



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2020 002 543.9**
(22) Anmeldetag: **27.04.2020**
(43) Offenlegungstag: **27.08.2020**

(51) Int Cl.: **C01B 32/05 (2017.01)**
E04C 2/02 (2006.01)

(71) Anmelder:
Berdellé, Nicol-André, 65183 Wiesbaden, DE

(72) Erfinder:
gleich Anmelder

Mit Einverständnis des Anmelders offengelegte Anmeldung gemäß § 31 Abs. 2 Ziffer 1 PatG

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Baustellenseitig hergestellte kohlenstoffbasierte Massen-Baustoffe zur Verringerung der Treibhausgase**

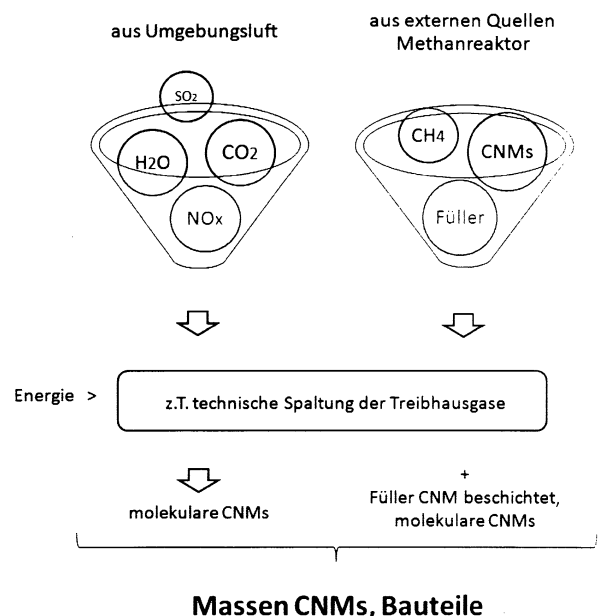
(57) Zusammenfassung: Die Erfindung beschreibt ein Verfahren für die In-situ Fabrikation von Kohlenstoff-Nano-Materialien (CNMs) und CNM Bauteilen für Gebäude. Diese werden auf der Baustelle durch Molekulare Dampfbeschichtung hergestellt. Dabei werden Treibhausgase als Rohstoff aus der Umgebungsluft der Baustelle gewonnen.

Zum großen Teil sind die Schritte und Varianten des Verfahrens bereits wirtschaftlich und finanziell attraktiv, zum Teil greifen sie etwas voraus im Bereich der Leistungsfähigkeit von katalytischen Oberflächen.

Das technische Problem in einem wirtschaftlichen Prozess Materialien aus dem Gasgemisch der Atmosphäre zu gewinnen und Bauteile daraus herzustellen wird mit dem Verfahren gelöst.

Die Relevanz besteht darin, dass große Mengen an Treibhausgasen in den nächsten Jahren sequestriert werden müssen, sowie sicher und langfristig gespeichert.

Die technische Lösung des Problems besteht aus einer optimierten Kombination von verfügbaren Technologien und Möglichkeiten, sowie der sicheren und langfristigen Speicherung von Treibhausgasen in der Bausubstanz.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung ermöglicht die Fabrikation von Gebäudeteilen aus Treibhausgasen und Feinstaub der Umgebungsluft sowie Methan aus biogenen Abfällen der Umgebung direkt auf der Baustelle. Dabei bestehen diese Gebäudeteile aus Kohlenstoffmolekülen von beliebiger Struktur so dass in kürzester Zeit große Mengen an Treibhausgasen in Massenbaustoffe für tragende Bauteile verwandelt werden. Die erzeugten Materialien können dabei geringere strukturelle Qualitäten wie Kohlenstoff-Fasern aufweisen, benötigen dafür aber weniger Energie in der Herstellung.

[0002] Die erzeugten Kohlenstoffmoleküle verfügen über ein Gesundheitsrisiko und werden evtl. auf Umwegen in die Umwelt und die Nahrungskette gelangen. Allerdings überwiegen die Vorteile für Material- und Energie-Einsparung, sowie die Reduktion von Treibhausgasen bei Weitem.

[0003] Die Erfindung beinhaltet einen verantwortungsvollen Umgang mit den neuen Materialien. Z.B. das Recycling und die Reinigung von bereits bestehender Kontamination der Atmosphäre von vielen Umweltgiften und Feinstäuben, da diese in dem Prozess mit eingeschlossen werden und in Bauteilen gespeichert werden, so das sie nicht mehr in die Luft gelangen und gesundheitsschädlich sind.

Hintergründe

Klimawandel

[0004] Die Erfindung basiert auf der Herausforderung große Mengen von Treibhausgasen in kurzer Zeit, kostengünstig und wirtschaftlich aus der Atmosphäre zu extrahieren. Jedes weitere Grad Temperaturanstieg führt zu mehr Verdunstung, Dürren, aber auch 7% mehr Niederschlägen im globalen Durchschnitt. Diese verteilen sich völlig anders über die Erdoberfläche wie zuvor. Dies führt zu Wetterveränderungen und Extremwetterereignissen die jetzt schon Ernteauffälle, Zerstörung von Immobilien durch Stürme und das Herunterfahren von Kraftwerken, welche Kühlwasser benötigen, zur Folge haben. Zusammen jährliche Schäden in dreistelliger Milliardenhöhe (weltweit).

Industrie

[0005] Die zweitbeste Lösung für den Klimawandel ist die Verwendung von Holz und das Aufforsten mit schnell nachwachsenden Bäumen. Allerdings ist der Wald als Ökosystem viel mehr wert wie Bäume als der beste, ökologische Baustoff der sogar CO₂ in der Bausubstanz speichert. In Ländern mit Wüste oder Graslandschaften kann deswegen mit Aufforstungen das Problem behoben werden, aber in Deutschland kann die Sequestrierung von CO₂ durch Bäume in Kombination mit der Verwendung als Bauholz und der Aufforstung nur einen begrenzten Anteil zur Problemlösung beitragen. Dieser Sachverhalt ist die grundlegende Notwendigkeit für die Erfindung.

[0006] Die beste Lösung für den Klimawandel ist die Verwendung von besonders schnell nachwachsenden, einjährigen Pflanzen aus der Agrarwirtschaft wie z.B. Flachs, Hanf, oder Weizen in Deutschland*. Die Agrarlandschaft stellt leider kein Ökosystem mehr dar. Besonders die Verwendung von Stroh und Strohbällen, die in großen Mengen als bislang ungenutzte Reststoffe der Weizenproduktion anfallen, hat alle gewünschten Vorteile. Das Strohballen nicht mehr in der Bauwirtschaft genutzt werden ist unbegründet. Die vorliegende Erfindung stellt eine minderwertige Lösung zur Erreichung der Klimaziele dar im Vergleich zur Nutzung von Stroh in Form von massiven Bauplatten, oder stark verdichteten Jumbo-Bällen.

[0007] *Global gesehen ist die Landwirtschaft in Küstenregionen auf Basis von Meerwasser („Seawater farming“, „Mariculture“, „Integrated Multi-trophic Aquaculture“) und mit salzliebenden Pflanzen die beste Variante für die beste Lösung des Problems Klimawandel inkl. aller Folgeprobleme wie dem Anstieg des Meeresspiegels, dem Verlust von Arbeitsplätzen in der Landwirtschaft, den nationalen Nahrungsmittelkrisen, Boden- und Küstenerosion, der globalen Energie- und Wasserkrise. All diese Probleme können sofort und auf globalem Niveau mit Meerwasser-basierter Landwirtschaft in Küstenregionen gelöst werden.

Nanotechnologie

[0008] Bisher gibt es zwei Arten von CNMs (Materialien aus Kohlenstoffen). Einmal äußerst energieaufwendig hergestellte, reine Kohlenstoffnanoröhrchen (CNTs) für High-tech Anwendungen und zum Anderen sehr energieaufwendig hergestellte Kohlenstoff-Fasern von relativ hoher Qualität für konstruktive Anwendungen

auf hohem Niveau wie z.B. Kohlenstoff-faserverstärkte Kunststoffe für Automobil- oder Flugzeug-Bauteile. Die Erfindung beschreibt eine dritte Art von Materialien basierend auf Kohlenstoffen, die mit wenig Energie herzustellen sind, geringe Qualität haben und dafür in großen Mengen, die den Materialmengen zur Fabrikation von Gebäuden entsprechen, herzustellen sind. Die geringen Qualitäten der Materialien sind dabei immer noch hoch im Vergleich zu Baustahl, aber evtl. gering im Vergleich zu faserverstärkten Kunststoffen und -Metallen.

[0009] Während sich die klassische Hochtechnologie auf eine immer raffiniertere und meist aufwendigere Bearbeitung relativ einfacher Werkstoffe spezialisiert, steckt hier die Intelligenz im Material, die von der Natur durch die Evolution hervorgebracht worden ist. Einfache Moleküle fügen sich selbst auf Oberflächen zusammen, die so zu massiven Bauteilen wachsen. Statt in die Nanowelt mit immer höheren Energien und extremen Umgebungsbedingungen vorzustoßen, wird hier bei niedrigen Temperaturen fabriziert und unter Umgebungsbedingungen, die sich mit chemischer Verfahrenstechnik einfach und kostengünstig verwirklichen lassen. Es sind keine großen Anlagen aus teuren Materialien notwendig, die hohe Temperaturen und Druck aushalten und keine physikalischen Prozesse die Transportgase oder Vakuum benötigen.

Bauwirtschaft

[0010] Es sind seit ca. 10 Jahren vielversprechende neue Zementarten, wie Celitement in der Forschung und Entwicklung, welche einen stark verringerten CO₂ Ausstoß in der Herstellung vorweisen, oder die CO₂ bei der Herstellung von Beton verwenden, wie z.B. Solidia Zement.

[0011] Der CO₂ Ausstoß, nach einer Reduzierung um 50% (bei Celitement) ist aber immer noch zu hoch, bzw. der eingeschlossene Anteil von CO₂ (bei Solidia) ist zu gering. Nur 3-7% des fertigen Betons besteht aus CO₂ und der Herstellungsprozess ist in beiden Fällen insgesamt CO₂ emittierend.

