

Kohlenstoffmärkte - Chancen für den urbanen Holzbau

CO₂-Zertifikate im Holzbau als strategischer Hebel für die Stadt Freiburg



Abschlussbericht des Projekts

„Urbane Holzbau im Quartiersmaßstab – Möglichkeiten der Verwaltung“

Fördermittelgeber

Dieses Projekt wurde durch das Ministerium für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg unterstützt.

Projektpartner*innen

Baurechtsamt, Stadt Freiburg
unique land use GmbH

Autoren

Henry Heinen (Baurechtsamt)
Moritz Peitgen (unique land use GmbH)
Bernd Wippel (unique land use GmbH)

Datum

23.12.2025

Inhalt

1. Bauen mit Holz – Wegweiser für städtische Klimaziele?	3
1.1. Der Bausektor und die kommunalen Klimaziele	3
1.2. Der Bausektor als treibende Kraft für die temporäre Kohlenstoffbindung	3
1.3. Holzbau in Freiburg und Quantifizierung in Dietenbach	5
1.4. Holzbau im urbanen Kontext: Alte Hürden – Neue Impulse?	6
2. Freiwillige Kohlenstoffmärkte	6
2.1. Städtische Klimaziele als Startpunkt	6
2.2. Freiwillige Kohlenstoffmärkte als Hebel für den Holzbau	7
2.3. Der Zertifizierungsprozess im Überblick	8
2.4. Orientierung im Regulierungsrahmen	9
3. Die Rolle der Stadt	10
3.1. Städte als Bindeglied zwischen Umsetzung und Klimapolitik	10
3.2. Fachinterviews	10
3.3. Pilotprojekte	13
4. Effekte	16
4.1. Effekt auf städtische und übergeordnete Klimaziele	16
4.2. Effekt auf Holzbau	16
4.3. Begleitende Effekte	17
5. Ausblick	17
5.1. Perspektive Europa	17
5.2. Modellstadt Freiburg als Pionierin	18
5.3. Modellregion Baden-Württemberg	19
Literaturverzeichnis	21
Abkürzungsverzeichnis	23

1. Bauen mit Holz – Wegweiser für städtische Klimaziele?

1.1. Der Bausektor und die kommunalen Klimaziele

Der Bausektor trägt weltweit zu rund 40 % der gesamten Treibhausgasemissionen bei (RNE 2023) – eine Zahl, die zeigt, wie groß der Hebel für den Klimaschutz in diesem Bereich ist. Während energetische Sanierungen im Gebäudebestand schon länger im Fokus stehen, wird das Klimapotenzial des Neubaus bisher häufig unterschätzt.

Besonders beim Neubau entsteht ein erheblicher Teil der Emissionen schon vor dem ersten Bezug: rund 50 % der gesamten Emissionen eines Gebäudes fallen allein in der Bauphase an – durch Herstellung, Transport und Verarbeitung der Baustoffe. Diese sogenannten grauen Emissionen oder graue Energie fließen in die Ökobilanz eines Gebäudes. Konventionelle Baustoffe wie Beton und Stahl verursachen dabei hohe Mengen grauer Energie. Nachhaltige Alternativen wie Holz schneiden deutlich besser ab: Holz benötigt in der Herstellung deutlich weniger Energie (Substitutionseffekt) und bindet gleichzeitig langfristig CO₂. Ein Kubikmeter Holz speichert etwa eine Tonne Kohlendioxid (pro:Holz Austria 2024) – ein wertvoller Beitrag zur CO₂-Reduktion im Gebäudesektor.

Die Stadt Freiburg hat das Klimaschutzpotenzial des Holzbaus erkannt und setzt auf gezielte Förderung. In den aktuellen Neubauquartieren Kleineschholz und Dietenbach kommt ein eigens entwickeltes Werkzeug zum Einsatz: der „Graue-Energie-Rechner“. Dieses Tool wurde in Zusammenarbeit von der Projektgruppe Dietenbach und dem Ingenieurbüro EGS Plan entwickelt und ermöglicht die Ökobilanzierung der grauen Emissionen eines Bauprojekts bereits in der Planungsphase. Die Ergebnisse fließen als Kriterium in die Konzeptvergabe ein – so wird die Bauherrschaft frühzeitig für das Thema CO₂-Bilanz sensibilisiert und erhält die Möglichkeit, ihre Planung gezielt zu optimieren. Mit diesem Vorgehen verfolgt die Stadt Freiburg ihr ambitioniertes Ziel, bis 2035 klimaneutral zu werden. Dieses Ziel wurde 2022 durch den Gemeinderatsbeschluss G-22/186 (Stadt Freiburg 2022) beschlossen. Während bisher vor allem die Sanierung des Gebäudebestands im Mittelpunkt stand, rückt nun auch der Neubau in den Fokus. Für eine stark wachsende Stadt wie Freiburg ist dies ein wichtiger Schritt – denn der Bedarf an neuem Wohnraum bleibt hoch. Mit dem Einsatz nachwachsender, klimafreundlicher Baustoffe wie Holz kann die Stadt den notwendigen Neubau deutlich nachhaltiger gestalten. Die Stadtverwaltung positioniert sich mit diesem Ansatz als Vorreiterin im kommunalen Klimaschutz. Während Baden-Württemberg bis 2040 (§ 10 KlimaG BW) und der Bund bis 2045 (§ 3 KSG 2019) klimaneutral sein wollen, hat sich die Stadt Freiburg ein ehrgeizigeres Klimaziel gesetzt.

1.2. Der Bausektor als treibende Kraft für die temporäre Kohlenstoffbindung

Angesichts fortschreitender Urbanisierung und politisch ambitionierter Klimaneutralitätsziele ist die Dekarbonisierung des Bausektors unerlässlich. Somit gewinnen erneuerbare, nachwachsende und regional verfügbare Baustoffe an Bedeutung. Diese Entwicklung wird durch europaweite Initiativen wie den European Green Deal, das New European Bauhaus, Wood4Bauhaus und die Wood Policy Platform (WoodPoP) beschleunigt. Ziel ist es, den Gebäudesektor von linear-extraktiven hin zu zirkulär-regenerativen Systemen zu transformieren.

