

WP2-A1. Vergleichsstudie zu den Lehrplänen mit Schwerpunkt auf Blockchain-Technologie in den teilnehmenden Ländern.



Dieses Werk ist lizenziert unter einer [Creative Commons Namensnennung -
Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International Lizenz](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

*„Finanziert durch die Europäische Union. Die geäußerten Ansichten und Meinungen
sind jedoch ausschließlich die der Autoren und spiegeln nicht unbedingt die der
Europäischen Union oder der Exekutivagentur Bildung, Audiovisuelles und Kultur
(EACEA) wider. Weder die Europäische Union noch die EACEA können dafür
verantwortlich gemacht werden.“*



Inhalt

1. EINLEITUNG	4
2. BLOCKCHAIN-TECHNOLOGIE: EIN ÜBERBLICK	4
2.1. Einführung in die Blockchain-Technologie	5
2.2. Anwendung der Blockchain-Technologie	6
2.3. Auswirkungen der Blockchain im beruflichen Bereich	7
2.4. Blockchain-Ausbildung und berufliche Weiterbildung	9
2.5. Die Rolle der Blockchain in der beruflichen Bildung	10
3. BLOCKCHAIN-LEHRPLÄNE	11
3.1. DEUTSCHLAND	11
3.1.1. Blockchain in der beruflichen Aus- und Weiterbildung	12
3.1.2. Blockchain in der Hochschulbildung	13
3.2. SPANIEN	14
3.2.1. Blockchain in der beruflichen Aus- und Weiterbildung (VET)	15
3.2.2. Blockchain in der Hochschulbildung	17
3.3. RUMÄNIEN	19
3.3.1. Blockchain in der beruflichen Aus- und Weiterbildung (VET)	19
3.3.2. Blockchain in der Hochschulbildung	21
3.4. KROATIEN	23
3.4.1. Blockchain in der beruflichen Aus- und Weiterbildung (VET)	23
3.4.2. Blockchain in der Hochschulbildung	24
4. ERGEBNISANALYSE	25
4.1. DEUTSCHLAND	26
4.1.1. Blockchain in Industrie und Nachhaltigkeit	26
4.1.2. Integration mit der Umwelt	27
4.1.3. Fokus auf Regulierung und Compliance	27
4.1.4. Abschlussprojekte und Fallstudien	28
4.1.5. Gesamtfazit	28
4.2. SPANIEN	29
4.2.1. Blockchain in der Industrie und Nachhaltigkeit	29
4.2.2. Integration der Blockchain in den Umweltbereich	29
4.2.3. Schwerpunkt auf Gesetzgebung und Compliance	30
4.2.4. Abschlussprojekte und Fallstudien	30

4.2.5.	Gesamtfazit	30
4.3.	RUMÄNIEN.....	31
4.3.1.	Blockchain in Industrie und Nachhaltigkeit.....	31
4.3.2.	Integration der Blockchain in die Umwelt	31
4.3.3.	Schwerpunkt auf Gesetzgebung und Compliance	32
4.3.4.	Abschlussprojekte und Fallstudien	32
4.3.5.	Gesamtfazit	33
4.4.	KROATIEN Blockchain	33
4.4.1.	Blockchain in der Industrie und Nachhaltigkeit	34
4.4.2.	Integration der Blockchain in die Umwelt	34
4.4.3.	Schwerpunkt auf Gesetzgebung und Compliance	35
4.4.4.	Abschlussprojekte und Fallstudien	35
4.4.5.	Gesamtfazit	35
5.	BEWÄHRTE VERFAHREN.....	36
5.1.	Gemeinsame Merkmale effektiver Blockchain-Lehrpläne.....	36
	Progressive Lernstruktur:	36
	Projektbasiertes Lernen:	36
	Interdisziplinärer Ansatz:	37
	Modularität und Flexibilität:	37
5.2.	Lücken und Lehren für ein Projekt mit Schwerpunkt auf Stein und Kreislaufwirtschaft	37
	Zusammenfassung der Empfehlungen.....	38
6.	SCHLUSSFOLGERUNGEN	39
7.	REFERENZEN.....	40
	Deutschland – Ausbildungsangebot und Kontext	41
	Spanien – Ausbildungsangebot und Kontext	42
	Rumänien – Ausbildungsangebot und Kontext.....	43
	Kroatien – Ausbildungsangebot und Kontext	45
	Quellen der Abbildungen	46

1. EINLEITUNG

Dieses Dokument fasst die Ergebnisse der Aktivität WP2.A1 zusammen, die sich auf eine Vergleichsanalyse der Blockchain-bezogenen Lehrpläne in den teilnehmenden Ländern konzentriert. Ziel dieser Studie ist es, die aktuellen Bildungsangebote zur Blockchain-Technologie in den Partnerländern und der Europäischen Union zu sammeln und zu bewerten.

Der Bericht stellt die Bildungsprogramme und Ausbildungsressourcen zusammen, die von Institutionen im Bereich Blockchain angeboten werden, und untersucht diese. Durch die Auswertung der einzelnen Länderberichte soll die Studie erfolgreiche Praktiken aufzeigen und Bereiche identifizieren, in denen Verbesserungen oder Aktualisierungen innerhalb der Lehrpläne erforderlich sind.

Der Bericht schließt mit einer Zusammenfassung der wichtigsten Erkenntnisse aus der Vergleichsanalyse, die in die Entwicklung der Aktivität WP2.A3 einfließen werden: „Definition der Lernziele und Lernergebnisse des Lehrplans“.

2. BLOCKCHAIN-TECHNOLOGIE: EIN ÜBERBLICK

Seit ihrer Einführung im Jahr 2008 mit dem Vorschlag, der die Grundlage für den Betrieb von Bitcoin legte (Nakamoto, 2008), hat sich die Blockchain-Technologie von einer Innovation im Zusammenhang mit Kryptowährungen zu einem Werkzeug mit vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten in verschiedenen Bereichen entwickelt. Im Wesentlichen ermöglicht die Blockchain die dezentrale Aufzeichnung von Transaktionen in einem verteilten Netzwerk und bietet damit Sicherheit und Transparenz. Ihr Hauptvorteil liegt in der Möglichkeit, manipulationssichere Aufzeichnungen zu erstellen, Betrug zu reduzieren und die betriebliche Effizienz in Bereichen wie Finanzen, Gesundheit, Logistik und öffentliche Verwaltung zu verbessern (Frizzo-Barker et al., 2020; Tapscott & Tapscott, 2016).

In den letzten zehn Jahren hat die Nutzung der Blockchain erheblich zugenommen und sich auf Bereiche wie Smart Contracts, digitale Identitätsprüfung und dezentrale Finanzen (DeFi) ausgeweitet. Da immer mehr Branchen diese Technologie einsetzen, steigt auch der Bedarf an ausgebildeten Fachkräften, was eine Herausforderung für den Bildungssektor darstellt. Es besteht Bedarf an spezialisierten Ausbildungsangeboten, die auf die Anforderungen des Arbeitsmarktes abgestimmt sind und sowohl technisch als auch theoretisch fundierte Programme umfassen (Fosso Wamba et al., 2020; Swan, 2015; Mougayar, 2016).

2.1. Einführung in die Blockchain-Technologie

Blockchain ist eine Distributed-Ledger-Technologie (DLT), bei der Informationen in Blöcken gespeichert werden, die in chronologischer Reihenfolge miteinander verknüpft sind. Laut Zheng et al. (2017) und IBM (o. J.) enthält jeder Block eine Reihe von Transaktionen oder Dateneinträgen. Sobald ein Block vom Netzwerk validiert wurde, wird er dauerhaft gespeichert. Diese Struktur macht das System äußerst sicher und transparent, da eine Änderung der Informationen in einem Block eine Änderung aller nachfolgenden Blöcke bedeuten würde, was aufgrund der dafür erforderlichen Rechenleistung praktisch unmöglich ist (Tapscott & Tapscott, 2016).

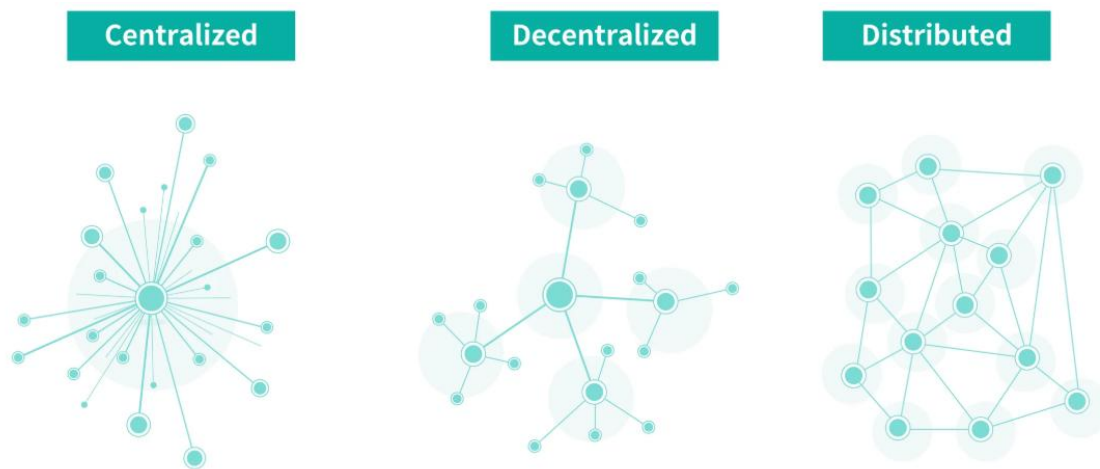


Abbildung1 : Zentralisierte/dezentralisierte/verteilte Systeme

Zu den wichtigsten Elementen dieser Technologie gehören:

- **Dezentralisierung:** Im Gegensatz zu herkömmlichen Systemen, bei denen die Informationen in einer einzigen Einheit konzentriert sind, verteilt die Blockchain die Daten auf mehrere Knoten oder Teilnehmer. Diese Architektur macht Zwischenhändler wie Banken oder Behörden für die Validierung von Transaktionen überflüssig, wodurch das System sicherer und zugänglicher wird (Crosby et al., 2016; Swan, 2015).
- **Konsensmechanismen:** Zur Validierung von Transaktionen stützt sich die Blockchain auf Konsensalgorithmen. Zu den bekanntesten zählen Proof of Work und Proof of Stake, die die Datenintegrität durch eine Vereinbarung zwischen den Teilnehmern des Netzwerks gewährleisten (Mougayar, 2016; Zheng et al., 2017).
- **Kryptografische Sicherheit:** Jeder Block ist durch einen eindeutigen Code (Hash) mit dem vorherigen Block verbunden, der mithilfe fortschrittlicher kryptografischer Techniken generiert wird. Dadurch ist es praktisch unmöglich, die aufgezeichneten Informationen zu ändern, ohne die gesamte nachfolgende Kette zu modifizieren, was technisch nicht machbar ist (IBM, o. J.).

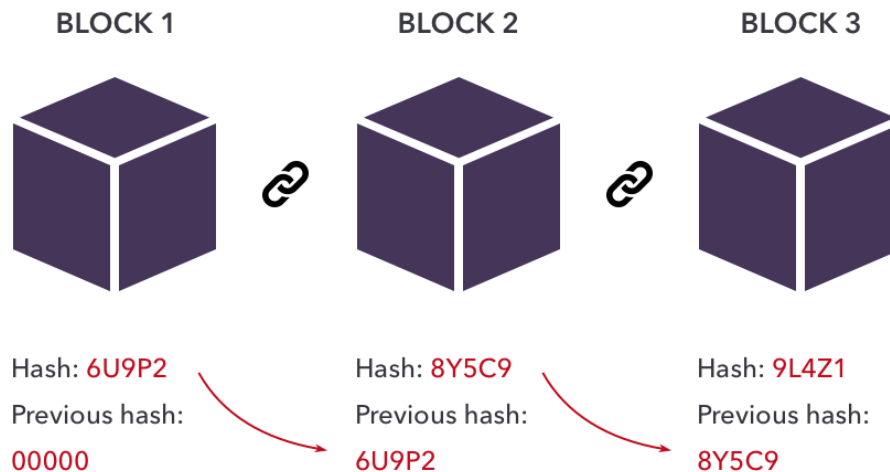


Abbildung2 : Hashing in der Blockchain.

- Unveränderlichkeit: Sobald Informationen in der Blockchain aufgezeichnet sind, können sie nicht mehr ohne Weiteres geändert werden. Diese Eigenschaft ist besonders nützlich in Bereichen, in denen die Zuverlässigkeit von Daten von entscheidender Bedeutung ist, wie z. B. bei Finanztransaktionen, Krankenakten oder Wahlprozessen (Tapscott & Tapscott, 2016).
- **Transparenz und Vertrauen:** In öffentlichen Blockchains kann jeder Teilnehmer Transaktionen überprüfen und verifizieren, wodurch eine transparente Umgebung geschaffen wird und die Notwendigkeit, sich auf eine zentrale Behörde zu verlassen, verringert wird. Das Netzwerk selbst stellt sicher, dass alles korrekt und überprüfbar durchgeführt wird (Tapscott & Tapscott, 2016).

2.2. Anwendung der Blockchain-Technologie

Die Blockchain-Technologie hat sich als äußerst vielseitig erwiesen und wird bereits in verschiedenen Bereichen eingesetzt, weit über Kryptowährungen hinaus. Einige konkrete Beispiele sind:

- **Finanzwesen:** Sie ermöglicht schnellere und kostengünstigere internationale Zahlungen, da Zwischenhändler wie Banken nicht mehr erforderlich sind (Tapscott & Tapscott, 2016; Wang et al., 2019).
- **Lieferkettenmanagement:** Sie hilft dabei, Produkte von ihrem Ursprung bis zum Endverbraucher zu verfolgen, wodurch das Betrugsrisiko verringert und das Vertrauen der Kunden gestärkt wird (Francisco & Swanson, 2018; IBM, o. J.).
- **Gesundheitswesen:** Es erleichtert die sichere Speicherung und Weitergabe von medizinischen Daten. Dies verbessert den Zugang zu relevanten Informationen, ohne die Privatsphäre der Patienten zu beeinträchtigen (Agbo et al., 2019; Zheng et al., 2017).

- **Intelligente Verträge:** Eine der bemerkenswertesten Anwendungen ist die Möglichkeit, Vereinbarungen zu erstellen, die automatisch ausgeführt werden, wenn bestimmte Bedingungen erfüllt sind. Dies rationalisiert Verfahren in Bereichen wie Immobilien, Versicherungen und Rechtsdienstleistungen, ohne dass menschliches Eingreifen erforderlich ist (Mougayar, 2016; Frizzo-Barker et al., 2020).

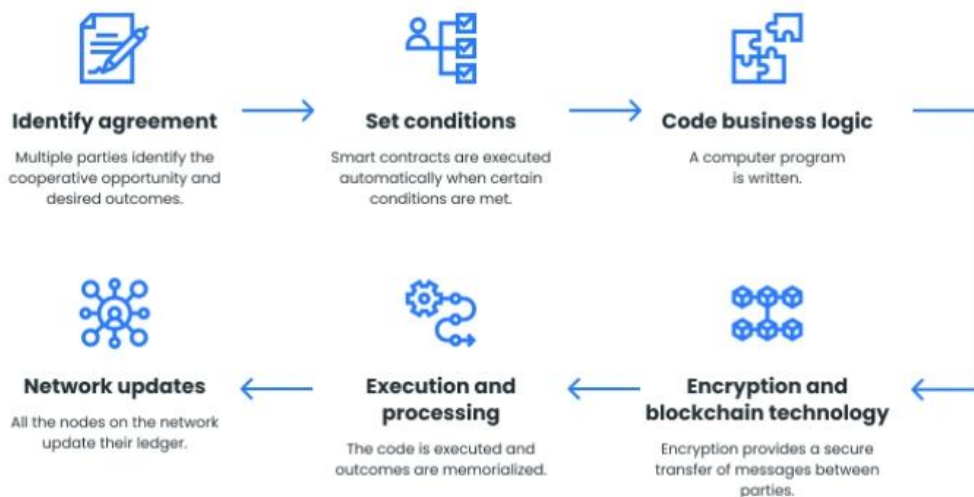


Abbildung3 : Wie funktioniert ein Smart Contract?

2.3. Auswirkungen der Blockchain im beruflichen Bereich

Die Auswirkungen der Blockchain gehen weit über ihre technische Struktur hinaus. Diese Technologie führt dank ihrer Fähigkeit, dezentrale, sichere und transparente Systeme zu schaffen, zu bedeutenden Veränderungen sowohl im sozialen als auch im industriellen Kontext. Damit trägt sie zur Lösung einiger der komplexesten Herausforderungen bei, mit denen verschiedene Branchen konfrontiert sind, wobei die Vorteile auch der Gesellschaft insgesamt zugutekommen.

