

# WIRTSCHAFTLICHER WEITERBETRIEB VON ERNEUERBAREN ENERGIEERZEUGERN NACH AUSLAUF DES FÖRDERZEITRAUMS DES EEG MIT HILFE VON BITCOIN-MINING AM BEISPIEL EINER WINDENERGIEANLAGE

Ralf Hartig, Clemens Fröhlich

Ifem – Institut für Energiemanagement an der Hochschule Mittweida, Heinrich-Heine-Straße 25, D-09648 Mittweida

Diese Arbeit befasst sich mit dem Prozess des Minings von Bitcoin. Dabei soll erklärt werden, wie elektrische Energie genutzt wird, um neue Blöcke zur Blockchain hinzuzufügen und welche Renditen dabei zu erwarten sind. Gleichzeitig soll geklärt werden, ob das Mining von Bitcoin ein Geschäftsmodell ist, mit welchem Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energie auch ohne Förderung durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) wirtschaftlich betrieben werden können. Es wird beschrieben, wie sich diverse Einflussgrößen auf die Wirtschaftlichkeit des Minings auswirken. Eine Auswahl an Mining-Hardware wird hinsichtlich ihrer zu erwartenden Erträge geprüft. Außerdem werden die Risiken dieses Geschäftsmodells näher betrachtet.

This paper examines the process of mining Bitcoin. It explains how electrical energy is used to add new blocks to the block chain and what returns can be expected. At the same time, it should be clarified whether the mining of Bitcoin is a business model with which plants for the production of renewable energy can be operated economically even without support from the German Renewable Energy Sources Act (EEG). It will be clarified how various factors affect the economic efficiency of mining. A selection of mining hardware is examined regarding its expected yields. In addition, the risks of this business model are examined in more detail.

## 1. Einleitung

Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energien, welche nach dem ersten Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) aus dem Jahr 2000<sup>[1]</sup> eine feste Einspeisevergütung erhalten, fallen nach dem Jahr 2020 aus der EEG-Förderung heraus, da diese auf 20 Jahre begrenzt ist<sup>[2]</sup>. Insbesondere Windenergieanlagen sind nach 20 Jahren Betrieb durchaus noch in der Lage, weitere zehn Jahre betrieben zu werden<sup>[3]</sup>, jedoch ist eine Direktvermarktung der erzeugten Energie an der Strombörse nur bedingt wirtschaftlich sinnvoll. Die Nutzung der Energie zum Mining von Bitcoin dagegen könnte ein attraktives Geschäftsmodell darstellen.

Das Mining von Bitcoin ist ein Prozess, für welchen funktionsbedingt ein erheblicher Bedarf an elektrischer Energie notwendig ist. Bei einem durchschnittlichen Haushalts-Strompreis in Deutschland von ca. 30,4 Euro-Cent je Kilowattstunde (bezogen auf das Jahr 2019)<sup>[4]</sup> und einer zu erwartenden Rendite von 26 Euro-Cent je Kilowattstunde (eigene Berechnung), ist der Kostenaufwand höher als der tatsächliche finanzielle Nutzen einzuschätzen. Dennoch könnte ein wirtschaftliches Bitcoin-Mining möglich sein, wenn elektrische Energie kostengünstig produziert werden kann.

Als Beispiel für den Erzeuger elektrischer Energie dient eine Windenergieanlage, welche vom beschriebenen Ausstieg aus dem EEG betroffen ist. Anhand des Lastganges und des Kursverlaufs von Bitcoin im Jahr 2019 soll beispielhaft die theoretische Rendite für jenes Jahr ermittelt werden. Dabei wird zuerst erklärt, wie durch elektrische Energie Mining-Hardware betrieben wird, welche für das Mining von Bitcoin verantwortlich ist. Es werden die Einflussparameter für den Erfolg des Minings definiert sowie anhand der Kosten und zu erwartenden Renditen die optimale Hardwarekonfiguration gesucht.

## 2. Grundlagen

Die betrachtete Windenergieanlage befindet sich in der Nähe der Thüringischen Stadt Apolda. Sie besteht aus zwei Windkraftanlagen des Herstellers Enercon vom Typ E-40 (Nennleistung: 500 kW), sowie einer Windkraftanlage desselben Herstellers vom Typ E-66 (Nennleistung: 1.800 kW). Die Windenergieanlage kann also bei voller Auslastung insgesamt 2,8 MW elektrische Anschlussleistung bereitstellen.

