerks ist es, Prototypen zu entwickeln, die zeigen, wie sich Versicherungsverträge in Kryptoinfrastrukturen auch mit Hilfe von Smart Contracts verwalten lassen.⁵⁴

Bei den Anwendungsfällen im Zusammenhang mit dem IoT geht es in einer Vielzahl der Anwendungsfälle darum, dass Leistungsstörungen bereits unmittelbar bei der Erbringung der Gegenleistung berücksichtigt werden, beispielweise durch Überprüfung, ob die Sendung den Empfänger (wohlbehalten) erreicht hat, der Mieter den Mietzins erbracht hat oder Leistungsstörungen wie etwa die Verspätung des Zugs oder Flugzeugs zur Auszahlung einer Entschädigung führen, wodurch die Rechtsdurchsetzung letztlich durch die Software erfolgt.⁵⁵ Zum anderen kann die Warenlieferung automatisiert erfolgen. Damit beginnt bei «Vertragsschluss» bereits der geschuldete Leistungsaustausch, wird aber erst beim Eintritt der Bedingungen abgeschlossen.⁵⁶

3.3.3. Fallstudie Smart Contract-basierte *supply chain* in der Weinwirtschaft

Ein Anwendungsfall mit (industriellem) IoT-Bezug ist das *supply chain management*.⁵⁷ Hierzu liegt eine Fallstudie vor, die in Zusammenarbeit mit der Firma *Krones*, dem Weltmarktführer im Bereich Getränkeabfüllanlagen, digitale Lieferketten auf der Basis von *Ethereum* und unter Nutzung von Smart Contracts erfolgreich prototypisch realisiert und evaluiert hat.⁵⁸

Ausgangspunkt für die Studie war die praktische Frage, ob sich die derzeit verfügbaren technischen Lösungen, insbesondere *Ethereum*, eignen, um für Probleme aus dem Bereich der Warenwirtschaft, der Logistik und der Lieferketten (*supply chain*) praktikable Lösungen zu realisieren. Als konkreter Anwendungsfall wurde dabei die Thematik der Lieferketten in der Weinproduktion gewählt. Diese ist hinreichend komplex, da sie zahlreiche unterschiedliche Akteure (Winzer, Abfülltechnik, Transportwesen, Groß- und Einzelhandel)⁵⁹ um-

⁵⁰ MÜLLER 2017, 611, Fn. 52.

⁵¹ OFFERMAN 2018.

⁵² LOBE 2018, 21.

⁵³ <https://b3i.tech/home.html>; zahlreiche Fallstudien finden sich etwa auch auf dem von dem britischen «Blockchain Evangelist» WALID AL SAQQAF seit März betriebenen Blog *Insureblocks* (<https://www.insureblocks.com/>).

⁵⁴ «The short term focus of the platform is on handling reinsurance contracts on a state-of-the-art distributed ledger», <https://b3i.tech/our-product.html>.

⁵⁵ SCHREY/THALHOFER 2017, 1431.

⁵⁶ Siehe KAULARTZ/HECKMANN 2016, 619, die weiter ausführen, dass die Durchführung der Leistung also nicht vollstreckt werden muss und die Prüfung des Bedingungseintritts von den im P2P-Netzwerk beteiligten Rechnern ausgeführt wird, ohne dass es eines Zutuns der Vertragsparteien bedarf.

⁵⁷ Vgl. etwa BRÜCK/NIKIFOROW/WAGENER 2018, 911.

⁵⁸ Vgl. KASBERGER 2018; dort findet sich auch eine Übersicht zu *supply chain*-Lösungen, die Smart Contracts einsetzen. Auf <https://korbinian.rocks> finden sich weitere Details zu diesem Projekt.

⁵⁹ Vgl. KASBERGER 2018, 16 ff.

fasst. Gleichzeitig sind unterschiedliche Typen von Gegenständen betroffen (Lesegut, Abfüllmaschinen, Wein, Flaschen, Etiketten als Dokumentationsträger etc.), die zudem im Produktionsprozess einem Transformationsprozess unterworfen sind (Keltern der Trauben, Lagerung des Weins). Insofern ist auch ein klarer *Internet of Things*-Bezug gegeben.