- **Finanzen und Inklusion:** Im Finanzsektor hat die Blockchain internationale Transaktionen schneller, sicherer und kostengünstiger gemacht, indem sie Zwischenhändler wie Banken eliminiert hat, die oft Verzögerungen verursachen und hohe Gebühren verlangen (Tapscott & Tapscott, 2016). Durch den Abbau dieser Barrieren erweitert sie auch die Möglichkeiten der finanziellen Inklusion, insbesondere für Personen oder Unternehmen, die keinen Zugang zu traditionellen Bankdienstleistungen haben (Swan, 2015). Darüber hinaus gibt das Wachstum der dezentralen Finanzwirtschaft (DeFi) mehr Menschen auf der ganzen Welt die Möglichkeit, an Märkten teilzunehmen und ihre Vermögenswerte selbst zu verwalten (Mougayar, 2016).
- **Gesundheitswesen:** Im Gesundheitswesen bietet die Blockchain eine sichere Möglichkeit, medizinische Daten unter autorisierten Fachleuten auszutauschen,

ohne die Privatsphäre der Patienten zu gefährden. Dies verbessert die Effizienz von Behandlungen und stellt sicher, dass Ärzte Zugang zu vollständigen und aktuellen Informationen haben (Zheng et al., 2017).

- **Lieferketten:** In Lieferketten ermöglicht die Blockchain die Rückverfolgung eines Produkts von seinem Ursprung bis zum Verbraucher. Diese Rückverfolgbarkeit trägt dazu bei, Betrug und Fälschungen zu reduzieren, das Vertrauen der Kunden zu stärken und Unternehmen zu zwingen, Verantwortung für ethische Produktionspraktiken zu übernehmen (Zheng et al., 2017). Außerdem werden Prozesse wie die Herkunftsüberprüfung rationalisiert, was insbesondere in Branchen wie Lebensmittel, Medizin und Luxusgüter von Nutzen ist (Tapscott & Tapscott, 2016).
- **Smart Contracts und der Rechtssektor:** Smart Contracts ermöglichen die Automatisierung von Vereinbarungen ohne die Notwendigkeit von Zwischenhändlern wie Anwälten oder Maklern, wodurch Papierkram, Kosten und das Betrugsrisiko reduziert werden. Dies ist besonders nützlich in Branchen wie Immobilien, Versicherungen und Rechtsdienstleistungen, in denen sensible und komplexe Prozesse abgewickelt werden (Tapscott & Tapscott, 2016).
- **Governance:** Auf institutioneller Ebene kann die Blockchain die Transparenz in der öffentlichen Verwaltung erhöhen. So wurde beispielsweise ihr Einsatz in manipulationssicheren Wahlsystemen und bei der Überprüfung von Regierungsgeschäften untersucht, was zur Bekämpfung von Korruption und zur Stärkung des öffentlichen Vertrauens beitragen könnte (Zheng et al., 2017).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Blockchain das Potenzial hat, ganze Branchen zu verändern, indem sie Fairness, Transparenz und Inklusion fördert. Ihre Fähigkeit, Prozesse zu sichern, zu vereinfachen und zu dezentralisieren, macht sie zu einer Schlüsseltechnologie in der digitalen Evolution und treibt eine gerechtere und effizientere Entwicklung voran.

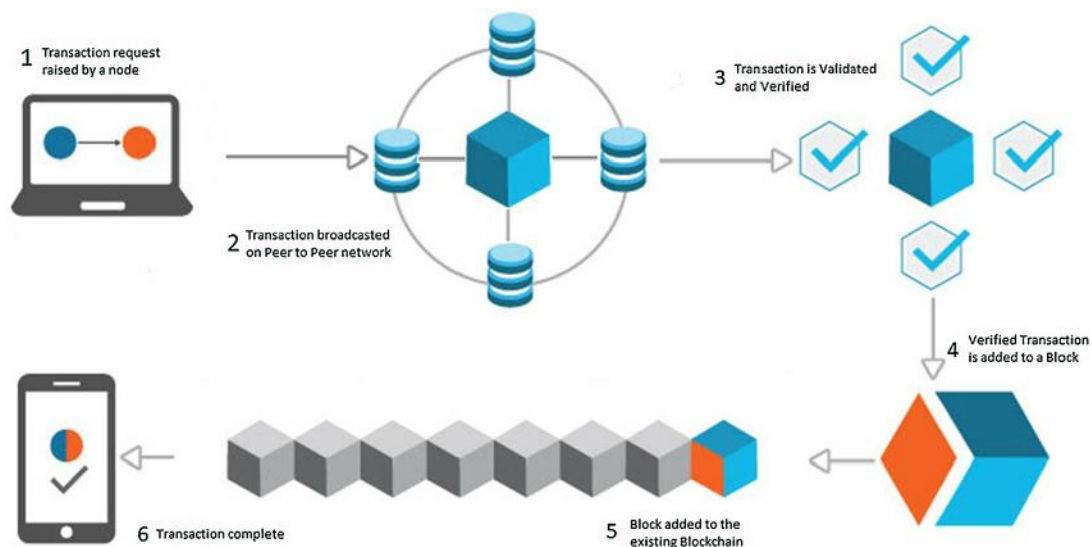


Abbildung4 : Blockchain-Flussdiagramm

2.4. Blockchain-Ausbildung und berufliche Weiterbildung

Da die Blockchain-Technologie noch in den Kinderschuhen steckt, wird der Bedarf an spezialisierten Fachkräften in allen Branchen immer dringlicher. Die Bildung spielt eine Schlüsselrolle bei der Ausbildung von Menschen mit den notwendigen Kenntnissen und Fähigkeiten, um diese Technologie in der Praxis effektiv anzuwenden. Obwohl sie in Universitätsprogrammen, der beruflichen Bildung und der technischen und beruflichen Aus- und Weiterbildung (VET) allmählich an Boden gewinnt, etabliert sie sich als praktischer und zugänglicher Weg, um Blockchain-Kenntnisse zu erwerben.

Im Allgemeinen verbinden Studiengänge theoretische Grundlagen mit einem praktischen Ansatz. Die Inhalte umfassen in der Regel die Grundlagen der Distributed-Ledger-Technologien (DLT), wesentliche Prinzipien der Kryptografie und die Entwicklung von Smart Contracts. Wie Mougayar (2016) hervorhebt, werden diese Fähigkeiten in Branchen wie Finanzen, Logistik, Gesundheitswesen und öffentliche Verwaltung stark nachgefragt sein. Darüber hinaus beschränkt sich die Blockchain-Ausbildung nicht nur auf technische Aspekte, sondern befasst sich auch mit rechtlichen und ethischen Überlegungen und bereitet die Studierenden darauf vor, sich regulatorischen Herausforderungen und beruflichen Dilemmata in verschiedenen Arbeitsumgebungen zu stellen.

Da es sich jedoch um eine disruptive Technologie handelt, sollte die Blockchain-Ausbildung nicht ausschließlich auf IT-Fachleute ausgerichtet sein. Auch Fachleute aus den Bereichen Wirtschaft, Recht und Finanzen können davon profitieren, wenn sie lernen, wie sie diese Technologie zur Verbesserung der betrieblichen Effizienz und Transparenz einsetzen können. Aus diesem Grund verfolgen immer mehr Programme einen interdisziplinären Ansatz, der technische Fähigkeiten mit praktischen Anwendungen verbindet und den Anforderungen einer sich ständig weiterentwickelnden digitalen Wirtschaft gerecht wird.

Angesichts des rasanten technologischen Fortschritts ist es unerlässlich, dass Fachleute aus Bereichen wie Wirtschaft, Logistik und Cybersicherheit das Potenzial der Blockchain gründlich verstehen. Um eine umfassende Ausbildung zu bieten, verbinden die besten Programme Theorie und Praxis und ermöglichen es den Studierenden, mit den führenden Plattformen der Branche zu arbeiten. Dazu gehören sowohl öffentliche Umgebungen wie Ethereum als auch stärker kontrollierte Unternehmenslösungen wie Hyperledger. Dieser gemischte Ansatz vermittelt ihnen vielseitige Erfahrungen und bereitet sie darauf vor, Blockchain in einer Vielzahl von realen Kontexten effektiv anzuwenden (Zheng et al., 2017).





















	Public	Private	Hybrid	Consortium
 Permissioned/Permissionless	Permissionless	Permissioned	Permissioned & Permissionless	Permissioned
 Control	No control by a central authority	Control by a central authority	Control by a central authority	Control by multiple central authorities
 Main Advantages	 Independence  Transparency	 Performance  Scalability	 Performance  Low Cost	 Performance  Security
 Main Disadvantages	 Performance  Scalability Issues	 Security  Trust	 Transparency  Upgrading	 Transparency
 Examples	Bitcoin Litecoin	Hyperledger Fabric	XRP token	Corda Quorum

Abbildung5 : Arten von Blockchain-Netzwerken

2.5. Die Rolle der Blockchain in der beruflichen Bildung

Die technische und berufliche Aus- und Weiterbildung (VET) spielt eine Schlüsselrolle bei der Vorbereitung von Fachkräften, die in der Lage sind, auf die wachsende Nachfrage nach Blockchain-Fachwissen zu reagieren. Diese Programme sind darauf ausgelegt, praktische, berufsorientierte Fähigkeiten zu vermitteln, die auf die tatsächlichen Bedürfnisse der Branchen abgestimmt sind, in denen diese Technologie bereits jetzt einen erheblichen Einfluss hat. Über die Ausbildung qualifizierter Arbeitskräfte hinaus zielt die Einbindung der Blockchain in die technische Ausbildung darauf ab, Innovationen voranzutreiben und die Industrie auf die technologischen Herausforderungen der Zukunft vorzubereiten.

Blockchain-Anwendungen sind besonders relevant in Bereichen wie Logistik, Lieferkettenmanagement und digitale Finanzen. Daher suchen viele Unternehmen nach Mitarbeitern, die nicht nur verstehen, wie diese Technologie funktioniert, sondern sie auch implementieren, verwalten und warten können, um auf dem Markt wettbewerbsfähig zu bleiben. In diesem Zusammenhang bietet die technische Ausbildung einen Mehrwert, indem sie sich neben spezifischen Branchenkenntnissen auf die Entwicklung praktischer Fähigkeiten konzentriert. Dies umfasst alles von der Entwicklung intelligenter Verträge und dezentraler Anwendungen (DApps) bis hin zur Verwaltung von Governance-Strukturen innerhalb von Blockchain-Systemen.

Angeichts der rasanten Entwicklung der Blockchain müssen Berufsbildungseinrichtungen ihre Lehrpläne regelmäßig überprüfen und aktualisieren, um mit den technologischen Veränderungen Schritt zu halten. Dieser dynamische Ansatz ermöglicht es Absolventen, mit aktuellen, sofort einsetzbaren Fähigkeiten in den Arbeitsmarkt einzusteigen. Darüber hinaus vermitteln diese Programme nicht nur den Umgang mit der Technologie, sondern fördern auch eine kritische Sichtweise auf ihre

Auswirkungen auf die Industrie sowie die damit verbundenen ethischen und regulatorischen Herausforderungen.

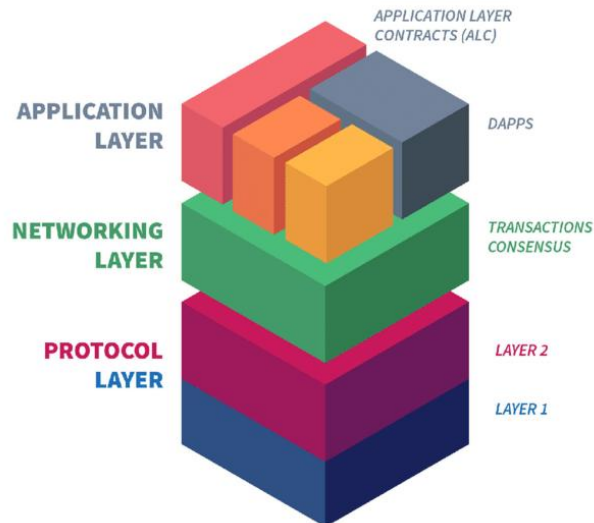


Abbildung6 : Blockchain-Technologie-Stack

Die Integration der Blockchain in die berufliche Bildung trägt dazu bei, die Lücke zwischen theoretischem Wissen und praktischer Anwendung zu schließen. Die Studierenden erwerben nicht nur technische Fähigkeiten zur Umsetzung von Lösungen, sondern entwickeln auch eine auf Innovation und Problemlösung ausgerichtete Denkweise. Dies ermöglicht es ihnen, zu Akteuren des Wandels in ihren Branchen zu werden und so zu einer breiteren Akzeptanz der Blockchain und zur Transformation von Industrien und Volkswirtschaften auf der ganzen Welt beizutragen.

3. BLOCKCHAIN-LEHRPLÄNE

3.1. DEUTSCHLAND

Deutschland verfügt über ein hoch entwickeltes duales Berufsbildungssystem, das durch ein umfangreiches Netzwerk von Universitäten und angewandten Forschungszentren ergänzt wird. Das duale Modell ist international anerkannt, da es die praktische Ausbildung in Unternehmen mit der theoretischen Ausbildung an öffentlichen Schulen kombiniert und nationalen Vorschriften unterliegt, an denen Handelskammern, Unternehmen und Bildungseinrichtungen beteiligt sind. Diese Struktur ermöglicht eine gute Abstimmung der Berufsprofile auf die Bedürfnisse des Arbeitsmarktes, was zur Aufrechterhaltung einer niedrigen Jugendarbeitslosigkeit und einer soliden Basis an mittleren Qualifikationen beiträgt.

Auf politischer Ebene verabschiedete die Bundesregierung 2019 eine nationale Blockchain-Strategie mit dem Ziel, „die Weichen für eine tokenbasierte Wirtschaft zu

stellen". Diese Strategie betrachtet Blockchain als eine Schlüsseltechnologie für Bereiche wie Finanzen, Industrie, Energie, Mobilität und öffentliche Verwaltung.

In diesem Rahmen hat die Blockchain-bezogene Ausbildung in Deutschland ein dynamisches Ökosystem für berufliche Weiterbildung und Umschulung geschaffen. Das Angebot ist jedoch nach wie vor weitgehend „horizontal“ ausgerichtet: Die meisten Programme konzentrieren sich auf Distributed-Ledger-Technologien, Kryptowährungen und Web3-Innovationen ohne direkten Bezug zu bestimmten Sektoren wie Naturstein, Bergbau oder Baustoffe.

3.1.1. Blockchain in der beruflichen Aus- und Weiterbildung

Innerhalb des deutschen Berufsbildungssystems hat sich Blockchain noch nicht als anerkannter Ausbildungsberuf etabliert. Stattdessen findet die Ausbildung in diesem Bereich überwiegend im Rahmen der beruflichen Weiterbildung statt.

Diese Programme werden in der Regel in Form von kurzen, intensiven Kursen mit Zertifizierung angeboten und von Einrichtungen wie Industrie- und Handelskammern (IHK), privaten Akademien oder staatlich geförderten Digitalinitiativen durchgeführt. Sie richten sich vor allem an Fachleute, die ihre IT-Kenntnisse auffrischen möchten, oder an Führungskräfte, die einen Überblick über das Krypto-Ökosystem benötigen. Ziel ist es, die Lücke zwischen den traditionellen beruflichen Qualifikationen und den neuen Anforderungen der tokenbasierten Wirtschaft zu schließen.

Bitcoin, Blockchain & Co. [Tageskurs]

- **Institution:** HKBiS Handelskammer Hamburg Bildungs-Service (IHK-Seminar)
- **Link:** [HKBiS-Kurs](#)
- **Beschreibung:** Ein kurzes Präsenzseminar (10 Unterrichtsstunden), das als IHK-Seminar in Hamburg angeboten wird. Es führt die Teilnehmer in Bitcoin, alternative Kryptowährungen, NFTs und grundlegende Blockchain-Prinzipien ein. Der Schwerpunkt liegt auf dem Verständnis, wie sich diese Technologien in moderne Unternehmen und digitale Geschäftsmodelle integrieren lassen.

