


Nachhaltiges Öl und Gas mit Blockchain

Soheil Saraji · Si Chen

Nachhaltiges Öl und Gas mit Blockchain

 Springer Vieweg

Soheil Saraji 
Energy and Petroleum Engineering
University of Wyoming
Laramie, WY, USA

Si Chen
Open Source Strategies, Inc
Los Angeles, CA, USA

ISBN 978-3-031-45841-5 ISBN 978-3-031-45842-2 (eBook)
<https://doi.org/10.1007/978-3-031-45842-2>

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Übersetzung der englischen Ausgabe: „Sustainable Oil and Gas Using Blockchain“ von Soheil Saraji und Si Chen, © The Editor(s) (if applicable) and The Author(s), under exclusive license to Springer Nature Switzerland AG 2023. Veröffentlicht durch Springer International Publishing. Alle Rechte vorbehalten.

Dieses Buch ist eine Übersetzung des Originals in Englisch „Sustainable Oil and Gas Using Blockchain“ von Saraji, Soheil, publiziert durch Springer Nature Switzerland AG im Jahr 2023. Die Übersetzung erfolgte mit Hilfe von künstlicher Intelligenz (maschinelle Übersetzung). Eine anschließende Überarbeitung im Satzbetrieb erfolgte vor allem in inhaltlicher Hinsicht, so dass sich das Buch stilistisch anders lesen wird als eine herkömmliche Übersetzung. Springer Nature arbeitet kontinuierlich an der Weiterentwicklung von Werkzeugen für die Produktion von Büchern und an den damit verbundenen Technologien zur Unterstützung der Autoren.

© Der/die Herausgeber bzw. der/die Autor(en), exklusiv lizenziert an Springer Nature Switzerland AG 2024

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jedermann benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des jeweiligen Zeicheninhabers sind zu beachten.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Planung/Lektorat: Anthony Doyle

Springer Vieweg ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer Nature Switzerland AG und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Gewerbestrasse 11, 6330 Cham, Switzerland

Das Papier dieses Produkts ist recyclebar.

Geleitwort

Ein globaler Energiewandel ist im Gange, der sich auf saubere Energie konzentriert und die Kohlenstoffemissionen aus traditionellen fossilen Brennstoffen reduziert. Es gibt auch schnelle technologische Innovationen in erneuerbaren Energien, die die Kosten senken und sie wirtschaftlich wettbewerbsfähig machen. Darüber hinaus steht die Öl- und Gasindustrie unter wachsendem Druck von Investoren, Aktivisten und Kunden, die Industrie an Umwelt-, Sozial- und Governance-Standards (ESG) anzupassen und transparenter über ihre Emissionen zu werden. Diese Veränderungen und Drücke haben die Öl- und Gasindustrie bereits beeinflusst und Nachhaltigkeitsinitiativen von innen heraus gefördert. Es ist klar, dass die Industrie ihre eigene Transition durchläuft, um in der Zukunft des Energiesektors relevant zu bleiben. Dies stellt neue Herausforderungen und Chancen für die Industrie dar. Ein Bereich der Herausforderung/Chance für die Industrie ist die Quantifizierung, Überwachung, Verifizierung und Berichterstattung über Kohlenstoffemissionen und die Verwaltung ihrer Kohlenstoffbilanzen. Dies ist ein kritischer Bereich für die Industrie, wenn sie transparent über ihre Emissionen sein und auf den wachsenden Pool von EGS-konformen Finanzmitteln für weiteres Wachstum zugreifen will. Die Hauptprobleme sind jedoch die Kosten, der Mangel an bestehenden Messstandards und die negative öffentliche Verfolgung der Industrie.

Eine neue aufkommende Technologie, die Blockchain, scheint ein ideales Werkzeug für die Überwachung, Berichterstattung und Verifizierung von Kohlenstoffemissionen und anderen Umweltattributen zu sein, insbesondere zwischen nicht vertrauenswürdigen Parteien. Diese Technologie könnte einige der Herausforderungen, denen sich die Öl- und Gasindustrie gegenüber sieht, potenziell lösen und neue Möglichkeiten und wirtschaftliche Anreize für die Quantifizierung der Emissionsdaten bieten. Letzteres wird manchmal als „Messwirtschaft“ bezeichnet, bei der Einheiten, die in zuverlässige Überwachungsausrüstung und -verfahren investieren, von detaillierten Emissionsdaten profitieren könnten, die ihren Kraftstoffprodukten beigefügt sind. Darüber hinaus hat sich die Blockchain

als hervorragendes Werkzeug für die Kreislaufwirtschaft und das Supply-Chain-Management erwiesen. Technische, kulturelle und regulatorische Fragen rund um die Blockchain müssen jedoch noch geklärt werden.