Klimatische Bedeutung

Grundsätzlich ist der Bausektor von kohlenstoffintensiven Materialien wie Stahl und Beton abhängig und folgt linearen, extraktiven Modellen. Diese setzen erhebliche Mengen an terrestrischem Kohlenstoff frei (Churkina et al. 2020). So werden fast 13 % der weltweiten Treibhausgasemissionen durch Baumaterialien für Gebäude und Infrastrukturen verursacht (United Nations Environment Programme 2022). Das erwartete Wachstum und die Urbanisierung, die mit der Abhängigkeit von mineralischen Rohstoffen einhergehen, werden zu einer Hauptquelle von Treibhausgasemissionen.

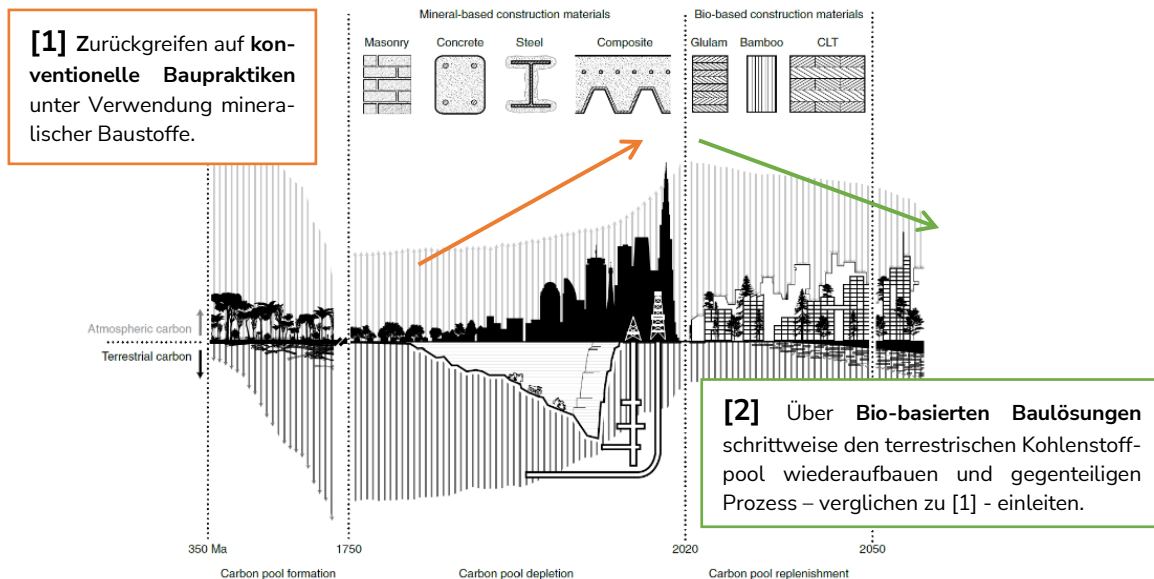


Abbildung 1: Prozess, der für die Bildung, den Abbau und die potenzielle Wiederauffüllung des Bodenkohlenstoffpools und die Veränderungen der atmosphärischen CO₂-Konzentration im Laufe der Zeit verantwortlich ist (Churkina et al. 2020, Anpassung durch die Verfasser)

Somit ist die Wiederentdeckung biobasierter Konstruktionsmaterialien [1] im urbanen Raum eng mit den kohlenstoffwirksamen Potenzialen für die städtische Gesamtbilanzierung verbunden. Insbesondere der Holzbau verdeutlicht dieses Potenzial, indem er atmosphärischen Kohlenstoff langfristig im Bauwerk speichert und so, im Gegensatz zur Nutzung fossiler Baumaterialien, einen gegenläufigen Kohlenstoffeffekt erzielt [2]. So können Holzgebäude durch **Materialsubstitution** die Emissionen um 40–50 % reduzieren (Michalak & Michalak, 2024; Nagy et al., 2024) und zum anderen während ihrer gesamten Lebensdauer Kohlenstoff aus der Atmosphäre binden – **Speichereffekt**.

Technische Entwicklung

Der moderne Holzbau hat in den letzten Jahrzehnten erhebliche technologische Fortschritte erzielt. Neue Methoden an der Schnittstelle von Architektur, Materialwissenschaften und industrieller Fertigung haben das Anwendungsspektrum erweitert.

Ein prominentes Beispiel für diesen Trend ist der mehrgeschossige Holzbau (Wooden Multistorey Construction WMC). Gebäude mit drei oder mehr Geschossen bestehen hier überwiegend aus Holz und zeigen, dass der Werkstoff für hochleistungsfähige urbane Strukturen geeignet ist.

Dies ermöglicht:

- die Integration nachhaltiger Bauweisen in dicht besiedelte städtische Gebiete,
- die Vereinbarkeit von Klimaschutzzielen mit steigenden Wohnbedarfen,
- neue architektonische und städtebauliche Möglichkeiten.

Aus forstwirtschaftlicher Sicht erhöhen Mass-Timber-Konzepte (vorgefertigte, tragende Holzelemente für Gebäude) zudem die Wertschöpfung, da auch geringwertige oder dünnere Stämme technologisch hochwertig genutzt werden können.

1.3. Holzbau in Freiburg und Quantifizierung in Dietenbach

Die Stadt Freiburg verfolgt einen umfassenden, langfristigen Ansatz zur Förderung des Holzbaus. Neben dem Einsatz des „Graue-Energie-Rechners“ in den Neubauquartieren geht sie auf mehreren Ebenen entschlossen voran. In Dietenbach werden bspw. alle städtischen Gebäude in Holz- bzw. Holzhybridbauweise gebaut. Um die gesammelten Daten aus Baugrundstücksbewerbungen und umgesetzten Bauprojekten in den Quartieren systematisch zu erfassen und auszuwerten, wird parallel eine digitale Infrastruktur aufgebaut. Ziel ist es, eine fundierte Datengrundlage für künftige Entscheidungen zu schaffen – sei es für weitere Quartiersentwicklungen, Monitoringmaßnahmen oder Forschungsvorhaben.

Als weiteren Baustein zur Förderung des Holzbaus hat das Baurechtsamt in den letzten Jahren ein umfassendes Portfolio aufgestellt: ein Holzbau-Förderprogramm; eine Holzbau-Fachberatung; den Freiburger Holzbaupreis, der seit 2022 alle fünf Jahre vergeben wird; die Forschungsprojekte „Urbaner Holzbau im Quartiersmaßstab“ und „Urbaner Holzbau im Quartiersmaßstab – Möglichkeiten der Verwaltung“, gefördert durch die Holzbau-Offensive Baden-Württemberg. Diese Initiativen zeigen: Die Stadt Freiburg berücksichtigt den Holzbau nicht nur planerisch, sondern schafft aktiv Anreize für eine breite Umsetzung in der Praxis.