Python Aufbaukurs – Blockchain mit Python

- **Institution:** Cimdata Bildungsakademie
- **Link:** [Cimdata Python-Kurs](#)
- **Beschreibung:** Ein vierwöchiger Vollzeitkurs, der fortgeschrittene Python-Programmierung mit der Entwicklung von Blockchain-Anwendungen kombiniert. Der Lehrplan umfasst kryptografische Grundlagen, Konsensmechanismen (PoW vs. PoS), die Implementierung einer benutzerdefinierten Blockchain, die Entwicklung intelligenter Verträge und die Integration von Wallets.

Blockchain-Technologie (modulare Ausbildung)

- **Institution:** Cimdata Bildungsakademie
- **Link:** [Kursportal Schleswig-Holstein](#)

- **Beschreibung:** Ein 24-wöchiges modulares Weiterbildungsprogramm, das für deutsche Arbeitsagentur-Gutscheine anerkannt ist. Es behandelt Blockchain als Teil eines breiteren „Zukunftskompetenzen“-Profils und kombiniert Distributed-Ledger-Konzepte mit Webentwicklung (HTML5, React) und Cloud Computing. Die Teilnehmer erwerben ein Cimdara-Zertifikat und potenzielle IHK-Qualifikationen.

Technische Grundlagen von Blockchain und DLT

- **Institution:** OPEN vhb (Virtuelle Hochschule Bayern, TU München)
- **Link:** [OPEN vhb-Kurs](#)
- **Beschreibung:** Ein kostenloser Online-Kurs, der von der Technischen Universität München (TUM) im Rahmen der Bayerischen Blockchain-Strategie angeboten wird. Er bietet eine strukturierte Einführung in die Grundlagen der Kryptografie, Protokollschichten, Konsensmechanismen und die Implementierung von Smart Contracts. Er behandelt konkrete Systeme wie Bitcoin, Ethereum und Hyperledger.

3.1.2. Blockchain in der Hochschulbildung

Deutschland sticht in Europa dadurch hervor, dass es umfassende Masterstudiengänge anbietet, die sich ausschließlich mit Blockchain befassen, anstatt sie nur als Wahlfach innerhalb anderer Studiengänge anzubieten. Fachhochschulen und technische Universitäten sind in diesem Bereich führend und bieten anspruchsvolle akademische Programme an, die Software-Engineering, rechtliche Regulierung und Finanzmanagement kombinieren.

Diese vertiefte Spezialisierung ermöglicht die Ausbildung hochqualifizierter Fachkräfte, die in der Lage sind, komplexe verteilte Architekturen und tokenbasierte Wirtschaftsmodelle zu entwerfen.

Blockchain & Distributed Ledger Technologies (DLT), M.Sc.

- **Institution:** Hochschule Mittweida
- **Link:** [HS Mittweida Studiengang](#)
- **Beschreibung:** Einer der ersten spezialisierten Masterstudiengänge in Europa, der sich vollständig mit Blockchain befasst. Es handelt sich um einen anwendungsorientierten Studiengang, der Absolventen auf den Betrieb von Blockchain-Infrastrukturen vorbereitet. Der Lehrplan umfasst DLT-Architekturen, Kryptografie, Token-Ökonomie und rechtliche Aspekte, mit einer starken Zusammenarbeit mit der Industrie in den Bereichen Fintech und Industrie 4.0.

Informationstechnologie – Blockchain-Technologie, M.Eng.

- **Institution:** SRH Hochschule Heidelberg
- **Link:** [SRH Heidelberg Programm](#)

- **Beschreibung:** Ein praxisorientierter Masterstudiengang, der in englischer Sprache unterrichtet wird. Er kombiniert fortgeschrittene Softwareentwicklung und IT-Sicherheit mit einer Spezialisierung auf Blockchain-Systeme. Die Module befassen sich mit der Entwicklung von Smart Contracts, dezentralen Anwendungen (dApps), Sicherheitsleistung und Tokenisierungs-Geschäftsmodellen. Die Studierenden arbeiten an angewandten Projekten, die auf Positionen wie Blockchain-Ingenieur oder Lösungsarchitekt abzielen.

Master in Blockchain & Digital Assets, M.Sc.

- **Institution:** Frankfurt School of Finance & Management
- **Link:** [Frankfurt School](#)
- **Beschreibung:** Ein Postgraduiertenprogramm mit Schwerpunkt auf den finanziellen und betriebswirtschaftlichen Aspekten der Technologie. Behandelt werden digitale Vermögensmärkte, Verwahrung, Compliance, DeFi-Anwendungsfällen und technische Grundlagen. Richtet sich an Fachleute aus dem Bankwesen und der Beratung, die Blockchain-basierte Finanzprodukte entwickeln möchten.

Blockchain-basierte Systemtechnik (Module)

- **Institution:** Technische Universität München (TUM)
- **Link:** [TUM sebis-Lehrstuhl](#)
- **Beschreibung:** Spezialisierte Module, die in den Lehrplan der Informatik integriert sind. Der Lehrstuhl für Software Engineering bietet Vorlesungen und Labore zum Thema „Blockchain-basierte Systemtechnik“ an, in denen Konsensprotokolle, dezentrale Identität und Governance behandelt werden. Es handelt sich um forschungsorientierte Module, die Masterstudierenden der Informatik und Informationssysteme offenstehen.

3.2. SPANIEN

Das Hauptziel des Berufsbildungssystems (FP) in Spanien ist es, den Schülern Fähigkeiten und Fertigkeiten zu vermitteln, die direkt auf die Bedürfnisse des Arbeitsmarktes zugeschnitten sind. Gemäß dem spanischen Bildungsrahmen ist die FP in zwei Stufen unterteilt: mittlere Berufsausbildung und höhere Berufsausbildung. Beide Stufen kombinieren eine praktische, berufsorientierte Ausbildung in verschiedenen Berufsfeldern. Diese Programme werden in Zusammenarbeit mit der Wirtschaft entwickelt, um sicherzustellen, dass die Absolventen gut auf den Eintritt in das Berufsleben vorbereitet sind.

Mit dem rasanten Fortschritt der Blockchain-Technologie und ihrer zunehmenden Bedeutung in Bereichen wie Finanzen, Logistik und Lieferkettenmanagement wächst das Bewusstsein für die Notwendigkeit, Kompetenzen im Zusammenhang mit dieser Technologie in die Lehrpläne der beruflichen Bildung aufzunehmen. Da sich die

Blockchain als wichtiges Instrument für sichere, transparente und dezentrale Transaktionen etabliert hat, suchen Unternehmen nach Fachkräften, die in der Lage sind, sie in realen Umgebungen zu implementieren und zu verwalten.

Die spanischen Institutionen haben kürzlich mit der Einführung von Blockchain-Schulungskursen begonnen, die speziell auf Berufsbildungsstudenten mit praktischen, berufsvorbereitenden Fähigkeiten ausgerichtet sind. Die Programme vermitteln den Studenten sowohl theoretische als auch praktische Erfahrungen im Umgang mit Blockchain-Plattformen wie Ethereum und Hyperledger, in der Entwicklung intelligenter Verträge sowie in ethischen und rechtlichen Überlegungen zum Einsatz dieser Technologie.

3.2.1. Blockchain in der beruflichen Aus- und Weiterbildung (VET)

Als Reaktion auf diese Nachfrage haben einige spanische Institutionen damit begonnen, Blockchain-Schulungskurse anzubieten, die sich speziell an Berufsschüler richten. Diese Programme verbinden Theorie und Praxis und ermöglichen es den Schülern, mit Plattformen wie Ethereum und Hyperledger zu arbeiten. Neben dem Erlernen der Entwicklung von Smart Contracts behandeln die Kurse auch ethische und rechtliche Fragen im Zusammenhang mit dem Einsatz dieser Technologie.

Kurs zu Kryptowährungen: Strategie, Regulierung und Anlegerpsychologie

- **Institution:** CEF (Centro de Estudios Financieros)
- **Link:** [CEF-Kurs](#)
- **Beschreibung:** Ein kurzer Online-Kurs (ca. 20 Stunden) für Finanzfachleute, die ein aktuelles Verständnis des Krypto-Asset-Ökosystems benötigen. Er behandelt die technologischen Grundlagen der Blockchain, wichtige Netzwerke wie Bitcoin und Ethereum sowie die Rolle zentralisierter gegenüber dezentralisierten Börsen. Der Lehrplan befasst sich insbesondere mit dem europäischen MiCA-Rahmenwerk, der spanischen Regulierung und Best Practices im Risikomanagement und in der Anlegerpsychologie in volatilen Märkten.

Höherer technischer Kurs in Blockchain

- **Institution:** INESEM Business School
- **Link:** [INESEM-Kurs](#)
- **Beschreibung:** Ein Online-Programm für Techniker und Fachleute, die mit Blockchain-Infrastrukturen arbeiten möchten. Es reicht von konzeptionellen Grundlagen (DLT, Konsensmechanismen, Wallets) bis hin zu praktischen Anwendungen mit Smart Contracts, NFTs und DeFi-Anwendungsfällen. Der Kurs legt den Schwerpunkt auf angewandte Fähigkeiten durch Übungen in öffentlichen und privaten Netzwerken.

Universitätskurs in Blockchain (Titulación universitaria + 5 ECTS)

- **Institution:** INESEM + Universidad Nebrija
- **Link:** [INESEM-akkreditierter Kurs](#)

- **Beschreibung:** Ein kurzer, universitätsakkreditierter Kurs (5 ECTS) mit den Schwerpunkten Blockchain-Architektur, kryptografische Primitive, Transaktionsmodelle und Smart-Contract-Design. Die Studierenden beschäftigen sich mit Ethereum und anderen Plattformen. Dieses Programm ist als formale Weiterbildungsoption für Absolventen und Fachkräfte aus dem Bereich der beruflichen Bildung konzipiert, die einen akademischen Abschluss in Blockchain-Grundlagen anstreben.

Expertenkurs in Blockchain

- **Institution:** Deusto Formación
- **Link:** [Deusto-Kurs](#)
- **Beschreibung:** Ein professioneller Kurs, der eine Einführung in DLTs mit Modulen zu Web3, Krypto-Assets, Tokenisierung und Smart Contracts kombiniert. Er führt in der Regel zu einem doppelten Zertifikat (Deusto Formación plus einer Partneruniversität) und ist stark auf praktische Geschäftsanwendungen, Fallstudien und die Gestaltung von Blockchain-basierten Unternehmensprojekten ausgerichtet.

Blockchain: Ökosystem und Geschäftsanwendungen

- **Institution:** Kursia Escuela de Formación
- **Link:** [Kursia-Kurs](#)
- **Beschreibung:** Ein Online-Kurs, der sich an Führungskräfte, Mitarbeiter des öffentlichen Dienstes und Fachleute richtet, die ein umfassendes Verständnis der Blockchain benötigen, ohne über fundierte technische Entwicklungkenntnisse zu verfügen. Er erklärt die technologische Entwicklung, Netzwerktypen und Tokenomics und konzentriert sich dabei auf Geschäftsmodelle, Prozessoptimierung und Fallstudien aus der Praxis in den Bereichen Finanzen, Verwaltung und Industrie.

Kurs über Blockchain in der Wirtschaft

- **Institution:** IEBS Business School
- **Link:** [IEBS-Kurs](#)
- **Beschreibung:** Ein kurzer Online-Kurs, der untersucht, wie Blockchain Geschäftsmodelle und Betriebsabläufe verändert. Er führt in die Grundlagen, Krypto-Assets und Smart Contracts ein und leitet die Teilnehmer durch die Analyse von Blockchain-basierten Wertversprechen und dezentralen Anwendungen (dApps). Er richtet sich an Unternehmer, Berater und Fachleute aus dem Bereich des digitalen Geschäfts.

Kurs zu Blockchain, Web3 und Metaverse

- **Institution:** Campus Internacional de Blockchain
- **Link:** [Campus Blockchain-Kurs](#)
- **Beschreibung:** Ein spezialisiertes Online-Programm (ca. 150 Stunden), das asynchrone Inhalte mit Live-Sitzungen kombiniert. Es behandelt technische

Grundlagen, Smart Contracts, Token-Ökonomien, NFTs, DeFi und Metaverse-Plattformen. Es wurde ausdrücklich als professionelle Schulung für Entwickler, Produktmanager und Innovatoren konzipiert, die Projekte im Web3-Ökosystem entwickeln.

3.2.2. Blockchain in der Hochschulbildung

Im Bereich der Hochschulbildung in Spanien haben mehrere Universitäten begonnen, spezialisierte Programme zum Thema Blockchain anzubieten, mit dem Ziel, Studierende auf die Herausforderungen eines stetig wachsenden Sektors vorzubereiten. Diese Studiengänge, von denen die meisten auf Master-Niveau unterrichtet werden, befassen sich sowohl mit den technischen als auch mit den wirtschaftlichen und regulatorischen Aspekten dieser Technologie. Ihr Ziel ist es, Fachkräfte auszubilden, die in der Lage sind, Projekte in Bereichen wie Fintech, digitale Transformation und dezentrale Finanzen (DeFi) zu leiten.

Der akademische Inhalt dieser Programme strebt ein Gleichgewicht zwischen Theorie und Praxis an, wobei ein starker Schwerpunkt auf der Entwicklung von Smart Contracts und dem Entwurf neuer Geschäftsmodelle auf Basis der Blockchain liegt.

Master in Blockchain und Big Data

- **Institution:** Universidad Complutense de Madrid (UCM)
- **Link:** [Master UCM](#)
- **Beschreibung:** Ein Master-Studiengang mit 60 ECTS-Punkten, der von der Fakultät für Statistik angeboten wird. Er verbindet auf einzigartige Weise die Ausbildung in Blockchain-Technologie mit Big-Data-Analysen. Die Studierenden lernen die Grundlagen von Netzwerken, Smart Contracts und dApps kennen und erwerben gleichzeitig Fähigkeiten in den Bereichen Datenanalyse, Programmierung und Echtzeitverarbeitung. Der Studiengang ist praxisorientiert und wird von Mentoren aus dem spanischen Blockchain-Ökosystem begleitet.

Master in Blockchain-Technologien und Smart Contracts

- **Institution:** Universidad de Salamanca
- **Link:** [USAL Master](#)
- **Beschreibung:** Ein Blended-Learning-/Online-Masterstudiengang (60 ECTS) mit umfassender Ausbildung. Er kombiniert technische Module (DLT, Kryptografie, Ethereum, Bitcoin) mit wirtschaftlichen, betriebswirtschaftlichen und rechtlichen/regulatorischen Inhalten. Der Studiengang ist mit der CyberChain-Initiative der Universität verbunden und richtet sich an Absolventen der Fachrichtungen IKT, Wirtschaft, Betriebswirtschaft und Rechtswissenschaften, die sich auf digitale Transformation spezialisiert haben.

Master in Blockchain, Smart Contracts und Kryptoökonomie

- **Institution:** Universidad de Alcalá
- **Link:** [UAH Master](#)
- **Beschreibung:** Ein 60-ECTS-Weiterbildungsmaster, der einen integrierten Überblick über Blockchain, DAOs, Smart Contracts und virtuelle Vermögenswerte bietet. Der Lehrplan ist nach drei Perspektiven gegliedert: Technik (Infrastruktur, Tokenomics), Wirtschaft und Finanzen (DeFi, neue Geschäftsmodelle) sowie Recht und Regulierung (EU-/spanische Vorschriften). Der Studiengang wird vollständig online für Fachleute aus den Bereichen IKT, Wirtschaft und Recht angeboten.

Master in Blockchain und digitaler Innovation / Diplom

- **Institution:** Universitat Politècnica de València (UPV)
- **Link:** [UPV-Diplom](#)
- **Beschreibung:** Die UPV bietet einen modularen Ausbildungsweg an, der einen Master in Blockchain und digitaler Innovation und ein 30-ECTS-Diplom umfasst. Diese Programme decken die wichtigsten Blockchain-Varianten, Kryptowährungen, Datenanalyse für Web3 und geschäftliche Anwendungen von NFTs und dem Metaversum ab, wobei der Schwerpunkt auf praktischen Projekten und beruflichen Rollen liegt.

Master in Blockchain, Krypto-Assets und Tokenisierung

- **Institution:** Universidad Nebrija
- **Link:** [Nebrija-Master](#)
- **Beschreibung:** Ein offizieller Master-Abschluss mit 60 ECTS, der sich sowohl auf die technologischen als auch auf die geschäftlichen Aspekte der Blockchain konzentriert. Die Studierenden befassen sich mit öffentlichen und privaten Netzwerken (Bitcoin, Ethereum, Hyperledger), Kryptografie und der Entwicklung intelligenter Verträge sowie mit rechtlichen/geschäftlichen Modulen zu Tokenisierung und digitaler Finanzierung. Stark auf die Beschäftigungsfähigkeit mit Industriepartnern ausgerichtet.