Das Ziel des Einsatzes von Blockchain-Technologien war dabei unter anderem die Nachvollziehbarkeit (*traceability*) von Lieferungen ebenso wie die Verbraucher-orientierte Dokumentationsmöglichkeit der Herkunft des Inhalts einer Weinflasche. Dabei erfolgte eine Transaktions-orientierte Modellierung, für die eine einfache Datendokumentation im Sinne einer einfachen *distributed ledger technology* ohne die Möglichkeit zur Einbettung von ausführbaren Code nicht ausreichend gewesen wäre. Zum Lösungsansatz gehört damit zwingend eine technische Realisierungsform von Smart Contracts, wie dies *Ethereum* anbietet. Im Vorfeld wurde dabei auch untersucht, welche Smart Contract-basierten Lösungen zu Lieferketten und zum Einsatz in der Weinwirtschaft bereits existieren.⁶⁰ Tatsächlich sind nur vereinzelte prototypische Lösungen für diesen Bereich dokumentiert.

Für die Umsetzung einer Blockchain-basierten Lösung, die Nachvollziehbarkeit in der Lieferkette der Weinproduktion gewährleisten soll, wurde eine Modellierung der verschiedenen Akteure und ihrer Anforderungen vorgenommen. Auf der Basis dieser Anforderungsliste konnte eine Auswahl verfügbarer Blockchain-Lösungen erfolgen. Aufgrund der oben bereits angeführten Argumente kam für die Realisierung *Ethereum* mit seinem *Smart Contract*-Konzept zum Zug. *Smart Contracts* wurden dabei verwendet, um folgende anwendungsfallsspezifische Anforderungen zu erfüllen⁶¹:

- Jeder Schritt der Lieferkette muss Transaktionen empfangen und speichern können, die Daten enthalten,
- jede Interaktion, die zu einer Zustandsänderung führt, soll innerhalb der Smart Contracts speicherbar sein,
- für jeden Verarbeitungsschritt müssen spezifische Attribute dieses Schrittes speicherbar sein,
- die einzelnen Schritte müssen so nachvollziehbar verbunden sein, dass die Kette von Anfang bis Ende rückverfolgbar ist und
- das gesamte Datenmaterial muss recherchierbar sein.

Zusätzlich zu den Smart Contract-basierten Transaktionen wurden für die gespeicherten Daten eine Reihe von Hilfsfunktionen realisiert. Um das Konzept auf weitere Instanzen der jeweiligen Akteurs-Typen (also auf weitere Winzer, Abfüller, Händler) übertragen zu können, wurde ebenfalls auf der Basis von Smart Contracts ein eigenes *Handler*-Konzept realisiert.⁶² Ergänzend zur *Smart Contract*-basierten Transaktionsverarbeitung im Hintergrund wurde auf der Basis von JavaScript eine Benutzerschnittstelle zur Datenein- und Ausgabe realisiert. Ein eigener Demonstrator für diese Anwendung konnte erfolgreich im Rahmen einer Innovationsmesse bei der Firma Krones gezeigt werden. In der Evaluation wurde deutlich, dass eine zu kleinteilige Modellierung der Dinge, zum Beispiel auf der Ebene einzelner Weintrauben, die technischen Möglichkeiten von *Ethereum* derzeit überfordert, sodass zu hohe Kosten bzw. Laufzeiten entstünden. Es wurde daher auf eine derartig kleinteilige Modellierung verzichtet. Insgesamt konnte die prinzipielle Durchführbarkeit des Vorhabens belegt werden (erfolgreicher Proof-of-Concept), wenn auch zahlreiche technische und konzeptuelle Begrenzungen deutlich wurden.

⁶⁰ KASBERGER 2018, 27 ff.

⁶¹ KASBERGER 2018, 41.

⁶² KASBERGER 2018, 47 f.

