

So gewinnt die Wohnwirtschaft durch generative Produktion

Das Asset: **Verfügbar.**
Die Produktion: **Bereit.**
Das Protokoll: **Instanziert.**

Rock-Cell: Die Aktivierung von Kautionsliquidität als neuer Standard der Dekarbonisierung.

Rock-Cell: Generative Kautionsbesicherung

Management Proposal & Strategisches Dossier

Aktivierung von Kautionsliquidität zur Dekarbonisierung von Bausubstanz und Wärme

EXECUTIVE SUMMARY

Was es ist.

Rock-Cell ist ein neues Asset-Modell, das bisher statische Kautionsliquidität für die Dekarbonisierung von Immobilien – Wärme wie Bausubstanz – nutzbar macht: über generative CO₂-Speichertechnologie (TRL 7), bei aktuell 100 Vorbestellungen (interne Zählung).

Wem es was bringt.

Der Nutzen ist ein Dreieck: Der **Mieter** erhält Ertrag statt Erosion seiner Kautions, der **Vermieter** Dekarbonisierung mit CAPEX-freier Skalierung nach der Pilotphase (Vermieter-CAPEX 0 €), der **Betreiber** die Basis für die Skalierung. Der 600 Mrd. USD Kautionsmarkt [5] ist dabei zuerst Sicherheit – der Finanzierungseffekt für die Skalierung ist ein Nebeneffekt dieser Sicherungsfunktion, keine Umwidmung von Mieterkapital in Risikokapital.

Wie es besichert ist.

Die ertragsgestützte Recovery je Einheit füllt beanspruchte Kautions laut Modellrechnung (Performance 34 % p.a., Herleitung Kap. 3) aus dem laufenden Ertragsfluss wieder auf, ohne das Basisvermögen anzugreifen. Die Kautionsanlage ist als vereinbarte andere Anlageform nach § 551 Abs. 3 S. 2 BGB konstruiert und getrennt vom Vermögen des Vermieters gehalten; die rechtliche Ausgestaltung befindet sich in externer Prüfung (Anhang, S. 18).

Was der Pilot verlangt.

Die Pilotphase ist keine CAPEX-0-Phase: Der Pilot-Vermieter trägt das Projektrisiko des ersten Referenz-Clusters, indem er seine Rückzahlungspflicht gegenüber den beteiligten Mietern nicht auf den Anlagewert begrenzt, sondern **die Nominale unbegrenzt schuldet** (Herleitung Kap. 6). Der Mieter trägt damit für seine reguläre Kautions kein Anlagewert-Risiko; es verbleibt das Solvenzrisiko des Vermieters (Worst Case: Anhang, Punkt 4). Erst die anschließende Serie ist liquiditätsneutral.

Welche Entscheidung ansteht.

Zu entscheiden ist der Einstieg in einen Pilot-SLA-Rahmenvertrag mit dieser Pilotpartner-Rolle – Ausgangspunkt für die spätere, dann CAPEX-freie Skalierung (Kap. 6).

Rock-Farm GmbH

19. Juli 2026

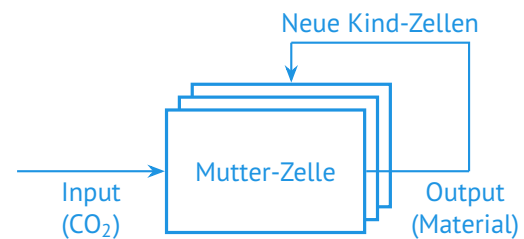
Das Protokoll auf einen Blick

Was ist generative Produktion?

Die "Mutter-Zelle" bindet CO₂ durch die Bildung von carbonatischem Zement und erzeugt dabei physisches Baumaterial, das direkt zur Konstruktion neuer Rock-Cells verwendet wird – ein technisches System mit echter Vermehrdynamik nach biologischem Vorbild: exponentielles Wachstum der Produktionskapazität durch 90 % generative Materialvermehrung, 9 % 3D-Druck und 1 % sonstiges Material.

Ressourcen-Arbitrage: Energetischer Vorteil von carbonatischem Zement gegenüber thermischer Zementproduktion (Kap. 5.4, S. 13).

Hebel: Generationenhebel Faktor 1,6 / Zeithelbel Faktor 200 (Kap. 2.2, S. 4)



Generative Sachwertvermehrung mit Rock-Cell
durch Bindung von CO₂

Das Protokoll: Innovation und Sicherheit in drei Phasen

Phase	Fokus & KPIs	Sicherheitsmechanismus	Ref.
1. Aktivierung	FOAK-Validierung & echtes Skin in the Game: Beim ersten Referenz-Cluster (500–2.000 Rock-Cells) kommt der reguläre Kautionsanteil wie im Regelmodell vom Mieter – Pilot-Vermieter tragen das Projektrisiko über eine nominal unbegrenzte Rückzahlungspflicht statt einer Kappung auf den Anlagewert (Herleitung Kap. 6). Kein „Valley of Death“: Physikalische Prozess-Klonung reduziert Skalierungsrisiken ab der ersten Zelle, da jede weitere Rock-Cell ein exakter Klon der validierten FOAK-Anlage ist.	Ertragsgestützte Recovery je Einheit (34 %, Modellrechnung): Beanspruchte Kautionen werden je Einheit aus dem laufenden Ertragsfluss wieder aufgefüllt; Aufteilung und Herleitung Kap. 3. SLA & Replenishment: Wiederauffüllung in ~32 Monate.	Kap.2.4 Kap.3.2
2. Vermehrung	Exponentielle Skalierung: Prozess-Klonung identischer Zellen und Ausbau der Logistik-Schnittstellen. ESG-Integration: Nutzung amortisierter Maschinenzeit als CO ₂ -Hedge.	Qualifizierungsphase: 10 Jahre Material-Validierung innerhalb des 17 Jahre-Pfads, Gate-Decision zur Fortführung oder zum Exit in Jahr 10.	Kap.3.4 Kap.4
3. Invasion	Markt-Transition: Strategischer Pivot vom Heizen zu Baustoffmärkten nach dem Gate in Jahr 10. Szenario-Matrix: Aggressive Invasion in Baustoffmärkte bei CO ₂ -Preisen ab 150 €.	Revision (Exit 1 oder 2): Wahl zwischen Bull-Case oder Stress-Case. Asset-Backing: Amortisierte Zellen als physische Sicherheit bei Yield-Stagnation.	Kap.5

Lesehinweis: Welches Kapitel beantwortet welche Frage?

Kap. 1 Was gewinne ich? – drei Pfade, nach Segment differenziert. **Kap. 2** Trägt die Technik? – TRL 7, FOAK. **Kap. 3** Woraus besteht die 34 %, wie wird besichert? **Kap. 4** Was gilt regulatorisch? – ETS-1 heute, ETS2 als Perspektive. **Kap. 5** Was passiert in den Szenarien? – Gate-Entscheidung Jahr 10. **Kap. 6** Was verlangt der Pilot? – Angebot, Risiko, Zeitplan, Entscheidung.

Was Sie gewinnen: Drei Pfade, drei Segmente

Rock-Cell transformiert die Mietkaution von einer administrativen Last in ein strategisches Instrument. Der Nutzen für einen teilnehmenden Vermieter lässt sich entlang **drei entkoppelbaren Pfaden** ordnen – Wärme, Material und Fähigkeiten. Jeder Pfad steht für sich; welcher am schwersten wiegt, hängt vom Geschäftsmodell ab. Drei Segmente ziehen deshalb unterschiedlich Nutzen aus denselben Pfaden: **börsennotierte Konzerne & Institutional Owners** (Fokus ESG-Performance & Capital-Market-Resilience), **Hausverwaltungen & Property Manager** (operative Exzellenz & Non-Rental Income) und **Genossenschaften & kommunale Akteure** (Sozialverträglichkeit & Quartiersentwicklung). Diese Segment-Differenzierung ist unten in jeden Pfad eingezogen.

1.1 Wärmepfad: ein partieller ökonomischer Hedge

Die über Rock-Cell gebundenen CO₂-Mengen kann der Vermieter erwerben und zur Verbesserung seiner Emissionsbilanz stilllegen; das wirkt als **partieller** Hedge gegen die steigende CO₂-Kostenbelastung seiner Wärmeversorgung – es verbessert die Bilanz, neutralisiert aber nicht die Kosten, die er für den Erwerb trägt. Das ist ausdrücklich kein Compliance-Instrument – freiwillige Zertifikate erfüllen keine ETS-Pflichten.

Ein zweiter, davon getrennter Kanal ist bereits **heute** verfügbar: Bindet Ihr Wärme- oder Gaslieferant das CO₂ seines Abgasstroms über Rock-Cell, kann er dies im EU-ETS-1 als nicht abzugebende, *vermiedene* Emission anrechnen (Art. 12(3b) ETS-RL i. V. m. Del. VO (EU) 2024/2620, die Magnesium-Karbonate ausdrücklich als dauerhafte Speicherform anerkennt; Preisanker ca. 79 €/t (Spanne 79–82, Stand 20.07.2026), Marktbeobachtung) – Sie fordern diese Anrechnung bei Ihrem Lieferanten ein, der Nachweis liegt bei ihm, unter Punktquellen-, Produkt- und MRV-Qualifizierung. Pro Tonne CO₂ gilt entweder diese Anrechnung **oder** der freiwillige Zertifikatserlös, nie beides (kein Double Counting). Die regulatorische Einordnung – ETS-1 heute, ETS2 als Perspektive – vertieft Kap. 4.