Dieses Buch begann als ein Weißbuch über die Verwendung von Blockchain-Technologie für die Kohlenstoffabscheidung und -speicherung. Wir haben schließlich beschlossen, es zu einem ganzen Buch über „nachhaltiges Öl und Gas“ zu erweitern und mehr Experten eingeladen, zu diesem Buch beizutragen. Es hat uns mehr als ein Jahr gedauert, mit Autoren aus der ganzen Welt zu verschiedenen Themen zusammenzuarbeiten, von Software bis hin zu Öl- und Gasfeldtechnologie bis hin zum Recht. Wir haben uns angesehen, wie sie auf die Kohlenstoffabscheidung und -speicherung, Kohlenstoffmärkte, Methanreduktion, nachhaltige Flugkraftstoffe und sogar Kunststoffe angewendet werden könnten.

Wir konzentrierten unsere Bemühungen auf zwei zentrale Fragen. Die erste Frage war: *„Kann die Öl- und Gasindustrie helfen, das Klimaproblem zu lösen?“* Wir glauben, dass dies möglich ist. Um dorthin zu gelangen, wären jedoch erhebliche Kapitalinvestitionen und unterstützende Politiken erforderlich. Das wiederum würde das Vertrauen der Investorengemeinschaft und der breiten Öffentlichkeit, einschließlich Umweltschützern und Klimagruppen, erfordern. Aber wenn wir es gut managen, wäre der potenzielle Gewinn enorm. Die Welt ist immer noch auf fossile Brennstoffe angewiesen und wird dies auch in den kommenden Jahrzehnten tun. Die Öl- und Gasindustrie ist also wirklich „wo die Action ist“ für die Reduzierung von Kohlenstoffemissionen. Allein die Beseitigung von Methanlecks aus der Öl- und Gasindustrie hätte beispielsweise heute eine erhebliche Auswirkung auf das Klima in der Welt.

Für die Öl- und Gasindustrie hoffen wir, dass dieses Buch eine neue Perspektive darauf bietet, wie man den Energiewandel erfolgreich bewältigen kann. Ein Übergang zu einer kohlenstoffarmen Wirtschaft ist unvermeidlich. Die Frage ist, wie wird es passieren? Der Schlüssel zu einem günstigen Ergebnis wird darin bestehen, den Ereignissen voraus zu sein, anstatt von ihnen überholt zu werden. Es werden Übergangsstrategien benötigt, die das Vertrauen der breiten Öffentlichkeit und der Finanzmärkte wecken. Richtig gemacht, könnte der Energiewandel dazu beitragen, dass die Industrie nicht nur umweltfreundlicher, sondern auch finanziell nachhaltiger wird.

Für diejenigen, die nicht in der Öl- und Gasindustrie tätig sind, hoffen wir, dass dieses Buch Ihnen hilft, das Potenzial zu erkennen, mit der Industrie zusammenzuarbeiten, um das Klimaproblem zu lösen. Ob es uns gefällt oder nicht, Öl und Gas sind das schlagende Herz der modernen Welt. Wir können nicht einfach aufhören, sie zu nutzen oder uns von der Industrie zu trennen. Diese Industrie muss Teil jeder Übergangsstrategie sein, auch einer, die uns letztendlich aus den fossilen Brennstoffen herausführt. Gleichzeitig unternimmt diese Industrie Schritte, um das Klimaproblem anzugehen und verfügt über enorme Ressourcen, die uns beim Übergang helfen könnten. Also, können wir ihr helfen, eine positive Rolle zu spielen und sie sogar herausfordern, das Beste zu tun, was sie kann?

Es wird nicht einfach sein, aber was ist die Alternative? Eine Welt, die in grüne und braune Wirtschaften gespalten ist, in der die Öl- und Gasindustrie von

den öffentlichen Finanzmärkten und den großen Industrieländern ausgeschlossen ist, während sie weiterhin Treibhausgase ausstößt, geschützt von einigen unterstützenden Regierungen und finanziert von Private-Equity- und Staatsfonds? Will das wirklich jemand in der Öl- und Gasindustrie passieren lassen? Wird das das Klimaproblem lösen?