Die erreichten Vorteile beziehen sich zudem nur auf den Zement, nicht auf den Beton insgesamt und nicht auf das Gesamtsystem der Beton-Industrie. Beide Betone benötigen weiterhin Naturstoffe die Ökosystemen entnommen werden und immense Energiemengen in der Herstellung, auch wenn die erreichten Energie-Einsparmaßnahmen sensationell sind.

[0012] Die fertigen Betone bzw. Stahlbeton-Bauteile können sich nicht mit den Eigenschaften der Bauprodukte aus CNMs vergleichen um die es bei dieser Erfindung geht. Bauteile aus CNMs sind die Superbaustoffe der Zukunft die mit mechanischen Festigkeiten ausgestattet sind die den besten Stahlliegierungen überlegen sind.

[0013] Es existiert auch ein Aggregat (Carbon8), das aus Abgasen von Kraftwerken und Abfall aus Deponien hergestellt wird und tatsächlich Netto CO₂ bindet, also eine negative CO₂ Bilanz vorweist. Diese Ressourcen wird es aber in wenigen Jahrzehnten nicht mehr geben da nun Evaluationsansätze wie die „Eingesparten Kosten der Energieproduktion“ (Levelized avoided cost of electricity) als Grundlage für Investitionen herangezogen werden. Diese Kostenvergleiche fallen zu Gunsten der Investitionen in erneuerbare Energien aus und Anlagen, die mit fossilen Energien betrieben werden und auf Subventionen angewiesen sind, werden frühzeitig stillgelegt. Fossile Kraftwerke und ungenutzte Rohstoffe sind Bestandteil einer alten Industrie, auf der die dritte* Industrielle Revolution nicht aufbauen kann. Es handelt sich bei diesen Innovationen zur Verwendung von Rauchgasen und Deponiemüll um dringend benötigte Technologien, aber nur für eine gewisse Übergangszeit, in der noch alte Strukturen, Altlasten und nicht genutzte Wertstoffe vorhanden sind.

[0014] Da selbst diese 3 großen Innovationen in der Baubranche viel zu kurz greifen ist der Ansatz der vorliegenden Erfindung notwendig. Die Produktion von Massenbaustoffen mit negativer CO₂ Bilanz aus dezentral und frei verfügbaren Treibhausgasen.

[0015] *nach dem vereinfachten Erklärungsmodell von Jeremy Rifkin. Tatsächlich befinden wir uns bereits in der dritten bis fünften Industriellen Revolution gleichzeitig.

Hauptteil

[0016] Die Erfindung beschreibt einen neuartigen Prozess bei dem die Extraktion von CO₂ aus der Atmosphäre, Feinstaub und optional Methan (CH₄) aus einem Bioreaktor, sowie die Spaltung von CO₂, die Generierung von Kohlenstoff-Nano-Materialien (CNMs) und das endgültige Positionieren der CNMs nur Millimeter auseinanderliegen. Dies ermöglicht eine vereinfachte Abfolge und Reduzierung von Prozess-Schritten. Die Art, Qualität und Mischung von CNMs ist dabei unerheblich da Massenbaustoffe nicht die Präzision wie Hightech Elektronik benötigen.

[0017] Bei dem Prozess wird Sauerstoff an die Umgebung abgegeben und somit die Umgebungsluft verbessert. Dies steht im Gegensatz zur Untertage-Speicherung von CO₂.

[0018] Die Extraktion, Spaltung, sowie die endgültige Positionierung der CNMs, können auf zwei unterschiedlichen elektro-katalytischen Oberflächen ablaufen, die sich gegenüberstehen und einen geringen Abstand haben. Dadurch ist ein direkter Übergang der gewonnenen CNMs, durch Anlegen einer Spannung, möglich. Da es bei dem gewünschten Material nicht auf Reinheit ankommt sondern auf die Verwendung von möglichst viel Kohlenstoff aus Treibhausgasen sind Einschlüsse von gewissen Anteilen an weiteren Stoffen aus der Luft in das fertige Material tolerierbar.

[0019] Der Einschluss dieser Stoffe kann als Füller angesehen werden. Kostengünstige Füller ermöglichen eine Reduzierung der verwendeten Menge des strukturellen Materials und verringern so mit Kosten. Dies ist auch hier erwünscht da die Menge an elektrischer Energie für den gesamten Prozess relativ hoch ist. Aus diesem Grund können auch weitere Füller, solange sie ebenfalls aus Material bestehen welches Treibhausgas gespeichert hat, eingesetzt werden. Diese Materialien sind z.B. Kohlestaub aus biogenen Quellen, oder minderwertige Reststoffe aus der Papier- oder Bauholzproduktion.

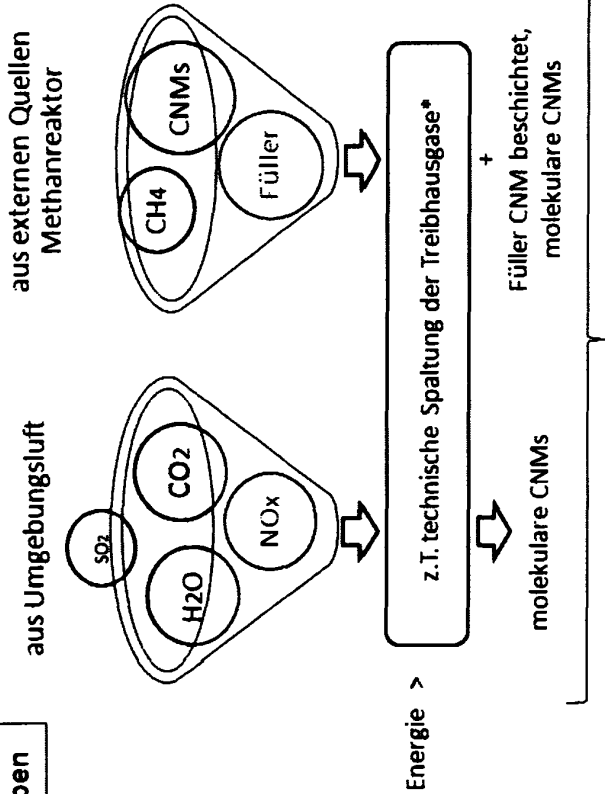
[0020] Allerdings stellen die Füller eine Reaktionsoberfläche dar, die den Prozess beschleunigen kann. Wenn der Zwischenraum mit dem Füller und gleichzeitig molekularen CNMs aufgefüllt wird ergibt sich eine Aggregat Schüttung mit einer großen (inneren) Oberfläche. Das Aggregat kann in einem zweiten Durchgang weiter mit CNMs nachverdichtet werden. Die Nachverdichtung kann dabei durch das Einblasen von weiteren Treibhausgasen geschehen. Dabei spaltet sich das Treibhausgas auf der katalytischen Oberfläche des Aggregats und fällt zu CNMs aus. Dies ist der effizienteste Weg um mit der Erfindung schnell und mit wenig Energie sehr viel Treibhausgase zu speichern, allerdings ist dabei eine Menge des eingeschlossenen Kohlenstoffs, in Form des Füllers, von Externen Quellen bezogen.

[0021] Die Reaktion auf der Oberfläche kann durch einen (elektrisch ausgelösten) Reaktionshorizont geschehen, der (von oben nach unten) entlang der Oberfläche wandert. So kann der Sauerstoff, der bei der Reaktion entsteht und nicht wieder in Kontakt mit den erzeugten CNMs kommen darf, senkrecht nach unten vor der Reaktions-Oberfläche abgeführt werden. Die Luftzufuhr ist oberhalb des Reaktionshorizontes, wo keine CO₂ Spaltung und CNM Adhäsion mehr stattfinden kann, da keine elektrische Spannung mehr anliegt.

Rohstoffgewinnung und Fabrikationstypen

Molekulare und Massen CNMs (Kohlenstoff-Nanomaterialien) können in verschiedenen Arten kombiniert werden. Die Verwendung von Füllern ermöglicht eine schnelle Fabrikation auf einer großen Reaktionsoberfläche. Die Füller sind nicht dazu da um Material zu sparen, sondern einen 3D Prozess, mit einer großen, Inneren Oberfläche zu ermöglichen, bei dem ein ganzes Bauteil auf einmal und an einem Stück fabriziert wird.

*Der primäre Weg ist die Sequenzierung direkt an der (elektro-) katalytischen Oberfläche des fertigen Bauteils. siehe Methode 1 und Reaktor Typ C2 nächste Seite.



elektrische Energie > **Massen CNMs, Bauteile** < Wärmeenergie

Typ A CO2 Extraktion aus Luft Synthese zu CNMs Synthese zu (Polymer) Lösung	Methode 1 Luft zu fertigem Feststoffbauteil mit Funktion von Typ A	2 Luft + Füller zu Aggregat Aggregat + CNMs zu Feststoff	3 (Polymer)lösung zu Fest-Schaum Festschaum + CNMs zu Feststoff
---	---	---	--

Reaktor A und Methoden 1-3

Gelöste Probleme

1. Energiebedarf in der Fabrikation
2. Gesundheitsrisiko
3. Umweltverschmutzung

4. Energieverbrauch in Deutschland
5. Naturverbrauch
6. Kohlendioxid Verwendung und Speicherung
7. Dezentrale Produktion
8. Dezentrale Gewinnung von Rohstoffen
9. Automation
10. Materialentwicklung

Energie in der Fabrikation

[0022] Dies betrifft die Energie der CO₂ Extraktion aus dem Gasgemisch der Luft, die Energie um Materialien aus Kohlenstoffmolekülen zu fabrizieren, sowie vor allem die Gesamtenergie um große Bauteile, wie z.B. eine Wand aus diversen Treibhausgasen herzustellen, auch mit Füllstoffen, welche nicht auf der Baustelle produziert wurden. Es geht darum möglichst viele Treibhausgase in kurzer Zeit speichern zu können und nicht darum hochgepreiste Produkte herzustellen.