Master in Blockchain-Technologie und Kryptoökonomie

- **Institution:** Universidad del País Vasco (UPV/EHU)
- **Link:** [Master UPV/EHU](#)
- **Beschreibung:** Ein multidisziplinärer Masterstudiengang mit 60 ECTS, der sich auf folgende Grundpfeiler konzentriert: Bitcoin, Kryptografie, algorithmische Komplexität, Spieltheorie, Währungssysteme und rechtliche Fragen. Er umfasst Programmierung in Umgebungen wie Bitcoin, Ethereum und Hyperledger. Er richtet sich an Absolventen der Natur- und Ingenieurwissenschaften mit Spezialisierung auf Industrie 4.0, Finanzen oder Rechtsdienstleistungen.

3.3. RUMÄNIEN

Das Hauptziel des Berufsbildungssystems (VET) in Rumänien ist es, den Studierenden praktische Fähigkeiten zu vermitteln, die den Anforderungen des Arbeitsmarktes entsprechen. Es kombiniert Erstausbildungswege auf der Ebene der Sekundarstufe II mit einem vielfältigen Hochschulsektor und einem wachsenden Angebot an Weiterbildungs- und Auffrischungsprogrammen. In den letzten Jahren haben sich die nationalen Strategien für Digitalisierung und intelligente Spezialisierung auf fortgeschrittene digitale Kompetenzen als Schlüsselfaktor für die Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit und Innovation konzentriert.

In diesem breiteren Kontext hat sich die Blockchain als ein aufstrebender, aber schnell wachsender Bereich positioniert. Seit etwa 2017 haben Universitäten, Forschungszentren und spezialisierte Ausbildungsanbieter in Rumänien begonnen, Module und Programme mit Schwerpunkt auf dieser Technologie in ihr Angebot aufzunehmen. Diese Entwicklung wird durch ein aktives Ökosystem unterstützt, das mehr als 100 Blockchain-bezogene Unternehmen und Pilotprojekte in Bereichen wie Fintech, digitale Identität, E-Government, Energie und Bildung umfasst (Holotescu et al., 2021). Infolgedessen ist die Nachfrage nach spezialisierten Fähigkeiten in den Bereichen Distributed-Ledger-Technologien (DLT), Smart Contracts und Krypto-Assets gestiegen.

Als Reaktion auf diese Entwicklung haben verschiedene Fachbereiche für Informatik, Ingenieurwesen, Wirtschaft und Finanzen begonnen, spezifische Kurse oder Module zum Thema Blockchain sowohl in Bachelor- als auch in Masterstudiengängen anzubieten. Darüber hinaus gibt es Executive-Programme, Kurzurse und Online-Schulungen. Strategische Initiativen wie das Projekt EBSI4RO (Connecting Romania through Blockchain) integrieren den Einsatz der Blockchain in eine umfassendere Agenda für die digitale Transformation und fördern die Einführung der European Blockchain Services Infrastructure (EBSI) für die sichere Nutzung digitaler Berechtigungsnachweise und Innovationen im öffentlichen Sektor (EBSI4RO, 2022).

Obwohl die Einführung dieser Technologie im Hochschulbereich und in der beruflichen Weiterbildung weiter fortgeschritten ist als in der beruflichen Erstausbildung (ISCED-Stufen 3 und 4), wächst das Angebot an Kursen, Mini-MOOCs und Executive-Programmen weiter. Dies erleichtert IT-Fachkräften, Mitarbeitern des öffentlichen Sektors und Unternehmern den Zugang zu spezialisierten Schulungen.

3.3.1. Blockchain in der beruflichen Aus- und Weiterbildung (VET)

Obwohl es in Rumänien noch keine spezifischen formalen Qualifikationen im Bereich Blockchain auf der Ebene der beruflichen Sekundarstufe II (berufliche Erstausbildung) gibt, steht eine breite Palette von Postgraduierten-, Weiterbildungs- und Executive-Programmen zur Verfügung. Diese Initiativen spielen eine wichtige Rolle bei der Fortbildung und Umschulung erwachsener Fachkräfte (berufliche Weiterbildung).

Im Allgemeinen handelt es sich um intensive Programme, die zwischen einigen Wochen und drei Monaten dauern können. Sie kombinieren grundlegende theoretische Inhalte mit Fallstudien und praktischen Laborübungen, sodass die Teilnehmer Kenntnisse erwerben können, die sie sofort in ihrem beruflichen Umfeld anwenden können.

Unternehmertum in der Blockchain

- **Institution:** Westuniversität Timișoara (Aufbaustudiengang)
- **Link:** <https://admitere.uvt.ro/program/antreprenoriat-in-blockchain/>
- **Beschreibung:** Postgraduiertenprogramm an der Fakultät für Mathematik und Informatik, konzipiert als berufliche Weiterbildung für Absolventen und Fachleute aus den Bereichen IKT, Finanzen, Recht, öffentliche Verwaltung und anderen Sektoren. Der Lehrplan umfasst: technische Grundlagen der Blockchain in dezentralen und genehmigungspflichtigen Systemen; unternehmerische Möglichkeiten; dezentrale Geschäftsmodelle; optionale Module zu Anwendungen in den Bereichen Finanzen, Energie, Lieferketten und Bildung sowie die Programmierung von Blockchain-Anwendungen auf verschiedenen Plattformen. Die Abschlusszertifikate werden auf einer Blockchain ausgestellt und gespeichert, wodurch sie zu einer nationalen Referenz für die Kombination von Kompetenzentwicklung und nachweisbaren digitalen Qualifikationen werden.

Blockchain-Technologie: Anwendung und Innovation transformativer Geschäftsmodelle

- **Institution:** Executive Blockchain Laboratory (ICI Bukarest)
- **Link:** <https://www.executiveblockchainlaboratory.ro/executive-courses.php>
- **Beschreibung:** Achtwöchiger Online-Kurs für Führungskräfte, veranstaltet vom Executive Blockchain Laboratory des Nationalen Instituts für Forschung und Entwicklung in Informatik (ICI Bukarest). Er richtet sich an Führungskräfte, Manager und Entscheidungsträger in Wirtschaft und öffentlicher Verwaltung. Die Module behandeln: Grundlagen der Blockchain; Blockchain-Architekturen für Unternehmen und Cybersicherheit; Anwendungsfälle in der Lieferkette; Systemresilienz und Governance-Architekturen; sowie tokenbasierte Geschäftsmodelle und Kryptoökonomie, in Zusammenarbeit mit der Old Dominion University, Modex, Tailpath und dem Kryptoökonomie-Institut der WU Wien. Der Kurs konzentriert sich ausdrücklich auf Strategie und Innovation und hilft den Teilnehmern, Blockchain-basierte Lösungen für ihre eigenen Organisationen zu entwickeln.

EBSI4RO – Rumänien durch Blockchain verbinden (Mini-MOOCs und Micro-Credentials)

- **Link:** <https://ebsi4ro.ro/romanian-blockchain-ecosystem/>
- **Beschreibung:** EBSI4RO ist ein von der EU finanziertes Projekt, das den Einsatz der European Blockchain Services Infrastructure (EBSI) für die Ausstellung von Diplomen und Mikro-Zertifikaten in Rumänien pilotiert. Zu den Ergebnissen gehören mehrere Online-Mini-MOOCs, die auf der Unicampus-Plattform

gehostet werden und sich auf Blockchain-Technologie, EBSI-Anwendungsfälle und überprüfbare Zeugnisse für öffentliche Dienste und Bildung konzentrieren. Diese Kurse legen den Schwerpunkt auf Datenintegrität, vertrauenswürdige grenzüberschreitende Dienste und die Ausrichtung auf die Prioritäten der EU-Digitalpolitik und stellen digitale Badges und Zertifikate aus, die auf Blockchain basieren.

Blockchain Intelligence Academy (BIA)

- **Institution:** ICI Bukarest & ChainArgos
- **Link:** <https://ici.ro/en/blockchain-intelligence-academy-bia/>
- **Beschreibung:** Öffentlich-private Ausbildungsinitiative mit Schwerpunkt auf Blockchain-Analysen, Untersuchungen zu Krypto-Assets und digitaler Forensik für Regulierungsbehörden, Finanzinstitute und Strafverfolgungsbehörden. Die Akademie bietet modulare Kurse zum Blockchain-Ökosystem, zur Rückverfolgung von Transaktionen, zur Einhaltung von AML/CFT-Vorschriften und zur Vorbereitung von Beweismitteln für Gerichte an. Obwohl nicht sektorspezifisch, lässt sich dieser Schwerpunkt auf Governance, Risiko und Compliance sehr gut auf die Rückverfolgbarkeit und Überwachung in der Rohstoffindustrie übertragen.

3.3.2. Blockchain in der Hochschulbildung

Im Bereich der Hochschulbildung haben rumänische Universitäten nach und nach spezifische Kurse und Module zu Blockchain, Smart Contracts und Krypto-Assets in ihre Bachelor- und Masterstudiengänge aufgenommen. Diese Fächer sind hauptsächlich in Studiengängen wie Informatik, Informationstechnologie, Ingenieurwesen und Wirtschaftswissenschaften integriert.

Darüber hinaus werden viele dieser akademischen Initiativen durch spezialisierte Forschungsgruppen und strategische Allianzen mit Unternehmen der Branche unterstützt. Dies ermöglicht eine direkte Verbindung zwischen theoretischen Inhalten und den realen Bedürfnissen des Arbeitsmarktes.

Blockchain: Grundlagen und Anwendungen

- **Institution:** Alexandru Ioan Cuza Universität Iași (Fakultät für Informatik)
- **Link:** https://edu.info.uaic.ro/blockchain/Blockchain_2024_2025_EN.pdf
- **Beschreibung:** Masterstudiengang, der in mehreren Studiengängen angeboten wird (Software Engineering, Verteilte Systeme, Informationssicherheit, Fortgeschrittene Studien in Informatik). Der Kurs behandelt: Konzepte verteilter Systeme; Konsens und Fehlertoleranz; kryptografische Primitive; wichtige öffentliche und genehmigungspflichtige Blockchain-Plattformen; Entwicklung intelligenter Verträge (z. B. Ethereum); und Bewertung der Blockchain als Infrastruktur für verschiedene Anwendungen. Er wurde vom rumänischen Verband der Softwareindustrie (ANIS) als innovative Lehrinitiative anerkannt.

Blockchain: Smart Contracts

- **Institution:** Babeş-Bolyai-Universität Cluj-Napoca (Fakultät für Mathematik und Informatik)
- **Link:**
https://www.cs.ubbcluj.ro/files/curricula/2025/syllabus/IG_sem6_MLE5157_e_n_craciunf_2025_10056.pdf
- **Beschreibung:** Wahlfach für Bachelor-Studierende (Studiengang Informatik) zum Thema Blockchain und Smart Contracts. Der Lehrplan umfasst: Einführung in die Grundlagen der Blockchain; Bitcoin und Ethereum; das Ausführungsmodell für Smart Contracts; Designmuster in Solidity; dezentrale Anwendungen (DApps); Sicherheitsfragen in Ethereum; Mining-Strategien und Konsensprotokolle. In den Laborübungen lernen die Studierenden, Ethereum-Clients zu konfigurieren, Tools wie Ganache und Remix zu verwenden sowie Smart Contracts zu entwickeln und zu testen.

Blockchain und Big Data in medizinischen Anwendungen

- **Institution:** Nationale Universität für Wissenschaft und Technologie Politehnica Bukarest (Fakultät für Elektronik, Telekommunikation und Informationstechnologie)
- **Link:** <https://etti.upb.ro/en/category/cursuri/master-cursuri/eim/>
- **Beschreibung:** Masterstudiengang im Bereich Biomedizintechnik. Der Kurs befasst sich mit Big-Data-Szenarien im Gesundheitswesen (elektronische Gesundheitsakten, Telemedizin-Daten, Datenbanken für klinische Studien) und untersucht, wie Blockchain zur Unterstützung verteilter medizinischer Anwendungen, zum sicheren Datenaustausch und zur Gewährleistung der Integrität von Krankenakten eingesetzt werden kann. Die Laborveranstaltungen konzentrieren sich auf die Entwicklung und Bewertung von Blockchain-gestützten Datenmanagementlösungen in realistischen E-Health-Kontexten.

Blockchain, Quantenkryptografie und Sicherheit im Bereich E-Payment/E-Commerce

- **Institution:** Wirtschaftsuniversität Bukarest (Masterstudiengang Cybersicherheit)
- **Link:** <https://ism.ase.ro/curricula/cybersecurity-curricula-2022-2024/ism.ase.ro>
- **Beschreibung:** Kurs im Rahmen des Masterstudiengangs ICT-Sicherheit/Cybersicherheit. Gemäß dem offiziellen Lehrplan kombiniert er Blockchain-Technologien mit Quantenkryptografie und sicheren Zahlungssystemen und befasst sich sowohl mit der Sicherheit von Online- und Offline-Zahlungen als auch mit Smart Contracts und sicherem E-Commerce. Dies vermittelt eine fundierte rechtlich-technische und compliance-orientierte Perspektive, die für die finanzielle Transparenz, Lizenzgebühren und Entgelte in ressourcenintensiven Branchen relevant ist.

3.4. KROATIEN

In Kroatien nimmt die Blockchain-Ausbildung im Rahmen eines umfassenderen Prozesses der digitalen Transformation sowohl in der beruflichen Bildung als auch in der Hochschulbildung Gestalt an. Nationale Initiativen wie das „e-School“-Programm und die „Digital Croatia“-Strategie legen den Grundstein für die Einbindung fortschrittlicher Technologien in die Lehrpläne. Auf der Ebene der beruflichen Bildung konzentrierten sich die jüngsten Reformen auf übergreifende digitale Kompetenzen, obwohl es noch keine spezifischen Blockchain-Module innerhalb der offiziellen Qualifikationen gibt. Derzeit wird die Ausbildung in diesem Bereich hauptsächlich durch Kurzurse und nicht-formale Erwachsenenbildung angeboten, die von privaten Einrichtungen durchgeführt werden.

Was den Natursteinsektor betrifft, verfügt Kroatien über eine wichtige Einrichtung: die Klesarska škola Pučišća (Pučišća-Steinschule), die Teil des RockChain-Projekts ist. Diese Schule ist ein europäischer Maßstab und hat an Digitalisierungsprojekten wie BIMSTONE teilgenommen. Derzeit liegt ihr Schwerpunkt jedoch weiterhin auf Handwerkskunst und Sicherheit, ohne dass vorerst Inhalte im Zusammenhang mit Blockchain einbezogen werden. Dies bestätigt, dass RockChain keine Doppelarbeit leisten, sondern das bestehende Angebot ergänzen wird, indem es einen spezifischen Bedarf an der Schnittstelle zwischen traditionellem Handwerk und Rückverfolgbarkeitstechnologien abdeckt.

3.4.1. Blockchain in der beruflichen Aus- und Weiterbildung (VET)

In Kroatien gibt es in der beruflichen Aus- und Weiterbildung (VET) noch keine offiziellen Lehrpläne, die sich speziell mit der Blockchain-Technologie im öffentlichen System befassen. Aufgrund dieser Lücke liegt die Verantwortung für die Ausbildung in diesem Bereich beim privaten Sektor und bei Erwachsenenbildungszentren.

Die bestehenden Kurse sind in der Regel kurz, intensiv und auf eine schnelle Verbesserung der Fähigkeiten ausgerichtet. Sie konzentrieren sich größtenteils auf zwei Hauptbereiche: einerseits auf die finanzielle Komponente der Blockchain, wie Kryptowährungen und dezentrale Finanzen (DeFi), die sich an Personen richtet, die an Investitionen oder Selbststudium interessiert sind, und andererseits auf die geschäftliche Anwendung dieser Technologie, die für Unternehmer und Technologiemanager in Organisationen konzipiert ist.

Kurs „Blockchain, Kryptowährungen, DeFi“

- **Institution:** Učilište Astera (Strukovno učilište Krešimir)
- **Link:** [Učilište Astera](#)
- **Beschreibung:** Ein 20-stündiger Kurs für Anfänger, der den Teilnehmern die Blockchain-Technologie und Kryptowährungen näherbringen soll. Der Lehrplan umfasst Blockchain-Grundlagen, Transaktionsmechanismen, Datenspeicherung

und dezentrale Finanzen (DeFi). Außerdem werden praktische Schritte zur Sicherung digitaler Geldbörsen und zur Navigation auf Kryptomärkten vermittelt.