Im Jahr 2019 lieferte die gesamte Windenergieanlage im Mittel eine elektrische Leistung von 535,92 kW. Somit wurden ca. 4.700.000 kWh (4,7 GWh) an elektrischer Energie in das Stromnetz eingespeist. Der Netto-Vergütungssatz betrug in jenem Jahr 9,5 ct/kWh für die Enercon E-40 (Marktwert + Marktprämie = 3,091 ct/kWh + 6,409 ct/kWh) und 10,1 ct/kWh für die Enercon E-66 (0,94 ct/kWh + 9,16 ct/kWh). Somit erwirtschaftete die Windenergieanlage im Jahr 2019 einen Gesamtertrag von ca. 465.000 €. Dabei handelt es sich, wie auch im Rest des Papers, um Nettoangaben.

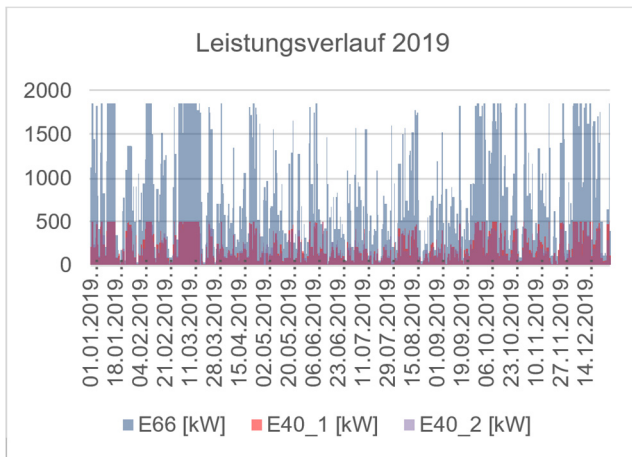


Bild 1: Verlauf der generierten elektrischen Leistung 2019. In den Sommermonaten wird insgesamt weniger elektrische Energie eingespeist als in den Wintermonaten. Im Mittel standen in jenem Jahr 536 kW elektrischer Leistung zur Verfügung.

Aufgrund des Wegfalles der Marktprämie ab 2021 wäre es nicht mehr möglich, die Windenergieanlage wirtschaftlich zu betreiben, da Betriebs- und Wartungskosten die Einnahmen übersteigen würden. Es ist also nötig, ein Geschäftsmodell zu finden, welches einen wirtschaftlichen Weiterbetrieb ermöglicht. Lösungsansätze dafür finden sich im direkten Stromverkauf ohne Zwischenhandel an den Endkunden (Community-Strom), Verkauf des Stromes an bestimmte Kunden über einen festen Zeitraum (Power Purchase Agreement, PPA) oder die direkte Nutzung des erzeugten Stromes vor Ort für Produkte oder Dienstleistungen. Letzteres beschreibt dabei beispielsweise die Produktion von Wasserstoff oder die Bereitstellung von Rechenleistung. Diese Rechenleistung könnte zum Beispiel zum Mining von Bitcoin verwendet werden.

Bitcoin-Mining ist als dezentrale Wertschöpfung zu interpretieren<sup>[5]</sup>. Dabei werden neue Blöcke erzeugt und anschließend zur Blockchain hinzugefügt. Die Blockchain lässt sich in diesem Sinne als dezentrale Datenbank verstehen, welche aus aneinandergereihten (verketteten) Blöcken besteht. Diese Blöcke beinhalten einen kryptographisch sicheren Hash des Vorgängerblocks, eine bestimmte Anzahl an Bitcoin (bis Mai 2020 12,5 und seitdem 6,25 BTC), sowie eine Bestätigung neuer bzw. noch offener Transaktionen. Ein Hash ist eine Zahlenfolge mit fester Länge, welcher nach einer bestimmten Hashfunktion, also einem Algorithmus, berechnet wird. Bitcoin nutzt den SHA256-Algorithmus (SHA = Secure Hash Algorithm). Im Bitcoin-Netzwerk wird ein Block mit einer Nonce versehen. Nonce, also „number used once“ ist eine Zahl, die nur einmalig innerhalb der Blockchain verwendet wird. Eine gültige Nonce ist jene, deren Hashwert mit einer bestimmten Anzahl von Null-Bits beginnt. Sie muss von der Mining-Hardware gefunden werden. Da dies mit einem erheblichen Rechenaufwand einhergeht, werden die Erzeuger der Blöcke mit den neu gewonnenen Bitcoin sowie den Gebühren der im Block enthaltenen Transaktionen belohnt.