Die Herstellung von Kohlenstoffprodukten ist zurzeit sehr teuer da energieaufwendig. Das liegt vor allem an den physikalischen Verfahren, die hohe Temperaturen und Drücke erfordern. Diese Verfahren werden verwendet da die erzielten Preise für hochwertige Kohlenstoffprodukte für Hoch-Technologie Produkte die Kosten für die Herstellung rechtfertigen. Die Bauindustrie ist bei dieser Rechnung aber bisher außen vor geblieben. spätestens wenn es um Massenbaustoffe geht.

Lösungen zum Energieverbrauch

[0023] 1.1

Katalysator-Oberfläche um die hohe Bindungsenergie des CO₂ Moleküls aufzubrechen

[0024] 1.2

Räumliche Nähe von zwei verschiedenen Katalysatoren (-Oberflächen) für CO₂ Extraktion und CNM Synthese bzw. Bauteilwachstum

[0025] 1.3

Energie-effizientes Reaktionsmuster, bzw. Ablauf über einen Reaktionshorizont

[0026] 1.4

Geringe Qualität von kohlenstoffbasierten Materialien

[0027] 1.5

Herstellung von massiven Massenbaustoffen an Ort und Stelle. Dadurch erhebliche Einsparungen bei Industrie und Logistik

[0028] 1.6

Effiziente Mischung von tragenden Anteilen und aufgefüllten Anteilen

[0029] 1.7

Günstige Mischung aus molekularen Kohlenstoffen und Kohlenstoffstäuben

Gesundheitsrisiko

[0030] CNMs, vor allem hochwertige kleine CNTs, sind gesundheitsschädlich. Wegen der geringen Größe können sie sich durch die Luft verbreiten und die Nahrungskette kontaminieren. Deswegen muss ein Recycling von Materialien mit CNM Anteil sichergestellt werden. Außerdem ein Intakt bleiben der Bauteile mit CNM Anteil. Durch mechanische Zerkleinerung darf keine geringfügige Kontamination entstehen, da auch kleinste Mengen sehr wahrscheinlich gesundheitsschädlich sind, ähnlich wie Asbest oder radioaktive Isotope. Beides führt zu diversen Zellschädigungen und CNMs können nicht biologisch abgebaut werden. Zurzeit existiert so gut wie kein Recycling, zumindest nicht außerhalb der Produktionsstätten. Ein Rückholssystem von Produkten mit CNM Anteil existiert ebenfalls nicht und ist auch nicht im Gespräch. Unglücklicherweise sind die neuen Materialien

schon in vielerlei Form auf dem Markt. Auf Grund der überragenden Materialeigenschaften von CNMs ist es nicht möglich deren Produktion zu verhindern.

Lösungen zum Gesundheitsrisiko

[0031] 2.1

Die Lösung besteht in der Herstellung gesundheitlich und biologisch unbedenklicher CNMs und den richtigen Strukturen daraus. Zu den Auswirkungen verschiedenartiger CNMs auf Organe, Zellen und DNA wurden bereits wegweisende Forschungsergebnisse veröffentlicht.

[0032] 2.2

Zum anderen besteht die Lösung aus einem universellen Deklarations-System für Produkte mit CNM Anteil. Somit kann in Zukunft eine hohe Rückhol- und Recyclingrate erzielt werden. Dazu kann ein Label basierend auf strengen Kriterien und eine automatische Rückholung gehören, wenn die Lebensspanne des Produktes abgelaufen ist.

[0033] 2.3

In der Landwirtschaft werden zurzeit digitale Systeme eingeführt die jede einzelne Pflanze auf dem Acker kontinuierlich begutachten. Auf diese Weise könnte auch jedes Volumenelement eines Bauteils aus CNMs über seine Lebensspanne überwacht und Gesundheitsrisiken so minimiert werden.

[0034] 2.4

Einem Recycling der spezifischen CNM Produkte. Ein Cradle-to-Cradle Design das besonders einfaches, sicheres Recycling möglich macht. Z.B. keine Hybridmaterialien, die CNMs kraftschlüssig, oder kleinteilig mit anderen Materialien verbinden.

[0035] 2.5

Die Erfindung erzeugt nicht nur CNMs sondern reinigt die Luft von Umweltgiften da diese in der Bausubstanz mit eingeschlossen werden.

Umweltverschmutzung

[0036] Das Problem der Treibhausgaskonzentration und Feinstäube in der Atmosphäre, sowie Kontamination von Flüssen und der Erdoberfläche kann bislang nicht gelöst werden, weil noch zu wenige wirtschaftliche, oder finanzierbare Lösungen vorliegen, die einfach genug sind um schnell und viel umgesetzt zu werden. Bessere und mehr Lösungen müssen her.

Lösungen zur Umweltverschmutzung

[0037] 3.1

Die notwendige gesamtwirtschaftliche Strategie um Luft, Wasser und Boden zu reinigen muss auf der Anwendung der Technologie am richtigen Ort basieren, damit die Technologie effizient betrieben werden kann. Es ist sinnvoll Reinigungsanlagen in Fließgewässern, vor deren Mündung einzusetzen, weil dort die Kontamination mit sämtlichen Umweltgiften am höchsten ist. Es ist aber auch sinnvoll die Technologien als Add-on dort einzusetzen wo millionenfach Einsatzmöglichkeiten bestehen wie z.B. beim Aushub von Erde für Baugruben. Baustellen im Allgemeinen sind der richtige Ort.

[0038] Ein ganz besonders geeigneter Ort für den Einsatz von Luftreinigungstechnologie ist in Gebäuden da die Luftverschmutzung in Gebäuden oft höher ist wie im Freien. Nicht zuletzt weil Baustoffe, Materialien der Inneneinrichtung, sowie Nutzgeräte, auch technische Geräte viele hundert verschiedene toxische Stoffe in die Atemluft abgeben. Hier könnte eine direkte Steigerung der Lebensqualität für die Bewohner erreicht werden und Gesundheitskosten gesenkt werden. Dies alles betrifft auch Bauarbeiter in geschlossenen Baustellen und Personen, die Teilanwendungen der beschriebenen Technologien für Produktion in Wohnhäusern verwenden wollen.

[0039] 3.2

Die beste Technologie zur Umsetzung der oben beschriebenen Lösung ist der 3D Druck mit Kohlenstoff, in unterschiedlichster Form. 3D Drucker, die klein und günstig sind, in Zukunft millionenfach hergestellt werden und wertvolle Produkte fabrizieren sind ein Beispiel, die Erfindung ein Weiteres. Dadurch lohnen sich Anschaffungs- und Betriebskosten. Deswegen wird die CO₂CNT Technologie in Kombination mit 3D Druck auch als

eine der wichtigsten, neuen Schlüsseltechnologien angesehen. Präzisions 3D Drucker können zudem elektronische Bauteile fabrizieren, die beschriebene Produkt Deklaration und kabellose Technologie ermöglichen. 3D Drucker für den Innenausbau, auf Basis des vorliegenden Patentes könnten in geschlossenen Baustellen verwendet werden.

[0040] 3.3

Kunststoffmüll (z.B. geschreddert) als Füllmaterial ist nicht geeignet, da die Wertschöpfung durch andere Verwendungen größer ist.

Energieverbrauch in Deutschland

[0041] Der Energieverbrauch in Deutschland ist zu hoch. Steigender Lebensstandard und unzureichende Einsparmöglichkeiten verhindern eine Problemlösung.

Lösungen zum Energieverbrauch in Deutschland

[0042] 4.1

Wenn Gebäude, in denen sich Menschen aufhalten mit Räumlichkeiten für die CO₂CNT Produktion verbunden werden, ermöglicht dies ein starkes Reduzieren der Lüftungswärmeverluste da das eigentliche Wohnraumlüften zur Reduzierung der CO₂ Konzentration nicht mehr notwendig wäre. Die Einsparungs-Möglichkeit von Wärme-Energie an dieser Stelle ist so hoch das die Risiken der CO₂CNT Technologie bereits gerechtfertigt sind. Auf Basis des aktuellen gesamtwirtschaftlichen Energieverbrauchs könnte bis zu 15% der Energie in Deutschland eingespart werden, wenn das CO₂ in Innenräumen in Kohlenstoff und Sauerstoff gespalten wird, wobei der Kohlenstoff in Gegenständen gebunden bleibt und der Sauerstoff im Gasgemisch der Luft. Dieser Aspekt betrifft eher Baustoffe in der Größenordnung wie Heimwerker sie verwenden. Diese können mit elektrokatalytischen Oberflächen hergestellt werden.

[0043] 4.2

Je nachdem wie die Gestaltung der elektrokatalytischen Oberflächen ausfällt kann der Herstellungsprozess weniger Energie verbrauchen wie die aktuellen Herstellungsprozesse von Zement, Stahl und Bauholz bzw. die vergleichbaren Gesamt-Energiemengen für die unterschiedlichen Systeme um Gebäude zu errichten. Dies beinhaltet in einer ökologischen Gesamtbetrachtung natürlich auch die eingesparte Energiemenge durch die Voll-automation auf der Baustelle, die keine Arbeiter mehr benötigt. Diese Energiemenge ist sehr hoch da das „System Mensch“ bei verschiedenen Tätigkeiten, sowie Verdauung und die Nahrungsmittelproduktion sehr ineffizient sind. Von der in die Landwirtschaft gesteckte Energie wird lediglich 0,25% in Arbeit auf der Baustelle umgesetzt (Wenn tatsächlich gearbeitet wird).

Naturverbrauch

[0044] Die globale Bauwirtschaft verbraucht fast die Hälfte aller Ressourcen. Besonders Sand und Kies für die Betonherstellung, fossile Energieressourcen für die Zementklinker-Herstellung und Bauholz verbrauchen die physikalische Grundlage der Naturlandschaften in Deutschland.

Lösungen zum Naturverbrauch

[0045] 5.1

Die Erfindung hat das Potential, so wie im vorliegenden Patent in allen Details ausgeführt, den geologischen- und Natur-Ressourcenverbrauch auf ein absolutes Minimum zu reduzieren. Lediglich Bestandteile des wiederverwendbaren universellen Baustellendaches werden nicht mit den Methoden, wie beschrieben, hergestellt.