- **Konzerne:** Direkte Anrechnung der generativen CO₂-Speicherung auf die Scope-3-Bilanz und ökonomischer Hedge gegen die CO₂-Preis-Treppe bei Heizkosten und Bausubstanz – die Systemleistung von 34 % p.a. (Modellrechnung, Aufteilung und Herleitung Kap. 3) stabilisiert die Netto-Rendite des Portfolios. Aus bisher statischem, real erodierendem Kautionsvermögen wird eine ertragstragende Sicherheit – ohne dass Vermieter oder Betreiber die Kautionskaution als eigene Kapitalquelle nutzen: Sie bleibt zuerst Sicherheit des Mieters (Dimensionierung des Kautionsmarktes: Kap. 3, Abschnitt 3.4).
- **Genossenschaften:** Die Ertragsgutschriften aus der Kautionskaution kompensieren die steigenden Heizkosten-Umlagen für den Mieter und sichern die Bezahlbarkeit des Wohnraums ohne Reduktion der Kaltmiete – ein sozial-ökologisches Profil ohne Mieterhöhung.

1.2 Materialpfad: priorisierter Zugang nach dem Gate

Nach erfolgreicher Qualifizierung des Materials für den konventionellen Baustoffmarkt (10 Jahre, Gate-Entscheidung in Jahr 10, Kap. 5) erhalten teilnehmende Vermieter priorisierten Zugang zu CO₂-negativem Baumaterial für die eigene Bau- und Sanierungspipeline. Dies ist erklärtes Ziel mit fest terminierter Gate-Entscheidung, dem Bauproduktrecht unterworfen – keine Zusage eines Ergebnisses.

- **Konzerne & Bestandshalter:** CO₂-negatives Baumaterial senkt die eingebettete Emission der eigenen Sanierungspipeline und wirkt gegen die Entwertung von Bestandsgebäuden

durch energetische Defizite (De-Risking Stranded Assets, Kap. 4). Wer eigenes Bauvolumen unterlegen will, kann optional das Material-Abnahmemodul zeichnen (Kap. 6).

- **Genossenschaften:** Der Materialpfad speist die eigene Quartiers- und Sanierungspipeline und verankert Wertschöpfung sowie Klimawirkung im eigenen Bestand.

1.3 Fähigkeitenpfad: Werte, die im Unternehmen bleiben

Über den Wachstumspfad von 17 Jahre entstehen eine eigene MRV-Datenhistorie, CSRD-Reportingfähigkeit und ein etabliertes Kautionsprodukt – unabhängig davon, wie sich ETS2 oder Materialmarkt im Einzelnen entwickeln.

- **Konzerne:** Prüffähige MRV-Datenhistorie und CSRD-Reportingfähigkeit – Rock-Cell liefert die lückenlosen Daten für ein auditierbares ESG-Reporting und erhöht die Attraktivität des Objekts für grüne Investmentfonds.
- **Hausverwaltungen:** *Non-Rental Income* über Management-Gebühren innerhalb des neuen SLA für die Kautionsverwaltung; die ertragsgestützte Recovery je Einheit (Kap. 3) füllt eine beanspruchte Kautionsverpflichtung aus ihrem eigenen Ertragsstrom wieder auf und entlastet das manuelle „Ziehen“ – die mieterbezogene Einzelzuordnung jeder Kautionsverpflichtung bleibt dabei unberührt. Das differenziert im Mandats-Pitch gegenüber klassischen Verwaltern.
- **Genossenschaften:** Mieter partizipieren über ihre Kautionsverpflichtung direkt am Ertrag einer Hochtechnologie – das stärkt Mieterbindung und Image als moderner, sozial-ökologischer Akteur.

No-Regret-Logik

Daten, Reporting-Infrastruktur, SLA-Kanal und Kautionsprodukt bleiben werthaltig, auch wenn einzelne Annahmen – ETS2-Integration, Materialqualifizierung – nicht oder später eintreten. Jeder der drei Pfade ist einzeln entkoppelbar, ohne dass die anderen beiden ihren Wert verlieren. Das Ergebnis ist eine **Strategie mit benannten Annahmen und einer Gate-Entscheidung in Jahr 10**, keine Prognose – die Szenarien dazu führt Kap. 5.

Rock-Cell bietet damit nicht nur eine technische Lösung zur CO₂-Speicherung, sondern ein ökonomisches Betriebssystem für das Immobilienmanagement – getragen von einer Pilotphase, deren Bedingungen Kap. 6 vollständig herleitet.

Key-Thesis: Der Paradigmenwechsel

Die Einführung der generativen Produktion bevorzugt extensive Prozesse mit hoher Effizienz gegenüber intensiven thermischen Prozessen, die Kapital, Arbeit und Energie binden. Dieser Wechsel hebt die klassischen Limitierungen der industriellen Wertschöpfung durch eine radikale wirtschaftliche Neubewertung von Zeit, Energie und Kapitalrückfluss aus.

Das technologische Alleinstellungsmerkmal von Rock-Cell liegt in der physikalischen Selbstreplikation: CO₂-Emissionen fungieren als primärer Rohstoff, werden dauerhaft in mineralischer Bausubstanz gebunden [6] und unmittelbar für die Konstruktion der nachfolgenden Rock-Cell-Generation verwendet (siehe Kap. 2.1). Durch die robotergestützte Errichtung der Tragstruktur wird ein autonomer Arbeitsraum geschaffen, in dem Roboter weitere Einheiten reproduzieren – eine echte systemische Vermehrungsdynamik (Hebel 1,6). Dies markiert den Paradigmenwechsel hin zu einer generativen Plattform, die ein **Hardware-as-a-Service** Modell ermöglicht.

2.1 Generative Replikations-Logik: Dezentrale Skalierung

Anstatt auf CAPEX-intensive Zentralfabriken zu setzen, nutzt Rock-Cell das Prinzip der dezentralen Vervielfältigung durch physische Prozess-Klonung. Die Produktion wird unmittelbar dort angesiedelt, wo der Rohstoff CO₂ anfällt und ungenutzte Flächenpotenziale zur Verfügung stehen.

KPI-Vergleich: Vermieter-CAPEX pro 1 t CO₂-Effekt/Jahr

STATUS QUO: WÄRMEPUMPE	ROCK-CELL PLATTFORM
6.800 €	0 €
Vermieter-CAPEX für 1 t CO ₂ -Vermeidung/p.a.	Vermieter-CAPEX für 1 t CO ₂ -Speicherung/p.a.

* Maschinen-CAPEX 470,00 € – aus dem Mietkautionskonto, nicht aus dem Vermieter-Budget.

Dieser Vergleich gilt für die kautionsfinanzierte **Skalierungsphase** nach erfolgreichem Pilotabschluss – 0 € Vermieter-CAPEX und „liquiditätsneutral“ beziehen sich nicht auf den Piloten selbst, der eine eigene Investition verlangt (Herleitung Kap. 6).

- **Physische Spezifikation:** Eine Rock-Cell ist als kompaktes Modul mit einer Nennleistung von **1 t CO₂e** konzipiert. Mit Abmessungen von ca. 2,0 m × 1,0 m × 1,2 m werden die Einheiten zu Clustern verbunden, die ästhetisch an **irische Trockenmauern** erinnern. Der kalkulatorische Preis pro Einheit liegt bei **470,00 €** – finanziert aus dem Mietkautionskonto, nicht aus dem Vermieter-Budget.
- **Flächenneutrale Einfriedung:** Die Module werden als funktionale Mauer-Strukturen auf bestehenden Flächen (z. B. Biogasbetrieben) installiert. Sie integrieren sich flächenneutral als produktives Mauerwerk in das Landschaftsbild, ohne die Kernprozesse der Landwirte zu stören.

- **KPI Generationenhebel:** Mit einer Replikationsrate von 1,6 produziert das System das Material für seine eigene Erweiterung. An einer durchschnittlichen Biogasanlage entstehen so Strukturen von bis zu 3 Kilometern Länge, bevor die Vermehrung am nächsten Standort fortgesetzt wird.
- **Infrastruktur-Symbiose:** Die direkte Anbindung an den Abgasstrom (mind. 10 % CO₂) erschließt tausende Standorte als dezentrale Produktionseinheiten.
- **Standardisierte Hardware:** Die Tragstruktur besteht aus dem eigenen Baustoff; die Steuerungstechnik wird als hochstandardisierte „Meterware“ gefertigt, was eine vollautomatisierte Installation durch Robotersysteme ermöglicht.

2.2 Das physikalische Protokoll: Carbonatische Zementierung

Die Kerntechnologie von Rock-Cell nutzt die **Ressourcen-Arbitrage** zwischen thermischer Zersetzung und kontrollierter carbonatischer Zementierung, auf Basis der Ca/Mg-Austauschchemie von Vandeginste [10]. Während die konventionelle Industrie massive Mengen fossiler Energie aufwendet, um Kalkstein thermisch zu spalten (Klinkerbrand bei 1.450°C) [1], induziert Rock-Cell die Mineralisierung durch präzise pH-Zyklisierung in geschlossenen Reaktoren bei Umgebungstemperatur und -druck.

- **Der Zeithebel (Faktor 200):** Wir tauschen Energie gegen Zeit. Anstatt die chemische Bindung durch hochenergetische Hitze in Sekunden zu erzwingen, nutzen wir die thermodynamische Stabilität der Carbonatbildung über einen Prozesszeitraum von ca. 12 Monate. Da die physische Ausfällung des Minerals unter kontrollierten Umgebungsbedingungen erfolgt, sinkt der thermische Energieaufwand im Vergleich zur klassischen Produktion um den **Faktor 200**. Zeit wird hierbei von einer ökonomischen Last zu unserem primären Produktionsvorteil.
- **Strukturintegrität durch Kristallisation:** Die resultierenden Kalkstein-Strukturen entstehen nicht durch mechanisches Mischen, sondern durch kontrolliertes Kristallwachstum. Die lange Reifungszeit öffnet dabei einen Festigkeitspfad über Biomineralisation, der die Festigkeit von Standardbeton erreichen und übertreffen soll – belegt erst mit der Material-Validierung (Herleitung: Whitepaper [7], Abschnitt „Die Qualifizierungsphase“). Die Struktur ist auf die Langlebigkeit der Tragstruktur für die nächste Rock-Cell-Generation ausgelegt.
- **Energetische Genügsamkeit:** Der Prozess benötigt lediglich Niedervolt-Sensorik und Aktuatorik für den Stoffwechsel der Zelle; der Bedarf wird aus der Leistung der Biogasanlage vor Ort gedeckt (Abschnitt 2.3). Das entkoppelt den Betrieb weitgehend von volatilen Industriestrompreisen.