Dietenbach ist – mit rund 6.900 Wohnungen für ca. 16.000 Menschen – ein Vorhaben mit großem Potenzial, um den Holzbau im urbanen Maßstab zu demonstrieren. Die Beispielrechnung macht deutlich, wie stark sich Holz gegenüber der klassischen Stahlbetonbauweise in der Klimabilanz abhebt: Der Substitutionseffekt und der Speichereffekt wirken hier auf Quartiersebene besonders eindrucksvoll.

Tabelle 1: Quantifizierung der Klimaschutzwirkungspotenziale in Dietenbach (Datenbasis: EGS-plan im Auftrag der Stadt Freiburg)

Holzbau- quote	Graue Emissionen [t CO2]	Einsparung [t CO2]	Einsparung	CO2- Bindung [t CO2]	Gesamt- bilanz [t CO2]	Einsparung
0 %	674.500	0	0 %	0	674.500	0 %
25 %	627.000	47.500	8 %	81.000	546.000	19 %
50 %	579.500	95.000	16 %	162.000	417.500	38 %
75 %	503.500	171.000	34 %	291.600	211.900	68 %
100 %	484.500	190.000	39 %	324.000	160.500	76 %

Als technischer Produktspeicher kann der Holzbau – bei flächendeckender Anwendung in zukünftigen Freiburger Quartieren – einen erheblichen Beitrag zur städtischen Klimabilanz leisten. Durch die langfristige Einspeicherung von biogenem Kohlenstoff erzeugt er negative Emissionen und ist damit in der Lage, unvermeidbare Restemissionen bilanziell zu

kompensieren. Für das Neubauquartier Dietenbach sind, bei einer breiten Verwendung von Holz in Tragwerk und Gebäudehülle, CO₂-Einsparungen von bis zu 76 % realistisch (vgl. Tab. 1). Die geplanten Gebäude werden überwiegend vier- bis fünfgeschossig ausgeführt, was das Potenzial für eine skalierbare Kohlenstoffspeicherung zusätzlich erhöht.

1.4. Holzbau im urbanen Kontext: Alte Hürden – Neue Impulse?

Trotz der wachsenden Leistungsfähigkeit des Holzbaus und seiner positiven Wirkung auf Klimaziele fehlt es biobasierten Bauweisen häufig an Skalierung. Tief verankerte Strukturen, Normen und Routinen im Bauwesen erzeugen Pfadabhängigkeiten, die den Marktdurchbruch insbesondere im urbanen, mehrgeschossigen Kontext erschweren. Die starke Fragmentierung des Sektors behindern Standardisierung, Übertragbarkeit und industrielle Skaleneffekte (Lazarevic et al. 2019; Santana-Sosa & Kovacic 2022). Dadurch entstehen häufig projektspezifische Lösungen, die zwar normgerecht, aber nicht optimal auf die Besonderheiten des Holzbaus abgestimmt sind.

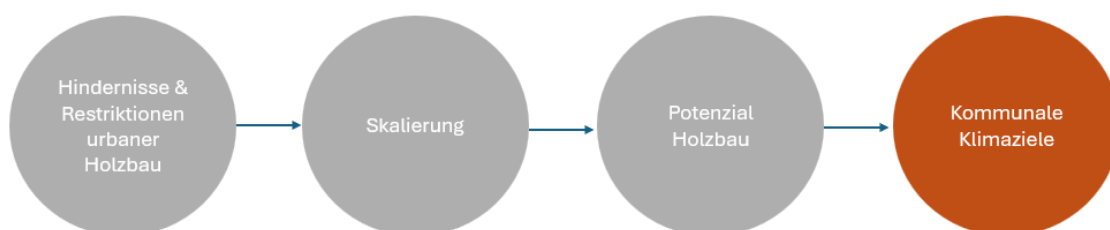
Holzbau verlangt zudem frühzeitige Expertise und eine Abweichung von konventionellen Planungsabläufen, was Unsicherheit bei Projektbeteiligten und Konflikte mit bestehenden Finanzierungslogiken erzeugen kann. Kommunale Entscheidungsprozesse sind oft unzureichend koordiniert, und Inkonsistenzen zwischen nationalen Vorgaben und lokalen Zielen verstärken das Risiko für Bauherren und Investoren. Erschwerend kommt hinzu, dass ökologische Vorteile wie Kohlenstoffspeicherung und -substitution ökonomisch kaum bewertet werden und für Öffentlichkeit und Marktakteure schwer greifbar bleiben.

Durch politische Maßnahmen wie angepasste Bauordnungen, die Einbindung von Holz in Klimaschutz- und Emissionsprogramme sowie sektorspezifische Reduktionsziele können Barrieren gesenkt und Anreize geschaffen werden. Gezielte Förderinstrumente, klare Standards, verlässliche Regeln und passende Finanzierungsmodelle erhöhen die Planungs- und Investitionssicherheit. So kann sich der Holzbau von einem Nischenmarkt zu einer wirtschaftlich tragfähigen städtischen Strategie entwickeln und seine Potenziale für übergeordnete Klimaziele besser ausschöpfen. Welche Rolle innovative Finanzierungsmodelle und die Anknüpfung des Holzbausektors an freiwillige Kohlenstoffmärkte dabei einnehmen können, soll nachfolgend eingeordnet werden.

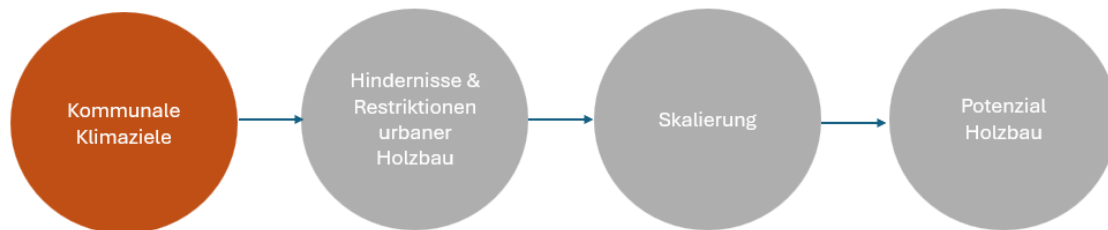
2. Freiwillige Kohlenstoffmärkte

2.1. Städtische Klimaziele als Startpunkt

Aus den Kapiteln 1.1 bis 1.4 ging bereits hervor, dass verschiedenste Restriktionen (1.4) erhoffte Skalierungseffekte (1.3) verhindern und somit das Potenzial biobasierter Baumaterialien (1.2) als Kohlenstoffspeicher und Substitutionsstrategie nicht ausgeschöpft werden kann. Der Beitrag für kommunale Klimaziele (1.1) bleibt beschränkt.