[0046] 5.2

Die Verwendung von Treibhausgasen für die Produktion hat das Potential eine geschlossene Kreislaufwirtschaft zu gestalten. Dies gilt für alle Industriebereiche.

Kohlendioxid Verwendung und Speicherung

[0047] Die CO₂ Speicherung unter Tage ist unsicher da die geologischen Schichten instabil sein können, oder sich verändern. Zudem sind sie nicht gut genug erforscht. Sie ist auch sehr energieaufwendig da das CO₂ unter hohem Druck in die Geologie gepresst werden muss.

Lösungen zur Speicherung

[0048] 6.1

Die Erfindung speichert Treibhausgase sicher und langfristig in Form fester Baustoffe.

[0049] 6.2

Auch bei der Wiederverwertung der CNM Baustoffe entweichen keine Treibhausgase.

Dezentrale Produktion

[0050] Die Effizienz-Revolution, welche hinter der dritten Industriellen Revolution steckt, erfordert mehr dezentrale Produktion. Diese Produktion soll Vielfalt und somit wirtschaftliche Resilienz fördern, sowie den Mittelstand und Privateigentum. Wichtige Kriterien sind Spezialisierung, Präzision und Kleinteiligkeit der Betriebe, oder Produkte. Im Energiebereich hat sich Deutschland hier bereits gut entwickelt. Bei der Produktion in Land- und Bauwirtschaft ist noch viel zu tun.

Lösungen zur dezentralen Produktion

[0051] 7.1

Die Erfindung ermöglicht fast vollständig dezentrale Produktion von Baustoffen und Bauteilen direkt auf der Baustelle.

[0052] 7.2

Das erforderliche neuartige Fachwissen, die neuen Planungsprozesse und neuen Technologien sind Basis für vielfältige neue Bauunternehmen nach den Prinzipien der dritten Industriellen Revolution.

[0053] 7.3

Das Gleiche gilt für kleine Unternehmen, die Produkte in Kleinstserien in Heimproduktion herstellen. Hier trifft auch der Vorteil von verteiltem Eigentum an Infrastruktur und Industrie zu.

Dezentrale Gewinnung von Rohstoffen

[0054] Wie 7.

[0055] Lösungen zur dezentralen Gewinnung von Rohstoffen

[0056] 8.1

Die Generierung von CNMs aus der Umgebungsluft, evtl. Methanreaktor.

[0057] 8.2

Solarstromgewinnung auf dem Universellen Baustellendach.

Automation

[0058] Die Automation in der Bauwirtschaft, welche höhere Präzision, geringere Lohnkosten und das Fertigen von Bauprodukten bedeutet, die nur mit Maschinen umzusetzen sind, benötigt neue Lösungen. Der bisher erreichte Automationsgrad ist bei weitem nicht ausreichend für eine zeitgemäße und schnelle Weiterentwicklung der Bauwirtschaft und bezieht sich auf veraltete Baustoffe, Verfahren und veraltete Architektur.

Lösungen zur Automation

[0059] 9.1

Die Erfindung des universellen Baustellendaches steigert den Automationsgrad erheblich.

[0060] 9.2

Die beschriebene Art CNM Materialien herzustellen kann vollautomatisch sein.

[0061] 9.3

Die Generierung von Rohstoffen aus der Luft ist bereits vollautomatisch.

10. Materialentwicklung

[0062] Um Bewehrungsstahl in Beton durch bessere Materialien zu ersetzen und in Zukunft Beton vollständig durch diese neuen Materialien zu ersetzen ist mehr Forschung nötig. Im Maschinenbau müssen ebenso Stähle und faserverstärkte Kunststoffe (FVK) durch hochwertigere FVKs aus CNMs ersetzt werden und in Zukunft durch reine CNMs ersetzt werden. Dies geben die wesentlich höheren Materialfestigkeiten und die Leichtgewichtigkeit von CNMs klar vor.

Lösungen zur Materialentwicklung

[0063] 10.1

Die Erfindung bietet durch die Grundlage für eine neue Spate in der Bauindustrie mehr Bedarf und Raum für Forschung an CNM Materialien.

[0064] 10.2

Das Gleiche gilt für die neue Spate von kleinen Unternehmen, die Produkte mit der Technologie von Elektrokatalytischen Oberflächen herstellen.

[0065] 10.3

Das notwendige Wiederverwertungssystem wird durch diese Industriespaten aufgebaut.

[0066] 10.4

Die künftige Kreislaufwirtschaft wird durch die Materialentwicklung aufgebaut.

Relevanz

[0067] Die Erfindung beschreibt eine vorteilhafte technische Möglichkeit Treibhausgase aus der Atmosphäre zu gewinnen und langfristig, sicher sowie kostenfrei in Gebäuden zu speichern. Eine Bauwirtschaft auf dieser Basis ist frei von vielen der Restriktionen, welche die wirtschaftliche Entwicklung in der zweiten Industriellen Revolution gehemmt haben. Frei z.B. von Ressourcenmangel, Abhängigkeit von Zulieferern und Engpässen in der Logistik.

[0068] Das Produkt des CCUS Prozesses sind hochwertige Gebäude, Gebäudeteile, Trocken- und Rohbauprodukte in einer Qualität wie sie für Massenbaustoffe noch nicht verfügbar ist.

[0069] Die Erfindung reduziert den Verbrauch an Natur, da keine Naturbaustoffe verwendet werden. Dies beschreibt einen wichtigen Paradigmenwechsel für die Architektur, der noch in den Anfängen ist. So wird z.B. Holz als ökologischer Baustoff betrachtet obwohl das Gebot der Stunde lauten müsste die Holzwirtschaft herunterzufahren um die ökologische Vielfalt in den Wäldern stärken zu können.

[0070] Die Erfindung ist eine Übergangstechnologie hin zu Nanotechnologie mit höherer Präzision bei der sämtliche CNMs in beliebiger Qualität, Sortenreinheit und Ausrichtung zu ultradünnen Tragwerken und Membranen zusammengefügt werden. Dies wird Gebäude, Mobilität und Siedlungskonzepte ermöglichen, die zurzeit noch fantastisch erscheinen.

[0071] Die Wirtschaftlichkeit des Prozesses ermöglicht die Fabrikation von Gebäuden die so günstig sind dass in Zukunft jeder Mensch seinen Wohnraum besitzen kann. Es gibt etliche Materialien und Konzepte die bereits den Eindruck erwecken das sie dieses Ziel erreichen könnten, von selbstgebauten Stampflehmhäusern bis zum ausklappbaren Kartonage Mini- haus für Flüchtlingslager, aber die Gesamtprozesse sind jeweils nicht effizient genug, nicht zukunftstauglich (im Hinblick auf Bevölkerungswachstum und Platzverbrauch), oder nicht Teil der notwendigen technischen Entwicklung hin zur 3.ten industriellen Revolution.

[0072] Die Erfindung bereitet den Weg für eine Bauwirtschaft nach dem Zeitalter des ökologischen Hausbaus, wenn auch z.B. Beton mit einer negativen CO2 Bilanz nicht mehr hergestellt werden kann, weil kein Kies und Sand mehr verwendet werden darf. Ökologische Baustoffe nach aktueller Definition, sogar Nachwachsende wie Holz verbrauchen Naturstoffe und Flächen, die von Ökosystemen benötigt werden. Dies muss in diesem Jahrhundert aufhören.

Vergleich von (potentiellen) Massen-Baustoffen in Bezug auf das Treibhausgaspotential und den Naturverbrauch

Name	Portland Zement	Cellerment Zement	Solidia Zement	Carbon8 Fullstoff	Nadelholz Baustoff	CNMs Nanomaterial	grüner Bereich	
							Zellkultur* Daustoff	Stroh Baustoff
Treibhausgas-Ausstoß in der Herstellung ¹	+++++	++	++	0	+	--	----	----
Treibhausgas Sequestrierung ²	0	0	+	+	++	++	++	+++++
Verbrauch von natürlichen Ressourcen ³	+++++	+++	++	0	++	0	0	0
Eignung als Material und Baustoff ⁴	+	+	+	+	+++	+++++	+++++	++
Eignung für 3te Industrielle Revolution ⁵	-	0	0	0	++	+++++	++	+
Treibhausgas-Speicherung in Agrarflächen ⁶	0	0	0	0	+	0	+	++

Tabelle 1
die Tabelle zeigt auf das innerhalb der Bauwirtschaft die Verwendung von Stroh die beste Lösung zur Erreichung der Klimaziele ist. Gelingt es, dann Carbon Nanomaterials, der eingetragene Bereich markiert Baustoffe mit einer negativen CO2 Bilanz.