Letztendlich bedeutet die Lösung des Klimaproblems, dass wir alle zusammenarbeiten müssen, die Öl- und Gasindustrie, Versorgungsunternehmen, Fluggesellschaften, Investoren, Banken und sogar Umweltschützer. Dies bringt uns zu der zweiten grundlegenden Frage, die uns dazu motiviert hat, dieses Buch zu schreiben, „*Kann die Blockchain eine Rolle bei der Erleichterung dieses Übergangs in der Öl- und Gasindustrie spielen?*“

Als wir 2021 mit der Arbeit an dem Buch begannen, waren Kryptowährungen in aller Munde. Aber während wir das Buch abschließen, sind viele Kryptowährungen abgestürzt, die Börse FTX hat Insolvenz angemeldet und ein Kryptowinter ist über uns hereingebrochen. Also, welche Rolle spielt die Blockchain in der Zukunft?

Es ist kein Zauberwerk, aber als Technologie ist die Blockchain viel mehr als nur Kryptowährung. Es ist letztendlich eine Kollaborationstechnologie, die es Menschen ermöglicht, Daten und Transaktionen zu teilen, und wir glauben, dass sie ein wichtiges Werkzeug für groß angelegte, globale Probleme wie den Klimawandel ist. Es ist ein Werkzeug, das eine Gruppe von misstrauischen Stakeholdern zusammenbringen und eine Wirtschaft um ein gemeinsames Anliegen entwickeln kann, d. h. Kohlenstoffemissionen. Dies ist das Thema, das wir in diesem Buch untersuchen.

Das Buch ist in drei Abschnitte unterteilt: *Grundlagen*, *Anwendungen* und *Interviews*. In *Grundlagen* behandeln wir eine Reihe von grundlegenden Themen, einschließlich der Herausforderungen und Chancen, denen die Öl- und Gasindustrie im Übergang gegenübersteht (Kap. 1), Klima und Finanzmärkte und ihre Auswirkungen auf die Öl- und Gasbetriebe (Kap. 2), eine Einführung in die Blockchain-Technologie (Kap. 3) und rechtliche und regulatorische Fragen der Blockchain (Kap. 4). Im zweiten Teil, *Anwendungen*, untersuchen wir verschiedene Anwendungsfälle von Blockchain bei der Entwicklung einer nachhaltigen Öl- und Gasindustrie. Dieser Teil beginnt mit einem Überblick über Blockchain und Nachhaltigkeit (Kap. 5). Wir konzentrieren uns dann auf spezifische Blockchain-Anwendungen zur Reduzierung von Methanemissionen (Kap. 6), Kohlenstoffabscheidung und -speicherung (Kap. 7), nachhaltige Luftfahrt-Transportkraftstoffe (Kap. 8), nachhaltige Kunststoffe (Kap. 9) und Kohlenstoffkreditmärkte (Kap. 10). Der letzte Abschnitt, *Interviews*, ist der Text von acht Interviews, die wir mit Experten geführt haben, die sich in der Energiewirtschaft und Blockchain auskennen. Einige der Interviewmaterialien wurden in den Kap. 1 und 5 verwendet. Der vollständige Text dieser Interviews wird für interessierte Leser bereitgestellt, um tiefer in die Perspektive jedes befragten Experten einzutauchen.

Dieses Buch deckt eine vielfältige Palette von Themen von Upstream- bis zu Downstream-Operationen ab. Die hier diskutierten Anwendungen sind jedoch

keine erschöpfende Liste, und andere interessante Anwendungen haben es aufgrund von Zeitbeschränkungen nicht in dieses Buch geschafft. Auch die im Text erwähnten Beispiele und die interviewten Experten wurden aufgrund der Vertrautheit der Autoren mit den Personen und Anwendungsfällen ausgewählt. Es gibt viele weitere Beispiele und sachkundige Personen, die wir aufgrund von Zeitbeschränkungen nicht erkunden oder mit denen wir nicht sprechen konnten. Wir laden Experten aus der Öl- und Gasindustrie und darüber hinaus ein, uns ihr Feedback zu geben und uns bei der Verbesserung dieses Buches zu helfen.