Blockchain u poslovnim primjenama (Blockchain in Geschäftsanwendungen)

- **Institution:** Mirakul Edukacijski centar
- **Link:** [Mirakul-Seminare](#)
- **Beschreibung:** Ein Fachseminar, das Blockchain als verteilte Technologie für die Dezentralisierung von Unternehmen vorstellt. Das Programm analysiert Konsensalgorithmen, Datenintegrität und digitale Signaturen und vergleicht Blockchain mit traditionellen Datenbanken. Der Schwerpunkt liegt auf Smart Contracts und Anwendungsfällen aus der Praxis.

Uvod u Blockchain i pametne ugovore (Einführung in Blockchain und Smart Contracts)

- **Institution:** Web3.0 Workshops, Digitalna Dalmacija
- **Link:** [Digitalna Dalmacija](#)
- **Beschreibung:** Ein praxisorientierter Workshop im Rahmen des WEB3.0-Zyklus. Theoretisch werden dezentrale Transaktionen und die Rolle von softwaregestützten Bedingungen erläutert. Praktisch arbeiten die Teilnehmer mit **Solidity**, um ERC-20- Token zu erstellen und Smart Contracts auf Ethereum-Testnetzen zu implementieren, wobei Gasgebühren und Sicherheitslücken behandelt werden.

3.4.2. Blockchain in der Hochschulbildung

Im Gegensatz zur beruflichen Bildung haben Hochschulen in Kroatien Blockchain-Inhalte erfolgreich als Wahlfächer in etablierte Studiengänge integriert, insbesondere in den Bereichen Ingenieurwesen und Informatik. Diese Module bieten eine solide akademische Ausbildung, die über Marktspekulationen hinausgeht und sich auf Schlüsselaspekte wie Systemarchitektur, Kryptografie und Software-Engineering konzentriert.

Dank dieser Integration erwerben angehende Ingenieure und Finanzspezialisten nicht nur praktisches Wissen, sondern auch eine fundierte theoretische Grundlage, die es ihnen ermöglicht, dezentrale Lösungen auf sichere und fundierte Weise zu entwerfen, zu prüfen und anzuwenden.

Verteilte Hauptbücher und Kryptowährungen

- **Institution:** Universität Zagreb, Fakultät für Elektrotechnik und Informatik (FER)
- **Link:** [FER Kursdetails](#)
- **Beschreibung:** Ein 4-ECTS-Aufbaustudiengang, der ein tiefgreifendes Verständnis von DLTs vermittelt. Der Lehrplan umfasst verteilte Datenstrukturen, Entscheidungssysteme und Architekturtypen. Zur Kernliteratur gehören technische Standards wie „Bitcoin and Cryptocurrency Technologies“ (Narayanan et al.) und „Mastering Ethereum“ (Antonopoulos & Wood).

Blockchain-Technologie und Kryptowährungen (DR4I-11-18)

- **Institution:** Josip Juraj Strossmayer Universität Osijek (FERIT)
- **Link:** [FERIT-Lehrplan \(PDF\)](#)
- **Beschreibung:** Ein 5-ECTS-Wahlfach im Studiengang Computertechnik. Es bietet eine Einführung in P2P-Netzwerke, DAG-basierte Systeme und den Unterschied zwischen öffentlichen und privaten Blockchains. Der Inhalt umfasst Hash-Funktionen, Konsensalgorithmen und praktische Anwendungen, unterstützt durch Vorlesungen und Laborübungen.

FinTech I – Transformation von Finanzdienstleistungen

- **Institution:** Algebra Bernays Universität
- **Link:** [Algebra-Universität](#)
- **Beschreibung:** Teil des Bachelor-Studiengangs „Economics of Digital Business“. Dieses Modul untersucht, wie digitale Technologien Finanzdienstleistungen neu gestalten. Es ermöglicht den Studierenden, Fintech-Trends zu erforschen und dabei betriebswirtschaftliche Perspektiven mit den technologischen Grundlagen dezentraler Finanzsysteme und Kryptowährungen zu verbinden.

4. ERGEBNISANALYSE

Dieses Kapitel enthält eine Vergleichsanalyse der Blockchain-Ausbildungsprogramme in den teilnehmenden Ländern. Das Hauptziel besteht darin, zu beurteilen, inwieweit die bestehenden Lehrpläne mit den strategischen Zielen des Projekts übereinstimmen.

Durch eine systematische Überprüfung der akademischen Ansätze, der erworbenen Fähigkeiten und der praktischen Anwendungen versucht die Analyse, sowohl bewährte Verfahren als auch erhebliche Lücken zu identifizieren. Diese Ergebnisse dienen als Grundlage für die Formulierung konkreter Empfehlungen zur Verbesserung der Integration der Blockchain-Technologie in Ausbildungsprogramme. Darüber hinaus zeigt die Studie, wie die derzeitige berufliche Ausbildung die wichtigsten Herausforderungen in Schlüsselbereichen, in denen Finanzen, Technologie und ökologische Nachhaltigkeit zusammenlaufen, angeht oder in einigen Fällen nicht angeht.

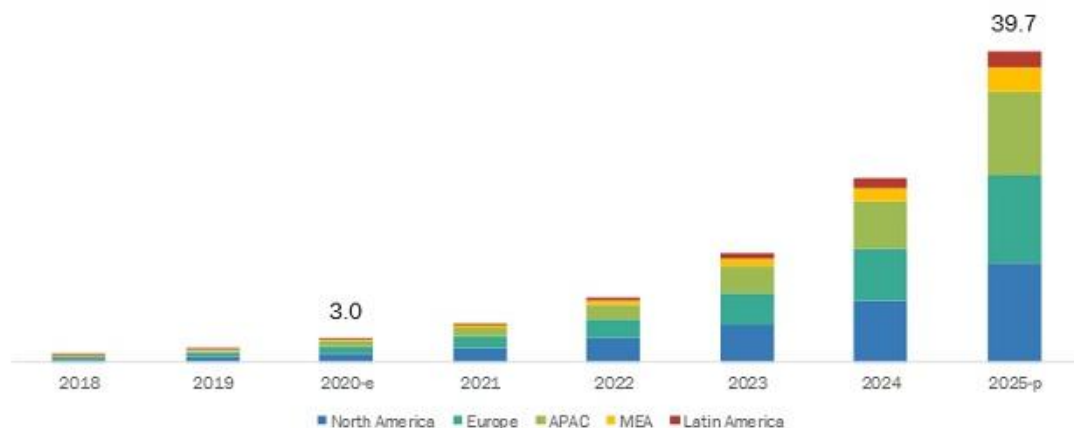


Abbildung7 : Blockchain-Markt nach Region (in Mrd. USD)

4.1. DEUTSCHLAND

Das Hauptziel des RockChain-Projekts ist die Entwicklung eines spezialisierten Blockchain-Lehrplans mit Schwerpunkt auf der Natursteinindustrie, wobei ein besonderer Schwerpunkt auf Abfallwirtschaft und Nachhaltigkeit liegt. Deutschland bietet ein sehr günstiges Umfeld für diese Initiative, da es über ein breites und fortschrittliches Angebot an Blockchain-Schulungen verfügt, darunter spezialisierte Masterstudiengänge, intensive Weiterbildungskurse und MOOCs, die durch regionale Digitalstrategien unterstützt werden.

Wie in anderen Partnerländern des Projekts richtet sich jedoch keines dieser Programme speziell an den Natursteinsektor, den Steinbruch oder die industrielle Abfallwirtschaft. Die meisten konzentrieren sich auf übergreifende Kompetenzen auf hohem Niveau, wie z. B. Distributed-Ledger-Infrastrukturen, Krypto-Assets, Smart Contracts und Web3-Innovationen. Obwohl dieses Wissen auf Szenarien im Bergbau und in der Kreislaufwirtschaft übertragbar ist, ist es in diesen Kontexten noch nicht direkt anwendbar.

4.1.1. Blockchain in Industrie und Nachhaltigkeit

Deutsche Programme sind stark auf reale Anwendungen in Industrie und Wirtschaft ausgerichtet, konzentrieren sich jedoch in erster Linie auf Sektoren wie Finanzen, Logistik, Fertigung und öffentliche Verwaltung. Der Masterstudiengang an der Hochschule Mittweida beispielsweise bereitet Studierende auf die Konzeption und den Betrieb von Blockchain-Infrastrukturen in den Bereichen Fintech und Industrie 4.0 vor, wobei der Schwerpunkt auf Token-Ökonomie und Anwendungsdesign liegt. In ähnlicher Weise richtet sich der Studiengang der SRH Heidelberg an Profile wie Blockchain-Ingenieure oder Lösungsarchitekten, wobei der Schwerpunkt auf Systemsicherheit und -leistung liegt.

Weiterbildungskurse, wie sie beispielsweise vom Fraunhofer FIT und Cimdata angeboten werden, konzentrieren sich auf die Optimierung von Geschäftsprozessen und die sichere Transaktionserfassung. Die vermittelten Fähigkeiten (wie Prozessabbildung, Asset-Tokenisierung und Datenintegrität) sind direkt auf industrielle Rückverfolgbarkeitsketten anwendbar. Obwohl in den aktuellen Programmen Steinbrüche oder Steinabfälle nicht ausdrücklich erwähnt werden, sind die technischen Grundlagen bereits vorhanden.

Darüber hinaus positioniert die Nationale Blockchain-Strategie Deutschlands (2019) diese Technologie als sektorübergreifendes Instrument für Bereiche wie Energie, Mobilität und Industrie. Dies schafft ein regulatorisches Umfeld, das Pilotprojekten mit Schwerpunkt auf Nachhaltigkeit förderlich ist. Obwohl in Bildungsprogrammen weiterhin allgemeine Anwendungsfälle wie Zahlungen oder digitale Identität verwendet werden, öffnet diese Strategie die Tür für die Einführung von Fallstudien mit Schwerpunkt auf Materialflussanalyse, Kohlenstoffbilanzierung und Abfallreduzierung in ressourcenintensiven Branchen.

4.1.2. Integration mit der Umwelt

Die Themen Kreislaufwirtschaft und Nachhaltigkeit nehmen in den Blockchain-Lehrplänen in Deutschland noch keinen zentralen Platz ein. Spezialisierte Programme tendieren dazu, Effizienz, Automatisierung und digitales Vertrauen gegenüber Umweltindikatoren oder Lebenszyklusanalysen (LCA) zu priorisieren. Dennoch gibt es Schlüsselemente, die als Grundlage für den RockChain-Lehrplan dienen können:

- Lieferketten und Industrie 4.0: Programme wie die der Mittweida und der Frankfurt School befassen sich mit der Tokenisierung von Vermögenswerten, die sich leicht an die Verfolgung von Steinbruchblöcken oder Abfallfraktionen anpassen lässt.
- Datenintegrität und Compliance: Kurse wie die an der OPEN vhb oder der TUM legen den Schwerpunkt auf Datenunveränderlichkeit und Rückverfolgbarkeit, die wesentliche Elemente für eine zuverlässige Umweltberichterstattung und digitale Produktpässe sind.
- Regionale Digitalstrategien: Initiativen wie Block.Chain.Trust in Bayern fördern den Einsatz der Blockchain als zuverlässige digitale Infrastruktur mit Potenzial für Projekte zur Rückverfolgbarkeit von Umweltdaten im verarbeitenden Gewerbe.

Obwohl direkte Verweise auf Sekundärrohstoffe selten sind, sind die technischen und regulatorischen Grundlagen für die Entwicklung spezifischer Umweltmodule im Zusammenhang mit Naturstein bereits vorhanden.

4.1.3. Fokus auf Regulierung und Compliance

Deutsche Programme legen großen Wert auf regulatorische, Compliance- und Risikomanagementaspekte, insbesondere im Finanzsektor. So widmet beispielsweise der Masterstudiengang „Blockchain & Digital Assets“ an der Frankfurt School einen

wesentlichen Teil seines Lehrplans der Verwahrung, Governance und den Risiken im Zusammenhang mit Krypto-Assets. In ähnlicher Weise befassen sich HKBiS-Seminare mit rechtlichen Fragen im Zusammenhang mit der geschäftlichen Nutzung der Blockchain.

Diese rechtlich-technischen Kompetenzen sind für den Natursteinsektor, der strengen Umwelt- und Sicherheitsvorschriften unterliegt, von großem Wert. Einige leicht anwendbare Konzepte sind:

- Unveränderliche Aufzeichnungen für Bergbauinspektionen oder -genehmigungen.
- Tokenisierte Garantien oder Anleihen für Umweltfragen.
- Automatische Überprüfung der Einhaltung von Vorschriften durch Smart Contracts.

Was noch fehlt, ist eine klare Verbindung zwischen diesen Compliance-orientierten Fähigkeiten und den spezifischen Anforderungen der Bergbau- und Umweltgesetzgebung.

4.1.4. Abschlussprojekte und Fallstudien

Die Hochschulbildung in Deutschland integriert häufig angewandte Projekte und Fallstudien als Teil ihrer Methodik. In Mittweida und SRH Heidelberg beispielsweise arbeiten Studierende gemeinsam mit Unternehmen an der Entwicklung spezifischer Blockchain-Anwendungen. In der Weiterbildung konzentrieren sich Einrichtungen wie Fraunhofer FIT und Cimdata auf Prototyping und Smart Contract Design.

Diese Formate bieten RockChain eine hervorragende Möglichkeit, ohne die Struktur bestehender Programme ändern zu müssen. Mögliche Anpassungen sind unter anderem:

- Projektumorientierung: Fokussierung der Abschlussprojekte auf die Rückverfolgbarkeit von Steinprodukten und Abfällen.
- Anreizgestaltung: Überarbeitung von Unternehmensübungen, um tokenisierte Anreize zur Abfallvermeidung einzubeziehen.
- Regulierungsfälle: Konzentration der Compliance-Studien auf die Rohstoffindustrie und das zirkuläre Bauwesen statt auf den Finanzsektor.

Die Methodik ist bereits vorhanden, es muss lediglich der thematische Schwerpunkt angepasst werden.

4.1.5. Gesamtfazit

Die Blockchain-Ausbildung in Deutschland ist fortschrittlich, vielfältig und gut auf die digitalen Strategien des Landes abgestimmt. Die analysierten Programme bieten eine solide technische Grundlage in Kryptografie, einen klaren Fokus auf industrielle Anwendungen (insbesondere in Industrie 4.0) und eine starke Betonung auf die Einhaltung von Vorschriften und das Datenmanagement.

Das Angebot bleibt jedoch allgemein gehalten. Umweltverträglichkeit scheint eher ein sekundärer Vorteil (durch Verbesserungen in Bezug auf Effizienz oder Rückverfolgbarkeit) als ein explizites Lernziel zu sein. Für das RockChain-Projekt ist es nicht notwendig, neue Lehrpläne von Grund auf neu zu erstellen. Die effektivste Strategie wäre es, diese bestehende „horizontale“ Infrastruktur zu nutzen und sie durch spezialisierte Inhalte zu ergänzen.

Durch die Einbindung optionaler Module oder Fallstudien mit Schwerpunkt auf Naturstein und Kreislaufwirtschaft kann RockChain Absolventen darauf vorbereiten, Blockchain nicht nur im Finanzbereich, sondern auch bei den realen Herausforderungen der Nachhaltigkeit in der Steingewinnung und -verarbeitung sowie der effizienten Bewirtschaftung von Steinabfällen anzuwenden.

4.2. SPANIEN

Das Hauptziel des RockChain-Projekts ist die Entwicklung eines spezialisierten Lehrplans für Blockchain-Technologie, der sich auf die Natursteinindustrie konzentriert und einen starken Fokus auf Abfallmanagement und nachhaltige Praktiken legt. Zu diesem Zweck wurde eine vergleichende Analyse verschiedener Blockchain-Ausbildungsprogramme in Spanien durchgeführt, um übertragbare Elemente zu identifizieren und zu bewerten, inwieweit diese sich mit Fragen des Bergbaus oder der Umwelt befassen.

4.2.1. Blockchain in der Industrie und Nachhaltigkeit

Keines der untersuchten Programme befasst sich direkt mit der Rohstoffindustrie oder der Abfallverwertung. Allerdings umfassen Studiengänge wie der Master in Blockchain und Big Data der Complutense-Universität Madrid (UCM) oder der Master in Blockchain und Web3 der Europäischen Universität solide Module zu industriellen und geschäftlichen Anwendungen. Diese Inhalte sind in hohem Maße anpassungsfähig, da die Logik industrieller Lieferketten auch auf nachhaltige Bergbaupraktiken und das Abfallmanagement in der Steinindustrie angewendet werden kann.