- 1 Die Forst- und Holzwirtschaft hat einen hohen Energiebedarf. Strohballen sind reine Abfallprodukte, zudem erzeugt Weizen schneller Biomasse.
- 2 Holz und Stroh benötigen keine Energie in der Herstellung. Stroh erzeugt schneller Biomasse wie Bäume.
- 3 Solidia Zement härtet ohne Wasser aus Holz verbrauchter Wald und ersetzt diesen durch ökologisch minderwertige Forstplantagen. Stroh ist ein Abfallprodukt der notwendigen Nahrungsmittel-Produktion und erzeugt keine Natur- oder Flächenverbrauch.
- 4 Alle Zementarten sind Teil des Gesamtsystems Stahlbeton, welches im Brandfall zu einem Totalversagen führt durch Expansion der Bewehrung. CNMs werden ohne Naturstoffe hergestellt und verfügen über mechanische Eigenschaften die den besten Stahllegierungen überlegen sind. Aus CNMs können potentiell alle Bauteile eines Gebäudes hergestellt werden, mit besseren Eigenschaften wie konventionelle Produkte. Aus CNMs können potentiell alle Produkte, die es bereits gibt und in Zukunft Maschinen hergestellt werden, die ohne CNMs nicht denkbar sind. Baustoffe, die mit dem Zellkultur-Ansatz fabriziert werden, verfügen über höhere Festigkeiten wie sämtliche Holzarten, oder Holzwerkstoffe Holz und Stroh haben überragende bauphysikalische Eigenschaften, besonders Holz100 - Bauprodukte aus Stroh haben geringere Festigkeiten.
- 5 Zement ist Teil des Gesamtsystems Beton, welches auf einem hohen Rohstoff- und Naturverbrauch basiert. In Zukunft nur noch Recyclingbeton. Der Hauptgrund für die Nichteignung ist die Unterlegenheit gegenüber anderen Baustoffen, welche CO2 negative Gesamtbilanzen vorweisen. Carbon8 wurde sich für die 3te Industrielle Revolution eignet da Kreislaufe geschlossen werden (Rauchgase aus Kraftwerken werden recycelt), allerdings basieren diese Kreislaufe auf fossilen Energiequellen wie Braunkohle die bald nicht mehr verwendet werden.
- 6 Treibhausgasspeicherung in Agrarflächen weltweit ist die schnellste und insgesamt vorteilhafteste Methode zur Erreichung der Klimaziele. Das Unterpflügen von Stroh und Mist wird bereits praktiziert und könnte ohne Investitionen stark ausgeweitet werden. Natürlich erhält diese Methode auch die Bodenfruchtbarkeit was ein weiteres globales Problem löst - die Erosion von fruchtbaren Böden.

Innovationen und Vorteile

[0073] Die Produktion von Massenbaustoffen ohne die Entnahme von Material aus der Natur, wie Kies, Sand oder Holz, ist neu. Der Vorteil liegt in der reduzierten Umwelt- und Naturzerstörung und der strategischen Unabhängigkeit von Naturbaustoffen. Diese Unabhängigkeit spielt eine immer größere Rolle, da die Naturbaustoffe begrenzt sind und immer mehr reglementiert werden. Diese Unabhängigkeit wird den gesamten Planungsablauf einfacher gestalten.

[0074] Die Erfindung beschreibt einen (reinen) Kohlenstoff Speicher-Prozess „Carbon Capture, Utilization and Storage“ (CCUS) Prozess. Es wird fast ausschließlich mit Kohlenstoff fabriziert. Bei dem besten CCUS Produkt auf dem Markt, einem neuartigen Zement Namens Solidia, welcher mit CO₂ aushärtet, ist der eigentliche Kohlenstoffanteil im fertigen Beton nur 3 bis 7%. Es wird für diesen Beton auch weiterhin Material aus der Natur, bzw. Ökosystemen entnommen. Der Vorteil hier ist aber eine hochgradige CCUS Technologie die ganz ohne die alten Nachteile auskommt. Solidia Systems Zement stellt zwar einen Quantensprung in der Zement Technologie dar und wird das Bauwesen im 21ten. Jahrhundert revolutionieren. Das vorliegende Patent stellt aber eine weitere Evolutionsstufe von Massenbaustoffen dar, die nach der Betonära kommt...

[0075] Die Produktion von karbonbasierten Materialien direkt auf der Baustelle ist neu. Der Vorteil ist die Unabhängigkeit von Zulieferern, reduzierte Transport- und Logistikkosten und Planungssicherheit.

[0076] Die Erschaffung von dezentralen Strukturen für die Rohstoffgewinnung und Verarbeitung, entsprechend den Charakteristika der dritten Industriellen Revolution, ist neu. Die dezentrale Gewinnung von Rohstoffen, Fabrikation von Materialien und Baustoffen hat den Vorteil dass die Effizienz des Gesamtsystems gesteigert werden kann, da der zusätzliche Energieeinsatz in den vielen Zwischenschritten der konventionellen Bauwirtschaft entfällt. Mit den zentralen Systemen, die typisch für die zweite Industrielle Revolution sind, ist eine Grenze von 20% Effizienz (nach Jeremy Riffkin) nicht zu überschreiten. Die Erfindung bietet den Vorteil dass die Vorgaben der Bundesregierung und der EU für die Implementierung der Grundsätze für die dritte Industrielle Revolution umgesetzt werden. So liegen z.B. die Grenzkosten für die Rohstoffe bei Null, da Treibhausgase und Feinstaub aus der Umgebungsluft kostenlos sind. Dies ist der gleiche Vorteil, der hinter den dezentralen neuen Energie-Anlagen steckt, die keine Grenzkosten für Energie aufweisen, da Sonne und Wind kostenlos sind.

[0077] Die Produktion von Materialien, die ausschließlich aus Kohlenstoff bestehen, ist neu. Der Vorteil hierbei sind größere Mengen an gebundenen Kohlenstoff, bzw. Treibhaus-gasen. Außerdem Materialien mit höheren mechanischen Festigkeiten was wiederum zu weniger Materialbedarf führt. Die neuen Materialien und die neue Fertigungsweise bieten zudem Designfreiheit und die Fertigung von Meta-Materialien.

[0078] Die Produktion mit Rohstoffen, die vor Ort gewonnen werden, ist relativ neu. Beispiele dafür sind Holzhäuser, die aus Bäumen hergestellt wurden, die auf dem Grundstück gewachsen sind, Stampflehmhäuser mit Lehm der vor Ort gewonnen wurde, oder Betongebäude die auf eine Wasserquelle vor Ort zurückgreifen konnten. Aber diese Beispiele sind Ausnahmen, die an limitierte Standorte gebunden sind. Eine all-gegenwärtige Rohstoffquelle wie die Luft zu verwenden bedeutet universelle Anwendbarkeit, unbegrenzte Ressourcen und ungehindertes Wachstum für die neue Technologie.

[0079] Die Verwendung von Methan aus der Massentierhaltung für die Produktion von CNMs ist neu. Der Vorteil ist eine stärkere Reduzierung des Treibhaus-Effektes, da Methan ein wesentlich stärkeres Treibhausgas ist wie CO₂.

[0080] Die Fabrikation von plattenartigen Bauteilen aus Kohlenstoffen. Der Vorteil liegt darin das kein Kunststoff als Matrix eines faserverstärkten Kunststoffes vorliegt (dieser kann unter Dauerbelastung kriechen). Ebenso wird kein Beton als Matrix eines faser-verstärkten Betones benötigt. Die Bauteile werden also in einem Schritt und aus nur einem Material fabriziert. Dies ist potentiell einfacher, wenn es richtig gemacht wird. Das Material besteht dabei wiederum aus einer einfach herzustellenden Mischung aus Kohlenstoffmolekülen, Feinstaub aus der Luft und evtl. Füllern.

[0081] Ein weiterer Vorteil von Bauteilen aus einfachen Kohlenstoff Gemischen besteht darin, das diese keine Feuchtigkeit durchlassen und keine Gefahr für Schimmelbildung mit sich bringen. Oberflächen aus CNMs (Carbon Nano materials) sind antibakteriell, vor allem die CNT Anteile. Allerdings sind mit den neuen Werkstoffen alle nur erdenklichen Eigenschaften zu erreichen und Schimmelresistenz kann auch durch elektrisch leitfähige Oberflächen hergestellt werden (CNTs sind gute Leiter).

[0082] Die Fabrikation von Sandwich-Bauteilen mit den wachsenden Materialien für die Außenschichten ist neu. Der Vorteil besteht in den allgemeinen Vorteilen von Sandwich-bauteilen wie Leichtgewichtigkeit und den Vorteilen von CNMs.

[0083] Die Fabrikation von Verschalung, für das Erstellen von Bauteilen, die solche benötigen (wie z.B. Beton), ist neu. Die Verschalungsplatten sind dabei massiv und aus den wachsenden Materialien entstanden. Vorteil

ist wiederum die Nutzung von Treibhausgasen für ein altbewährtes Bauprodukt. Die Verschalung geht einen kraftschlüssigen Verbund mit der Zwischenschicht ein und verbleibt so im Gebäude.

[0084] Eine Reaktion auf einer großen Oberfläche. Dies hat den Vorteil das ganze Gebäudeteile und Stockwerke auf einmal wachsen können. Das bedeutet zusätzlich eine schnellere Fabrikation und ein stabileres Gebäude wie mit konventionellen Fertigungs-Techniken.

[0085] Die Bauteile aus Kohlenstoffen benötigen keine Zeit zum Trocken, wie Beton. Dadurch läuft die Fertigung des Rohbaus mindestens ein paar Tage schneller pro Stockwerk, wenn die Technologie ausgereift ist. Ein monatelanges Austrocknen der Bausubstanz vor Erstbezug entfällt ebenfalls.

[0086] Die automatische Verbindung von CNMs um Materialien von hoher Qualität zu erzeugen ist für das Bauwesen neu (die Verwendung von nichtrichtungs-orientierten CNTs als Beimischung für Betone, welches auch ein automatischen Prozess darstellt, ist kein Beispiel für die Herstellung von qualitativ hochwertigen Materialien, sondern lediglich für eine Verbesserung von Beton geringer Qualität). Der Vorteil hier ist ein einfacher Prozess für die Herstellung von Massenbaustoffen mit nie dagewesener Qualität.

[0087] Die Erfindung beschreibt die Möglichkeit der Vollautomation einer Baustelle für die Fabrikation des Rohbaus und in weiteren Entwicklungsstufen auch für den Innenausbau, da alle Teile eines Gebäudes aus Treibhausgasen, vor Ort, hergestellt werden können. Die wirtschaftliche Umsetzbarkeit ist eine Neuerung in der Baubranche. Die Vorteile der Automation, wenn diese funktioniert, ist die Reduzierung der Baukosten, da weniger Lohnkosten anfallen. Dieser Vorteil wird sich mittelfristig in geringeren Gestehungskosten auswirken und langfristig in bezahlbarem Wohnraum für jedermann, sowie bezahlbare öffentliche Gebäude für die Kommunen.