Durch die Anerkennung positiver Zusatzeffekte für den urbanen Holzbau soll die Reihenfolge anders gedacht werden. Ausgehend von den klimawirksamen Leistungen im Kontext (kommunaler) Klimaziele (1.1) sollen bestehende (monetäre) Restriktionen (1.4) berücksichtigt, so eine zunehmende Skalierung (1.3) eingeleitet und das ökologische Potenzial (1.2) abgerufen werden. **Klimaziele, bspw. auf kommunaler Ebene, werden somit nicht als Endgröße angesehen, sondern vielmehr als Antreiber und Startpunkt.**



Folglich werden im Rahmen dieser Ausarbeitung freiwillige Kohlenstoffmärkte im Kontext biobasierter Architekturen als Beitrag zur Erreichung städtischer Klimaziele untersucht. Als zentrales Instrument zukünftiger Dekarbonisierungsstrategien im Gebäudesektor ermöglichen sie eine effizientere Verteilung klimarelevanter Investitionen. Die Stadt Freiburg wird dabei, aufbauend auf aktuellen Projektdynamiken (vgl. 1.3), als anschauliches Beispiel mit besonderem Pilotierungspotenzial herangezogen.

2.2. Freiwillige Kohlenstoffmärkte als Hebel für den Holzbau

Kohlenstoffmärkte haben sich in vielen Sektoren als wirksamer Anreiz für klimawirksame Maßnahmen etabliert. Projekte zur Emissionsreduktion oder Kohlenstoffbindung – etwa durch Aufforstung von Wäldern – werden zertifiziert und über den Handel mit Kohlenstoffzertifikaten finanziell unterstützt. Unternehmen können so unvermeidbare Restemissionen kompensieren, während Projekte mit positivem Klimaeffekt wirtschaftlich gestärkt werden. Mit dem Fokus auf Carbon Dioxide Removal (CDR) gewinnt auch die langfristige Speicherung von Kohlenstoff in Materialien an Bedeutung. Der Holzbau gilt dabei als vielversprechende CDR-Option: biobasierte Baustoffe speichern atmosphärischen Kohlenstoff über Jahrzehnte bis Jahrhunderte und werden vom IPCC als anerkannte CDR-Methode eingeordnet. Der Bausektor kann selbst zu einer relevanten Kohlenstoffsенке werden. Damit dieses Potenziale wirksam wird, müssen positive Externalitäten – Speicher- und Substitutionseffekte – ökonomisch berücksichtigt werden. Solange Umweltkosten von Beton und Stahl nicht vollständig eingepreist sind, bleiben sie preislich im Vorteil. Der WBGU empfiehlt daher die Internalisierung externer Kosten (z. B. CO₂-Preise auf Zement und Stahl, strengere Umweltauflagen) sowie Anreize für Materialeffizienz und Wiederverwendung. Eine ergänzende CO₂-Prämie für den Holzbau könnte ökologische Leistungen direkt in finanzielle Vorteile umwandeln, insbesondere im mehrgeschossigen Segment. Biobasierte Baustoffe bieten ein breites Anwendungsspektrum – von Tragstrukturen über Dämmung bis zu Fassaden – und können vielfältige CDR- und Substitutionsleistungen erbringen. Dadurch entsteht ein wachsendes Portfolio bauspezifischer CDR-Credits, das in städtischen Klimabilanzen zunehmend Relevanz gewinnt.

Die Anerkennung dieser positiven Externalitäten ist entscheidend für die Dekarbonisierung des Gebäudesektors. Ohne finanzielle Anreize für Kohlenstoffspeicherung und -vermeidung bleibt der Vorteil emissionsintensiver Materialien bestehen. Eine gezielte CO₂-Prämie

würde Mass-Timber-Lösungen wirtschaftlich attraktiver machen und den Übergang zu mehrgeschossigen Holzgebäuden erleichtern – einem Bereich, der für Skalierungseffekte besonders wichtig ist.

Kohlenstoffpreismechanismen lassen sich grundsätzlich in CO₂-Steuern, Emissionshandelssysteme und Kompensationen unterteilen. Für die vorliegende Betrachtung sind die freiwilligen Kohlenstoffmärkte relevant, da sie die Monetarisierung klimawirksamer Leistungen biobasierter Architekturen ermöglichen. Eine stärkere Verknüpfung zwischen Holzbau und freiwilligen Kohlenstoffmärkten kann somit zusätzliche Anreize für nachhaltige Baupraktiken schaffen.

2.3. Der Zertifizierungsprozess im Überblick

Unternehmen, Institutionen und Privatpersonen können über freiwillige Kohlenstoffmärkte ihre Treibhausgasemissionen ausgleichen und eigene Klimaziele verfolgen (World Bank 2021). Im Unterschied zu verpflichtenden Emissionshandelssystemen beruhen freiwillige Märkte vollständig auf freiwilligen Maßnahmen: Akteure investieren in Projekte, die Emissionen vermeiden oder atmosphärischen Kohlenstoff entfernen. Voraussetzung für Glaubwürdigkeit und Marktakzeptanz ist eine robuste Zertifizierung mit konsistenten, wissenschaftlich fundierten Regeln sowie unabhängigen Auditoren.

Grundsätzlich existieren zwei Zertifizierungsansätze:

(1) Reguliert: In der EU definiert der CRCF verbindliche Standards für CO₂-Entnahmen, inklusive Kriterien wie Zusätzlichkeit, Monitoring, Dauerhaftigkeit und Doppelzählungsvermeidung. Er fokussiert ausschließlich auf CDR, Substitutionseffekte bleiben unberücksichtigt.

(2) Unreguliert: Globale private Standards wie VERRA's Verified Carbon Standard (VCS) zertifizieren sowohl Reduktionen als auch Entnahmen (Removals). Sie vergeben Verified Carbon Units (VCUs), nutzen eigene Methodologien und unabhängige Prüfinstanzen. In beiden Systemen sind transparente Daten und externe Verifizierungen zentral.