Anerkennung

Wir danken unseren Mitautoren und Beiträgern zu diesem Buch, Dayo Akindipe, Karisma Karisma, Fred J. McLaughlin, Bertrand W. Rioux, Pardis M. Tehrani und Joseph Wyer, aufrichtig. Dieses Buch wäre ohne ihre Hingabe und ihren Beitrag nicht möglich gewesen. Wir möchten auch allen Experten danken, die sich bereit erklärt haben, für dieses Buch interviewt zu werden: Kelly Bott, Dan Cearnau, Bryan Hassler, Kari Hassler, Aaron Lohmann, Karl Osterbuhr, Sriram Srinivasan, Steve Swanson, John Westerheide und Jasmine Zhu. Die Diskussion mit ihnen hat die Richtung dieses Buches informiert und beeinflusst. Wir schätzen auch Katerina Serada für die großartigen Diskussionen über die Kreislaufwirtschaft von Kunststoffen, die das Kap. 9 dieses Buches inspiriert haben. Schließlich möchten wir Benjamin Nweke für seine Hilfe beim Erstellen der Diagramme in diesem Buch und beim Bearbeiten einiger Interviewtexte danken.

Soheil Saraji möchte sich besonders bei Dr. Glen Murrell und Mr. Bryan Hassler für ihre ständige Ermutigung während des Schreibens dieses Buches und ihre großzügige Unterstützung seiner frühen Bemühungen um die Entwicklung eines Forschungsprogramms rund um die Blockchain-Anwendung in der Energie bedanken. Ich danke auch Sherona Simpson für das Korrekturlesen der Kap. 3 und 5; Joana Olsen für das Sammeln der Energie-Anwendungsfälle von Blockchain im Kap. 5; Autumn Bizon und Andrea Frosinini für großartige Diskussionen und für ihre Hilfe beim Ausbau meines Netzwerks von Blockchain-Experten. Letztendlich möchte ich dieses Buch Kai und Sherona widmen, die die größte Inspiration in allem sind, was ich tue.

Si Chen möchte der Hyperledger Foundation für ihre Unterstützung unserer Entwicklung einer Open-Source-Carbon-Accounting-Plattform mit der Blockchain danken; Shaun Frankson, Pedro Carvalho, Gabe Malek, Charles Ford und Mike Matthews für die gemeinsame Zeit und ihre Perspektiven; und Andrea Frosinini für die Verbindung zwischen Soheil und mir. Ich möchte meine Arbeit Carolina Con widmen. Danke, Carolina, für deine Beiträge, die ich so interessant gefunden habe, und für deine Unterstützung, ohne die nichts davon möglich gewesen wäre.

Inhaltsverzeichnis

Teil I Grundlagen

1	Energiewende: Herausforderungen und Chancen für die Öl- & Gasindustrie	3
	Soheil Saraji und Dayo Akindipe	
1.1	Einführung	3
1.2	Öl und Gas in der Energiewende	4
1.3	Modernisierung und Digitalisierung	9
1.3.1	Internet der Dinge	9
1.3.2	Große Datenanalyse und Künstliche Intelligenz	11
1.3.3	Blockchain-Technologie	12
1.4	Niedrig-CO ₂ -Kraftstoffe	13
1.4.1	Biokraftstoffe	15
1.4.2	Nachhaltige Luftfahrtkraftstoffe	16
1.4.3	Zertifiziertes Gas	17
1.4.4	Blauer Wasserstoff	19
1.5	Nutzung von unterirdischen & Offshore-Einrichtungen & Fachwissen	20
1.5.1	Unterirdische Wasserstoffspeicherung	20
1.5.2	Geologische Kohlenstoffsequestrierung	21
1.5.3	Geothermische Energie	23
1.5.4	Offshore-Wind- und Solarenergie	25
1.6	Zusammenfassung und Schlussfolgerung	28
	Literatur	28
2	Klima und Finanzmärkte	37
	Si Chen	
2.1	Einführung	37
2.2	Klimainvestitionen und der ESG-Boom	37
2.3	Auswirkungen auf die Öl- und Gasindustrie	43
2.4	Wer wird die Energiewende besitzen?	46
2.5	Krieg und die SEC: Ein Neustart	52