2.3 Der „Puls“ der Produktion: System-Architektur für autonome Steuerung

Die Rock-Cell-Plattform ist konsequent für den vollautonomen Betrieb durch mobile Robotersysteme vorbereitet. Ziel dieser Architektur ist die Minimierung des OPEX durch Entkoppelung von manuellen Wartungszyklen.

- **Prozess-Puls:** Eine automatisierte pH-Zyklisierung regelt den Wasserkreislauf im 20-Minuten-Takt. Diese sensorgestützte Steuerung optimiert das Kristallwachstum autark und sichert die Ziel-Nennleistung von 1 t CO₂e pro Jahr und Modul.

-
- **Energieautarkie:** Das System ist auf Niedervolt-Sensorik und Aktuatorik optimiert. Zentrale Pumpen werden aus dem Strom der Biogasanlage gespeist. Dies macht die Produktion unabhängig von externer Netzinfrastruktur und Netzentgelten.
 - **Design-to-Robot:** Die bauliche Struktur und die als „Meterware“ konzipierte Steuerungstechnik sind für den automatisierten Austausch und die robotergestützte Wartung ausgelegt. Diese technologische Vorbereitung ermöglicht die zukünftige Skalierung auf tausende Einheiten bei minimalem Personalaufwand.

2.4 TRL 7 & FOAK-Status: Systemisches De-Risking

Mit Erreichen des TRL 7 (Technology Readiness Level) ist die Technologie in ihrer Einsatzumgebung (Freilandbereich) validiert. Der Nachweis der modular skalierbaren Serienproduktion ist der nächste Schritt: Die First-of-a-Kind (FOAK) Anlage dient als Beweis der industriellen Skalierbarkeit der gesamten Logistikkette.

- **Klonungs-Vorteil:** Da jede weitere Rock-Cell ein exakter physikalischer und technischer Klon der validierten FOAK-Anlage ist, sind typische Skalierungsrisiken deutlich reduziert. Wir skalieren nicht durch Vergrößerung komplexer Systeme, sondern durch die Vervielfältigung bewährter Einheiten.
- **Zertifizierungs-Pfad:** Die Validierung erfolgt nach dem Prinzip „Data-First“. Durch die lückenlose Sensorüberwachung werden Real-Daten generiert und Materialinput- und -output abgeglichen, die als Grundlage für die Zertifizierung der Sequestrierungsleistung (z. B. via Puro.earth) dienen. Dies schafft die Voraussetzung für die Monetarisierung der negativen Emissionen.

Finanzmathematik: Koppelproduktion & ertragsgestützte Sicherung

Das ökonomische Fundament von Rock-Cell basiert auf der Transformation einer statischen Sicherheit in einen dynamischen Ertragsstrom. Während eine Barkaution durch die Inflation real an Wert verliert, generiert die Rock-Cell-Besicherung je Kaution eine ertragsgestützte Überdeckung des Sicherungswerts.

3.1 Die Mechanik der Koppelproduktion: Grenzkosten-Optimierung

Der entscheidende mathematische Vorteil des Systems liegt in der Gleichzeitigkeit zweier Ertragsströme. Durch die Kopplung von CO₂-Sequestrierung mit Materialproduktion zur eigenen Kapazitätserhöhung (Vermehrung) entstehen zwei werthaltige Produkte für den ESG-Markt. Diese beiden Ströme sind dabei zyklusweise entkoppelt, die Grenzen dieser Entkopplung benennt dieser Abschnitt unten.

Konkret werden für die Bestandszellen neue Produktionszyklen (Dauer: 12 Monate) angestoßen, wenn neue Rock-Cells bestellt und bezahlt wurden: Die Zahlung finanziert den Gesteinsmehl-Input dieses Zyklus, dessen Output die Baumasse für 1,6 neue Zellen liefert (Auftragsfertigung mit Vorkasse, ohne Fremdkapital) – eine Zelle ist damit im Regelfall stets rollierend auf 12 Monate ausgebucht. Fehlt eine neue Bestellung, pausiert der Zyklus: Es wird kein weiterer Gesteinsmehl-Input zugekauft, und die Zelle produziert bis zur nächsten Bestellung kein weiteres Material. Bereits erzeugtes, aber noch nicht abgerufenes Material lagert als Inventar und puffert so kurzfristige Nachfragerücken, ohne dass dafür ein neuer Zyklus nötig wäre. Ein großflächiger Bestellstopp würde zudem das Zertifikate-Angebot verknappen und wirkt damit tendenziell preisstützend – dieser Marktstabilisator entfaltet volle Wirkung aber erst, sobald Rock-Cell einen relevanten Anteil am Zertifikate-Angebot stellt; in der Frühphase setzt der Grenzanbieter den Preis.

Nach Abschluss der exponentiellen Wachstumsphase endet die generative, selbst-replizierende Phase, und das System wandelt sich in eine **amortisierte Produktions-Plattform**. Diese Evolution ermöglicht es, die vollständig amortisierte Infrastruktur zu nutzen, um Baustoffe zu Grenzkosten bereitzustellen, die weit unter dem Marktdurchschnitt der thermischen Industrie liegen.

3.2 Ertragsgestützte Recovery je Einheit: Herleitung der Regenerationszeit

Die Sicherung rechnet je Kaution und je Einheit, nicht über einen aggregierten Topf. Die Performance von 34 % p.a. (Modellrechnung – 17 % Cash-Yield + 17 % nachfrageabhängige Material-Prämie, Aufteilung siehe Tabelle unten) ist auf die Regeneration der einzelnen beanspruchten Kaution ausgelegt. Die Investitions-Basis von zwei Zellen bildet das durchschnittliche Kautionsvolumen ab.

Parameter	Beschreibung	Wert
Investitions-Basis	Äquivalent zur Kaution (2 Zellen à 470,00 €)	940,00 €
CO ₂ -Yield p.a.	Zertifizierte Sequestrierung [8] (2 t CO ₂ e à 80 €)	160,00 €
Material-Prämie p.a.	Erlösanteil für eingebautes Material: 80 € je <i>gehaltener</i> Zelle und Jahr (2 Zellen)	160,00 €
Gesamtertrag p.a.	System-Performance vor Gebühren	320,00 €
Target Yield	17 % Cash-Yield (CO₂-Zertifikate) + 17 % Material-Prämie, Modellrechnung	34 %

Der Zellpreis von 470,00 € ist eine kostenbasierte Kalkulation mit Preisstand 2023; die Neuerhebung ist Ergebnis der Pilotphase, die die vollständige Logistik- und Produktionskette real bepreist.

Die Material-Prämie ist dabei ausdrücklich **mark-to-transaction, nicht mark-to-model**: Die 80 € sind kein geschätzter Materialpreis, sondern ein fester Erlösanteil am tatsächlichen Verkaufspreis jeder neu verkauften Rock-Cell (470,00 €), gesichert durch Vorrang-Abnahme und je Zelle gutgeschrieben. Sie hängt – anders als der CO₂-Yield – an fortlaufender Nachfrage nach neuen Einheiten bzw. am Exit-Markt für Baustoff; diese Nachfrageabhängigkeit wird hier bewusst offen ausgewiesen.

Damit ist auch beziffert, was der Käufer einer neuen Zelle an Bestandshalter zahlt. Eine Bestandszelle bringt je Jahr 1,6 neue Zellen hervor (3,2 t Output auf 2 t Schotter Baumasse je Zelle) und erhält dafür insgesamt 80 €; je verkaufter Zelle sind das 50,00 € von 470,00 € Kaufpreis, also 10,6 %. Die übrigen 420,00 € decken Herstellung, Betrieb und Marge. Die Gegenleistung ist die Baumasse der neuen Zelle (2 t Schotter), die eine Bestandszelle real produziert hat – ein Lieferverhältnis, keine Abschöpfung.

Bewusst *nicht* ausgewiesen wird ein Verrechnungswert je Tonne. Ein Erlösanteil geteilt durch eine Tonnage ergibt einen scheinbaren Materialpreis, den niemand zahlt: Der Käufer erwirbt keine Tonne Schotter, sondern eine gefertigte Zelle. Aus demselben Grund sind die Materialkosten-Szenarien in Kap. 5 keine Vergleichsgröße zu dieser Prämie – sie beziffern die Vollkosten des bauaufsichtlich qualifizierten Baustoffs für den externen Markt ab Jahr 10.