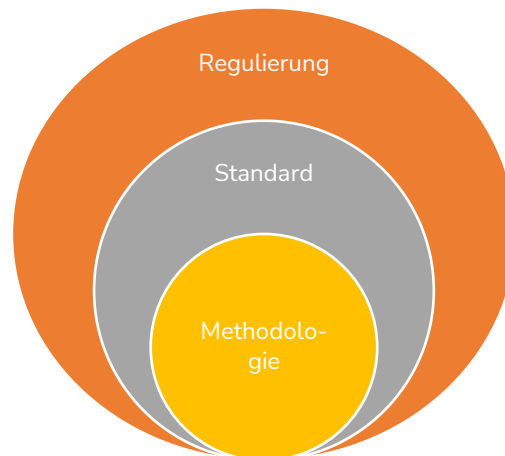
Ein typischer Anwendungsfall im Holzbau beginnt mit einem Mass-Timber-Gebäude, das durch Holzstrukturen und biobasierte Materialien langfristig Kohlenstoff speichert. Bereits in der Planung werden potenzielle Speicher- und Substitutionseffekte berechnet, um zu prüfen, ob Zertifikatserlöse eine Finanzierungslücke schließen können. Anschließend wird eine anerkannte Methodik gewählt, die Berechnungsvorgaben (Bauteile, Dichten, Kohlenstofffaktoren, Lebensdauern) festlegt. Darauf folgen die Bestimmung der Baseline (Referenzwert, z. B. ein konventionelles Stahlbetongebäude) und der Zusätzlichkeit, die belegt, dass das Projekt ohne Carbon-Credit-Erlöse so nicht umgesetzt würde. Messung und Monitoring erfassen Materialmengen, Bauteilaufbauten und Lebensdauern – idealerweise unterstützt durch BIM-Daten und standardisierte Emissionsfaktoren. Die unabhängige Verifizierung überprüft Klimanutzen, Datenqualität und Risikomanagement. Nach erfolgreicher Prüfung erfolgt die Registrierung in einem öffentlichen oder privaten Register, das Transparenz schafft und Doppelzählung verhindert. Anschließend werden die Carbon Credits ausgestellt: typischerweise entspricht ein Credit einer Tonne CO₂e. Im Holzbau entstehen Removal Credits (biogene Speicherung) und Reduction/Avoidance Credits (Substitution emissionsintensiver Materialien). Während der EU-CRCF primär Removals adressiert, zertifizieren private Standards beide Kategorien. Die Credits werden im Register verbucht und

über Plattformen oder Intermediäre gehandelt. Käufer sind überwiegend Unternehmen, zunehmend aber auch Kommunen und Privatpersonen.

In Unternehmensstrategien unterscheidet man zwischen:

- **Offsetting:** Einsatz externer Credits zur Kompensation unvermeidbarer Emissionen.
- **Insetting:** Nutzung selbst generierter Gutschriften innerhalb der eigenen Wertschöpfungskette.

2.4. Orientierung im Regulierungsrahmen



Regulierung: Staatliche Pflichten und Marktaufsicht, schafft Rahmen für Standards.

Standard: Regelwerk eines Zertifizierungsprogramms und dessen Register.

Methodologie: Konkrete Berechnungslogik für eine Projektart

Regulierung vs. Selbstregulierung

Der EU-CRCF ist ein regulierter Rahmen für CO₂-Entnahmen. Er definiert verbindliche Mindestanforderungen wie Additionalität, präzise Quantifizierung, Dauerhaftigkeit, Nachhaltigkeitskriterien sowie MRV-Regeln und transparente Register zur Vermeidung von Doppelzählungen. Der VCS-Standard (VERRA) ist ein globaler, privater Standard. Er zertifiziert sowohl Reduktionen als auch Removals, vergibt VCUs und setzt eigene Steuerungs- und Leitlinien um. Er ist weniger rechtlich verbindlich, dafür flexibler und praxisnäher.

So wird der Rahmen für die verwendeten Standards geschaffen, welche die „Marktinfrastuktur“ eines Programms abbilden. Sie definieren die Projektzulassung, Prüfung, Registrierung, den Handel und die Stilllegung sowie die Qualitätskriterien (s. u.). Der „Standard“ ist unter CRCF regulatorisch verankert und fokussiert sich auf Removals (z. B. Carbon Farming). Reduktions- und Vermeidungsprojekte fallen grundsätzlich nicht darunter. Der VCS-Standard umfasst global Removals und Reduktionen samt Seriennummernvergabe, Registerführung, Pufferpools und Doppelzählungsschutz.

Methodologien enthalten die technischen Regeln innerhalb eines Standards: Baseline-Definition, Additionalität, Emissionsfaktoren, Permanenz- und Analysen zu unerwünschten Nebeneffekten (Leakage-Analysen), Monitoring-Design und Anforderungen an Datenqualität und Verifizierung.

Die EU versucht mit dem CRCF, fragmentierte Ansätze zu harmonisieren. Beide Standards orientieren sich an QU.A.L.ITY-Kriterien, während internationale Leitinitiativen (z. B. Carbon Leadership Forum, Oxford Offsetting Principles) kontinuierliche Verbesserungen vorantreiben.

- Quantifizierung: Konservative Baseline (z. B. BAU-Stahlbetonbau).
- Zusätzlichkeit: Holzbau wäre ohne Credits nicht realisierbar.
- Permanenz: Langlebigkeit und Rückbausicherheit der Holzprodukte.
- Transparenz: Unabhängige Prüfung und lückenlose Nachverfolgbarkeit.
- Nachhaltigkeit: FSC/PEFC, Zirkularität, Rückbaubarkeit.
- Netto-Null-Bezug: Beitrag zu langfristigen Klimazielen.
- Keine Doppelzählung: Harmonisierung unterschiedlicher Anrechnungen.

3. Die Rolle der Stadt

3.1. Städte als Bindeglied zwischen Umsetzung und Klimapolitik

Städte vereinen per se viele Akteure in dem Themenbereich und der Verschneidung von Holzbau, Klimaschutz, CO₂-Zertifizierung. Es bedarf derzeit noch besonderer Auslöser (z.B. Groß-Bauvorhaben, Sonderfinanzierung, Treiber), damit eine Stadt zu einer Akteurin in dem Themenkomplex wird.