Das Bitcoin-Netzwerk selbst reagiert auf eine steigende Rechenleistung. So wird die Schwierigkeit einen neuen Block zu finden erhöht, wenn die im Netzwerk vorhandene Rechenleistung steigt. Dies hat zur Folge, dass im Mittel täglich 144 Blöcke (ein Block alle 10 Minuten) gefunden werden, unabhängig davon, wie viele Rechner zu einem beliebigen Zeitpunkt ihre Kapazität bereitstellen.

Der Wert von Bitcoin bestimmt sich – im Gegensatz zu Reservewährungen – durch Angebot und Nachfrage. Im Jahr 2019 schwankte der Gegenwert der Bitcoin zwischen rund 3.000 € (Februar 2019) und 11.250 € (Juli 2019) um einen Mittelwert von ca. 6.600 €. Bereits jetzt sind ca. 18 Millionen Bitcoin gefunden wurden. Um eine Inflation zu verhindern, ist die Gesamtzahl an Bitcoin, die jemals verfügbar sein werden, auf 21 Millionen beschränkt<sup>[6]</sup>. Um das zeitnahe Gewinnen aller Bitcoin zu vermeiden findet in regelmäßigen Abständen ein Halving statt. Dabei wird die Belohnung je Block alle 210.000 gefundener Blöcke – also ca. alle vier Jahre – halbiert<sup>[7]</sup>.

### 3. Nutzung elektrischer Energie zum Mining von Bitcoin

Das Mining von Blöcken erfordert eine Hardware, welche in der Lage ist, Hashes zu berechnen. Dafür wird diese Hardware mit elektrischer Energie versorgt und produziert eine gewisse Anzahl von Hashes pro Sekunde, die sogenannte Hashrate. Seit der Erfindung der Bitcoin stieg die Leistungsfähigkeit dieser Mining-Hardware stetig<sup>[8]</sup>. Inzwischen liefert nur noch dedizierte, d.h. anwendungsspezifische Hardware, wie Field Programmable Gate Arrays (FPGA) und Application-Specific Integrated Circuits (ASIC), die geforderte Rechenleistung. Diese bewegt sich derzeit im Bereich der Terahashes pro Sekunde [TH/s] je Miner. Für den Betreiber eines oder mehrerer Bitcoin-Miner ist es sinnvoll, sich einem Mining-Pool anzuschließen. Diese nutzen die Ressourcen aller Miner in einem Netzwerk und teilen dann die Belohnung für das Auffinden eines Blockes anteilig entsprechend des geleisteten Arbeitsaufwandes. Zwar werden dabei Poolgebühren (beispielsweise 2,5 % Pay Per Share bei AntPool) fällig, jedoch hat ein Pool aufgrund der höheren Gesamtrechenleistung eine höhere Chance, einen Block zu finden.

Generell lässt sich sagen, dass der Anteil an den gewonnenen Blöcken in etwa so hoch ist, wie der Anteil der lokal erzeugten Hashrate an der globalen Hashrate.

Befinden sich Bitcoin im eigenen Wallet, besteht die Möglichkeit, diese zu transferieren oder in eine Reservewährung (wie beispielsweise Euro oder Dollar) einzutauschen.

Der hier beschriebene Vorgang soll nun am konkreten Beispiel der Windenergieanlage simuliert werden. Als Miner wurde der Antminer S19 Pro der Firma Bitmain gewählt, da dies der derzeit energieeffizienteste Miner dieses Herstellers ist<sup>[9]</sup>.

Der Bitmain Antminer S19 Pro generiert eine Hash-

rate von 110 TH/s. Dafür benötigt er eine Anschlussleistung von 3.250 W, also 3,25 kW<sup>[10]</sup>. Würde dieser Miner eine Stunde lang im Betrieb sein, würde er also eine elektrische Energie von 3,25 kWh umsetzen. Die Windenergieanlage hat eine Gesamtleistung von 2.800 kW. Damit wäre die Anlage theoretisch in der Lage, bei vollständiger Nutzung der Leistung bis zu 861 Miner gleichzeitig zu betreiben. Dabei ist anzumerken, dass für die Berechnung betreibbarer Miner stets abgerundet werden muss. Miner können nur mit Nennleistung und nicht mit einem Anteil derer betrieben werden.