Die Erfindung basiert auf der Verwendung des „Universellen Baustellendaches“ welches einen vollautomatischen Baubetrieb und die kontrollierbaren Umgebungsbedingungen (Temperatur, Feuchtigkeit, Gasgemisch der Luft) ermöglicht, die für die CO₂ Sequestrierung und die Funktion der elektro-katalytischen Oberflächen notwendig sind. Das Universelle Baustellendach ist in einer zweiten Patentanmeldung erklärt „Wachsende Massen-Baustoffe und Gebäude durch Zellkultivierung zur Verringerung der Treibhausgase“.

Die kombinierten Vorteile der Innovationen von baustellenseitiger, automatischer Fabrikation hochwertiger Baumaterialien aus Treibhausgasen und Feinstaub aus der Umgebungsluft, sowie der Verwendung von zusätzlichen Füllstoffen aus Kohlenstoff ist neu. Diese Kombination ist einer der vorteilhaftesten Wege um Gebäude nach dem fossilen Zeitalter zu bauen und die Treibhausgase auf ein vorindustrielles Niveau zurück zu setzen.

[0088] Die Erfindung beschreibt eine neue Plattform Ökonomie für die Architektur und Bauwirtschaft. Mit den verwendeten, molekularen Kohlenstoffen lassen sich alle Bauteile, auch bewegliche Bauteile, Gebäudetechnik und elektronische Bauteile herstellen. Unzählige Bauteile, die in die Bausubstanz integriert werden können, wie z.B. Batterien, Mikrochips, Lüftungsanlagen, Rohrleitungen etc. können von spezialisierten Firmen auf Basis der neuen Plattform angeboten werden („general purpose technology platform“). Die Methodologie der vorliegenden Erfindung ist eine Blaupause für eine neue Bauindustrie entsprechend der Anforderungen der dritten Industriellen Revolution. Anbieter von materiellen Produkten werden ersetzt durch Service-Anbieter.

Die Erfindung ermöglicht die Fabrikation von Heimwerkerbedarf wie z.B. Holz-, Verbindungsmitteln, oder Trockenbau-Alternativprodukten. Im Prinzip kann aber alles aus CNMs fabriziert werden, wenn die nötige Präzision erreicht wird. Neue Arbeitsstellen, neue Produkte und Dienstleistungen können auf Basis von dezentraler Fabrikation in Heimarbeit entstehen (auch in Kleinstserien). Da es sich bei den technischen Anlagen, für die Umsetzung der Erfindung, um kleine und kostengünstige Anlagen handelt die millionenfach eingesetzt werden, sind auch reine Informationsprodukte, also der Verkauf von CAD Daten, mit denen der Käufer selbst das physische Produkt herstellen kann, möglich. Z.B. die CAD Daten zum Ausdruck komplexer Meta-Materialien, die elektronische Bauteile und elektrische Energiespeicher enthalten (multifunktionale Tischplatten).

Dieser Ansatz gilt natürlich auch für die Baustelle. So wie Automobilhersteller Updates auf bereits ausgelieferte Automobile laden können, ist es möglich auf der Baustelle der Zukunft Updates, oder CAD Daten von Drittanbietern für die Herstellung von bestimmten Bauteilen zu verwenden. Ein Beispiel sind technische Anlagen, die in die Wände integriert werden, wie z.B. dezentrale Lüftungsanlagen mit Wärmetauscher, die in jedem einzelnen Raum sein sollten. Die Erfindung der Lüftungsanlage mit hoch-effizientem Wärmetauscher wurde von gleichnamigem Erfinder 2007 eingereicht und ist der neue Standard im Wohnhausbau in Deutschland geworden. Dies sei kurz angemerkt, denn der vorliegenden Erfindung liegen über 20 Jahre Studium der Baukonstruktion und Bauphysik zugrunde.

Der gesamtwirtschaftliche, tiefenökologische und architekturphilosophische Charakter der Erfindung soll nicht darüber hinwegtäuschen das der Erfinder ein konservativer Bauingenieur ist.

Forschung bis zur Marktreife

[0089] Die Erfindung ist auf weitere Forschung zur Reduzierung der energieintensiven Reaktionsbedingungen angewiesen um kostengünstig und konkurrenzfähig zu werden. Dies heißt vor allem das die einzelnen Schritte entweder bei geringeren Temperaturen ablaufen müssen, oder die notwendigen Temperaturen nur direkt auf der Reaktionsfläche erzeugt werden.

[0090] Üblicherweise werden CNTs bei Temperaturen weit über 1000° Celsius hergestellt, aber neue Verfahren, mit immer besseren Katalysatoren und Plasma Unterstützung bei der molekularen Dampfschichtung, konnten die Temperatur bereits auf 340° Celsius senken.

[0091] Da CNTs hohe Bindungskräfte aufweisen, elektrisch sehr leitfähig sind und sich mit Magnetfeldern ausrichten lassen, ist es möglich funktionale Reaktionsschichten zu erzeugen, die Elektro-Katalysator und fertiges Bauteil zugleich sind. In diese Richtung muss die Forschung gehen um die einfachste Umsetzung zu erreichen.

[0092] CNMs können so arrangiert sein, das ein elektrischer Widerstand erzeugt wird und die Reaktionsoberfläche kurzzeitig, stark erhitzt wird.

[0093] Aktuelle Forschung betreffend CNMs von hoher Reinheit und unidirektionaler Ausrichtung sind für die vorliegende Erfindung von untergeordneter Bedeutung. Die Herstellung von CNMs hoher Qualität, also höherer Ordnung wird immer mehr Energie benötigen. Die Relevanz der vorliegenden Erfindung liegt aber darin begründet das wenig Energie benötigt wird und ein Verfahren ermöglicht wird das eine positive Bilanz über den gesamten Lebenszyklus aufweist, inklusiver der Herstellungskosten.

[0094] Forschung in der Praxis, z.B. mit Reallaboren wäre hilfreich um Demonstrationsobjekte zu schaffen. Besonders da die Schwierigkeiten in den Mechanismen der Baubranche und deren Beteiligten liegen, nicht in der Funktionalität neuer Technologien. Forschung zu zielorientierten Technologie-Inkubatoren und mehr Automation für gesteigerte Geschwindigkeit in allen Prozessen der Bauwirtschaft sind notwendig um die vorliegende Erfindung, oder Teile davon zum Einsatz zu bringen.

Legende zu Zeichnungen

[0095] Erklärung von Methode 1 bis 3 siehe Seite 8 „Rohstoffgewinnung und Fabrikationstypen“

- 1 Universelles Baustellendach um Fertigung unter kontrollierten Bedingungen zu ermöglichen
- 2 Technikraum begehbar, enthält Rollen mit Schutzplanen und freibewegliche Maschinen
- 3 Magnetwagen zum Tragen der Stützen, frei beweglich
- 4 Technikebene, Magnetwagen können Löcher in der Ebene über- und umfahren
- 5 Stütze für Dach, automatisch, teleskopierbar, frei beweglich
- 6 Textile Schutz-Planen, ermöglichen kontrollierbare Klima Bedingungen
- 7 Stützenverlängerungen falls vollst. Geschossdecken betoniert werden, verbleiben in Beton
- 8 Roboterarme ersetzen Kleinkran/Mauerhilfe, magnetisch befestigt, automatisch, vernetzt
- 9 Modularer CNM Reaktor Typ A, CO2 Extraktion aus Luft, Fabrikation molekularer CNMs
- 10 Applikation CO2 auf (elektro-) katalytische Folie, oder CNMs auf Folie, evtl. Füllstoffe
- 11 Folienrolle für Folienreaktor Typ C2, ermöglicht einfaches und automatisches Platzieren
- 12 CNM Folienreaktor Typ C2 in C1 schnelle Fabrikation 4-seitig, ganze Wände
- 13 Fertiges, einschichtiges Bauteil aus Folienreaktor Typ C, Folie verbleibt im Inneren
- 14 Fertige Geschossdecke aus Fabrikation mit CNM Reaktor Typ C3
- 15 Modularer CNM Reaktor Typ B zur Fabrikation ganzer Bauteile
- 16 Durchreiche an den vier Seiten der Technikebene
- 17 Verbindung mit CNM-Klebstoff aus Reaktor A

- 18 Mauer, Sandwich Fertigteile, oder Fertigteile einschichtig
- 19 Reaktor Typ A für Methode 3, Synthese von (Polymer) Lösung, CO₂ und CNMs für CNM Fest-schaum und Feststoff
- 20 Schalung Typ C1, Methode 3, größtmögliche Reaktionsfläche
- 21 Reaktor Typ C1, Methode 1 oder 2, CNM Wachstum auf Füllstoffoberfläche z.B. Altpapierflocken
- 22 Reaktor Typ C2 für ganze Wand, oder Platten für Verlorene Schalung. C2 mit Methode 1 (Luft zu Feststoff in einem Schritt) kann frei im Raum hängen, wenn die (elektro-) katalytische Reaktions-oberfläche CO₂ direkt zu CNMs synthetisiert.
- 23 Fabrikation von Platten für Verlorene Schalung z.B. für Geschossdecke. Alle Reaktoren sind von der kurzen Seite dargestellt. Die Ansicht der langen Seite würde mehrere Injektions-Schläuche zeigen.
- 24 Typ B1 mit Schalung, Füllung möglich z.B. Beton, Bio-polymerschaum, eingeblasene Dämmung etc.
- 25 Typ B2 mit (elektro-) katalytischer Folie als verlorene Schalung. B1 und B2, sowie C1 und C2 sind kombinierbar. Das ergibt 4 CNM Wachstumsschichten. C1 (schmal) auch für Stützen
- 26 Typ C3 für Geschossdecken, mit Schalung aus C2, massive Platte, oder Verbunddecke Geschoss-decken können für Holz-Beton, oder Holz-Holz Verbund fabriziert werden. C3 auch für Unterzüge/ Riegel
- 27 Typ D für ganze Stockwerke, stellt lediglich einen kontrollierten Klimaraum dar
- 28 Schalung, kann aus CNM Platten bestehen
- 29 CNM Schicht und Wachstumsrichtung

Patentansprüche

1. Verfahren für die In-situ Fabrikation von Kohlenstoff-Materialien (CNMs) und CNM Bauteilen für Gebäu-de hergestellt auf der Baustelle durch Molekulare Dampf-Beschichtung, wobei der Rohstoff Kohlenstoff aus Kohlendioxid der Umgebungsluft der Baustelle gewonnen wird. Optional zusätzlich Methan welches aus einem Reaktor auf der Baustelle gewonnen wird und biogene Abfallstoffe aus der Umgebung der Baustelle verwendet. Die Sequestrierung der Treibhausgase geschieht im einfachsten Fall (siehe Schema Methode 1) auf einer elektro-katalytischen Oberfläche. Hier werden CO₂ Moleküle angezogen und gespalten. Dabei entstehen Koh-lenstoffmoleküle auf der Oberfläche. Diese Reaktion wird durch eine Spannung ausgelöst die wie ein Reakti-onshorizont das Bauteil von oben nach unten mit einer dünnen Schicht CNMs versieht. Danach beginnt der Prozess von Vorne für die Ablagerung der nächsten Schicht.