Auf nationaler Ebene sind in Deutschland das Klimaschutzgesetz (KSG) und das Treibhausgas-Emissionshandelsgesetz (TEHG) maßgeblich. Letzteres bildet die Grundlage für die Teilnahme am EU-ETS und zielt auf eine kosteneffiziente Emissionsminderung ab. Das KSG definiert sektorale Reduktionspfade sowie das Ziel der Netto-Treibhausgasneutralität bis 2045. Nach 2050 sollen negative Emissionen erreicht werden (§ 3 Abs. 2). Damit gewinnen Negativemissionen, einschließlich potenzieller Construction Stored Carbon (CSC)-Credits aus dem Holzbau, an strategischer Bedeutung, gerade weil der Gebäudesektor explizit adressiert wird (§ 4 KSG). Auf Landesebene setzt Baden-Württemberg mit dem KlimaG BW ein Netto-Null-Ziel bis 2040 und fordert für den Gebäudesektor eine Emissionsreduktion von 49 Prozent bis 2030 (gegenüber 1990). Das Gesetz stärkt Klimaschutz- und Anpassungsmaßnahmen, verweist jedoch nicht konkret auf freiwillige Kohlenstoffmärkte. Die Schnittstellen entstehen eher mittelbar, etwa über Förderkulissen, Genehmigungsrahmen oder Datenanforderungen.

Die Stadt Freiburg verfolgt mit ihrem Klimaschutzkonzept das Ziel der Klimaneutralität bis 2035 und wird dabei durch den Freiburger Klimapakt, Nachhaltigkeitsziele und Kooperationen unterstützt. Konkrete, quantifizierte Reduktionsziele und -pfade speziell für den Gebäudesektor sowie ein expliziter Bezug zum VCM fehlen bislang. Für die Anwendung von CSC-Credits bedeutet dies: Es gibt zwar ambitionierte Ziele und Netzwerke, doch eine operative Einbindung freiwilliger Märkte in städtische Strategien existiert bislang noch nicht.

3.2. Fachinterviews

Um die kommunale Perspektive auf Holzbau, Klimaschutzwirkungen und die potenzielle Einbindung freiwilliger Kohlenstoffmärkte fundiert bewerten zu können, wurden im

Rahmen des Projekts leitfadengestützte Expert*inneninterviews durchgeführt. Ziel war es, Erfahrungen, Einschätzungen und Handlungsbedarfe aus unterschiedlichen Praxis- und Entscheidungsebenen zu erfassen. Befragt wurden Vertreter*innen von Holzbauunternehmen, Organisationen im Bereich Standardentwicklung, Fachverwaltungen, politischen Gremien, kommunalen Pilotprojekten sowie städtischen Wohnungsbaugesellschaften aus der DACH-Region.

Der Interviewleitfaden umfasste zentrale Themenblöcke zur Verbindung von Holzbau und Kohlenstoffmärkten, zur technischen und organisatorischen Umsetzungsfähigkeit der Branche, zum regulatorischen Rahmen für Standards und Zertifizierung, zur Nachfrage- und Angebotsseite möglicher CO₂-Bindungsleistungen sowie zur potenziellen Wettbewerbswirkung von Carbon Credits für den Holzbau.

Leitfragen und Kernergebnisse

1. Wie beurteilen Sie die Verbindung zwischen Holzbau und Kohlenstoffmärkten und wie würden Sie deren Entwicklungsdynamik einschätzen?

- Die Verbreitung von Wissen sowie die aktive Einbindung zentraler Akteursgruppen – insbesondere von Architekt*innen und Bauherr*innen – erweisen sich als entscheidend für die Weiterentwicklung und Akzeptanz des Ansatzes.
- Entwicklungen auf europäischer Ebene, insbesondere neue EU-Standards, wirken als wesentliche Treiber für Professionalisierung und Marktangleichung.
- Während die Rolle von Holz als CO₂-Speicher weitgehend verstanden ist, bleiben CO₂-Credits und die zugrunde liegenden Methodologien für viele Akteure noch schwer greifbar.
- Fortschritte in Standardisierung, Automatisierung und Digitalisierung schaffen verbesserte technische Voraussetzungen und erleichtern die praktische Umsetzung im Holzbau.
- Der potenzielle Zusatznutzen von CO₂-Credits zeigt sich besonders deutlich bei kostengünstigen, standardisierten Projekten mit einem geringen m³-Preis, da hier die relative Wirkung der Credits am größten ist.

2. Wie schätzen Sie die technische und organisatorische Bereitschaft des Holzbaus ein, um Produkte für den Kohlenstoffmarkt bereitzustellen?

- Die CO₂-Speicherfunktion von Holz ist weitgehend bekannt, während die Methodologien zur Berechnung und Nutzung von CO₂-Credits noch wenig verbreitet sind.
- Digitalisierung und Serialisierung reduzieren den Planungsaufwand und erhöhen die technologische Einsatzbereitschaft („Readiness“) des Holzbaus.
- Grundsätzlich zeigt der Holzbau eine hohe Umsetzungspotenzial, insbesondere durch den Einsatz von BIM und automatisierten Planungs- und Fertigungsprozessen.

3. Wie stufen Sie den regulatorischen Rahmen in Bezug auf die Entwicklung und Eignung von Standards ein, um das Funktionieren von Kohlenstoffmärkten im Holzbau zu ermöglichen?

- Das Projekt Týr entwickelt einen eigenen Standard für den Holzbau, der auf dem EU-CRCF-Rahmen basiert.