Da Windkraft nicht kontinuierlich vorhanden ist und genutzt werden kann, sondern im Laufe des Jahres stark schwankt, verändert sich die durch die Windenergieanlage bereitgestellte Leistung. Damit ändert sich auch die Zahl der in einem Moment betreibbaren Miner stetig. Im Rahmen der Betrachtung für das Jahr 2019 wurden Tagesmittelwerte der elektrischen Leistung herangezogen. Es wurde für jeden Tag des Jahres untersucht, welchen arithmetischen Mittelwert die innerhalb eines Tages umgesetzte elektrische Leistung hatte. In folgendem Diagramm werden der Leistungsverlauf des Jahres 2019 sowie die dadurch mögliche Anzahl von Minern dargestellt:

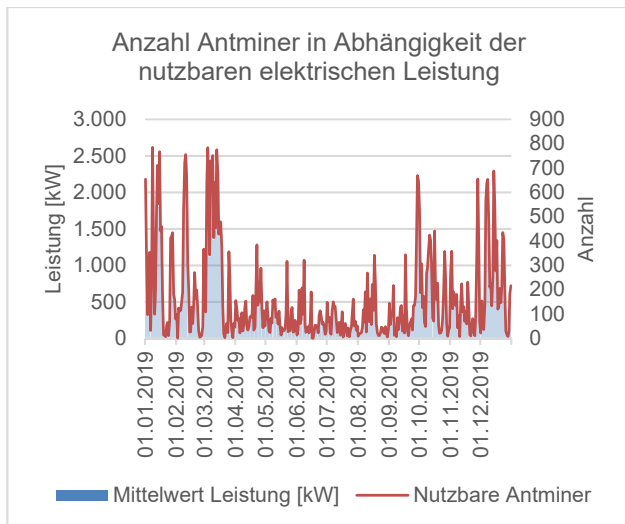


Bild 2: Die Anzahl der Miner, die theoretisch Nutzbar wäre, hängt direkt mit der zur Verfügung stehbaren Leistung zusammen.

Anhand der Anzahl der sich im Betrieb befindenden Miner lässt sich die lokal generierte Hashrate im Tagesmittel abschätzen. Diese ist wiederum in das Verhältnis zum Tagesmittel der globalen Hashrate zu setzen:

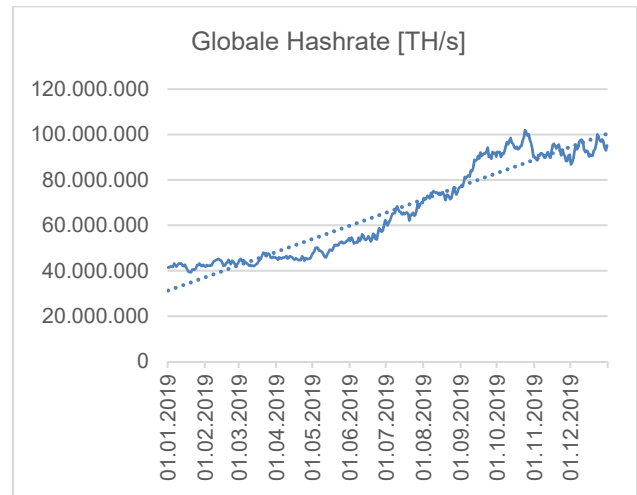


Bild 3: Die Entwicklung der Hashrate des gesamten Bitcoin-Netzwerkes im Jahr 2019<sup>[11]</sup>. Es lässt sich eine steigende Tendenz erkennen.

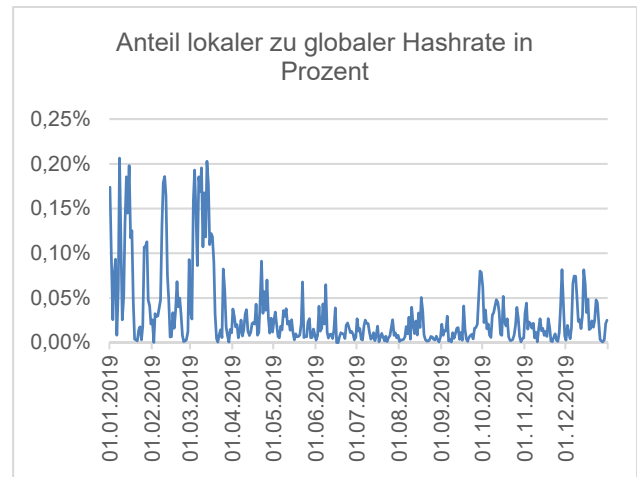


Bild 4: Besonders zu Beginn des Jahres wäre der Anteil der lokalen Hashrate an der globalen Hashrate mit bis zu 0,21 % noch sehr hoch gewesen. Dies beruht auf der zu dem Zeitpunkt noch eher geringen Hashrate im Netzwerk sowie auf der hohen Menge an nutzbarer elektrischer Energie.