4. Fazit: Rechtliche und technische Herausforderungen

In rechtlicher Hinsicht ist neben Haftungsfragen eine Reihe von Herausforderungen zu identifizieren: So besteht bei der privaten Rechtsdurchsetzung die Gefahr, dass Rechtsschutz umgangen wird.⁶³ Insofern müssen die Grenzen privater digitaler Rechtsdurchsetzung diskutiert und, falls die bisherigen Instrumente als nicht ausreichend erachtet werden, entsprechend festgelegt werden.⁶⁴

Durch Smart Contracts kann sich, wie FRIES 2018 ausführt, auch die Beweislast verschieben: Im Zivilrecht gilt i.d.R. der Grundsatz, dass jede Partei die Tatbestandsvoraussetzungen der für sie günstigen Normen beweisen muss, beim klassischen Vertrag also derjenige die Beweislast trägt, der die Störung der Vertragsabwicklung behauptet. Dies lässt sich durch Smart Contracts verschieben: Wo sich bereits bei Vertragsschluss eine mögliche Leistungsstörung identifizieren lässt, können die Parteien eine von der Software automatisch auszulösende Rechtsfolge statuieren. Die Beweislast verschiebt sich auf denjenigen, von dem die Software glaubt, dass er den Vertrag verletzt hat, denn nun ist es an ihm, einen Bereicherungsanspruch geltend zu machen und nachzuweisen, dass sein Gegenüber die automatische Auszahlung ohne Rechtsgrund erhalten hat.⁶⁵

Ein weiteres Problem entsteht im Fall von anonymen Parteien, da es praktisch ausgeschlossen ist, Gewährleistungsrechte geltend zu machen, wenn der Smart Contract lediglich Code die Hauptleistungen betreffend enthält. Im Fall von anonymen Parteien ist der Einsatz von Smart Contracts deshalb nur dann sinnvoll, wenn ein geringes Schlechtleistungsrisiko besteht oder der Smart Contract selbst über Möglichkeiten verfügt, Schlechtleistungen auf Programmcodeebene abzuwickeln⁶⁶, was wiederum Programme erfordert, die über (einfache) sich selbst vollziehende Komponenten hinausgehen.

Mindestens ebenso dramatisch sind die technischen Herausforderungen, da bei der bereits existierenden Vielfalt von Blockchain-Architekturen mit Smart Contracts unklar ist, welche Realisierungsform besonders geeignet für das IoT ist bzw. inwiefern grundsätzlich Blockchain-basierte Technologien in diesem Feld sinnvoll sind. Einerseits können kryptographische Standards die Systemsicherheit erhöhen helfen, andererseits arbeiten Smart Contract-Lösungen wie *Ethereum* gerade mit dem Prinzip verteilter Daten, was nicht nur datenschutzrechtlich problematisch sein kann, sondern auch durch die Festschreibung der Daten/Contracts als Grundprinzip der Blockchain Nachteile insofern hat, als sie weniger flexibel sind. Da die für Smart Contracts genutzte dezentrale Blockchain-Infrastruktur aufwändig und wenig effizient ist, wird zu prüfen sein, für welche IoT-Anwendungen sie zwingend erforderlich ist.⁶⁷

Sowohl in rechtlicher als auch in technischer Hinsicht ist eine ganze Reihe von Problemen erkennbar. Gleichzeitig ist das Thema Smart Contracts offenkundig in der Politik angekommen und wird als Gestaltungsoption wahrgenommen. Auch die technische Weiterentwicklung in Richtung Standardisierung ist grundsätzlich vielversprechend. Gleichzeitig ist völlig offen, welche Anwendungen auf der Basis von Smart Contracts tatsächlich entwickelt und vom Markt akzeptiert werden.

5. Literatur

BARRY, JAMES, Blockchain Standards Part 2 of 5 – The International Standards Organizations, Blogbeitrag, Medium.com, <https://medium.com/blockchain-standards/blockchain-standards-part-2-of-5-the-international-standards-organizations-340c2fc73e1e>, 2018.

⁶³ Dies illustriert folgendes Beispiel: 2014 musste eine alleinerziehende Mutter in Las Vegas ihre asthmakranke Tochter in ein Krankenhaus fahren. Ihr Wagen sprang nicht an, der Vermieter hatte über ein im Fahrzeug eingebautes Gerät die Zündung blockiert, da die Frau drei Tage im Rückstand mit ihrer monatlichen Rate war. LOBE 2018.

⁶⁴ PAULUS/MATZKE 2018, 1910; vgl. auch PAULUS/MATZKE 2017, 772 ff.

⁶⁵ FRIES 2018, 88.

⁶⁶ KAULARTZ/HECKMANN 2016, 620.

⁶⁷ Vgl. BRÜNNLER 2018, 78 f.