- Während der CRCF (EU) ausschließlich Removal-Credits berücksichtigt, zertifiziert VERRA sowohl Reductions als auch Removals.
 - Standards können flexibel kombiniert oder gewechselt werden, um Projektanforderungen besser abzubilden.
 - Freiwillige Kohlenstoffmärkte benötigen ergänzende Anreizmechanismen, um die Teilnahme und Umsetzung klimarelevanter Projekte zu fördern.
- 4. Wie attraktiv beurteilen Sie die potenzielle Nachfrage (nach nicht vermeidbaren Emissionen aus Industrie, Gewerbe oder sonstigen Nachfragern) nach Kohlenstoffbindung durch Angebote aus dem Holzbau ein?**
- Holzbau genießt insbesondere in Industrieländern ein hohes Vertrauen als nachhaltige Bauweise.
 - Für eine langfristige Nachfrage nach CO₂-Bindungsleistungen ist die Sicherstellung der Permanenz – z. B. über 50–80 Jahre – entscheidend.
 - Seriosität und Glaubwürdigkeit, sowohl der Projekte als auch der beteiligten Plattformen, sind wesentliche Voraussetzungen für Akzeptanz und Marktentwicklung.
- 5. Wie stufen Sie die Bereitschaft von und die Attraktivität für Anbieter von Bindungsleistungen (z.B. Bauträger, Bauherren/Eigentümer, Makler gebündelter Angebote aus dem Holzbausektor) ein?**
- Es besteht weiterhin ein hoher Kommunikationsbedarf, um relevante Akteur*innen gezielt zu erreichen und zu sensibilisieren („Klinken putzen“).
 - Digitale Prozesse wie BIM bieten Bauherr*innen einen vergleichsweise einfachen Einstieg in den Holzbau und erleichtern die Projektumsetzung.
 - Die Nachfrage nach Holzbauprojekten und CO₂-Bindungsleistungen wächst vor allem im Nichtwohnungsbau, etwa bei Rechenzentren oder Bürogebäuden.
 - Traditionelle Interessen, wie etwa von Seiten der Betonlobby, können die Verbreitung innovativer Holzbauansätze hemmen.
 - Kleine und mittlere Unternehmen verfügen häufig nicht über ausreichende Ressourcen, obwohl sie technisch grundsätzlich zur Umsetzung geeignet wären.
 - Die Industrie ist derzeit noch zurückhaltend, könnte jedoch mittelfristig nachrüsten, sofern ausreichender politischer und finanzieller Druck besteht.
- 6. Wie beurteilen Sie die Wirkungen von Kohlenstoffmärkten im Kontext des Holzbaus auf die der Wettbewerbsfähigkeit des Baustoffs Holz gegenüber fossilen Baustoffen?**
- Die Erlöse aus Carbon Credits (60.000–100.000 € pro Projekt) decken die Mehrkosten für Holzbauvorhaben nicht vollständig, tragen jedoch positiv zum Image und zur Erreichung von Dekarbonisierungszielen bei.
 - Der wirtschaftliche Effekt ist moderat: Auf Projektebene liegt er bei etwa 0,5–1,5 % der Investitionssumme, auf Ebene des Tragwerks können bis zu 5 % erreicht werden.
 - Kurz vor den Zielterminen für Klimaneutralität wird mit einem Zertifikatspreis von rund 300 € pro Tonne CO₂ gerechnet, was die Attraktivität zusätzlicher Klimaschutzmaßnahmen erhöhen kann.

7. Welche Rolle kann (oder sollte) eine Kommune einnehmen, wenn es um die Frage von Holzbau und Klimaschutzwirkung durch CO₂-Zertifikate geht?

- Kommunen übernehmen eine zentrale Vorbild- und Impulsgeberrolle, indem sie durch kommunale Bauprojekte eigene Standards setzen, die als Modellprojekte fungieren.
- Die Einbindung von CO₂-Bindungsleistungen in die kommunale Klimabilanz bietet den Vorteil, die eigene Bewertung und die Sicherstellung der Permanenz zu gewährleisten.
- Der Aufbau einer lokalen Plattform kann als Subplattform dienen, um Seriosität, Transparenz und lokale Wertschöpfung zu fördern.
- Städte agieren als Initialisiererin, Vermittlerin und Kommunikatorin, indem sie den Austausch zwischen Akteuren koordinieren und Hemmschwellen abbauen.
- Durch Vorgaben in Ausschreibungen können Bauträger gezielt motiviert werden, klimawirksame Holzbauprojekte umzusetzen.
- Kommunen schaffen Sicherheit, Transparenz und stärken die lokale Wertschöpfungskette.
- Die Frage der Additionalität bleibt zentral: Es muss geprüft werden, ob der Holzbau ohne Anreize ohnehin durchgeführt worden wäre.

Die Interviewergebnisse zeigen: Kommunen spielen eine Schlüsselrolle, wenn Holzbau und Klimaschutzwirkung über CO₂-Zertifikate zusammengebracht werden sollen. Fachakteur*innen sehen vor allem drei Hebel: Erstens kann die Stadt durch klare Vorgaben und Beratung Holzbauvorhaben erleichtern. Zweitens braucht es anerkannte Standards, damit CO₂-Bindungsleistungen aus dem Holzbau überhaupt marktfähig werden. Drittens können Städte selbst als Pilotanwenderinnen auftreten – etwa durch kommunale Bauprojekte. Die Ergebnisse machen deutlich, dass der Kommune eine zentrale Rolle bei der Etablierung kohlenstoffwirksamer Holzbaustrategien zukommt. Durch ihre Vorbildfunktion kann sie nicht nur die notwendige Langfristigkeit und Seriosität solcher Ansätze sichtbar machen, sondern auch anderen Städten Orientierung bieten. Gleichzeitig eröffnet die Möglichkeit des Insettings – also der eigenen Anrechnung von CO₂-Bindungsleistungen auf die kommunale Klimabilanz – einen direkten Anreiz, das Thema aktiv voranzutreiben. In der frühen Marktphase kann die Stadt zudem als Subplattform für den Zertifikatshandel dienen, indem sie Verfahren bündelt, Projekte begleitet und Vertrauen schafft. Mit dem Quartier Dietsch als Reallabor kann Freiburg zeigen, wie innovative Holzbau- und Klimaschutzinstrumente praktisch umgesetzt werden können und welches Skalierungspotenzial im Holzbau liegt. Gleichzeitig ist ein aktives und zielgruppengerechtes Marketing für den Holzbau erforderlich: Allein die Darstellung von CO₂-Bindungsleistungen oder übergeordneten Klimazielen bleibt für viele Akteur*innen abstrakt. Wird dies berücksichtigt, kann die Stadt zum entscheidenden Motor werden, der den Übergang vom Pilotansatz in die breite Anwendung ermöglicht.

3.3. Pilotprojekte

Pilotprojekte sind ein entscheidender Hebel, um die Methodik von CO₂-Zertifikaten im Holzbau praxisnah zu erproben und deren Potenziale sichtbar zu machen. Sie ermöglichen es, theoretische Konzepte in realen Bauprojekten zu testen, Erfahrungen zu sammeln, die praktische Umsetzbarkeit von CO₂-Bindungsleistungen zu prüfen und Vertrauen in die Methode und in die Mess-, Bericht- und Verifizierungsprozesse zu schaffen. Pilotprojekte fördern zudem die Standardisierung, identifizieren Hemmnisse und erleichtern die Kommunikation von

Best Practices, sodass die Einführung von CO₂-Zertifikaten im Holzbau schrittweise skaliert und auf breitere Marktsegmente übertragen werden kann.