- **Recovery je Einheit:** Beanspruchte Kautionen regenerieren sich durch die 34 % Einführungs-Performance (Modellrechnung) innerhalb von ca. 32 Monate aus dem Ertragsfluss der betroffenen Einheit – je Kaution gerechnet, nicht über einen Portfolio-Topf. Die Deckung selbst ruht dabei nicht auf diesem Fluss, sondern auf dem bereits aufgebauten Bestand: den erteilten und verwerteten Zertifikaten sowie der vorhandenen Einheit; mit der Skalierung (Weg B/C) ist die Kaution ohnehin auf Geldkaution umgestellt. Der laufende Ertrag bestimmt allein die *Geschwindigkeit* der Wiederauffüllung; Bleibt die Nachfrage nach neuen Einheiten aus, pausiert der Produktionszyklus, der CO₂-Yield setzt aus, und die Recovery-Zeit verlängert sich entsprechend – die Deckung selbst wird davon nicht berührt (Exit 1, Abschnitt 5.2).
- **Wiederauffüllung nach Schadensabruf:** Im Regelbetrieb kehrt der Vermieter die Material-Prämie als Schotterauszahlung an den Mieter aus, ausgelöst durch eine tatsächlich bezahlte Bestellung; der CO₂-Yield stellt die Sachwertkaution stufenweise auf Geldkaution um. Musste der Vermieter die Kaution zur Behebung von Schäden an der Wohnung in Anspruch nehmen, werden alle Erträge auf Grundlage einer ausdrücklichen Vereinbarung im SLA vorrangig zur Wiederauffüllung der beanspruchten Kaution verwendet, bis deren Sicherungswert wiederhergestellt ist. Erst dieser Zufluss trägt die oben ausgewiesene Regenerationsrate; ohne ihn bleibt es bei der Untergrenze aus dem CO₂-Yield. Die Aussetzung ist kein Zugriff des Vermieters auf Kautionserträge, sondern die Verrechnung des dem Mieter zustehenden Ertrags mit dessen Schadensersatzpflicht. Die Schotterauszahlung wird vom Vermieter ohne gesonderte Bearbeitungsgebühr an den Mieter durchgereicht; diese Durchreiche ist an ihren Zweck gebunden und tritt hinter die Wiederauffüllung zurück. Sie ist deshalb *kein* zugesicherter Netto-Betrag: Die dem Mieter zufließende Höhe – nach der je Angebot vom Vermieter festgelegten Gebühr und den Swap-Anteilen – wird hier bewusst nicht modellhaft festgeschrieben.
- **Deckung je Einheit statt Portfolio-Ausgleich:** Die Sicherung wird nach Phase getrennt gedacht, nicht als kollektive Überdeckung. In der Pilotphase (Weg A) trägt das Pilot-Konstrukt das Restrisiko beim Vermieter (§ 551 Abs. 4 BGB); mit der Skalierung (Weg B/C) stellt sich die Kaution auf Geldkaution um, deren Deckung je Einheit besteht (Wege A/B/C im Anhang,

Punkt 4). Der Sicherungswert, den eine einzelne besichernde Einheit für den Vermieter darstellt, wird über eine Überdeckung je Zelle und die vertragliche Wiederauffüllungspflicht (SLA-Replenishment) gehalten – nicht über einen aggregierten Ertragstopf.

3.3 Exit-Szenarien statt Break-even-Preis

Ein einzelner „Break-even-Zertifikatspreis“ wäre für dieses System die falsche Kennzahl. Rock-Cell erzeugt aus *einem* Prozess *zwei* gekoppelte Erträge – die CO₂-Gutschrift und die wachsende Baumasse. Eine Break-even-Angabe müsste die gemeinsamen Kosten dieser Koppelproduktion vollständig *einem* der beiden Produkte zurechnen. Bei Kuppelprodukten ist diese Zurechnung jedoch eine Konvention, keine ökonomische Tatsache: Sie hat keine eindeutige Lösung, und jede Aufteilung erzeugt einen anderen Break-even. Eine nach Flottengröße gestaffelte Break-even-Tabelle würde damit eine Präzision suggerieren, die die Kostenstruktur eines Koppelprodukts nicht hergibt. Die vollständige technische und formale Herleitung der Koppelproduktlogik – einschließlich der Kostenzurechnungskonvention, die den Modellrechnungen dieses Dossiers zugrunde liegt – führt das Whitepaper [7], Kap. 2 („Wirtschaftliche Logik und Koppelproduktformel“); dieses Dossier zieht daraus nur die strategische Konsequenz. Die belastbare Frage lautet deshalb nicht „bei welchem Preis trägt der CO₂-Ertrag den Betrieb allein“, sondern: Wie bleibt das System unter verschiedenen Nachfrage- und Preispfaden gedeckt? Das beantworten die Exit-Szenarien in Kap. 5.

Was bei ausbleibender Nachfrage geschieht, ist damit keine Preisfrage, sondern eine Frage des Betriebsmodus. Bleibt die Nachfrage nach neuen Einheiten aus, wechselt die Flotte nicht in den Verlust, sondern pausiert speicherbegrenzt, wie in Abschnitt 3.1 beschrieben: Unfinanzierte Zyklen ruhen, vorhandenes Inventar puffert die Lücke, und die Zelle nimmt den Betrieb wieder auf, sobald eine neue Bestellung eingeht (Exit 1, Abschnitt 5.2). Nach Abschluss der Wachstumsphase geht das System ohnehin in den amortisierten Asset-Servicing-Modus über (Kap. 5; Liquiditäts-Mapping, Abschnitt 3.4). Die Deckung der Kautions ruht dabei durchgängig auf dem bereits aufgebauten Bestand – den erteilten und verwerteten Zertifikaten sowie der vorhandenen Zelle (Abschnitt 3.2) –, nicht auf einem laufenden Ertragsfluss.

Nachfragegrenze und ETS-Integration. Die freiwillige Nachfrage nach permanenten Zertifikaten ist endlich und wird ab einem bestimmten Flottenvolumen zur bindenden Grenze für den Materialabsatz. *Wann* dieses Volumen erreicht wird, lässt sich seriös nicht datieren: Das jährlich aufnehmbare Volumen permanenter Removal-Zertifikate ist selbst noch ein offener Datenpunkt, und für den überschaubaren Zeithorizont der kommenden Jahre lässt sich keine belastbare Sättigungsgrenze benennen. Wir geben deshalb bewusst keinen Sättigungszeitpunkt an. Für die Skalierung über diese Grenze hinaus verschiebt sich die Perspektive von der freiwilligen zur *compliance-getragenen* Nachfrage: Mit dem Revisionsvorschlag der EU-Kommission vom 17. Juli 2026 [2] sollen permanente, CRCF-zertifizierte CO₂-Entnahmen – also genau die Produktklasse, die Rock-Cell erzeugt – in das bestehende **ETS1** integriert werden (Cap-Erhöhung, zentraler Ankauf). Für das Modell hat das zwei *getrennt* zu haltende Konsequenzen:

- **Aufwertung der Ertrags-Untergrenze.** Der den Modellrechnungen zugrunde liegende CO₂-Yield würde damit nicht mehr an einem dünnen *freiwilligen* Preis gemessen, sondern an einem liquiden, compliance-fähigen ETS1-Preis. Das stärkt die Belastbarkeit der Yield-gestützten Kautionsdeckung (Abschnitt 3.2) – unabhängig vom Materialabsatz.
- **Nur teilweiser Hedge der Vermieter-CO₂-Last.** Die heizungsseitige CO₂-Last des Vermieters (ab 2028 hälftig nach dem Gebäudemodernisierungsgesetz) hängt am **ETS2**-Preis. ETS1 und ETS2 sind getrennte Systeme mit eigener Obergrenze – ETS2 zusätzlich preislich

gedeckt – und korrelieren nicht stark. Eine ETS1-Kopplung des Ertrags senkt die Netto-CO₂-Exposition des Vermieters daher nur teilweise; ein enger Hedge auf denselben Preis entsteht erst, wenn die separate ETS2-Revision (2028) Removals ebenfalls zuließe.

Beides ist ein Vorschlag, kein geltendes Recht: Es wird für die Pilotphase nicht einkalkuliert und bleibt reines Aufwärtspotenzial (konsistent mit der Website-Sektion „Was gilt heute – und was ist Zukunftsperspektive?“).

3.4 Liquiditäts-Mapping: Der 17-Jahres-Wachstumspfad

Die Skalierungsstrategie ist auf die spezifische Kapazität des globalen Kautionsmarktes abgestimmt, der mit ca. 600 Mrd. USD [5] ausreichend Liquidität für einen 17-jährigen, exponentiellen Kapazitätsaufbau ohne externe Finanzierung bietet.

1. **Wachstumsphase (Jahre 1–17):** Mathematische Deckung des Kapazitätsaufbaus durch Kautionsliquidität.
2. **Qualifizierungs-Pivot (Jahr 10):** Strategischer Übergang zur direkten Versorgung der Wohnwirtschaft nach Abschluss der Material-Validierung.
3. **Transition Safety:** Ein geplanter „Exit“ vom reinen Kapazitätsaufbau in die Marktbefüllung erfolgt, bevor die Reserven des Kautionsmarktes erschöpft sind.

Regulatorische Resilienz: Das ESG-Betriebssystem

In einem Marktumfeld, geprägt durch CO₂-Preis-Treppe und CSRD-Pflichten, fungiert Rock-Cell als regulatorisches Schutzschild. Wir transformieren die ökologische Last in einen bilanziellen Asset-Vorteil.

4.1 Kompensation & Virtuelle Senken-Struktur

Rock-Cell schwächt die Kopplung zwischen Gebäudezustand und CO₂-Kosten (CO₂KostG) ab.

- **De-Risking Stranded Assets:** Die Einbindung als „Technical Sink“ senkt die Netto-Emissionsbilanz und wirkt der Entwertung von Bestandsgebäuden durch energetische Defizite entgegen.
- **Flexible Allokation:** Via Service Level Agreement (SLA) wird die Senkenleistung zentraler Carbon-Farmen dem gesamten Portfolio virtuell zugeordnet. Dies ermöglicht Asset-Management nach dem **Hardware-as-a-Service**-Prinzip.

4.2 Scope-3-Integration & Energielieferanten

Rock-Cell integriert sich unmittelbar in die Lieferkette der Wärmeversorgung.