Mit dem Wissen, dass am Tag im Schnitt 144 Bitcoin-Blöcke hinzugefügt werden, und dass ein Block im Jahr 2019 12,5 Bitcoin enthielt, lässt sich der lokale Tagesertrag errechnen. Dafür werden die täglich global generierten 1.800 Bitcoin mit dem Anteil von lokaler zu globaler Hashrate multipliziert. Es ergibt sich, dass im Jahr 2019 insgesamt knapp 209 BTC gewonnen worden wären.

Davon ausgehend, dass die gewonnenen Bitcoin am Ende jedes Tages verkauft, also in Euro umgewandelt werden, lässt sich ein Tagesertrag sowie eine Vergütung je Kilowattstunde, basierend auf einer Reservewährung (Euro, Dollar), berechnen. Entscheidend dabei ist der Stand des Kurses EUR-BTC zum jeweiligen Zeitpunkt<sup>[12]</sup>:

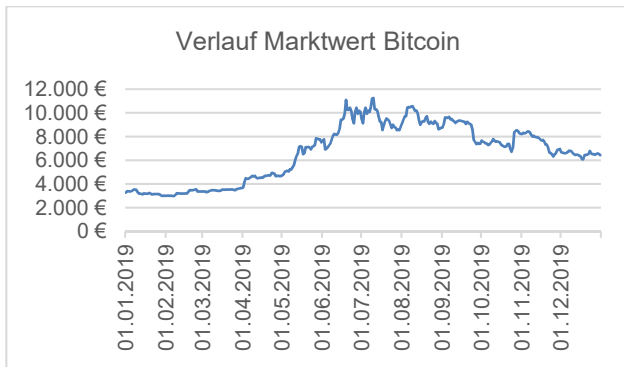


Bild 5: Im Mittel betrug der Gegenwert einer Bitcoin im Jahr 2019 6.646,09 €. Am 06.02. fiel die Bitcoin auf 2.979,51 € und erreichte am 10.07. ihren Höchstwert von 11.250,93 €.

In diesem Szenario wären im Jahr 2019 insgesamt 1,055 Millionen Euro an Vergütung für elektrische Energie erwirtschaftet worden. Das entspricht einem Mehrwert von 227 % gegenüber der tatsächlich erreichten Vergütung von 465.000 €. Der höchste Tagesertrag wäre am 08.01.2019 erreicht worden (13.071,74 €). Im Mittel lag der tatsächliche Tagesertrag bei 1.272,78 €, hätte aber durch das Mining von Bitcoin bis zu 2.891,37 € betragen können.

Je Kilowattstunde ergibt sich durch Bitcoin ein Ertrag von durchschnittlich 26,0 Cent im Vergleich zu 9,5 bzw. 10,1 Cent im bisherigen Vergütungsplan. Dabei schwankt der Ertrag durch Bitcoin von 11,9 ct/kWh am 02.02. bis 51,8 ct/kWh am 19.06.2019.

Anhand der Betrachtung lassen sich Einflussparameter identifizieren, welche den Ertrag beeinflussen:

So steigert eine höhere Anzahl der betriebenen Miner und der damit zur Verfügung gestellten lokalen Hashrate die Vergütung, genauso wie eine Verringerung der globalen Hashrate (z.B. nach einem Halving) und ein hoher Marktwert der Bitcoin.

#### 4. Kostenbetrachtung

Mit einer Hashrate von 110 TH/s des S19 Pro ergibt sich eine Effizienz von 33,85 GH/s je Watt. Damit ist der S19 Pro der derzeit effizienteste Miner des Herstellers Bitmain. Betrachtet man jedoch die Kostenausbeute, also die Hashrate, die man pro investierten Euro erhält, ist der S19 Pro bei einem Stückpreis von 2.021,88 € und einer damit verbundenen Kostenausbeute von 54,40 GH/s pro Euro derjenige Miner, welcher die geringste Ausbeute liefert. Am anderen Ende des Produktspektrums befindet sich der S9k mit einem Einkaufspreis von 52,92 €. Mit einer Hashrate von 13,50 TH/s liefert er die höchste Kostenausbeute von 255 GH/s pro Euro, jedoch auch die geringste Effizienz bei 11,76 GH/s je Watt. Die restlichen derzeit bei Bitmain erhältlichen Miner befinden sich dazwischen:

Miner	Hashrate [TH/s]	Leistung [W]	Stückpreis [€]	GH/s je €	GH/s je W
S19 Pro	110,00	3.250	2.021,88	54,4048	33,8462
S19	95,00	3.250	1.499,40	63,3587	29,2308
T17+	58,00	2.900	686,28	84,5136	20,0000
T19	84,00	3.150	1.469,16	57,1755	26,6667
S17e	60,00	2.700	671,16	89,3975	22,2222
S17+	70,00	2.800	1.034,88	67,6407	25,0000
S9 SE	16,00	1.280	79,80	200,5013	12,5000
S9k	13,50	1.148	52,92	255,1020	11,7596

Tabelle 1: Vergleich der aktuellen Miner-Modelle des Herstellers Bitmain hinsichtlich Effizienz und Kostenausbeute

Weiterhin lässt sich die Anzahl der verwendeten Miner hinsichtlich ihrer Auslastung optimieren. Die Windenergieanlage lieferte im Jahr 2019 eine mittlere elektrische Leistung von 535,92 kW. Das bedeutet also, dass mit einer größeren Anzahl Miner sich auch die Zahl derjenigen Miner erhöht, welche über ein Jahr hinweg sich weniger im Betriebs- als im Stand By-Zustand befinden.

Darüber hinaus ist die Verwendung von Mining-Containern zu empfehlen, da diese optimale Standortbedingungen für die Verwendung einer größeren Anzahl Miner ermöglichen (Kühlung, Monitoring, Betriebsspannung etc.). Außerdem ist zu beachten, dass bei einer reduzierten Anzahl eingesetzter Miner sich die Menge an nicht für Bitcoin-Mining genutzter elektrischer Energie erhöht.

Im Folgenden sollen die beiden vorgestellten Miner (S19 Pro und S9k) hinsichtlich ihrer optimalen Anzahl untersucht werden. Ziel dabei ist es, herauszufinden, ab wann die Miner beginnen, Erträge zu erzielen (Investition gegenüber Vergütung) und wie hoch der Ertrag je investierten Euro nach einem Jahr ist.

Für die Betrachtung wurden die maximale Anzahl (bezogen auf die Tagesmittelwerte der elektrischen Leistung), der arithmetische Mittelwert als Obergrenze und der Median herangezogen:

Miner-Modell	S19 Pro	S9k
Anzahl	785	2.223
Investition	1.587.175,80 €	117.641,16 €
Ertrag je Tag	2.891,37 €	1.006,95 €
Ertrag je Monat	87.945,84 €	30.628,16 €
Ertrag je Jahr	1.055.350,06 €	367.537,97 €
Erträge ab Tag	549	117
Ungenutzte Energie	14.235,00 kWh	4.939,32 kWh

Tabelle 2: Maximal mögliche Anzahl Miner. Obwohl der S9k eine geringere Investition voraussetzt und bereits nach knapp 4 Monaten erste Erträge generiert, erreicht er nicht den durch das EEG ermöglichten Gesamtertrag von 465.000 €.

Miner	S19 Pro	S9k
Anzahl	164	466
Investition	331.588,32 €	24.660,72 €
Ertrag je Tag	1.818,71 €	634,80 €
Ertrag je Monat	55.319,24 €	19.308,45 €
Ertrag je Jahr	663.830,92 €	231.701,43 €
Erträge ab Tag	183	39
Ungenutzte Energie	1,96 GWh	1,94 GWh

Tabelle 3: Beschränkung der Anzahl auf den arithmetischen Mittelwert. Mehr als 40 % der elektrischen Energie wird nicht zum Mining von Bitcoin verwendet. Der S9k generiert bereits nach 39 Tagen Erträge, die Vergütung beträgt ungefähr die Hälfte des durch das EEG ermöglichten Gesamtertrages.

Miner-Modell	S19 Pro	S9k
Anzahl	95	271
Investition	192.078,60 €	14.341,32 €
Ertrag je Tag	1.338,19 €	468,60 €
Ertrag je Monat	40.703,26 €	14.253,31 €
Ertrag je Jahr	488.439,18 €	171.039,73 €
Erträge ab Tag	144	31
Ungenutzte Energie	2,74 GWh	2,73 GWh

Tabelle 4: Beschränkung der Anzahl auf den Median. Der S9k generiert bereits nach einem Monat Erträge. Mit ca. 40 % der jährlich verfügbaren elektrischen Energie erzeugt der S9k 37 %, der S19 Pro 105 % des durch das EEG ermöglichten Gesamtertrages.