Im Fall der Verwendung von zwei unterschiedlichen katalytischen Oberflächen wird nach der Sättigung der ersten Katalysator Oberfläche mit CNMs die elektrische Spannung verändert so das die Moleküle sich wieder von der Oberfläche trennen und auf die endgültige Oberfläche des gewünschten Bauteils gegenüber diffun-dieren. Danach kann die Spannung wieder angelegt werden und die nächste Schicht CNMs aus CO₂ synthe-tisiert werden.

Die Molekulare Dampfbeschichtung geschieht auf einer anderen katalytischen Ober-fläche, die eine Verlorene Schalung für die fertigen Bauteile darstellt. Hier treffen die Kohlenstoffmoleküle auf eine vorhandene Schicht von Kohlenstoffmolekülen und verbinden sich.

Dabei kann die Mischung von Kohlenstoffnanoröhrchen und Graphen vollkommen unstrukturiert sein. Alle Arten von CNTs und Graphen sind vorhanden, evtl. ohne Orientierung, oder sekundäre Strukturvorgaben wie Fasern, oder Faserbündel. Es entsteht eine massive Kohlenstoffschicht, evtl. von geringer struktureller Qualität, die aber große Mengen an Treibhausgasen schnell binden kann.

Die Verlorene Verschalung kann eine Folie sein, die aus einer Rolle unter dem Dach der Baustelle, senkrecht nach unten gezogen wird und so in der finalen Position des Gebäudeteils platziert wird. Das Bauteil kann eine vollständige Wand, Geschossdecke, Säule, oder Teil davon sein.

2. Bauteil nach Patentanspruch 1, wobei das Gas in den Zwischenraum einer Schalung mit der katalytischen Oberfläche gesprüht wird und eine konstruktive Schicht Kohlenstoff an den beiden Innenseiten der Schalung ablagert. Danach wird der verbleibende Zwischenraum mit Kohlenstoff-molekülen befüllt. Dies kann wesentlich schneller geschehen wie bei der Applikation auf eine einzelne Oberfläche von der Seite.

3. Bauteil nach Patentanspruch 2, wobei der Zwischenraum mit einem anderen Material für die Wand auf-gefüllt wird. Dies kann ein tragendes Material wie Beton sein, oder ein isolierendes Material wie Schaumstoff.

Entscheidend ist das es einen kraftschlüssigen Verbund mit den beiden Oberflächen eingeht. Auf diese Weise werden Sandwich-bauteile hergestellt (siehe **Fig. 2** und **Fig. 3** Reaktortyp B und C1)

4. Bauteil nach Patentanspruch 1-3, wobei der Zwischenraum mit weiteren Kohlen-stoffmaterialien als Füller wie Altpapierflocken, Graphitpulver, oder Pflanzenkohle-pulver, in Kombination mit den molekularen Kohlenstoff-molekülen als Klebstoff, aufgefüllt wird. Dies ergibt eine Aggregat Schüttung mit einer großen (inneren) Oberfläche. Das Aggregat kann in einem zweiten Durchgang weiter mit CNMs nachverdichtet werden. Die Nachverdichtung kann dabei durch das Einblasen von weiteren Treibhausgasen geschehen. Dabei spaltet sich das Treibhausgas auf der katalytischen Oberfläche des Aggregats und fällt zu CNMs aus.

5. Bauteil nach Patentanspruch 2, wobei die beiden Seiten der verlorenen Schalung mit kraftschlüssigen Kohlenstoffstrukturen verbunden werden so das sie einen stabilen Kasten darstellen. Dies kann durch elektrische Spannung zwischen den katalytischen Oberflächen geschehen. Der verbleibende Zwischenraum kann nach Patentanspruch 3, oder mit Füllmaterial, das keine tragenden Eigenschaften hat und die beiden Seiten nicht kraftschlüssig verbindet, aufgefüllt werden. Hierfür eignet sich z.B. Einblasdämmung aus Papierflocken, oder anderen kohlenstoffbasierten Abfallprodukten aus schnell nachwachsenden Rohstoffen.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