- **Insetting statt Offsetting:** Stadtwerke nutzen Rock-Cell-Cluster, um den spezifischen Emissionsfaktor der gelieferten Energie zu senken. Die Dekarbonisierung findet innerhalb der eigenen Wertschöpfungskette statt, was die Anrechenbarkeit nach CSRD-Standards stützt [9].
- **Strategische Allianz:** Der Vermieter wird vom passiven Zahler zum Partner des Versorgers, indem er die Senke als Teil des lokalen Maschinenclusters bereitstellt.

4.3 ETS-1 heute, ETS2-Anschlussfähigkeit morgen & Physische MRV-Exzellenz

Mineralisierung ist bereits **heute** ein Compliance-Asset im ETS-1: Bindet ein ETS-1-pflichtiger Wärme- oder Gaslieferant sein Abgas-CO₂ über Rock-Cell, kann er die vermiedene Emission nach Art. 12(3b) ETS-RL i. V. m. Del. VO (EU) 2024/2620 anrechnen, die Magnesium-Karbonate ausdrücklich als dauerhafte Speicherform anerkennt. Der Wert dieser Anrechnung bemisst sich am ETS-1-Zertifikatspreis (Preisanker ca. 79 €/t (Spanne 79–82, Stand 20.07.2026), Marktbeobachtung) – deutlich oberhalb des im Modell konservativ angesetzten freiwilligen Kalkulationswerts. Die anwendungsseitige Einordnung dieses Wärmepfads für den Vermieter steht in Kap. 1, Abschnitt 1.1. Für *biogenes* Carbon Removal ist die Anrechenbarkeit im ETS2 die deklarierte, nicht einkalkulierte Perspektive.

- **Materie statt Gas:** Im Gegensatz zu flüchtigen Gasen ist die Sequestrierung durch physische Massenbilanzierung und Gesteinsproben nach ISO-Standards auditierbar.
- **Permanente Speicherung:** Analog zur *Carbfix*-Methodik ist die carbonatische Zementierung als permanente Speicherung anerkannt [4]. Die Sensorik liefert lückenlose Daten für den Wirtschaftsprüfer.

Strategischer Kernsatz

Rock-Cell wirkt als partieller Hedge gegen die CO₂-Kostentreppe (Kap. 1, Abschnitt 1.1); eine Netto-Entlastung der Bewirtschaftungskosten ist szenarienabhängig, keine Zusage.

Roadmap: Strategische Optionalität & Marktinvasion

Die Skalierung von Rock-Cell folgt einer **algorithmischen Wachstumslogik** auf einem **17 Jahre umfassenden Gesamtpfad**: Der kautionsgetragene Kapazitätsaufbau läuft über die volle Länge dieses Pfads (Liquiditäts-Mapping, Kap. 3, Abschnitt 3.4), unterbrochen von **einer** verbindlichen Gate-Entscheidung in Jahr 10. Innerhalb dieses Pfads ist die Flotten-Replikation durch den generativen Produktionsprozess systemisch im Protokoll gesetzt. Unter der Prämisse rationaler Marktteilnehmer entfaltet sich dieses Wachstum, solange mindestens ein Zielmarkt die prognostizierte Performance liefert.

Das Protokoll sieht dabei eine strikte Gate-Decision vor: Planmäßig in Jahr 10 – dem Qualifizierungs-Pivot in der Mitte des 17 Jahre-Pfads – wird über die weitere **strategische Optionalität** entschieden. Um inkrementelle Entscheidungsverzögerungen auszuschließen, erfolgt dieser Meilenstein zeitgebunden und unabhängig vom finalen Status einer Material-Zertifizierung. Zu diesem Zeitpunkt wird der Übergang in den stationären Ertragsbetrieb, die Fortführung der Replikation oder die nachfrageorientierte Asset-Produktion verbindlich festgelegt (**Exit**); der anschließende Marktinvasions-Abschnitt läuft bis zum Ende des 17 Jahre-Pfads.

Parallel dazu verschiebt sich die Sicherungsseite. Die Pilotphase trägt das Vermieterrisiko über die Umschichtung im Kautionsbestand („Weg A“, Anhang, Punkt 4). Mit der Skalierung – angesetzt ab etwa 2030, sobald zwei bislang weiche Parameter (die Rückführungsrate aus real erteilten Tonnen und die Recovery aus realen Substanzwerten) empirisch belegt sind – wechselt die Sicherung auf eine selbst beschaffte, in die Deckung hineinwachsende Sicherheit („Weg B“), unter der der Vermieter kein Bilanzrisiko mehr trägt. Dieser Wechsel ist keine zusätzliche Exit-Kategorie, sondern die Voraussetzung dafür, dass sich das Rest-Expositionsprofil der Pilotphase überhaupt belastbar beziffern lässt – und damit die Bedingung, unter der die beiden folgenden Exit-Korridore für einen Vermieter kalkulierbar werden.

5.1 Zwei-Variablen-Sensitivität: Das asymmetrische Risikoprofil

Im Gegensatz zum *binären Risiko* konventioneller Startups hat das Rock-Cell-Modell genau zwei freie Variablen: den CO₂-Preis und den Rock-Cell-Preis. Die übrigen Parameter – Massenbilanz, Replikationsrate, Investitions-Basis – sind technisch hergeleitet bzw. im Modell festgelegt (Kostenkalkulation mit Preisstand 2023, Kap. 3). Weil CO₂-Preis und Baustoffnachfrage an derselben Klimapolitik hängen, sind die beiden Zielmärkte (CDR-Zertifikate und Baustoffmarkt) korreliert, nicht unabhängig voneinander: Beide Enden der Verteilung werden dadurch wahrscheinlicher, die Mitte dünner. Belastbare Einzelwahrscheinlichkeiten für die folgenden Szenarien lassen sich daraus nicht ableiten; belastbar ist allein die Sensitivität der Szenario-Korridore A/C/E auf die beiden Variablen selbst (siehe unten):

- **Exit 1 (Downside Protection):** Der Schutz des Kautionskapitals ist bereits gegeben, wenn lediglich *einer* der beiden Märkte die Prognosen erfüllt.
- **Exit 2 (Base-Case):** Die volle Synergie der Koppelproduktion tritt ein, wenn beide Märkte wie prognostiziert konvergieren.
- **Uncapped Upside (Bull-Case):** Über das reine Produkt-Szenario hinaus fungiert Rock-Cell als **Compound Option**. Das Wachstum endet erst, wenn die Integration weiterer Drittprozesse (Invasion) keinen Effizienzvorsprung gegenüber deren konventioneller Herstellung mehr bietet (Ressourcen-Arbitrage, Kap. 2, Abschnitt 2.2).

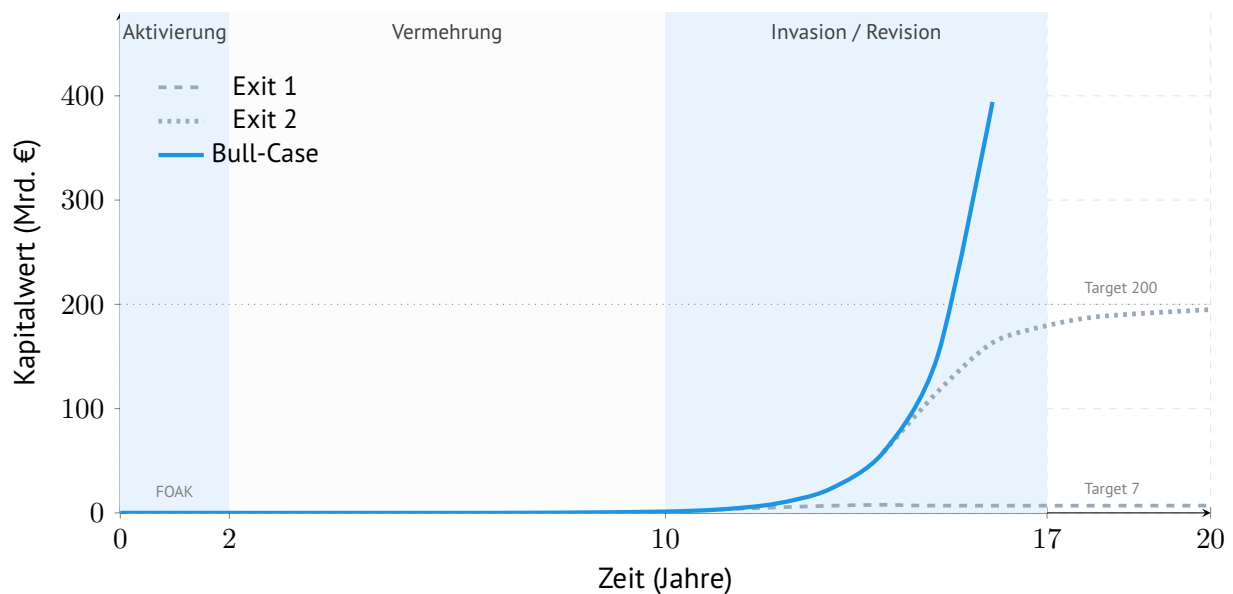


Abbildung 1: Phasenmodell und Exit-Szenarien der Rock-Cell Produktion (illustrative Modellrechnung, keine Prognose).