2.6	Zusammenfassung und Schlussfolgerung	55
	Literatur	56
3	Einführung in Blockchain	61
	Soheil Saraji	
3.1	Einführung	61
3.2	Eine kurze Geschichte von Geld und Ledger	62
3.3	Eine kurze Geschichte der Blockchain	64
3.4	Einführung in die Kryptographie	66
3.5	Verteilte und dezentrale Netzwerke	70
3.6	Konsensmechanismus	73
3.7	Blockchain-Netzwerke	74
3.8	Intelligente Verträge	77
3.9	Blockchain-Governance	78
3.10	Zusammenfassung und Schlussfolgerung	78
	Literatur	79
4	Blockchain: Rechtliche und regulatorische Fragen	81
	Karisma Karisma und Pardis Moslemzadeh Tehrani	
4.1	Einführung	81
4.2	Privatrecht	82
	4.2.1 Vertragsrecht	82
	4.2.2 Haftungszuteilung	83
	4.2.3 Sachrecht	84
4.3	Strafrecht	85
	4.3.1 Cybersecurity-Angriffe	85
	4.3.2 Geldwäsche-Probleme	87
4.4	Öffentliches und Verwaltungsrecht	88
	4.4.1 Wertpapierrecht	88
	4.4.2 Warenrecht	90
	4.4.3 Sicherheit und Datenschutz	91
	4.4.4 Steuerrecht	96
4.5	Regulatorische Ansätze zur Blockchain-Technologie in verschiedenen Gerichtsbarkeiten	97
	4.5.1 Vereinigte Staaten	97
	4.5.2 Gibraltar	100
	4.5.3 Estland	101
	4.5.4 Malta	102
	4.5.5 Schweiz	103
	4.5.6 Liechtenstein	104
	4.5.7 Extraterritoriale Gerichtsbarkeit und die Anwendbarkeit lokaler Gesetze	105
4.6	Smart Contracts	107
	4.6.1 Definition von Smart Contracts	107
	4.6.2 Evolution und Aufstieg von Smart Contracts im Energiesektor	108

4.6.3	Bildung von Smart Contracts	109
4.6.4	Änderung und Erfüllung von Smart Contracts	112
4.6.5	Durchsetzung, Beendigung, Rücktritt und Streitbeilegungsmechanismen	115
4.6.6	Ausgewählte Herausforderungen bei der Anwendung von Smart Contracts	115
4.6.7	Kompatibilität von Smart Contracts mit Verbraucherschutzgesetzen – Anwendbarkeit von Bestimmungen zu unfairen Vertragsbedingungen	116
4.6.8	Sicherheits- und Datenschutzrisiken	118
4.6.9	Die Szene der Smart Contracts setzen – Regulatorische Initiativen in verschiedenen Ländern zu Smart Contracts.	120
4.7	Zusammenfassung und Schlussfolgerung	125
	Literatur.	126

Teil II Anwendungen

5	Blockchain und nachhaltige Energie.	135
	Soheil Saraji	
5.1	Einführung	135
5.2	Blockchain Nachhaltigkeit.	138
5.3	Nachhaltige Energieanwendungen.	139
	5.3.1 Überwachung, Verifizierung und Berichterstattung (MRV)	140
	5.3.2 Zertifizierte und tokenisierte differenzierte Kraftstoffe	141
	5.3.3 Kohlenstoffguthaben und -ausgleiche	142
	5.3.4 Zertifikate für erneuerbare Energien	144
	5.3.5 Energie Internet der Dinge (e-IoT)	144
	5.3.6 Integriertes Verteiltes Stromnetz	145
	5.3.7 Energie-Ware-Handel.	146
	5.3.8 Peer-to-Peer-Energiehandel	147
	5.3.9 Internet der Fahrzeuge	147
	5.3.10 Energie-Datenmanagement	148
	5.3.11 Lieferkettenmanagement	148
5.4	Fallstudie – Tokenisierung von Emissionsdaten und anderen überprüfbaren Umweltattributen	149
	5.4.1 Überwachung und Zertifizierung.	149
	5.4.2 Monetarisierung und Märkte	151
	5.4.3 Blockchain und Tokenisierung.	152
	5.4.4 Vorschriften und Standardisierung.	154
5.5	Herausforderungen und Risiken der Blockchain in der Energie.	155
	5.5.1 Digitale Kompetenzen der Belegschaft	156
	5.5.2 Standardisierung und Interoperabilität.	156