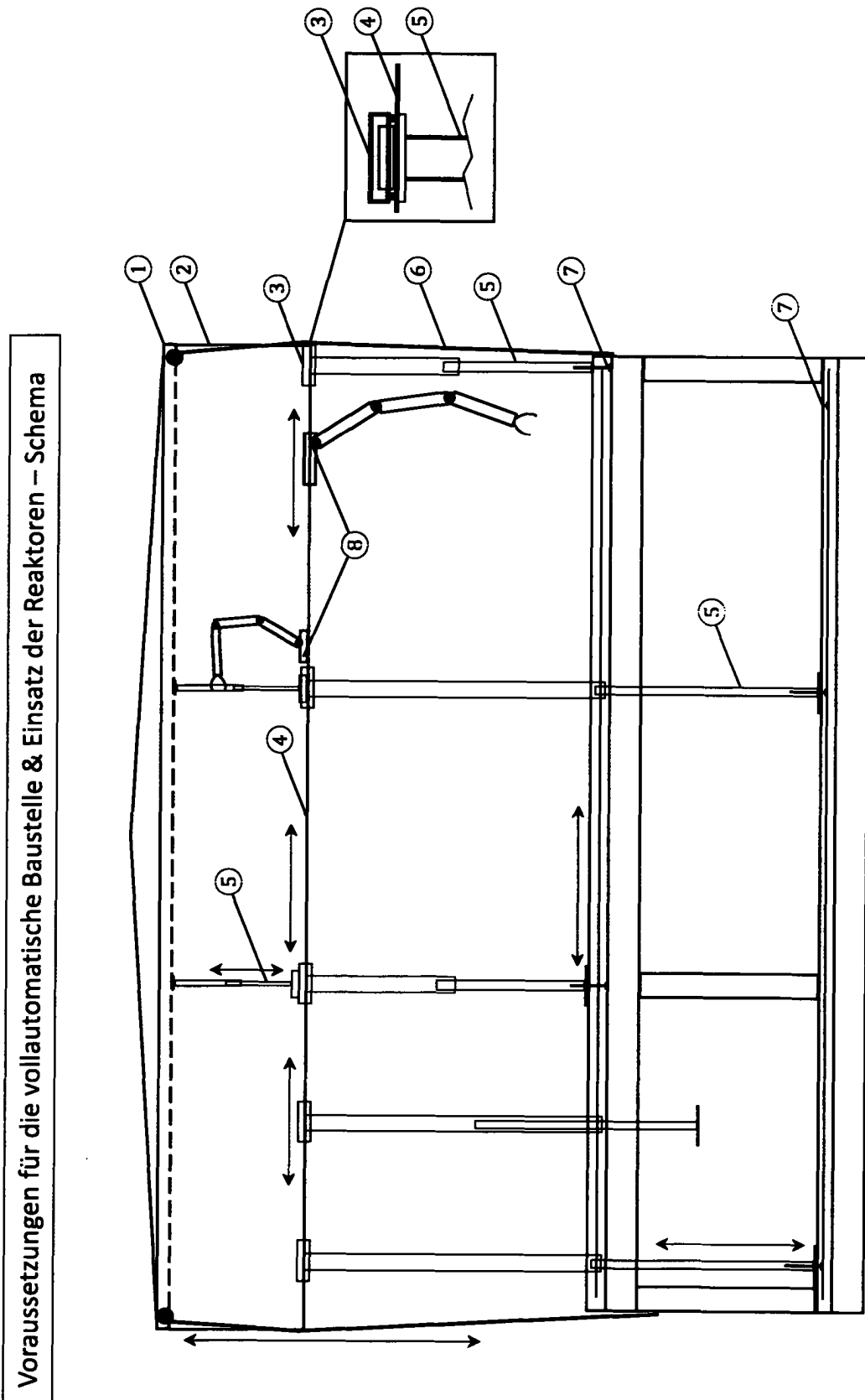


Fig. 1 Schema für Universelles Baustellendach – Seitenansicht

CO₂CNM Reaktoren Typ A, B, C1, C2 und C2 in C1 mit Methode 1 und 2 – Schema

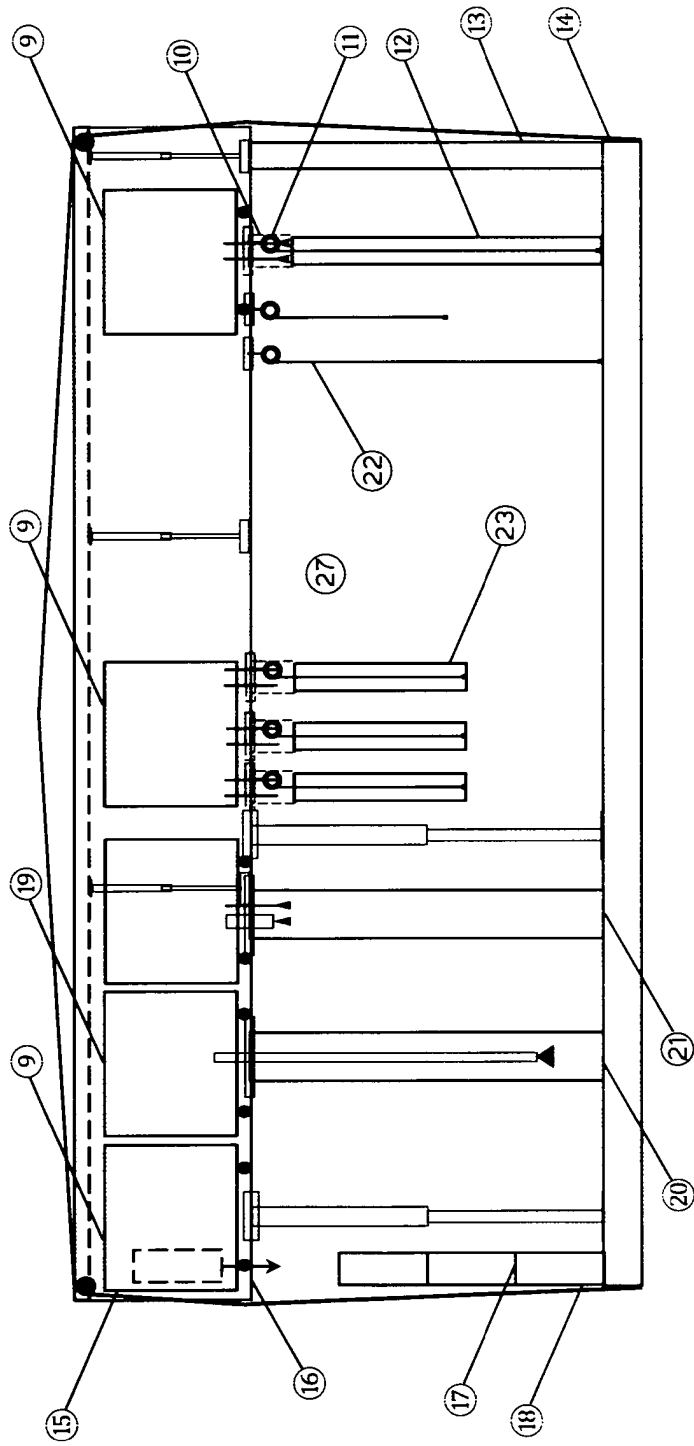


Fig. 2 Baustellenseitige Fabrikation von Carbon Nanomaterialien – Seitenansicht

CNM Fabrikation mit Methode 1 in den Reaktoren B bis D

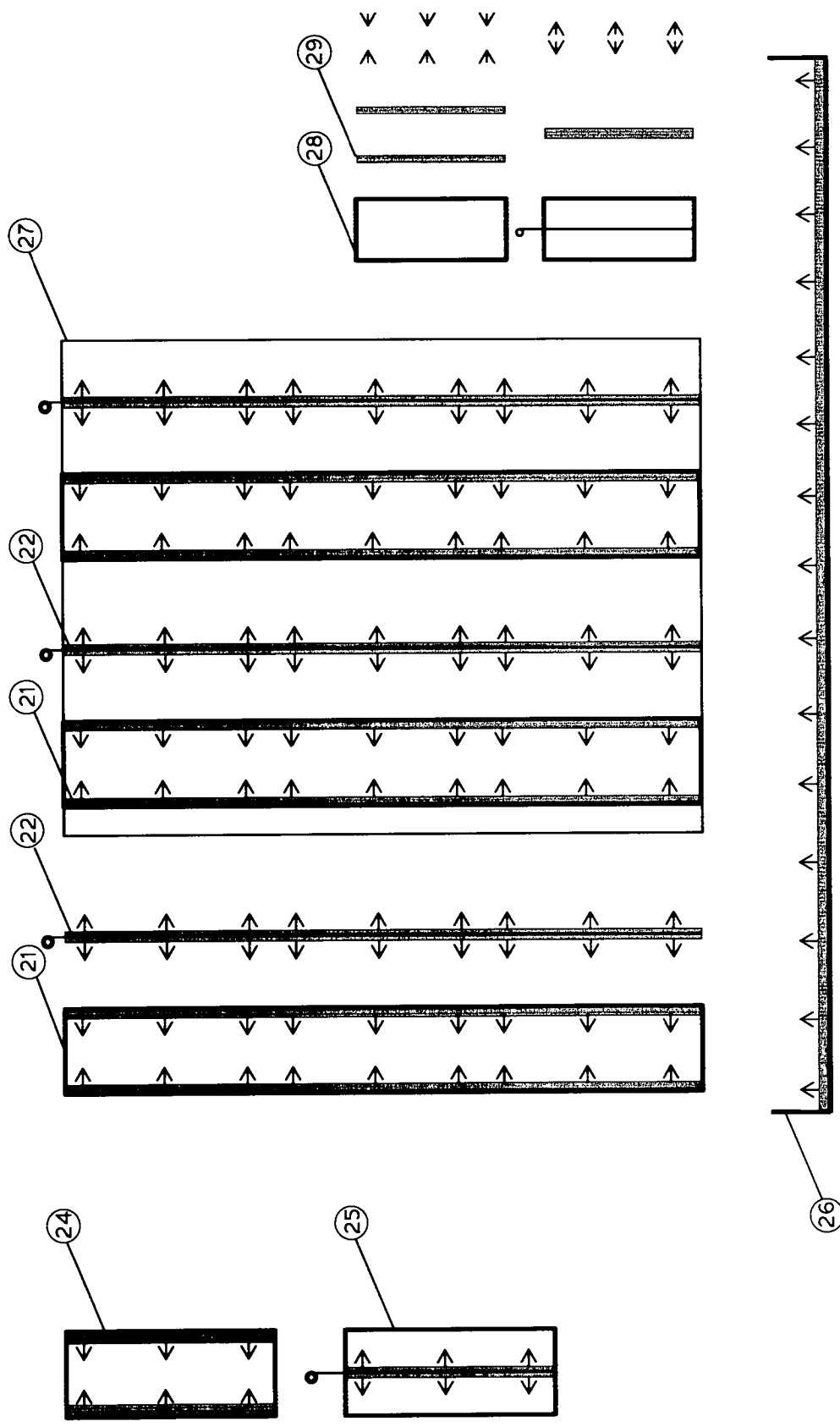


Fig. 3 Wachstumsschema in Reaktoren – Seitenansicht

Schemenskizze

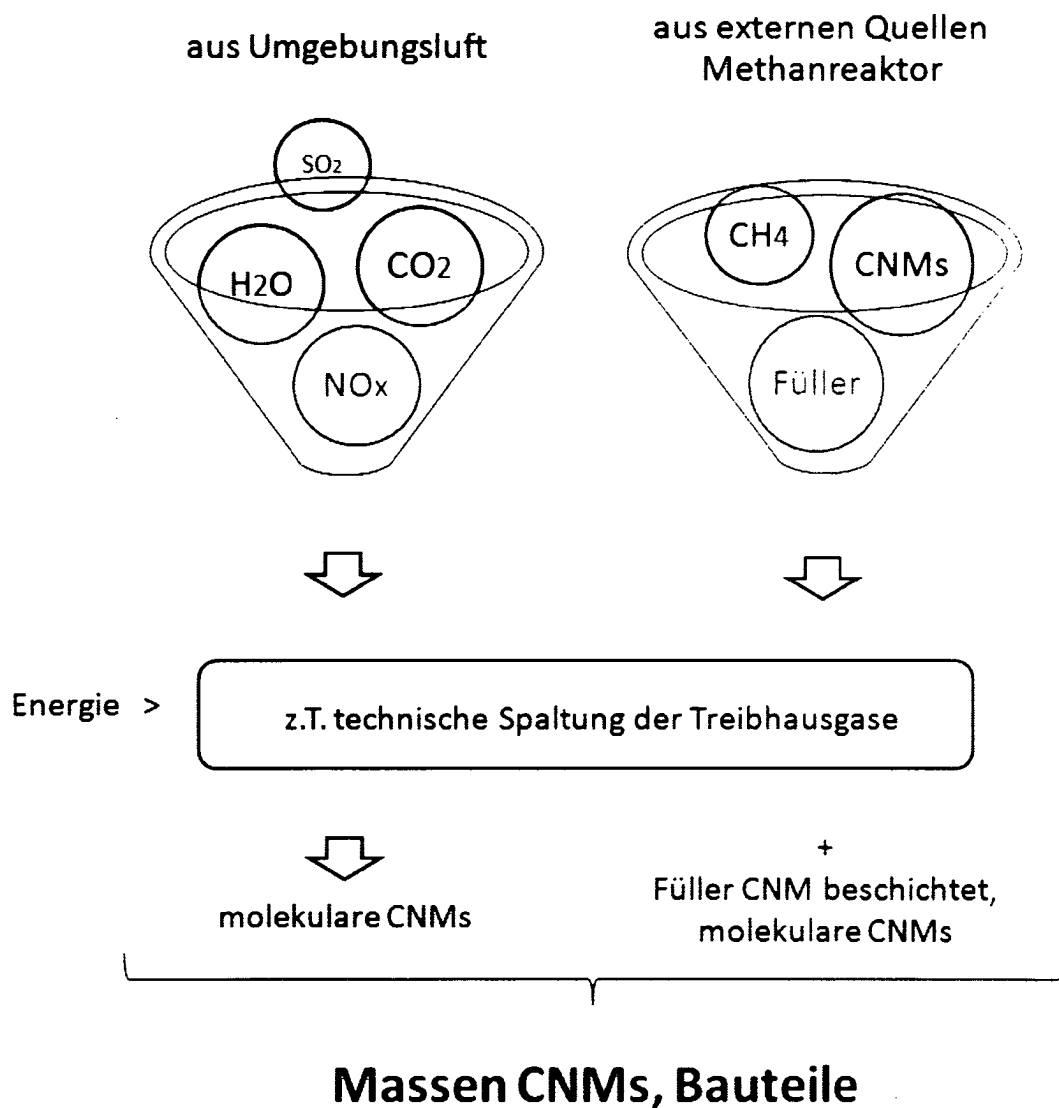


Fig. 4 Rohstoffgewinnung