4.2.2. Integration der Blockchain in den Umweltbereich

Obwohl Sektoren wie Naturstein nicht ausdrücklich erwähnt werden, legen die analysierten Studiengänge großen Wert auf Transparenz und Rückverfolgbarkeit, zwei Schlüsselmerkmale der Blockchain, die für die Überwachung der Umweltauswirkungen sehr nützlich sind. Der Kurs „Blockchain und Geschäftsökosysteme“ von Kursia konzentriert sich beispielsweise auf die Verbesserung der Unternehmensführung, was eine Grundlage für die Entwicklung von Lösungen zur Rückverfolgbarkeit von Ressourcen bildet, die für die Messung und Reduzierung der Auswirkungen im Bergbau unerlässlich sind.

4.2.3. Schwerpunkt auf Gesetzgebung und Compliance

Der Kurs „Legal Aspects of Blockchain“ (Rechtliche Aspekte der Blockchain) des CEF bietet einen umfassenden Überblick über den Rechtsrahmen, ein kritischer Aspekt für den Bergbausektor, insbesondere im Hinblick auf Abfallwirtschaft und gesetzliche Verpflichtungen. Andere Programme, wie die von Blockchain Intelligence angebotenen, enthalten ebenfalls wichtige Module zum Thema Gesetzgebung. Diese ermöglichen es Fachleuten, Systeme zu implementieren, die Transparenz und Rückverfolgbarkeit in der Bergbauabfallwirtschaft gemäß den strengsten europäischen Vorschriften gewährleisten.

4.2.4. Abschlussprojekte und Fallstudien

Viele Universitätsprogramme, wie beispielsweise der Master-Studiengang „Blockchain und Krypto-Assets“ an der Universität Nebrija, enden mit angewandten Abschlussprojekten oder Fallstudien. Diese Phase stellt eine große Chance dar: Die Studierenden können angeleitet werden, spezifische Lösungen für die Natursteinindustrie zu entwickeln. Dies fördert die unmittelbare Anwendung des erworbenen Wissens in realen Kontexten, wie beispielsweise der Rückverfolgbarkeit von Materialien oder der Implementierung von Kreislaufsystemen für die Abfallwirtschaft in Steinbrüchen.

4.2.5. Gesamtfazit

Obwohl sich die aktuellen Studiengänge nicht direkt auf die Steinindustrie oder spezifische Umweltprobleme konzentrieren, enthalten sie doch Schlüsselemente wie Rückverfolgbarkeit, Transparenz und Ressourcenmanagement, die perfekt auf diesen Sektor anwendbar sind. Die Möglichkeiten der Blockchain, die Herkunft von Materialien zu verfolgen, Prozesse durch intelligente Verträge zu automatisieren und die Einhaltung von Vorschriften sicherzustellen, machen sie zu einem Werkzeug mit großem Potenzial, den Bergbau auf nachhaltige Weise zu verändern. Darüber hinaus ist die Integration von Big Data und Datenanalyse in Programme wie das der UCM besonders relevant für die Optimierung von Prozessen, die Verringerung des ökologischen Fußabdrucks und die Verbesserung der Abfallverwertung.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Analyse ein hohes Potenzial für die Anpassung aktueller Inhalte oder die Entwicklung spezifischer ergänzender Module aufzeigt. Diese Module sollten wichtige Blockchain-Prinzipien nutzen, um direkt auf die besonderen Bedürfnisse des Bergbausektors einzugehen, wobei der Schwerpunkt klar auf ökologischer Nachhaltigkeit liegen sollte.

4.3. RUMÄNIEN

Eine Analyse der Blockchain-Bildungsangebote in Rumänien zeigt ein dynamisches und sich ständig weiterentwickelndes Ökosystem. Allerdings konzentriert sich keines der identifizierten Programme direkt auf den Abbau von Naturstein oder die Abfallbewirtschaftung in Steinbrüchen. Die meisten aktuellen Lehrpläne legen den Schwerpunkt auf Geschäftsanwendungen, digitale Sicherheit, Innovationen im öffentlichen Sektor und praktische Fallstudien in Bereichen wie Energie, Gesundheitswesen und Finanzen.

4.3.1. Blockchain in Industrie und Nachhaltigkeit

Rumänische Programme zeigen einen klaren Fokus auf reale Anwendungen in Wirtschaft und Industrie. Ein gutes Beispiel ist der Postgraduiertenkurs „Entrepreneurship in Blockchain“ an der Westuniversität von Timișoara, der Grundlagen der Distributed-Ledger-Technologien mit spezialisierten Modulen in den Bereichen Finanzen, Energie und Lieferketten kombiniert. Dieser Ansatz ermutigt die Teilnehmer, innovative Geschäftsmodelle und branchenspezifische Lösungen zu entwickeln.

Auf Führungsebene richtet sich der von ICI Bukarest koordinierte Kurs „Blockchain-Technologie: Anwendung und Innovation für transformative Unternehmen“ an Manager und Entscheidungsträger in Unternehmen und öffentlichen Einrichtungen. In diesem Fall liegt der Schwerpunkt nicht auf den technischen Aspekten, sondern auf organisatorischer Transformation, tokenbasierten Geschäftsmodellen und Prozessneugestaltung.

Obwohl diese Programme nicht explizit auf den Bergbau oder die Steinverarbeitung ausgerichtet sind, ist der Schwerpunkt auf Prozessmanagement und Lieferketten sehr gut anpassbar. Die Methoden, die zur Verfolgung von Gütern in der Logistik oder zur Gestaltung von Anreizen auf den Energiemärkten eingesetzt werden, lassen sich effektiv auf die Verfolgung des Materialflusses – vom Steinbruch bis zur Verarbeitungsanlage – oder auf die Gestaltung tokenisierter Anreizsysteme zur Förderung der Wiederverwendung von Abfällen und kreislaufwirtschaftlicher Praktiken im Natursteinsektor anwenden.

4.3.2. Integration der Blockchain in die Umwelt

Obwohl ökologische Nachhaltigkeit noch kein zentraler Schwerpunkt in rumänischen Blockchain-Programmen ist, gibt es strategische Ansatzpunkte. Im Rahmen des Kurses „Entrepreneurship in Blockchain“ können die Studierenden in einem optionalen Modul zum Thema Energie Themen wie den Handel mit erneuerbarer Energie, CO₂-Bilanzierung und intelligente Stromnetze erkunden, die eng mit Ressourceneffizienz und Klimapolitik verbunden sind.

Auf der Ebene des Ökosystems hebt der Bericht „Romanian Blockchain Ecosystem“ Initiativen wie die RED-Plattform von Restart Energy hervor, die Blockchain und IoT

kombiniert, um den Peer-to-Peer-Handel mit grünem Strom zu ermöglichen. Er erwähnt auch die Entwicklung von Pilotprojekten zur Rückverfolgbarkeit von Agrar- und Lebensmitteln, die von AgTech-Programmen vorangetrieben werden. Diese Themen sind zwar noch nicht vollständig in die Bildungsprogramme integriert, zeigen aber das Potenzial der Blockchain zur Unterstützung der Energiewende, der Rückverfolgbarkeit und der Kreislaufwirtschaft.

Das Projekt EBSI4RO verstärkt diese Ausrichtung, indem es Mini-MOOCs zur Europäischen Blockchain-Dienstleistungsinfrastruktur (EBSI), zu überprüfbaren Berechtigungsnachweisen und zu den digitalen Prioritäten der EU anbietet. Obwohl diese Schulungen nicht direkt auf die Umwelt ausgerichtet sind, entwickeln sie Schlüsselkompetenzen wie zuverlässigen Datenaustausch und grenzüberschreitende Interoperabilität, die für die Umweltberichterstattung, die Dokumentation von Abfalltransfers und die Verfolgung von Sekundärrohstoffen in der Steinindustrie nützlich sind.

4.3.3. Schwerpunkt auf Gesetzgebung und Compliance

Eine der Stärken des rumänischen Bildungswesens ist sein Fokus auf Sicherheit, Einhaltung gesetzlicher Vorschriften und investigative Anwendungen der Blockchain. So kombiniert beispielsweise der Kurs „Blockchain, Quantenkryptografie und Sicherheit im E-Payment/E-Commerce“ an der Wirtschaftsuniversität Bukarest (ASE), der Teil des Masterstudiengangs IT&C-Sicherheit ist, Blockchain mit sicheren Zahlungssystemen, Smart Contracts und regulatorischen Aspekten der digitalen Umgebung. Diese Art der Ausbildung ist besonders wertvoll für den Bergbausektor, wo Transparenz bei Lizenzgebühren, Konzessionen und Gebühren von entscheidender Bedeutung ist.

Parallel dazu bietet die Blockchain Intelligence Academy (BIA), eine öffentlich-private Partnerschaft zwischen ICI Bukarest und ChainArgos, spezialisierte Schulungen in den Bereichen Krypto-Assets, digitale Ermittlungen und Blockchain-Forensik an. Diese Fähigkeiten können zur Entwicklung von Governance-Modellen für Bergbauabfälle eingesetzt werden, um die Rückverfolgbarkeit von Materialflüssen und die strikte Einhaltung der europäischen Umweltvorschriften zu gewährleisten.

4.3.4. Abschlussprojekte und Fallstudien

Die meisten rumänischen Programme kombinieren theoretischen Unterricht mit Laborübungen, Projekten oder Fallstudien. Ein Beispiel ist der Kurs „Blockchain und Big Data in medizinischen Anwendungen“ an der Polytechnischen Universität Bukarest, in dem die Studierenden aufgefordert werden, verteilte Anwendungen für medizinische Unterlagen zu entwerfen und zu testen, wobei Blockchain, Big Data und Datenschutz integriert werden.

Auch die EBSI4RO-Mini-MOOCs sind um praktische Aktivitäten und Aufgaben herum strukturiert, für die Mikro-Zertifikate vergeben werden. Der Kurs „Entrepreneurship in Blockchain“ fördert hingegen die Entwicklung von Lösungen für bestimmte Sektoren wie

Energie oder Lieferketten. Die Kombination dieser Formate mit realen Projekten aus dem rumänischen Ökosystem, wie dem Markt für grüne Energie oder Tools zur Rückverfolgbarkeit, schafft ein Umfeld, das der Einbindung projektbasierter Methoden mit Schwerpunkt auf Steinbrüchen, Verarbeitungsanlagen und Abfallströmen förderlich ist.

4.3.5. Gesamtfazit

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die bestehenden Blockchain-Schulungsprogramme in Rumänien noch nicht direkt auf den Abbau von Naturstein oder die industrielle Abfallwirtschaft ausgerichtet sind. Sie weisen jedoch mehrere Stärken auf, die mit den Zielen des RockChain-Projekts übereinstimmen:

- Praktische Anwendung und sektoraler Fokus: Der Schwerpunkt liegt auf realen Anwendungen in Sektoren wie Finanzen, Energie, Gesundheitswesen und Lieferketten, wodurch sich die Inhalte leicht an den Kontext von Steinbrüchen und Steinverarbeitung anpassen lassen.
- Fokus auf Sicherheit und Compliance: Dank spezialisierter Kurse und der Arbeit der Blockchain Intelligence Academy gibt es eine solide Grundlage für die Entwicklung von Systemen, die Rückverfolgbarkeit und Transparenz bei Bergbaulizenzen und Abfallwirtschaft gewährleisten.
- Projektbasierte Ausbildung: Bestehende Universitätskurse und Mini-MOOCs enthalten bereits praktische Komponenten, die auf Szenarien der Kreislaufwirtschaft in der Steinindustrie ausgerichtet werden können.
- Verbindung zu europäischen Infrastrukturen: Die enge Beziehung zur EBSI erleichtert die Interoperabilität von Daten und Diensten auf europäischer Ebene, was für die Verfolgung von recycelten Materialien und Steinprodukten innerhalb des gemeinsamen Marktes unerlässlich ist.

Daher besteht im Falle Rumäniens keine Notwendigkeit, einen Blockchain-Lehrplan für den Bergbausektor von Grund auf neu zu erstellen. Eine effizientere Strategie besteht darin, bestehende Programme um spezifische Module und Fallstudien zu Naturstein, Abraum aus Steinbrüchen und ökologischer Nachhaltigkeit zu erweitern und dabei das bereits vorhandene Fachwissen des Landes in Bereichen wie Datenintegrität, Smart Contracts, digitale Identität und Regulierung zu nutzen.

4.4. KROATIEN Blockchain

Eine Analyse des Bildungsangebots in Kroatien zeigt ein fragmentiertes, sich jedoch weiterentwickelndes Bild. Blockchain-Schulungen werden hauptsächlich in Form von kurzen, praxisorientierten Kursen und speziellen Modulen im Rahmen von Universitätsprogrammen im Bereich Informatik oder digitales Business angeboten. Derzeit gibt es jedoch keine Programme, die direkt mit dem Natursteinsektor oder der

industriellen Abfallwirtschaft in Verbindung stehen. Die meisten Schulungen konzentrieren sich auf Kryptowährungen, dezentrale Finanzen (DeFi) und Geschäftsanwendungen.

Trotzdem schaffen nationale Strategien wie „Digital Croatia“ und Initiativen im Bereich der künstlichen Intelligenz ein günstiges Umfeld für die Ausweitung dieser Kompetenzen auf neue Bereiche wie Steinbruchmanagement und Kreislaufwirtschaft.

4.4.1. Blockchain in der Industrie und Nachhaltigkeit

Keines der identifizierten Programme befasst sich direkt mit Naturstein, Abbauaktivitäten oder Abfallverwertung. Kurse wie „Tečaj Blockchain, kriptovalute, DeFi“ (Učilište Astera) konzentrieren sich auf die Grundlagen der Blockchain und des Finanzmanagements (wie Wallets und Krypto-Assets). In ähnlicher Weise präsentiert das Seminar „Blockchain u poslovnim primjenama“ im Bildungszentrum Mirakul die Blockchain als ein Werkzeug zur Aufzeichnung sicherer Transaktionen und zur Automatisierung von Geschäftsprozessen.

Auf Universitätsebene befassen sich Kurse wie „Distributed Ledgers and Cryptocurrencies“ (Universität Zagreb, FER) und „Blockchain Technology“ (FERIT) mit den technischen Funktionsweisen von Konsensmechanismen und verteilten Architekturen. Das Modul „FinTech I“ an der Algebra Bernays University ordnet Blockchain in den Kontext der digitalen Transformation von Finanzdienstleistungen ein.

Wichtig ist, dass alle diese Programme einen Schwerpunkt auf Transparenz, Rückverfolgbarkeit und Sicherheit bei der Transaktionserfassung legen. Diese Fähigkeiten sind vollständig auf industrielle Wertschöpfungsketten übertragbar, einschließlich der Gewinnung und Verarbeitung von Steinen sowie der Abfallströme, obwohl sie noch nicht für diesen speziellen Zweck gelehrt werden.

4.4.2. Integration der Blockchain in die Umwelt

Derzeit nehmen Nachhaltigkeit und Kreislaufwirtschaft keinen zentralen Platz in Blockchain-Kursen in Kroatien ein. Der Großteil der Inhalte konzentriert sich auf finanzielle Effizienz und Web3-Ökosysteme, mit indirekten Verweisen auf Nachhaltigkeit (wie Prozessverbesserungen oder die Reduzierung von Zwischenhändlern).

Der politische Kontext entwickelt sich jedoch weiter. Die Strategie „Digital Croatia 2032“ identifiziert Blockchain als Schlüsseltechnologie für die digitale Wirtschaft und öffentliche Dienstleistungen. Andererseits zeigen aktuelle Pilotprojekte in 53 Berufsschulen mit KI, dass die Bereitschaft besteht, neue Technologien in Bildungsprogramme zu integrieren. Dieses Umfeld begünstigt die Einführung von Lösungen wie Umwelt-Rückverfolgbarkeit oder digitalen Produktpässen in materialintensiven Branchen.

Im Bereich der Natursteine hat das Projekt INCLUSIVestone bereits digitale Tools wie Virtual-Reality-Simulatoren für die berufliche Bildung eingeführt. Diese Erfahrung zeigt,

dass kroatische Partner bereits mit datengesteuerten Ausbildungsumgebungen arbeiten und diese Grundlage nun durch Blockchain-Rückverfolgbarkeitssysteme ergänzen können, die den Kreis zwischen digitaler Innovation und ökologischer Nachhaltigkeit schließen.

4.4.3. Schwerpunkt auf Gesetzgebung und Compliance

Obwohl es keine spezifischen Kurse zum Bergbaurecht gibt, befassen sich mehrere Programme aus einer allgemeineren Perspektive mit rechtlichen und Compliance-Fragen. In geschäftsorientierten Seminaren (wie denen von Mirakul) werden Themen wie digitale Signaturen und Datenintegrität behandelt, die für Audits von zentraler Bedeutung sind. FinTech-Module, wie sie beispielsweise von Algebra Bernays angeboten werden, befassen sich mit den rechtlichen Rahmenbedingungen für digitale Vermögenswerte und Verbraucherschutz.