5.2 Exit 1: Der stationäre Sicherheits-Modus

In diesem Modus erfolgt eine bewusste Entscheidung zur **Stagnation des Flottenwachstums**. Die bestehenden Einheiten beenden die Replikation und maximieren den Cashflow. Ausgelöst wird Exit 1 durch *eine* der beiden freien Variablen im ungünstigen Zustand – niedriger CO₂-Preis (**Szenario A**) *oder* verzögerte Materialqualifizierung (auch bei höherem Preis). Maßstab dieses Modus ist der **Betreiber-Mindestumsatz** von 352,00 € je Zelle und Jahr (vorläufige Schätzung): die Schwelle, ab der der Betreiber eine Bestandszelle im abgesenkten, „selbstverzehrenden“ Betrieb ohne Langzeitinstandhaltung weiterbetreibt. Ihre Herleitung – und warum die Basisrechnung mit 80 € unter Markt rechnet, diese Schwelle aber am beobachteten Marktboden gemessen wird – führt das Whitepaper [7], Kap. 2 („Wirtschaftliche Logik und Koppelproduktformel“). Jeder der beiden Ertragskanäle kann die Schwelle einzeln erreichen:

- **Szenario A (niedriger CO₂-Preis, 80 €):** Der CO₂-Markt stagniert bei 80 €. Ein massiver Markteintritt ist bei einem Materialpreis von 170 €/t nicht indiziert. Die Schwelle muss dann der Materialkanal erreichen: 110 €/t auf den Jahresoutput von 3,2 t – deutlich unterhalb des Stresspreises von 170 €/t.
- **Ergebnis:** Die Flotte wechselt vom generativen Modus in den **Asset-Servicing-Modus**. Bestehende Einheiten schließen ihre Replikationszyklen bis zur vollständigen Amortisation ab. Neue Rock-Cells werden nur noch gezielt als Produktions-Assets für spezifische Baumaterial-Nischen (mit vorliegender Zertifizierung) instanziiert. Das Kautionskapital ist durch die Kombination aus physischer Substanz und den Cashflows der Bestandseinheiten besichert.
- **Qualifizierungshürde (zweite Variable, hier bei 150 €):** Der CO₂-Preis erreicht bereits **Szenario C** (150 €) [3], aber die Massenmarktzulassung für das Material verzögert sich – der Preis wäre also günstig, allein die zweite Variable hält Exit 1. Die Schwelle muss dann der CO₂-Kanal erreichen: Bei 1 t CO₂e je Zelle entspricht sie 352,00 € je Tonne. Das liegt

oberhalb der Szenario-Preisachse A/C/E und wird nur zu Preisen des freiwilligen Markts für permanente Removal-Zertifikate erreicht – dort am unteren Rand der beobachteten Spanne (350–450 €/t, Marktbeobachtung, keine zugesicherte Erlöshöhe).

- **Ergebnis:** Das System agiert primär als hochprofitabler **Sequestrierungs-Dienstleister**. Da die bauaufsichtliche Qualifizierung die Massenmarkt-Integration bremst, wird die generative Replikation zugunsten der Ertragsmaximierung aus CDR-Zertifikaten (Carbon Dioxide Removal) gedrosselt. Neue Einheiten werden als reine „Capture-Assets“ betrieben. Sobald die Zertifizierung erfolgt, schwenkt die Flotte ohne technische Umrüstung in die Materialvermarktung – und damit in Exit 2 – ein. Wie bei Szenario A ruht die Kautionsdeckung dabei auf dem bereits aufgebauten Bestand – den erteilten und verwerteten Zertifikaten sowie der vorhandenen Zelle –, unabhängig vom Fortschritt der Materialqualifizierung (Kap. 3, Abschnitt 3.3).

Bleiben beide Kanäle zugleich unter der Schwelle, pausiert der Betrieb speicherbegrenzt wie in Kap. 3, Abschnitt 3.1 beschrieben – das ist der eigentliche Worst Case dieses Modus.

5.3 Exit 2: Der Base-Case – Die gesteuerte Marktinvasion

Dieses Szenario setzt das Eintreffen beider Variablen im günstigen Zustand voraus: erfolgte Materialqualifizierung *und* ein CO₂-Preis mindestens auf **Szenario C** (150 €) [3], treffend auf durch Skaleneffekte optimierte Materialkosten von ca. 125 €/t.

- **Transition:** Das Wachstum wird hier zum rein wirtschaftlichen Optimierungsparameter. Rock-Cell nutzt die preisliche Überlegenheit gegenüber thermischem Zement (ca. 190 €/t), um den konventionellen Baustoffmarkt kontrolliert zu besetzen oder die Kapazität über das „App-Store“-Modell an Partner zu lizenzieren.

Entlang derselben CO₂-Preisachse A/C/E ergibt sich die Sensitivität des Markteintritts – dieselben Szenario-Namen wie in Exit 1, hier bei erfolgter Qualifizierung:

- **Szenario A (CO₂-Preis stagniert bei 80 €):** Ein aggressiver Markteintritt lohnt nicht; die Flotte bleibt im stationären Sicherheits-Modus (Exit 1, Abschnitt 5.2). Szenario A führt also nicht in die Invasion.
- **Szenario C (moderater CO₂-Anstieg auf 150 €):** Grenzkosten-Parität zum konventionellen Baustoff. Aggressive Verdrängung konventioneller Anbieter durch Preisvorteil möglich – der eigentliche Base-Case dieser Marktinvasion.
- **Szenario E (Paris-Konformität – CO₂ > 300 €):** Die „Post-Scarcity-Building“-These. Bei diesem Preisniveau trägt die Sequestrierung die Systemkosten weitgehend allein; der Baustoff wirkt wirtschaftlich wie ein Nebenprodukt. Als technologischer Deflations-Anker kann Rock-Cell die Grenzkosten der Dekarbonisierung deutlich senken – ein Beitrag zu den Pfaden der *IEA Net Zero Roadmap* [3], keine Zielerreichungszusage.

5.4 Wissenschaftliche Arbitrage: Entropie statt Durchsatz

Generative Produktion **monetarisiert die Effizienzlücke** zwischen hocheffizienter Wissenschaft und ineffizienter Industrie – konsistent mit der nutzenden, nicht eliminierenden Lesart der Ressourcen-Arbitrage aus Kap. 2, Abschnitt 2.2. Während die klassische Industrie auf Durchsatz, Taktzeit und Kapitalumschlag optimiert ist, nutzt Rock-Cell die Zeit als primäre Ressource.

Im **Bull-Case** ist das Wachstum nach oben offen: Rock-Cell fungiert als physisches Betriebssystem für eine neue, generative Materialwirtschaft. Die dezentrale Flotte wird zur universellen Fertigungsplattform für Prozesse, die bisher als „zu langsam“ für industrielle Hochöfen galten. Durch die Nutzung von Niedrigtemperaturpfaden und kontrollierter Reifung – gestützt durch Skaleneffekte in AI, Additive Manufacturing (AM) und Robotik – werden komplexe Kristallisationsprozesse und biologische Veredelungen erstmals ökonomisch skalierbar. Rock-Cell wird somit zum Rückgrat einer zirkulären Infrastruktur, die Entropie und Materialpfade optimiert, anstatt fossile Energie für thermische Umwandlungen zu verschwenden.

No-Regret-Abschluss. Über alle Szenarien hinweg gilt die Gate-Logik aus Jahr 10: Keiner der Exit-Pfade macht die drei Nutzwege aus Kap. 1 (Wärme, Material, Fähigkeiten) voneinander abhängig. Jeder Pfad bleibt einzeln werthaltig – auch wenn ETS2-Integration oder Materialqualifizierung später oder gar nicht eintreten (No-Regret-Logik, Kap. 1). Das Modell ist damit eine Strategie mit benannten Annahmen und einer verbindlichen Gate-Entscheidung, keine Prognose.

Das Pilotprojekt: Die Asset-Transition

Dieses Dossier ist die Antwort auf eine wachsende Mieter-Nachfrage. Das Pilotprojekt dient dazu, diese Dynamik in eine operative ESG-Struktur zu überführen – und es beginnt mit einer vertraglich fixierten Risikoteilung, nicht mit Vermieter-CAPEX 0.

Das erste Referenzprojekt (500–2.000 Rock-Cells an einem Biogas-Standort, inklusive Test der Logistikkette und Nachfragevalidierung) verteilt die Lasten vertraglich: Betrieb und Personal trägt der Betreiber, der reguläre Kautionsanteil kommt wie im Regelmodell vom Mieter, und der **Pilot-Vermieter deckt das Projektrisiko dieser Phase** sowie die Unikat-Mehrkosten der ersten, noch nicht seriengefertigten Anlage. Getragen wird dieses Risiko dadurch, dass der Pilot-Vermieter seine Rückzahlungspflicht gegenüber den beteiligten Mietern nicht auf den Anlagewert begrenzt, sondern **die Nominale unbegrenzt schuldet** – der Mieter trägt damit für seine reguläre Kautionsanlage kein Anlagewert-Risiko (es verbleibt das Solvenzrisiko des Vermieters, Worst Case: Anhang, Punkt 4), während diese Konstruktion das CAPEX der Pilotanlage finanziert. Im Gegenzug erhält der Pilot-Vermieter frühen, exklusiven Einblick in das technische Zertifizierungspotenzial des Materials und Vorzugspositionen für die anschließende Skalierungsphase.

Erst nach erfolgreichem Pilotabschluss gilt für die Serie der CAPEX-freie und liquiditätsneutrale Zustand mit Vermieter-CAPEX 0 € – ausdrücklich nicht für den Piloten selbst. Die rechtliche Tragfähigkeit dieser Konstruktion ist Gegenstand der laufenden externen Prüfung. Diese Pilotkonstruktion ist bewusst nur der Einstieg (intern „Weg A“ – Umschichtung im Kautionsbestand): Mit der Skalierung wechselt die Sicherung auf eine selbst beschaffte, in die Deckung hineinwachsende Sicherheit („Weg B“), unter der der Vermieter kein Bilanzrisiko mehr trägt. Der vollständige Wege-Überblick A/B/C steht im Anhang (Rechtskonstrukt der Kautionsanlage, Punkt 4), die Bezifferbarkeit des Übergangs behandelt Kap. 5.