5.5.3	Das Oracle-Problem	157
5.5.4	Rechtliche und regulatorische Fragen	158
5.6	Zusammenfassung und Schlussfolgerung	158
	Literatur	159
6	Reduzierung von Methanemissionen	161
	Bertrand Williams Rioux	
6.1	Einführung	161
6.1.1	Öl und Gas in einer Netto-Null-Zukunft	163
6.1.2	Öl und Gas in der Messwirtschaft	164
6.2	Das Ausmaß des Problems mit Methanemissionen	166
6.3	Die Lösung des Methanproblems	169
6.3.1	Methanmesswerkzeuge	169
6.3.2	Normgebende Agenturen und Zertifikatsregister	172
6.3.3	ESG-Investoren und nachhaltige Finanzierung	173
6.3.4	Niedrig-CO ₂ -Kraftstoffe	174
6.3.5	Methan-Regulierung	175
6.3.6	Grundbesitzer und Lizenzgesetze	178
6.3.7	Freiwillige Verpflichtungen	179
6.4	Reduzierung von Methanemissionen	181
6.5	Die Rolle der Blockchain: Emissionsmanagement und Governance	184
6.5.1	Blockchain für die Governance von Methadaten	186
6.5.2	Blockchain-Gesetz und -Regulierung	192
6.6	Emissionstoken und digitale Vermögenswerte	194
6.6.1	Leistungszertifikate	195
6.6.2	Emissionsreduktionen verfolgen	198
6.6.3	Finanzierung von Emissionsreduktionen	199
6.7	Zusammenfassung und Schlussfolgerung	200
	Literatur	202
7	Kohlenstoffabscheidung und -speicherung	207
	Si Chen, Soheil Saraji und Fred J. McLaughlin	
7.1	Einführung	207
7.2	Die Technologie hinter der Kohlenstoffabscheidung und -speicherung	208
7.3	Politik, Investitionen und Wirtschaft	211
7.4	Sicherheit, Risiken und Vorschriften	212
7.5	Buchhaltung für CCS	215
7.6	Blockchain für CCS	218
7.7	Bewertung der Kohlenstoffabscheidung mit Emissions-Tokens	223
7.8	Buchhaltung für Enhanced Oil Recovery mit Kohlenstoffspeicherung	224
7.9	Zusammenfassung und Schlussfolgerung	225
	Literatur	226

8	Nachhaltige Luftfahrt- und Transportkraftstoffe	229
	Si Chen	
8.1	Einführung.....	229
8.2	Auf der Suche nach dem richtigen Öl.....	232
8.3	Energie 2.0.....	236
8.4	Die Rolle der Blockchain.....	239
8.5	Zusammenfassung und Schlussfolgerung.....	244
	Literatur.....	245
9	Nachhaltige Kunststoffe	249
	Si Chen, Katerina Serada und Joseph Wyer	
9.1	Einführung.....	249
9.2	Wie schlimm ist das Kunststoffproblem?.....	252
9.3	Das Kunststoffproblem lösen.....	253
9.4	Lösung des Kunststoffproblems mit Blockchain.....	258
9.5	Eine nachhaltige Kunststoffwirtschaft mit Blockchain.....	260
9.6	Zusammenfassung und Schlussfolgerung.....	265
	Literatur.....	268
10	Märkte für Kohlenstoffgutschriften	271
	Si Chen	
10.1	Einführung.....	271
10.2	Wie Kohlenstoffmärkte funktionieren.....	272
10.3	Schlüsselprobleme der Kohlenstoffmärkte.....	276
10.4	Die Kohlenstoffmärkte reparieren.....	281
10.5	Rolle der Blockchain in den Kohlenstoffmärkten.....	284
10.6	Zusammenfassung und Schlussfolgerung.....	289
	Literatur.....	289
	Interviewpartner	293
	Abschließende Gedanken	387

Über die Autoren

Dr. Soheil Saraji ist ein außerordentlicher Professor für Energie- und Erdöltechnik, ein außerplanmäßiger Professor an der School of Energy Resources und Co-Direktor des Hydrocarbons Research Laboratory an der University of Wyoming. Er hat achtzehn Jahre Forschungserfahrung und mehr als 35 begutachtete Zeitschriftenveröffentlichungen in der unterirdischen Energiegewinnung, Speicherung und Kohlenstoff-Geo-Sequestrierung. Darüber hinaus ist Dr. Saraji ein Pionier in der angewandten Blockchain-Forschung für die Öl- und Gasindustrie. Er hat neue Kurse und Forschungsinitiativen zu diesem Thema an der University of Wyoming entwickelt.

Herr Si Chen ist der Präsident von Open Source Strategies, Inc. in Los Angeles, CA, das sich auf Open-Source-Software für Klimafinanzierung und Investitionen spezialisiert hat. Er leitet die Entwicklung von Open-Source-Blockchain-Kohlenstoffbuchhaltungssoftware bei Hyperledger Labs. Zuvor hat er Anlageportfolios für institutionelle Pensionsfonds, Zentralbanken und Hedgefonds verwaltet und wurde in *The Journal of Portfolio Management* veröffentlicht. Er ist auch Mitbegründer und CTO von GraciousStyle.com, einem Online-Händler.