Darüber hinaus fördert das Rahmenwerk „Croatia Digital“ sichere digitale Infrastrukturen und Open-Source-Lösungen für den öffentlichen Sektor. Diese Maßnahmen sind besonders relevant für den Bergbau und die Abfallwirtschaft, wo Rückverfolgbarkeitssysteme strengen europäischen Umweltvorschriften entsprechen müssen. Grundlegende Kenntnisse im Bereich sicheres Datenmanagement und Rückverfolgbarkeit sind bereits vorhanden und könnten leicht auf die Einhaltung von Vorschriften im Bergbau ausgerichtet werden.

4.4.4. Abschlussprojekte und Fallstudien

Viele Kurse in Kroatien beinhalten praktische Komponenten. Workshops, wie sie beispielsweise von Digitalna Dalmacija organisiert werden, ermöglichen es den Teilnehmern, Smart Contracts mit Solidity zu programmieren. An Universitäten (FER, FERIT) arbeiten die Studierenden in Laboren und an Projekten, in denen sie dezentrale Anwendungen entwerfen.

Dieses Format ist ideal, um Fallstudien neu auszurichten. Anstatt sich ausschließlich auf Finanztoken zu konzentrieren, könnten die Studierenden Tracking-Systeme für Steinbrüche oder Lieferketten für Steinprodukte entwickeln. Durch die Integration praktischer Aufgaben zur Blockchain-basierten Rückverfolgbarkeit könnten physische Vorgänge mit zuverlässigen digitalen Aufzeichnungen verknüpft werden.

4.4.5. Gesamtfazit

In Kroatien befasst sich die Blockchain-Ausbildung noch nicht direkt mit dem Natursteinsektor. Die Ausbildungsmöglichkeiten teilen sich auf in kurze, nicht regulierte Kurse und spezialisierte Universitätsmodule im Bereich Ingenieurwesen. Es gibt jedoch mehrere Stärken, die mit den Zielen des RockChain-Projekts übereinstimmen:

- Praktische Ausbildung: Eine solide Tradition von Workshops und projektbasiertem Lernen, sowohl in der beruflichen Ausbildung als auch an der Universität.

- Geschäftlicher Fokus: Fokus auf Prozessoptimierung und Datenintegrität, die für die industrielle Rückverfolgbarkeit von entscheidender Bedeutung sind.
- Institutionelle Unterstützung: Eine nationale Strategie, die ausdrücklich fortgeschrittene digitale Kompetenzen fördert.
- Bisherige Erfahrungen in der Branche: Einsatz digitaler Tools in der beruflichen Bildung im Steinsektor.

Daher ist es nicht notwendig, ein neues Bildungssystem von Grund auf neu zu schaffen. Die effizienteste Strategie besteht darin, bestehende technische und betriebswirtschaftliche Programme um spezifische Module zu Steinbruchbetrieb und Nachhaltigkeit zu erweitern. Auf diese Weise kann Kroatien seine vorhandenen Erfahrungen nutzen, um die tatsächlichen Herausforderungen des Natursteinsektors aus einer nachhaltigeren und technologischeren Perspektive anzugehen.

5. BEWÄHRTE VERFAHREN

Eine Vergleichsanalyse der Blockchain-Lehrpläne in Spanien, Rumänien, Kroatien und Deutschland zeigt mehrere Elemente auf, die den effektivsten Programmen in der beruflichen Bildung, der Hochschulbildung und der Weiterbildung gemeinsam sind. Gleichzeitig werden gemeinsame Mängel aufgezeigt, die für ein Projekt mit den Schwerpunkten Naturstein, Kreislaufwirtschaft und Abfallwirtschaft besonders relevant sind.

5.1. Gemeinsame Merkmale effektiver Blockchain-Lehrpläne

Progressive Lernstruktur:

Effektive Programme folgen in der Regel einer logischen Reihenfolge: zuerst die technischen und konzeptionellen Grundlagen (wie Distributed Ledgers, Kryptografie, Konsensmechanismen und Smart Contracts), dann die Plattformen (öffentliche und private Blockchains, Unternehmensframeworks) und schließlich Anwendungen in bestimmten Sektoren (Finanzen, Logistik oder digitale Identität). Diese Reihenfolge findet sich in Masterstudiengängen in Spanien, Kursen in Rumänien, Universitätsmodulen in Kroatien und Masterstudiengängen in Deutschland.

Projektbasiertes Lernen:

Eine weitere Konstante ist die Bedeutung der Praxis. In Spanien, Rumänien und Deutschland werden theoretische Lehrveranstaltungen mit Laboren, Fallstudien und Abschlussprojekten kombiniert. Die Studierenden entwerfen Smart Contracts, arbeiten mit Testnetzwerken und analysieren reale Geschäftsmodelle. Selbst in Kroatien umfassen kurze Workshops praktische Übungen wie das Einrichten von Wallets oder die Durchführung von Transaktionen. Dies zeigt, dass eine wirklich nützliche Blockchain-

Ausbildung sich nicht auf die Theorie beschränkt, sondern auch das Experimentieren mit realen oder simulierten Daten umfasst.

Interdisziplinärer Ansatz:

Jedes Land bringt eine andere Nuance in die Interdisziplinarität ein:

- Spanien: Blockchain in Verbindung mit Wirtschaft und digitaler Transformation.
- Rumänien: Verbindung zu Cybersicherheit, Compliance und forensischer Analyse.
- Kroatien: Integration mit digitalen Geschäfts- und Web3-Ökosystemen.
- Deutschland: Verbindung mit Industrie 4.0 und Datenwissenschaft.

In allen Fällen wird Blockchain als Infrastruktur vermittelt, die mit organisatorischen Prozessen und Regulierung interagiert, und nicht als isoliertes technisches Thema.

Modularität und Flexibilität:

Die Koexistenz von umfassenden Masterstudiengängen, Executive-Kursen, MOOCs und Micro-Credentials ermöglicht es uns, sowohl diejenigen anzusprechen, die bei Null anfangen, als auch diejenigen, die ihre Fähigkeiten aktualisieren oder erweitern möchten.

5.2. Lücken und Lehren für ein Projekt mit Schwerpunkt auf Stein und Kreislaufwirtschaft

Trotz dieser positiven Punkte zeigt die Analyse eine durchgängige Schwäche in den Programmen der vier Länder auf: Die meisten sind branchenneutral oder auf Finanzen ausgerichtet. Wenn Umwelt- oder Kreislaufwirtschaftsthemen behandelt werden, dann meist in Kontexten wie Energiemärkten oder der Rückverfolgbarkeit von Agrar- und Lebensmittelprodukten und nicht im Zusammenhang mit mineralischen Rohstoffen oder Baumaterialien. Es wurde kein Lehrplan gefunden, der sich systematisch mit Blockchain-Anwendungen für Naturstein, Abfälle aus Steinbrüchen oder recycelten Produkten auf Steinbasis befasst.

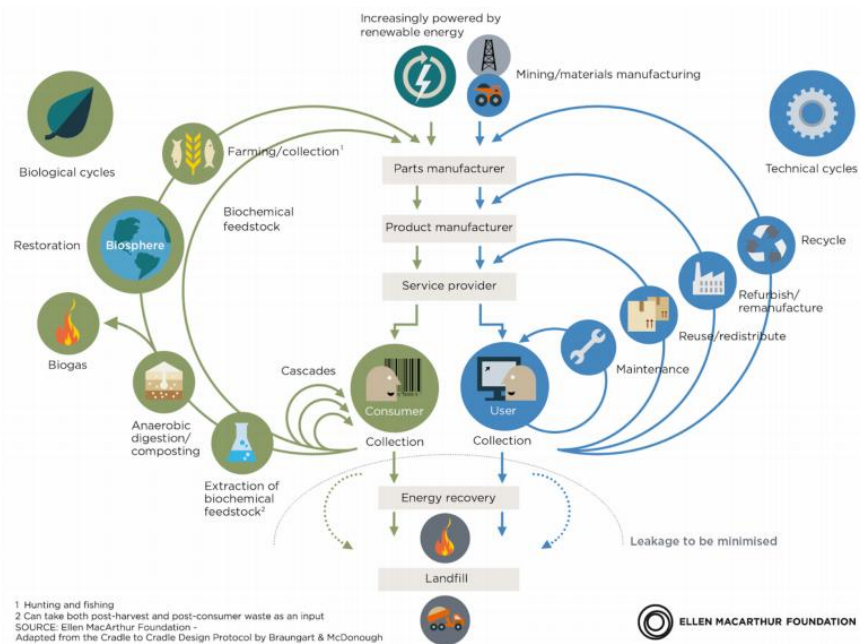


Abbildung8 : Schmetterlingsdiagramm zur Kreislaufwirtschaft

Dennoch sind einige Merkmale des bestehenden Angebots für das RockChain-Projekt sehr nützlich:

- **Rückverfolgbarkeit und Compliance:** Der Fokus auf Überprüfbarkeit und Datenintegrität, der in geschäftsorientierten Programmen (insbesondere in Deutschland und Rumänien) zum Tragen kommt, lässt sich direkt auf die Umweltberichterstattung, die Abfalldokumentation und digitale Produktpässe (DPP) übertragen.
- **Pädagogische Methoden:** Der Einsatz von Projekten und Fallstudien in der Hochschulbildung bietet einen bewährten Rahmen. Bei RockChain ginge es lediglich darum, Finanzszenarien durch reale Situationen mit Steinbrüchen, Verarbeitungsanlagen und Abfallströmen zu ersetzen.
- **Angeleichung an die EU:** Die Verbindung zu europäischen Digitalagenden (wie EBSI-bezogene Schulungen in Rumänien oder nationale Strategien in Deutschland) bietet eine solide Grundlage für die Einbeziehung von Transparenz- und Kreislaufwirtschaftsanforderungen in branchenspezifische Inhalte.

Zusammenfassung der Empfehlungen

Basierend auf der Analyse empfehlen Best Practices folgenden Fahrplan für RockChain:

- **Beibehaltung einer klaren Progression:** Beginnen Sie mit technischen Grundlagen und gehen Sie dann zu Anwendungsfällen im Bergbau über.
- **Sicherstellung praktischer Komponenten:** Einbeziehung von Labors und der realen Nutzung von Plattformen wie Ethereum oder Hyperledger.

- **Sektoralen Kontext einrahmen:** Blockchain im Rahmen der Kreislaufwirtschaft und der Umweltvorschriften vermitteln.
- **Nutzen Sie die Flexibilität:** Verwenden Sie modulare Formate, die zu den Strukturen der beruflichen Bildung und der Hochschulbildung passen.

Die größte Chance für RockChain liegt in der Kombination dieser bewährten pädagogischen Elemente mit einem expliziten und neuartigen Ansatz für die Wertschöpfungskette von Natursteinen, wodurch eine Lücke geschlossen wird, die in den Partnerländern bisher noch nicht geschlossen wurde.

6. SCHLUSSFOLGERUNGEN

Eine Untersuchung der Blockchain-bezogenen Lehrpläne in Spanien, Rumänien, Kroatien und Deutschland zeigt eine dynamische, aber noch unvollständige Bildungslandschaft. Einerseits ist Blockchain kein Randthema mehr und mittlerweile fest in Masterstudiengängen, Executive-Kursen und Micro-Credentials etabliert. Andererseits bleibt diese Präsenz weitgehend „horizontal“: Die Programme konzentrieren sich auf generische Infrastrukturen, Kryptowährungen und digitale Identität, wobei Anwendungsfälle in der Finanzwirtschaft und der öffentlichen Verwaltung häufiger vorkommen als in spezifischen Industriezweigen wie Naturstein oder Bergbau.

Eine wichtige Erkenntnis dieser Studie ist das Spannungsfeld zwischen der technischen Reife der Programme und ihrem Mangel an sektoraler Ausrichtung. Die Partnerländer verfügen über umfangreiche Erfahrungen in den Grundlagen der Blockchain, Cybersicherheit und Regulierung. Diese Kompetenzen finden jedoch selten Eingang in die Berufsprofile, die für dieses Projekt von zentraler Bedeutung sind: Steinbruchbetreiber, Steinverarbeiter oder Auszubildende im Baugewerbe. Das Problem ist nicht ein Mangel an Blockchain-Ausbildung im Allgemeinen, sondern vielmehr, dass diese nicht auf die Bedürfnisse derjenigen abgestimmt ist, die sie benötigen, und nicht den tatsächlichen Nachhaltigkeitsherausforderungen des Sektors entspricht.

Methodisch zeigen die analysierten Programme eine klare Präferenz für die Kombination von Theorie und Praxis. Der Einsatz von Labors, Hackathons oder Fallstudien aus der Wirtschaft deutet darauf hin, dass Blockchain als experimentelle Disziplin gelehrt wird. Dieser „Learning by Doing“-Ansatz passt besonders gut zu den Bedürfnissen des Natursteinsektors, wo realistische Szenarien, wie die Verfolgung eines Blocks von der Gewinnung bis zur Verarbeitung, dazu beitragen, die Technologie zu entmystifizieren.

Die Bedeutung von Themen wie Sicherheit, Überprüfbarkeit und Compliance in diesen Bildungsökosystemen entspricht den typischen Anliegen des Finanzsektors, ist aber auch für den Bergbau von großer Relevanz, einem stark regulierten Bereich mit strengen Anforderungen an den Umweltschutz und die Rückverfolgbarkeit von Abfällen. Die

bestehende Ausbildungsbasis im Bereich „zuverlässige Aufzeichnungen“ ist ein guter Ausgangspunkt. Was fehlt, ist die Verbindung zwischen diesen allgemeinen regulatorischen Kompetenzen und den spezifischen rechtlichen Rahmenbedingungen für mineralische Rohstoffe und Abfallwirtschaft.

Aus Sicht der beruflichen Bildung bleibt eine erhebliche Hürde bestehen: Die meisten Fortgeschrittenenkurse richten sich an Studierende oder IKT-Profile. Es mangelt an strukturierten Schulungen, die für technische Fachkräfte oder Inhaber kleiner und mittlerer Unternehmen in traditionellen Branchen konzipiert sind. Um das Potenzial der Kreislaufwirtschaft in der Steinindustrie auszuschöpfen, müssen die Ausbildungswege (in Bezug auf Sprache, Anforderungen und Modularität) angepasst werden, damit sie auch für Personen ohne technologischen Hintergrund zugänglich sind.

Insgesamt kommt die Studie zu dem Schluss, dass der vielversprechendste Weg nicht darin besteht, allgemeine Blockchain-Lehrpläne zu kopieren, sondern sie zu ergänzen. Die Partnerländer verfügen bereits über eine solide technische und pädagogische Grundlage. Die strategische Herausforderung für RockChain besteht darin, diese Stärken in sektorspezifisches Lernen umzusetzen: Blockchain-Konzepte direkt mit der Wertschöpfungskette vom Steinbruch bis zum Markt, den Abfallströmen und den Zielen der Kreislaufwirtschaft in der Bauindustrie zu verknüpfen. Auf diese Weise wird das Projekt ein neuartiges Anwendungsgebiet erschließen, das in den nationalen Angeboten noch fehlt, ohne dabei die Kohärenz mit den in dieser Analyse identifizierten Bildungstrends zu verlieren.