Der Ertrag je investierten Euro hinsichtlich der Auswahl der Miner sowie der gewählten Anzahl an Minern lässt sich durch das Verhältnis von investierter Summe zum Jahresertrag abschätzen:

Miner	Maximum	Mittelwert	Median
S19 Pro	0,6649	2,0020	2,5429
S19	0,7744	2,3315	2,9614
T17+	1,0331	3,1100	3,9453
T19	0,6988	2,1056	2,6733
S17e	1,0933	3,2875	4,1744
S17+	0,8273	2,4932	3,1562
S9 SE	2,4549	7,3831	9,3731
S9k	3,1242	9,3956	11,9264

Tabelle 5: Ertrag pro investierten Euro nach einem Jahr. Der S9k liefert bei Beschränkung auf den Median der maximal möglichen Anzahl den höchsten Ertrag gegenüber der Investition, liegt jedoch durch die geringe Effizienz trotzdem unter der Vergütung durch das EEG.

Die Betrachtung ist also wenig sinnvoll, da der S9k als Sieger hervorgeht. Der Ertrag pro Euro beim S19 Pro in maximaler Anzahl dagegen ist der geringste, obwohl diese Version langfristig den höchsten Ertrag abwerfen würde. Deshalb wird abschließend der mittlere Ertrag je Kilowattstunde betrachtet:

Miner	Ertrag [ct/kWh]
S19 Pro	26,01
S19	22,47
T17+	15,40
T19	20,50
S17e	17,11
S17+	19,25
S9 SE	9,63
S9k	9,06

Tabelle 5: Ertrag je Kilowattstunde. Mit dem S19 Pro sind die höchsten Erträge möglich, die Erträge durch den S9k liegen unterhalb der bisherigen durch das EEG ermöglichten Erträge.

## 5. Diskussion

Die hier dargestellten Erträge spiegeln nicht die real zu erwartenden Erträge wider. So müssen des Weiteren die Pool-Gebühren (abhängig vom gewählten Pool) sowie die Transaktionskosten beim Umwandeln von Bitcoin in Euro (abhängig von der gewählten Börse) beachtet werden. Außerdem sind die Kosten für die Anschaffung der Container, eventuelle Wartungs- und Reparaturkosten sowie die Kosten für die Schaffung der notwendigen Infrastruktur (Strom, Internet) nicht betrachtet.

Kryptowährungen wie Bitcoin weisen eine extreme Volatilität auf. Daher kann der Ertrag der Windenergieanlage von Tag zu Tag, sogar von Stunde zu Stunde stark variieren. Würde der Kurs der Bitcoin einen Jahresmittelwert von ca. 2.450 €/BTC unterschreiten, wären selbst mit dem S19 Pro keine höheren Jahreserträge als mit einer EEG-Förderung möglich.

Die steigende Tendenz der Hashrate des Bitcoin-Netzwerkes führt dazu, dass die Anteile an gewonnenen Blöcken immer geringer werden, sofern die eigene Hashrate nicht erhöht werden kann. Sollte der Wert der Bitcoin also zukünftig kein ausreichendes Wachstum mehr aufweisen, um dies auszugleichen, ist eine Wirtschaftlichkeit auch hier nicht mehr gegeben.

Ein Vorteil des Geschäftsmodells, Bitcoin zu minen, liegt in der Skalierbarkeit: spätestens, wenn sich ein Miner amortisiert hat und beginnt, Gewinne zu generieren, ist die Anschaffung eines weiteren Miners in Betracht zu ziehen. Dieser Vorteil lässt sich jedoch bei einer Windenergieanlage nur begrenzt ausnutzen, da die zur Verfügung stehende elektrische Leistung bzw. Energie beschränkt ist. Auch ist es nicht möglich, das Vorhandensein von Windkraft genau vorherzusagen. Daher lässt sich die Wirtschaftlichkeit eines weiteren Miners nur schwer kalkulieren. Schließlich ist auch die enorme Schwankung der Verfügbarkeit von Windkraft dafür verantwortlich, dass stets mit einer ungeplanten Downtime der Miner zu rechnen ist.

Weitere Bedrohungen sind ebenfalls zu berücksichtigen. So handelt es sich beim Mining von Bitcoin um einen unregulierten Markt, der in den kommenden

Jahren sicherlich mit neuen Gesetzen und Vorschriften konfrontiert wird. Es ist also in Erwägung zu ziehen, ob ein rechtlicher Beistand notwendig ist, welcher überprüft, ob sich sämtliche Tätigkeiten im Zusammenhang mit dem Mining von Bitcoin in einem rechtlichen Rahmen bewegen. Außerdem muss dieser Rahmen auch hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit des Geschäftsmodells ständig beobachtet werden. Ein Verbot des Handels von Kryptowährungen beispielsweise würde nicht nur den Ertrag der Anlage tilgen. Auch die bis dahin getätigten Investitionen wären wertlos, da es sich bei der Mining-Hardware um eine hoch spezialisierte Hardware handelt, welche keine anderen Rechenaufgaben erfüllen kann.