- BERG, ACHIM, Home Smart Home. Online-Präsentation, <https://www.bitkom.org/sites/default/files/file/import/Bitkom-Praesentation-Home-Smart-Home.pdf>, bitkom, Berlin 2018.
- BLOCHER, WALTER, The next big thing: Blockchain – Bitcoin – Smart Contracts, *Anwaltsblatt*, 2016, 66, S. 612–18.
- BÖRDING, ANDREAS/JÜLICHER, TIM/RÖTTGEN, CHARLOTTE/V. SCHÖNFELD, MAX, Neue Herausforderungen der Digitalisierung für das deutsche Zivilrecht, *Computer und Recht*, 2017, 33, S. 134–40.
- BORMANN, JENS, Die digitalisierte GmbH, *Zeitschrift für Unternehmens- und Gesellschaftsrecht*, 2017, 46, S. 621–47.
- BRÜCK, CHRISTIAN/NIKIFOROW, NICOLE/WAGENER, SEBASTIAN, Neue Verkettungen im Controlling durch die Blockchain-Technologie, *Der Betrieb*, 2018, S. 905–12.
- BRÜNNLER, KAI, *Blockchain kurz & gut*. d.punkt verlag, Heidelberg, 2018 [O'Reillys Taschenbibliothek].
- BUNDESREGIERUNG, Kleine Anfrage. Blockchain und Distributed-Ledger-Technologien – Potenziale und Anwendungsfelder. Deutscher Bundestag, 19. Wahlperiode, BT-Drucksache 19/5868. Bundesregierung, Berlin, 2018A.
- BUNDESREGIERUNG, Kleine Anfrage. Initial Coin Offerings. Deutscher Bundestag, 19. Wahlperiode, BT-Drucksache 19/851. Bundesregierung, Berlin, 2018B.
- DJAZAYERI, ALEXANDER, Rechtliche Herausforderungen durch Smart Contracts, *jurisPR-BKR*, 2016.
- ECKSTEIN, MICHAEL, IoT unsicher: Massive Sicherheitslücken in den verbreiteten Protokollen MQTT und CoAP. In: *Elektronikpraxis*, <https://www.elektronikpraxis.vogel.de/iot-unsicher-massive-sicherheitsluecken-in-den-verbreiterten-protokollen-mqtt-und-coap-a-782326/>, Vogel Communications Group, Würzburg, 2018.
- EUROPEAN COMMISSION, FinTech Action Plan: For a More Competitive and Innovative European Financial Sector, Communication COM(2018) 109 final, European Commission, Brüssel, 2018.
- FOTIOU, N./POLYZOS, G. C., Smart Contracts for the Internet of Things: Opportunities and Challenges. In: *2018 European Conference on Networks and Communications (EuCNC)*, 2018, S. 256–60.
- FRIES, MARTIN, PayPal Law und Legal Tech: Was macht die Digitalisierung mit dem Privatrecht?, *NJW*, 2016, 69, S. 2860–65.
- FRIES, MARTIN, Smart Contracts: Brauchen schlaue Verträge noch Anwälte? Zusammenspiel von Smart Contracts mit dem Beweismittelrecht der ZPO, *Anwaltsblatt*, 2018, S. 86–90.
- GLATZ, FLORIAN, Smart Contracts: Chancen und Herausforderungen algorithmischer Vertragsgestaltung. In: Stephan Breidenbach/Florian Glatz (Hrsg.), *Rechtshandbuch Legal Tech*, C.H. Beck, München, 2018, S. 109–18.
- HECKELMANN, MARTIN, Zulässigkeit und Handhabung von Smart Contracts, *NJW*, 2018, 71, S. 504–10.
- KASBERGER, KORBINIAN, A Fully Traceable Supply Chain Based on Smart Contracts, Bachelor of Arts, Institut für Information und Medien, Sprache und Kultur, Universität Regensburg, Regensburg, 2018, online: <https://korbinian.rocks/files/thesis.pdf>.
- KAULARTZ, MARKUS/HECKMANN, JÖRN, Smart Contracts-Anwendungen der Blockchain-Technologie, *Computer und Recht*, 2016, 32, S. 618–624.
- KOUZINOPOULOS, C. S./GIANNOUTAKIS, K. M./VOTIS, K./TZOVARAS, D./COLLEN, A./NIJDAM, N. A./KONSTANTAS, D./SPATHOULAS, G./PANDEY, P./KATSIKAS, S., Implementing a Forms of Consent Smart Contract on an IoT-based Blockchain to promote user trust. In: *2018 Innovations in Intelligent Systems and Applications (INISTA)*, 2018, S. 1–6.
- LOBE, ADRIAN (2018), Kurzer Prozess. Die automatisierte Rechtsprechung könnte Prozesse beschleunigen und Gerichte entlasten. Doch schon jetzt zeigt sich: Als Instrument der Selbstjustiz taugt sie ebenso gut, *Süddeutsche Zeitung*, 7./8. April 2018, Feuilleton, S. 21.