7. REFERENZEN

- Agbo, C. C., Mahmoud, Q. H. & Eklund, J. M. (2019). Blockchain-Technologie im Gesundheitswesen: Eine systematische Übersicht. *Healthcare*, 7(2), 56. <https://doi.org/10.3390/healthcare7020056>
- Crosby, M., Pattanayak, P., Verma, S., & Kalyanaraman, V. (2016). Blockchain-Technologie: Jenseits von Bitcoin. *Applied Innovation Review*, 2, 6–10. <https://scet.berkeley.edu/wp-content/uploads/AIR-2016-Blockchain.pdf>
- Francisco, K., & Swanson, D. (2018). Die Lieferkette hat keine Kleider: Technologieeinführung von Blockchain für Transparenz in der Lieferkette. *Logistik*, 2(1), 2. <https://doi.org/10.3390/logistics2010002>
- Fosso Wamba, S., Queiroz, M., & Trinchera, L. (2020). Dynamik zwischen den Determinanten der Blockchain-Einführung und der Leistung der Lieferkette: Eine empirische Untersuchung. *International Journal of Production Economics*, 229, 107791. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107791>
- Frizzo-Barker, J., Chow-White, P. A., Adams, P. R. und Mentanko, J. (2020). Blockchain als disruptive Technologie für Unternehmen: Eine systematische

Übersicht. *International Journal of Information Management*, 51, 102029.
<https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.10.014>

- IBM. (o. J.). *Was ist Blockchain-Technologie?* Abgerufen unter <https://www.ibm.com/topics/what-is-blockchain>
- Mougayar, W. (2016). *Die Blockchain für Unternehmen: Versprechen, Praxis und Anwendung der nächsten Internet-Technologie*. Wiley.
- Nakamoto, S. (2008). *Bitcoin: Ein Peer-to-Peer-System für elektronisches Bargeld*. <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>
- Swan, M. (2015). *Blockchain: Blaupause für eine neue Wirtschaft*. O'Reilly Media.
- Tapscott, D., & Tapscott, A. (2016). *Blockchain-Revolution: Wie die Technologie hinter Bitcoin Geld, Wirtschaft und die Welt verändert*. Penguin Random House.
- Wang, Y., Han, J. H. und Beynon-Davies, P. (2019). Blockchain-Technologie für zukünftige Lieferketten verstehen: Eine systematische Literaturrecherche und Forschungsagenda. *Supply Chain Management: An International Journal*, 24(1), 62–84. <https://doi.org/10.1108/SCM-03-2018-0148>
- Zheng, Z., Xie, S., Dai, H., Chen, X. und Wang, H. (2018). Herausforderungen und Chancen der Blockchain: Eine Umfrage. *International Journal of Web and Grid Services*, 14(4), 352–375. <https://doi.org/10.1504/IJWGS.2018.10016848>

Deutschland – Ausbildungsangebot und Kontext

- Bayerisches Staatsministerium für Digitales. (2023). *Kostenfreie Online-Kurse zur Blockchain-Technologie*. Bayerisches Staatsministerium für Digitales. <https://www.stmd.bayern.de>
- Bundesministerium für Bildung und Forschung. (2017). *Das deutsche Berufsbildungssystem*. BMBF. <https://www.bmbf.de>
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. (2019). *Blockchain-Strategie der Bundesregierung: Wir stellen die Weichen für die Token Economy*. BMWi. <https://www.bmwk.de>
- Cimdata Bildungsakademie. (o. J.). *Python Aufbaukurs – Blockchain mit Python*. Cimdata Bildungsakademie GmbH. <https://www.cimdata.de/weiterbildung/python-aufbaukurs-blockchain-mit-python>
- Cimdata Bildungsakademie. (o. J.). *Blockchain-Technologie [Weiterbildungspaket]*. Kursportal Schleswig-Holstein. <https://bildungsgutschein.kursportal.info/k1001216401>
- Bundesinstitut für Berufsbildung. (2019). *Das deutsche Berufsbildungssystem [Webbereich]*. BIBB. <https://www.bibb.de/en/50.php>
- FinTech News Switzerland. (5. Oktober 2022). *Frankfurt School of Finance & Management startet Masterstudiengang in Blockchain & Digital Assets*. <https://fintechnews.ch>

- Frankfurt School of Finance & Management. (o. J.). *Master in Blockchain & Digital Assets (M.Sc.)* [Programminformationen]. Frankfurt School of Finance & Management. <https://www.frankfurt-school.de>
- Fraunhofer-Institut für Angewandte Informationstechnik FIT. (2024). *Blockchain Professional* – Weiterbildung. <https://www.fit.fraunhofer.de/de/weiterbildung/weiterbildung-blockchain.html>
- HKBiS Handelskammer Hamburg Bildungs-Service gGmbH. (o. J.). *Bitcoin, Blockchain & Co.* [Tageskurs]. <https://hkbis.de/kurs/bitcoin-blockchain-co-tageskurs/>
- Hochschule Mittweida. (o. J.). *Blockchain & Distributed Ledger Technologies (DLT), M.Sc.*
- SRH Hochschule Heidelberg. (o. J.). *Informationstechnologie – Blockchain-Technologie (M.Eng.)*. <https://www.srh-hochschule-heidelberg.de/en/degree-programmes/information-technology-blockchain-technology-meng>
- Technische Universität München. (o. J.). *Dezentrale Plattformen und Ökosysteme* [Forschungs- und Lehrübersicht]. Lehrstuhl für Software Engineering für Wirtschaftsinformatik (sebis). <https://www.cs.cit.tum.de/sebis/research/decentralized-platforms-and-ecosystems/>
- Virtuelle Hochschule Bayern. (o. J.). *Technische Grundlagen von Blockchain und Distributed Ledger Technologien* [OPEN vhb-Kurs]. <https://open.vhb.org/blocks/occoursemetaselect/detailpage.php?id=289>

Spanien – Ausbildungsangebot und Kontext

- INESEM Business School. (o. J.). *Curso Superior en Criptomonedas y Finanzas Descentralizadas* [Online-Kurs]. Abgerufen am 9. Dezember 2025 von <https://www.inesem.es/curso-criptomonedas-finanzas-descentralizadas>
[INESEM Business School](#)
- Deusto Formación. (o. J.). *Curso Experto en Blockchain* [Online-Expertenprogramm]. Abgerufen am 9. Dezember 2025 von <https://www.deustoformacion.com/cursos/curso-experto-en-blockchain>
[t.signalplus.com](https://www.deustoformacion.com/cursos/curso-experto-en-blockchain)
- Kursia Escuela de Formación. (o. J.). *Curso de Blockchain* [Berufsausbildungskurs]. Abgerufen am 9. Dezember 2025 von <https://web.kursia.es/producto/curso-de-blockchain/> [Kursia](#) | [Escuela de Formación](#)
- IEBS Digital School. (o. J.). *Máster en Blockchain y Fintech* [Online-Masterstudiengang]. Abgerufen am 9. Dezember 2025 von <https://www.iebschool.com/programas/master-fintech-blockchain-banca-digital/> [IEB School](#)

- Blockchain Intelligence Law Institute. (o. J.). *Curso Certificado Experto/a Legal en Blockchain & Web 3.0, Smart Contracts, Tokenización y Criptoactivos* [Spezialisierter Rechtskurs]. Abgerufen am 9. Dezember 2025 von <https://blockchainintelligence.es/oferta/cursos/curso-experto-legal-en-blockchain-smart-contracts-e-icos/> Blockchain Intelligence
- Universidad Complutense de Madrid. (o. J.). *Máster en Blockchain y Big Data* [Eigener Postgraduiertenabschluss]. Abgerufen am 9. Dezember 2025 von <https://www.masterblockchainucm.com/> Máster Blockchain y Big Data UCM
- Universidad de Salamanca. (2025). *Máster de Formación Permanente en Tecnologías Blockchain y Smart Contracts* [Hybrid-/Online-Masterstudiengang]. Abgerufen am 9. Dezember 2025 von <https://www.usal.es/master-en-tecnologias-blockchain-y-smart-contracts-semipresencial-y-online> Universidad de Salamanca
- Universität Alcalá. (o. J.). *Master in Blockchain, Smart Contracts und Kryptoökonomie* [Online-Masterstudiengang]. Abgerufen am 9. Dezember 2025 von <https://masterethereum.com/> Master Ethereum
- Universidad Nebrija. (o. J.). *Máster en Blockchain, Criptoactivos y Tokenización* [Universitätsmaster]. Abgerufen am 9. Dezember 2025 von <https://www.nebrija.com/programas-postgrado/master/blockchain-criptoactivos-tokenizacion/> Nebrija
- Universidad Complutense de Madrid, Fakultät für Informatik. (2025). *Einführung in die Blockchain-Technologie und Smart Contracts (804997)* [Wahlfach im Studiengang Informatik]. Abgerufen am 9. Dezember 2025 von <https://www.ucm.es/estudios/grado-ingenieriadecomputadores-plan-804997> Universidad Complutense de Madrid
- Universidad Complutense de Madrid, Escuela de Práctica Jurídica. (o. J.). *Diploma de Alta Especialización en Blockchain* [Postgraduierten-Diplom im Bereich Recht]. Abgerufen am 9. Dezember 2025 von <https://www.epj.es/oferta-formativa/cursos-de-alta-especializacion/diploma-de-alta-especializacion-en-blockchain/>

Rumänien – Ausbildungsangebot und Kontext

- Alexandru Ioan Cuza Universität Iași. (2024). *Blockchain: Grundlagen und Anwendungen – Kursbeschreibung*. Abgerufen am 9. Dezember 2025 von https://edu.info.uaic.ro/blockchain/Blockchain_2024_2025_EN.pdf
- Alexandru Ioan Cuza Universität Iași, Fakultät für Informatik. (2025). *FII-Studienführer 2025–2026* [PDF]. Abgerufen am 9. Dezember 2025 von https://www.info.uaic.ro/wp-content/uploads/2025/11/2025-2026_Ghidul-studentului-FII_EN.pdf
- Babeș-Bolyai-Universität. (2025). *Blockchain: Smart Contracts – Lehrplan* [Bachelor-Studiengang, Mathematik und Informatik]. Abgerufen am 9. Dezember 2025 von

- https://www.cs.ubbcluj.ro/files/curricula/2025/syllabus/IG_sem6_MLE5157_en_craciunf_2025_10056.pdf
- Wirtschaftsuniversität Bukarest. (2022). *Cybersicherheit – Master-Studienplan 2022–2024* [Studienplan]. Abgerufen am 9. Dezember 2025 von <https://ism.ase.ro/curricula/cybersecurity-curricula-2022-2024/>
 - EBSI4RO. (2022). *Cursuri EBSI4RO – Tehnologie Blockchain* [Mini-MOOCs]. UniCampus. Abgerufen am 9. Dezember 2025 von <https://unicampus.ro/cursuri/course/index.php?categoryid=13>
 - Executive Blockchain Laboratory – ICI Bukarest. (2021). *Blockchain-Technologie: Anwendung und Innovation transformativer Geschäftsmodelle* [Executive-Kurs]. Abgerufen am 9. Dezember 2025 von <https://www.executiveblockchainlaboratory.ro/executive-courses.php>
 - Holotescu, C. (2021). *Rumänisches Blockchain-Ökosystem* [Projektbericht, EBSI4RO]. Abgerufen am 9. Dezember 2025 von <https://ebsi4ro.ro/romanian-blockchain-ecosystem/>
 - Nationales Institut für Forschung und Entwicklung in Informatik – ICI Bukarest. (26. April 2021). *Executive Blockchain Laboratory – ICI Bukarest präsentiert den Videokurs „Blockchain-Technologie: Anwendung und Innovation für transformative Geschäftsmodelle“*. Abgerufen am 9. Dezember 2025 von <https://www.ici.ro/en/events/executive-blockchain-laboratory-ici-bucharest-presents-the-video-course-in-the-english-language-blockchain-technology-application-and-innovation-towards-transformational-business/>
 - Nationales Institut für Forschung und Entwicklung in der Informatik – ICI Bukarest. (o. J.). *Blockchain Intelligence Academy (BIA)*. Abgerufen am 9. Dezember 2025 von <https://bia.ici.ro/>
 - Nationales Institut für Forschung und Entwicklung in Informatik – ICI Bukarest und ChainArgos. (2024). *Blockchain Intelligence Academy – BIA* [Schulungsprogramme]. Abgerufen am 9. Dezember 2025 von <https://ici.ro/en/blockchain-intelligence-academy-bia/>
 - Nationale Universität für Wissenschaft und Technologie Politehnica Bukarest. (2022). *Blockchain und Big Data in medizinischen Anwendungen* [Kursbeschreibung, EIM-Master]. Abgerufen am 9. Dezember 2025 von <https://etti.upb.ro/en/category/cursuri/master-cursuri/eim/>
 - Nationale Universität für Wissenschaft und Technologie Politehnica Bukarest, Fakultät für Elektronik, Telekommunikation und Informationstechnologie. (2022). *EIM-Masterstudiengänge – Biomedizinische Technik* [Studienführer]. Abgerufen am 9. Dezember 2025 von <https://etti.upb.ro/en/category/cursuri/master-cursuri/eim/>
 - Westuniversität Timișoara, Fakultät für Mathematik und Informatik. (2025). *Antreprenariat în Blockchain – Beschreibung des Postgraduiertenprogramms*. Abgerufen am 9. Dezember 2025 von <https://admitere.uvt.ro/program/antreprenariat-in-blockchain/>

Kroatien – Ausbildungsangebot und Kontext

- Algebra Bernays Universität. (o. J.). *Wirtschaftlichkeit digitaler Unternehmen – FinTech I: Transformation von Finanzdienstleistungen* [Beschreibung des Bachelor-Studiengangs]. Abgerufen am 9. Dezember 2025 von <https://www.algebra.hr/sveuciliste/en/undergraduate-university-programme/economics-of-digital-business/>
- Dalmacija. (o. J.). *WEB3.0-Workshops – Einführung in Blockchain und Smart Contracts* [Web3-Schulungsreihe]. Abgerufen am 9. Dezember 2025 von <https://www.digitalnadalmacija.hr/Web3>
- INCLUSIVEstone Consortium. (o. J.). *INCLUSIVEstone-Projekt – Berichte und Schulungsmaterialien* [Projekt-Website]. Abgerufen am 9. Dezember 2025 von <https://inclusivestone.eu/reports>
- Josip Juraj Strossmayer Universität Osijek, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Informationstechnologie Osijek. (2015). *Graduiertenstudiengang in Computertechnik* (inkl. Kurs DR4I-11-18 Blockchain-Technologie und Kryptowährungen). Abgerufen am 9. Dezember 2025 von <https://www.ferit.unios.hr/2021/dokumenti/801/Graduate%20university%20study%20programme%20in%20Computer%20Engineering%20-%202015.pdf>
- Mirakul Edukacijski centar. (o. J.). *Blockchain u poslovnim primjenama* [Fachseminar]. Abgerufen am 9. Dezember 2025 von <https://www.mirakul.hr/seminari/blockchain-u-poslovnim-primjenama/>
- Učilište Astera. (o. J.). *Tečaj „Blockchain, kriptovalute, DeFi“* [Kursbeschreibung]. Abgerufen am 9. Dezember 2025 von <https://ucilisteastera.hr/courses/tecaj-blockchain-kriptovalute-defi/>
- Universität Zagreb, Fakultät für Elektrotechnik und Informatik. (2025). *Distributed Ledgers und Kryptowährungen* [Beschreibung des Postgraduiertenkurses]. Abgerufen am 9. Dezember 2025 von <https://www.fer.unizg.hr/en/course/dlabc>
- Verschiedene Autoren. (o. J.). *Die Steinmetze von Pučišća, Kroatien* [Video und zugehörige Materialien zur Steinmetzschule von Pučišća]. Abgerufen am 9. Dezember 2025 von <https://www.youtube.com/watch?v=-MJ5eUJqkhg>
- Europäische Kommission / Cedefop. (2024). *Kroatien führt KI-bezogene Inhalte in Berufsbildungslehrpläne ein* [Nachricht über KI-Pilotprojekte in der Berufsbildung]. Abgerufen am 9. Dezember 2025 von <https://www.cedefop.europa.eu/>
- Europäische Kommission. (2023). *Strategie „Digitales Kroatien“ bis 2032* [Strategiepapier zu digitaler Transformation und Kompetenzen]. Abgerufen am 9. Dezember 2025 von <https://digital.gov.hr/>

Quellen der Abbildungen

- **Abbildung 1:** <https://store.dcentwallet.com/blogs/post/key-concepts-of-blockchain-centralization-vs-decentralization-vs-distributed?srsId=AfmBOopUXoKsZbZ9O1v7DmKTI0htkQiY3eNmac0x5Ry8KX8LcQghwpRN>
- **Abbildung 2:** <https://www.helius.dev/blog/cryptographic-tools-101-hash-functions-and-merkle-trees-explained>
- **Abbildung 3:** <https://binariks.com/blog/smart-contracts-blockchain-examples/>
- **Abbildung 4:** https://www.researchgate.net/figure/Transaction-flow-in-a-Blockchain_fig1_342012510
- **Abbildung 5:** <https://blog.cfte.education/types-of-blockchain-networks/>
- **Abbildung 6:** <https://www.researchgate.net/publication/347198560/figure/fig1/AS:1023621556359169@1621061805118/Blockchain-technology-stack.png>
- **Abbildung 7:** <https://www.iebschool.com/hub/blockchain-cadena-bloques-revoluciona-sector-financiero-finanzas/>
- **Abbildung 8:** <https://vietnamcirculareconomy.vn/circular-economy-and-the-role-of-standards/?lang=en>