6.1 SLA-Design: Wettbewerb, Freiwilligkeit und Marktabgrenzung

Der Fokus des Piloten liegt auf der Integration in die institutionellen Prozesse. Rock-Cell übernimmt die operative Umsetzung, während der Vermieter die SLA-Architektur mitgestaltet:

- **Wettbewerbsmodell (Swap):** Mieter wählen ihren SLA-Anbieter (das Service-Modul zur Zertifikatsabwicklung) im Wettbewerb der teilnehmenden Vermieter frei – unabhängig davon, bei welchem Vermieter sie wohnen. Ein Mieter kann also das Service-Angebot eines anderen, im Rock-Cell-Netzwerk teilnehmenden Vermieters wählen als das seines eigenen. Anbieterwechsel sind jederzeit möglich; die Preisbildung der Bearbeitungsgebühr entsteht durch diesen Wettbewerb, nicht durch Vorgabe von Rock-Farm. Dieses Wettbewerbsdesign ist die Grundlage dafür, dass die Bearbeitungsgebühr Entgelt für eine frei wählbare Dienstleistung ist – kein verdeckter Zugriff auf Kautionserträge. Die rechtlich-strukturelle Grundlage dieser Kontrahenten-Wahlfreiheit – auch für den Fall, dass der eigene Vermieter nicht teilnimmt – ist im Anhang (Rechtskonstrukt der Kautionsanlage, Punkt 4: Wahlfreiheit des Zertifikats-Kontrahenten) beschrieben; sie ist keine bloße Pilot-Option, sondern strukturell erforderlich.
- **Freiwilligkeit & Entkopplung:** Die Teilnahme am SLA ist konstitutiv freiwillig und vom Mietvertrag entkoppelt. Sie ist weder Voraussetzung für den Abschluss noch für die Fortsetzung eines Mietverhältnisses. Der Vermieter lernt am Piloten, wie die virtuelle Zuweisung der Senkenleistung rechtssicher in die Bilanzierung des Gesamtportfolios einfließt.

- **Basisversion = freiwilliger Markt; ETS-1 sauber davon abgegrenzt:** Das SLA umfasst in der Basisversion ausschließlich **freiwillige** CO₂-Zertifikate (biogenes CO₂). Davon zu unterscheiden ist der ETS-1-Anrechnungspfad (Wärmepfad, Kap. 1, Abschnitt 1.1; regulatorisch Kap. 4): Er ist **kein** vom Vermieter zu lizenzierendes SLA-Modul, sondern eine Anrechnung, die beim ETS-1-pflichtigen Wärme- oder Gaslieferanten am Anfang der Wertschöpfungskette gebucht wird (fossiles Abgas, vermiedene Emission) – und bereits **heute** verfügbar ist, nicht erst als Ausbaustufe.
- **ETS2-Anschlussfähigkeit:** Durch die frühzeitige Einbindung bereitet sich der Vermieter zusätzlich auf eine mögliche spätere Integration von *biogenem* Carbon Removal in den ETS2 vor (deklarierte, nicht einkalkulierte Perspektive, Kap. 3, Abschnitt 3.3) – ein drittes, noch nicht beschlossenes Regime, zu unterscheiden vom heutigen ETS-1-Pfad.

6.2 Full-Service-Infrastruktur: Dezentraler Roll-out

Der Vermieter profitiert von einer vollständig externen Abwicklung ohne Eingriffe in den Wohnungsbestand:

- **Bau- & Genehmigungsphase:** Rock-Cell steuert die 12-monatige Errichtungsphase an den kooperierenden Infrastruktur-Standorten (z. B. Biogas-Kopplung).
- **HaaS-Orchestrierung:** Robotische Wartung, Sensor-Monitoring und das gesamte MRV-Reporting (Monitoring, Reporting, Verification) erfolgen automatisiert durch Rock-Cell.
- **Daten-Schnittstelle:** Der Vermieter erhält Zugriff auf das Dashboard zur lückenlosen Dokumentation der ESG-Performance für seine CSRD-Berichterstattung.

6.3 Das Material-Abnahmemodul: Vermieter als Nachfrage-Backstop (optional)

Bestandshalter mit eigenem Bau- und Sanierungsvolumen können zusätzlich, rein optional, ein Material-Abnahmemodul zeichnen. Das Modul ist eine bewusste unternehmerische Entscheidung des Vermieters, den Systemhochlauf mit vertraglich gesicherter Nachfrage zu unterlegen – keine marktübliche Materialbeschaffung und keine Voraussetzung für die Teilnahme am SLA.

- **Abnahmepreis:** Der vertraglich vereinbarte Abnahmepreis und sein Verhältnis zum externen Marktwert des Materials (Referenzkorridor 170 €/t bis 125 €/t, Kap. 5) werden im Einzelvertrag offen ausgewiesen – der Abstand wird nicht kaschiert.
- **Volumen- und Laufzeitgrenzen:** Die Abnahmezusage ist volumen- und laufzeitbegrenzt und wirkt als Backstop für die Anlaufphase, nicht als unbegrenzte Dauerverpflichtung.
- **Gegenleistungen:** SLA-Vorzugskonditionen, Vorkaufsrechte auf künftige Kapazität und eine degressive Preisstaffel mit wachsendem Flottenvolumen.
- **Bilanzielle Behandlung:** Die Abnahmezusage ist als Eventualverbindlichkeit auszuweisen; bei wahrscheinlicher Inanspruchnahme kann eine Rückstellungspflicht entstehen. Die konkrete Behandlung ist Gegenstand der individuellen bilanziellen Beratung des Vermieters.
- **Strikte Trennung vom Mietverhältnis:** Das Abnahmemodul ist ein B2B-Vertrag zwischen Vermieter und Betreiber ohne jeden Bezug zu einzelnen Kautionen oder Mietern.

6.4 Die Realistische Roadmap: Vom Investment zur Senke

Um physikalische und regulatorische Realitäten abzubilden, folgt der Pilot einem 24-monatigen Zyklus.

1. **Monat 1–3 (Setup):** Vertragsabschluss mit den Pilot-Vermietern (Pilotpartner-Vereinbarung mit der oben hergeleiteten Rückzahlungspflicht), Auswahl der Mieter-Cluster und Einleitung der Genehmigungsverfahren für den Infrastruktur-Standort.
2. **Monat 4–12 (Konstruktion):** Physischer Bau der Rock-Cell-Anlage und Installation der Steuerungstechnik („Meterware“), finanziert aus dem regulären Kautionsanteil der Mieter – abgesichert wie im Kapitel-Einstieg beschrieben.
3. **Monat 13–24 (Sättigungszyklus):** 12-monatige Mineralisierungsphase mit Beginn der Zertifikatserteilung ab Probebetrieb. Der Vermieter nutzt diese Zeit zur internen Validierung der SLA-Prozesse und der ETS2-Einbindung.
4. **Meilenstein (Monat 25):** Finales Audit der ersten Charge, physische Massenbilanzierung (Masse statt Gas) und Entscheidung über den skalierten, ab hier kautionsfinanzierten Roll-out.

6.5 Ihre Handlungsoptionen: Strategische Weichenstellung

Für den Einstieg stehen zwei Wege offen – die reaktive Einzel-Validierung und die empfohlene Pilotpartner-Rolle, deren Bedingungen der Kapitel-Einstieg vollständig herleitet:

Option A: Einzel-Validierung	Option B: Pilotpartner (Empfohlen)
Reaktive Freigabe auf Anfrage einzelner Mieter. Punktueller Absicherung. Klassisches Kautionsmanagement.	Strategische CO ₂ -Lösung für das Objekt. Nominal unbegrenzte Rückzahlungspflicht statt Anlagewert-Kappung in der Pilotphase – im Gegenzug früher Einblick ins Zertifizierungspotenzial und Vorzugspositionen für die anschließende, dann liquiditätsneutrale Skalierung mit Vermieter-CAPEX 0 €. Wertschöpfung: Etablierung von Non-Rental Income via SLA-Managementgebühr.

Call-to-Action

Der nächste Schritt ist die gemeinsame **Ausarbeitung des SLA-Rahmenvertrags** und der Pilotpartner-Vereinbarung (Option B) – auf Grundlage der oben hergeleiteten Risikoteilung. Starten wir die Bauphase für Ihre klimaneutrale Zukunft.

STRATEGISCHE EINORDNUNG (TRL 7)

Dieses Management Proposal basiert auf dem aktuellen Entwicklungsstand der Rock-Cell Technologie (Technology Readiness Level 7). Die verwendeten Daten dienen als Grundlage für die strategische Planung zwischen Mieter, Vermieter und der Rock-Farm GmbH.

1. Wirtschaftliches Konzept

Die Szenarien stellen eine wirtschaftliche Modellrechnung dar. Sämtliche Kalkulationen sind als Planungsgrundlagen zu verstehen (z. B. ETS2-Preise). Eine verbindliche Prüfung erfolgt nur durch individuelle Mandatierung.

2. MRV-Methodik

Die Validierung folgt der Massenbilanzierung. Die finale Anerkennung hängt von den zum Zeitpunkt der Einreichung gültigen Zertifizierungsstandards ab.

3. Vertragliche Gestaltung

Dieses Dokument stellt ein wirtschaftliches Konzept dar und ersetzt keine Rechts- oder Steuerberatung. Es begründet kein Vertragsverhältnis ohne explizite Mandatierung.

4. Rechtskonstrukt der Kautionsanlage (§ 551 BGB)

Die Rock-Cell-Besicherung erfolgt als vereinbarte andere Anlageform nach § 551 Abs. 3 S. 2 BGB. Die Maschinen stehen als bewegliche Sache im Eigentum des Mieters, eines Treuhänders oder einer Mieter-Genossenschaft (eG) – welche dieser Trägerformen maßgeblich wird, ist Teil der externen Prüfung – und sind damit getrennt vom Vermögen des Vermieters gehalten (Aussonderungsrecht gem. § 47 InsO). Die Abgrenzung des ertragsgestützten Sicherungsmodells zu Einlagengeschäft (§ 1 KWG), Vermögensanlage (VermAnlG, Prospektpflicht) und Investmentvermögen (§ 1 KAGB) ist Gegenstand derselben externen aufsichtsrechtlichen Prüfung wie das mietrechtliche Konstrukt. Die rechtliche Ausgestaltung im Detail – miet-, insolvenz- und aufsichtsrechtlich – befindet sich in externer Prüfung.