- MIELKE, BETTINA/WOLFF, CHRISTIAN, «Klar ist der Aether und doch von unergründlicher Tiefe» – Smart Contracts als interdisziplinäres Problem. In: Erich Schweighofer/Franz Kummer/Ahti Saarenpää/Burghardt Schafer (Hrsg.), *Datenschutz / LegalTech. Data Protection / LegalTech. Tagungsband des 21. Internationalen Rechtsinformatik Symposiums IRIS 2018. Proceedings of the 21st International Legal Informatics Symposium IRIS 2018*, Editions Weblaw, Bern, 2018, S. 139–48.
- MÜLLER, MARTIN, Bitcoin, Blockchain und Smart Contracts. Technische Grundlagen und mögliche Anwendungsbereiche in der Immobilienwirtschaft, *Zeitschrift für Immobilienrecht*, 2017, S. 600–12.
- OFFERMAN, ADRIAN, Swiss City of Zug issues Ethereum blockchain-based eIDs. blockchain-based eID In: *European Commission joinup eGovernment Community*. Brüssel: European Commission 2018, <https://joinup.ec.europa.eu/document/swiss-city-zug-issues-ethereum-blockchain-based-eids>.
- PAULUS, CHRISTOPH/MATZKE, ROBIN, Digitalisierung und private Rechtsdurchsetzung: Relativierung der Zwangsvollstreckung durch smarte IT-Lösungen?, *Computer und Recht*, 2017, 33, S. 769–78.
- PAULUS, CHRISTOPH/MATZKE, ROBIN, Smart Contracts und Smart Meter – Versorgungssperre per Fernzugriff, *NJW*, 2018, 71, S. 1905–11.
- REYNA, ANA/MARTÍN, CRISTIAN/CHEN, JAIME/SOLER, ENRIQUE/DÍAZ, MANUEL, On blockchain and its integration with IoT. Challenges and opportunities, *Future Generation Computer Systems*, 2018, 88, S. 173–90.
- SANDNER, PHILIPP/VOIGT, INA KIRSTEN/FRIES, MARTIN, Distributed-Ledger-Technologie und Smart Contracts im Finanzumfeld: Automatisierung von Darlehensverträgen. In: Stephan Breidenbach/Florian Glatz (Hrsg.), *Rechtshandbuch Legal Tech*, C.H. Beck, München 2018, S. 119–29.
- SCHREY, JOACHIM/THALHOFER, THOMAS, Rechtliche Aspekte der Blockchain, *NJW*, 2017, 70, S. 1431–36.
- SIEDLER, NINA-LUISA, Blockchain – wenn sich Recht und Informatik verketteten. Interview mit Rechtsanwältin Dr. Nina-Luisa Siedler, *Anwaltsblatt*, 2017, S. 1090–95.
- SUDA, MOLLY/TEJBLUM, BEN/FRANCISCO, ANDREW, Chain Reactions: Legislative and Regulatory Initiatives Related to Blockchain in the United States, *Computer Law Review International*, 2017, 18, S. 97–103.
- WAGNER, JENS, Legal Tech und Legal Robots. Der Wandel im Rechtsmarkt durch neue Technologien und künstliche Intelligenz, Springer Fachmedien, Wiesbaden, 2018.
- XU, XIWEI ET AL., A Taxonomy of Blockchain-Based Systems for Architecture Design, In: 2017 IEEE International Conference on Software Architecture (ICSA), Gothenburg, 2017, S. 243–52.