Darüber hinaus muss je nach Aufbewahrung der Bitcoin für deren Sicherheit gesorgt werden, um Diebstahl oder Verlust zu verhindern. Es müssen also streng festgelegte Protokolle bzw. Verfahren umgesetzt werden, damit Probleme in diesem Zusammenhang auf ein Minimum reduziert werden können.

## 6. Zusammenfassung

Das Mining von Bitcoin ist ein interessantes und außergewöhnliches Geschäftsmodell, welches auch in den nächsten Jahren noch einige Entwicklungen durchlaufen wird. Das Paper hat gezeigt, dass zumindest für 2019 das Mining von Bitcoin mit nennenswerten wirtschaftlichen Erfolgen verbunden gewesen wäre. Zwar gibt es in dieser Branche eine Reihe von Risiken, doch ein qualifizierter Unternehmer, welcher diesen Markt versteht, kann auch in Zukunft beträchtliche Einnahmen erzielen.

## Danksagung

Die Autoren bedanken sich für die Unterstützung durch Herrn Tobias Klein, Geschäftsführer der Firma TK-Solutions Verwaltungs GmbH, sowie beim BCCM – Blockchain Competence Center Mittweida.

## Literaturverzeichnis

- [1] Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz – EEG) sowie zur Änderung des Energiewirtschaftsgesetzes und des Mineralölsteuergesetzes vom 29. März 2000  
Abgerufen von [https://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav#\\_\\_bgbl\\_\\_%2F%2F%5B%40attr\\_id%3D%27bgbl100s0305.pdf%27%5D\\_\\_1525702271806](https://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav#__bgbl__%2F%2F%5B%40attr_id%3D%27bgbl100s0305.pdf%27%5D__1525702271806)
- [2] §9 Abs.1 EEG 2000
- [3] Schriften des Deutschen Instituts für Bautechnik (Oktober 2012), Richtlinie für Windenergieanlagen – Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung  
Abgerufen von [https://web.archive.org/web/20160304102321/https://www.dibt.de/de/Fachbereiche/data/Aktuelles\\_Ref\\_I\\_1\\_Richtlinie\\_Windenergieanlagen\\_Okt\\_2012.pdf](https://web.archive.org/web/20160304102321/https://www.dibt.de/de/Fachbereiche/data/Aktuelles_Ref_I_1_Richtlinie_Windenergieanlagen_Okt_2012.pdf)
- [4] BMWI (Juli 2019), Durchschnittlicher Strompreis für einen Haushalt in Cent/kWh (Jahresverbrauch: 3.500 kWh)

- Abgerufen von [https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/I/Infografiken/durchschnittlicher-strompreis-haushalt.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=15](https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/I/Infografiken/durchschnittlicher-strompreis-haushalt.pdf?__blob=publicationFile&v=15)
- [5] Bitcoin Developer Guide, Mining  
Abgerufen am 26.08.2020 von <https://developer.bitcoin.org/devguide/mining.html>
  - [6] ergibt sich aus dem Halving alle 210.000 Blöcke, siehe auch (abgerufen am 26.08.2020): <https://bitcoin.stackexchange.com/questions/161/how-many-bitcoins-will-there-eventually-be/274#274>
  - [7] Bitcoin Reference, Block Chain  
Abgerufen am 26.08.2020 von [https://developer.bitcoin.org/reference/block\\_chain.html](https://developer.bitcoin.org/reference/block_chain.html)
  - [8] Adrienne Jeffries (16. November 2012), Miner problem: big changes are coming for Bitcoin's working class  
Abgerufen am 26.08.2020 von <https://www.theverge.com/2012/11/16/3649784/bitcoin-mining-asics-block-reward-change>
  - [9] SHA256/Bitcoin Miners  
Abgerufen am 26.08.2020 von <https://shop.bitmain.com/>
  - [10] Antminer S19 Pro 110TH/s  
Abgerufen am 26.08.2020 von <https://shop.bitmain.com/product/detail?pid=00020200611225746542A8golxBc06C9>
  - [11] Bitcoin.com Chart Hash Rate  
Abgerufen am 26.08.2020 von <https://charts.bitcoin.com/btc/chart/hash-rate#5mp0>
  - [12] Bitcoin (BTC) and Euro (EUR) Year 2019 Exchange Rate History  
Abgerufen am 26.08.2020 von <https://freecurrencyrates.com/en/exchange-rate-history/BTC-EUR/2019/blockchain>