In jeder geprüften Konstruktionsvariante gelten drei kautionsrechtliche Grundsätze unverändert: Die gesetzliche **Obergrenze von drei Nettokaltmieten** wird strikt eingehalten; **Erträge, die der Sicherheit wirtschaftlich zuzuordnen sind, stehen dem Mieter zu**; **Überschüsse oberhalb des Sicherungssockels sind freies Mietervermögen**, kein Bestandteil der Kautions.

Drei Sicherungswege (A/B/C). Die Besicherung ist in Phasen gedacht und nicht als kollektive Überdeckung eines gemeinsamen Topfes: **Weg A – Umschichtung im Bestand (Pilot):** Der laufende CO₂-Ertrag führt Bargeld in die Kautions zurück, während wertgleiche Substanz-Anteile ins freie Mietervermögen freigegeben werden. Es ist der einzige Weg, der Kautionsliquidität aktiviert – und der einzige mit einem Restrisiko beim Vermieter: Bis zur vollständigen Barunterlegung ist geschütztes Geld zeitweise exponiert (§ 551 Abs. 4 BGB, zwingendes Recht). Getragen wird dies durch die gegenüber den Mietern nominal unbegrenzte Rückzahlungspflicht des Pilot-Vermieters. **Weg B – selbst beschaffte, hineinwachsende Sicherheit (Skalierung):** Eine unabhängig erworbene Sache wird verpfändet; die Deckung wächst über die Produktion in die volle Sicherung hinein, der Vermieter trägt kein Bilanzrisiko. Die kautionsrechtliche Wirksamkeit dieser Verpfändung (§ 551 BGB, Abgrenzung zum Umgehungsverbot) ist offen und Gegenstand laufender Prüfung. **Weg C – Bürgschaft:** etablierter, marktüblicher Sicherungsweg ohne Technologierisiko; er ersetzt keine Kautionsliquidität aus dem Bestand, sondern tritt als klassische Sicherheit neben oder an die

Stelle der Kautions.

Worst Case (Weg A). Wird der Vermieter in Phase 1 insolvent, während die Kautions noch teils in Substanz gehalten ist, und liegt der realisierbare Wert der getrennt gehaltenen Substanz (Auseinandersetzungsguthaben der eG-Anteile, nicht Nennwert) unter der Nominal, erhält der Mieter weniger als den vollen Kautionsbetrag: Die Vermögensstrennung (§ 47 InsO) schützt die Substanz, nicht ihren Wert. Dieses Restrisiko ist Weg A eigen und der Grund, warum die Skalierung auf Weg B/C übergeht.

Wahlfreiheit des Zertifikats-Kontrahenten. Die Konstruktion darf den Mieter nicht zwingen, das Zertifikats- und Rock-Cell-Geschäft ausgerechnet mit seinem eigenen Vermieter zu führen. Ist der eigene Vermieter nicht teilnahmebereit, muss ein teilnahmebereiter Vermieter aus dem Netzwerk als Kontrahent einspringen können. Umgesetzt wird dies über eine Drittsicherheiten-Konstruktion: Die sicherungsrelevante Position des Mieters wird – in der geprüften Variante über die Abtretung der Nießbrauchserträge (§ 1059 BGB) bzw. der eG-anteilsbezogenen Erträge – einem teilnahmebereiten Vermieter als Sicherheit zugewandt, während der bisherige Vermieter einen vollwertigen, liquiden Sicherungsgegenstand behält. Vier Rollen ergeben sich je nach Teilnahmebereitschaft von Mieter und Vermieter; die Vergütung der nicht teilnehmenden Seite ist ein fester Dienstleistungsbetrag, kein leistungsabhängiger Anteil an der Systemperformance. Die genaue Rechtsform (Nießbrauch, eG-Anteil, Treuhand) und die Vereinbarkeit mit § 551 BGB sind Teil derselben externen Prüfung; vor Markteinführung ist eine verbindliche Einzelfallprüfung erforderlich. Operativ entspricht dies dem Wettbewerbs- bzw. Swap-Modell der freien Anbieterwahl (Kap. 6, Abschnitt 6.1).

5. Priorität

Im Falle von Abweichungen zu Web-Inhalten gilt dieses Dossier als vorrangiges Referenzdokument.

6. Haftungsrahmen

Die Rock-Farm GmbH haftet unbeschränkt für Vorsatz und grobe Fahrlässigkeit sowie für Schäden aus der Verletzung von Leben, Körper oder Gesundheit. Bei einfacher Fahrlässigkeit haftet sie nur für die Verletzung wesentlicher Vertragspflichten – Pflichten, deren Erfüllung die ordnungsgemäße Durchführung des Vertrags überhaupt erst ermöglicht und auf deren Einhaltung der Vertragspartner regelmäßig vertrauen darf –, der Höhe nach begrenzt auf den vertragstypischen, vorhersehbaren Schaden. Die Haftung nach dem Produkthaftungsgesetz bleibt unberührt. Performance-Angaben hängen von externen Faktoren (Zertifikatspreise, Regulatorik) ab.

7. Vertraulichkeit

Inhalte (insbes. Preislogik) sind Geschäftsgeheimnisse. Weitergabe an Dritte bedarf der Zustimmung.

8. Glossar

Ertragsgestützte Recovery: die je Einheit gerechnete Wiederauffüllung einer beanspruchten Kautions aus dem laufenden Ertragsstrom (Kap. 3.2), ohne Aggregation über ein Portfolio. **Rock-Cell / Zelle:** synonym, die einzelne Produktionseinheit. **SLA-Module:** die optionalen Bausteine Service-Modul, Material-Abnahmemodul und

Pilotpartner-Rolle (Kap. 6). *Capture-Asset-Modus*: Betriebsmodus, Stand: 2026-07-29 | Rock-Farm GmbH
in dem neue Einheiten primär als Sequestrierungs-Assets ohne
unmittelbare Materialvermarktung instanziiert werden (Kap. 5).

Bereit für die Transformation Ihres Portfolios?

Für strategische Abstimmungen, Portfolio-Mappings oder die Ausarbeitung eines Pilot-SLA wenden
Sie sich bitte an unser Projektbüro:

Rock-Farm Projektbüro für institutionelle Partner

projekte@rock-farm.com

Betreff: Projekt-ID "Dossier-2026"

Anfragen von Einzelmietern werden ausschließlich über das Mieter-Portal auf rock-cell.com bearbeitet.

Literatur & Referenzen

- [1] Yuxuan Chen und Matthew W. Kanan. “Thermal $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ exchange reactions to synthesize CO_2 removal materials”. In: *Nature* 638.8052 (2025), S. 972–979. doi: 10.1038/s41586-024-08499-2. url: <https://doi.org/10.1038/s41586-024-08499-2>.
- [2] European Commission. *Proposal for a Revision of the EU Emissions Trading System (EU ETS)*. Techn. Ber. Vorschlag vom 17. Juli 2026: Integration permanenter, CRCF-zertifizierter CO_2 -Entnahmen in das bestehende ETS1 durch Cap-Erhöhung (250 Mio. Zertifikate) und zentralen Ankauf. ETS2 ausdrücklich nicht einbezogen (separate Revision 2028). Juli 2026.
- [3] International Energy Agency (IEA). *Net Zero Roadmap: A Global Pathway to Keep the 1.5 °C Goal in Reach*. Techn. Ber. Definiert das Kostenziel von <100 USD/t CO_2 als kritischen Meilenstein für die industrielle Skalierung. 2023.
- [4] IPCC. “Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change (Sixth Assessment Report)”. In: *Cambridge University Press* (2022). Kapitel 12: Bestätigung der Mineralisierung als permanente Senke mit einer Speicherdauer von über 10.000 Jahren.
- [5] MSCI. *MSCI Real Estate Market Size Report 2024*. Techn. Ber. Dokumentation des professionell verwalteten globalen Immobilienmarktes (12,5 Bio. USD). Die Kautionssumme von ca. 600 Mrd. USD leitet sich aus den globalen Mietvolumina ab. 2024.
- [6] Puro.earth. *Methodology for Carbonated Building Materials*. Offizieller Standard für die Zertifizierung von Carbon Dioxide Removal (CDR) in Baumaterialien. 2024. url: <https://puro.earth/methodologies/>.
- [7] Rock-Farm GmbH. *Whitepaper Generative Produktion – Aktivierung von Kautionsliquidität zur Dekarbonisierung*. Vollständige technische und ökonomische Herleitung zum vorliegenden Protokoll. 2026. url: <https://rock-cell.com/whitepaper>.
- [8] S. M. Smith und O. et al. Geden. *The State of Carbon Dioxide Removal - 2nd Edition*. Techn. Ber. Umfassendste Analyse des CDR-Marktes mit Preis-Benchmarks für permanente Sequestrierung. University of Oxford, 2024.
- [9] University of Oxford. *The Oxford Principles for Net Zero Aligned Carbon Offsetting*. Techn. Ber. Wissenschaftlicher Standard für die Priorisierung von Carbon Removal (CDR) gegenüber bloßer Vermeidung. 2024.
- [10] V. Vandeginste. “Effect of pH Cycling and Zinc Ions on Calcium and Magnesium Carbonate Formation in Saline Fluids at Low Temperature”. In: *Minerals* 11.7 (2021), S. 723. doi: 10.3390/min11070723.