Das Projekt TýR leistet hierzu einen wichtigen Beitrag für Baden-Württemberg, indem es mit der Projektlandkarte einen strukturierten Überblick über laufende und geplante Pilotprojekte liefert. Die Landkarte visualisiert exemplarisch Holzbauprojekte in BW und ihre wesentlichen Kenngrößen. Dadurch unterstützt TýR den Wissenstransfer, erleichtert den Austausch von Best Practices und fördert die Nachvollziehbarkeit sowie Vergleichbarkeit der Projekte. Auf diese Weise trägt das Projekt dazu bei, die Methodik von CO₂-Zertifikaten im Holzbau zu verbreiten und deren Skalierung in der Praxis zu ermöglichen.

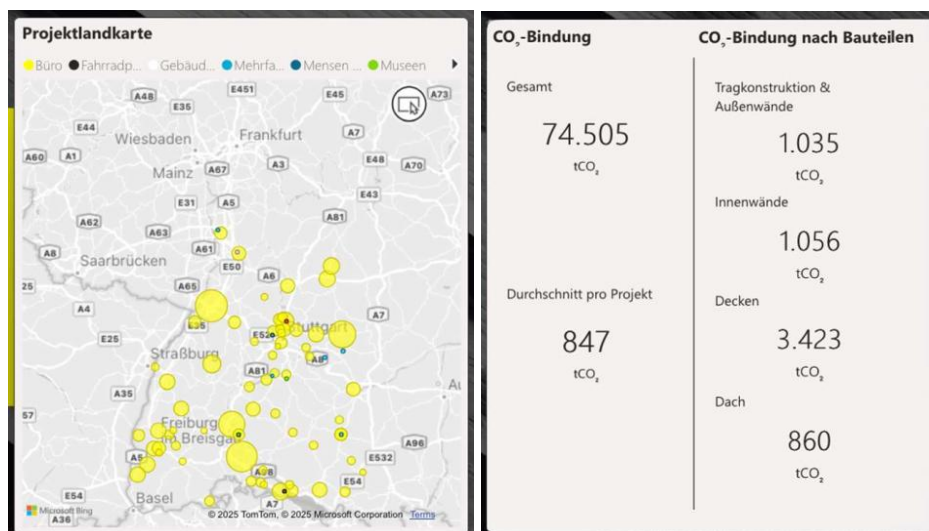


Abbildung 2: Projektlandkarte TýR, Baden-Württemberg.

Schulcampus Dietenbach

Zur Steigerung der Sichtbarkeit in Freiburg werden Pilotprojekte aktiv durch die Stadt Freiburg gefördert und für die Projektlandkarte von TýR vermerkt. Der Schulcampus Dietenbach ist eines der ersten städtischen Bauvorhaben im Stadtteil Dietenbach. Der Holzbau soll zertifiziert werden, wodurch eine Ökobilanzierung (LCA) verpflichtend ist. Die daraus gewonnenen Daten liefern wertvolle Grundlagen, um die CO₂-Bindung der Bauteile präzise zu quantifizieren. Der Austausch zwischen TýR und dem Planungsteam des Schulcampus ist bereits gestartet, sodass die Aufnahme des Projekts auf der Landkarte voraussichtlich 2026 realisiert wird.



Abbildung 3: Visualisierung Haupteingang – Schulcampus Dietenbach (MBPK Architekten), geplantes Pilotprojekt zur CO₂-Zertifizierung der Stadt Freiburg.

Die Identifikation weiterer Pilotprojekte – auch im Wohnungsbau – wird perspektivisch fortgeführt, wobei zugleich die Anbindung an weitere städtische Akteure, insbesondere die kommunalen Wohnungsbaugesellschaften, gezielt ausgebaut werden soll.

Zur Verdeutlichung wird im Folgenden der Prozess zur Erstellung von CO₂-Zertifikaten anhand der Methodik (Climate Cleanup Foundation 2024) beschrieben und am konkreten Beispiel eines Holzbauprojekts veranschaulicht. Ziel ist es, die einzelnen Schritte – von der Projektauswahl über die Berechnung der CO₂-Bindung bis hin zur Zertifizierung und Registrierung – nachvollziehbar darzustellen.

1. Eine Liste aller biobasierten Produkte mit einer Erstnutzungsdauer von mindestens 35 Jahren wird erstellt, inklusive Mengenangaben (kg, m² oder m³).
2. Die Produkte und Mengen werden in das Excel-Quantifizierungswerkzeug für die Netto-Kohlenstoffbindung eingetragen.
3. Ein Einreichungsformular oder Projektplan wird ausgefüllt, das Projekt beschrieben und Nachweise zur Umweltleistung und Nutzungsdauer der biobasierten Produkte beigelegt.
4. Das ausgefüllte Tool und Formular werden bei einer Zertifizierungsstelle (z. B. Onkra) eingereicht und auf Vollständigkeit und Verifizierbarkeit geprüft.
5. Nach positiver Validierung wird ein Vertrag unterzeichnet und ein vorläufiges Zertifikat ausgestellt, das für Kommunikation und Vorverkaufsvereinbarungen genutzt werden kann.
6. Nach erfolgreicher Verifizierung der Fertigstellung wird das vollständige Zertifikat ausgestellt, das zur Dokumentation der Kohlenstoffentnahme und zur Realisierung des finanziellen Werts der Kohlenstoffspeicherung dient.

4. Effekte

4.1. Effekt auf städtische und übergeordnete Klimaziele

Da Städte nur begrenzt Flächen für naturbasierte Kohlenstoffbindung bereitstellen können, gewinnen alternative Speicherformen über Baumaterialien und Kompensationsmaßnahmen an Bedeutung (Huovila et al. 2022). Viele Kommunen – etwa in Finnland – kombinieren Emissionsreduktionen von 60–80 % mit der Kompensation der verbleibenden Restemissionen. Ein ähnlicher Ansatz ist für den Einsatz von CSC-Credits denkbar, sofern Städte einen klaren Reduktionspfad für den Gebäudesektor definieren, transparente Anrechnungsregeln schaffen und ihre Vorbildrolle, etwa durch kommunale Holzbauprojekte (§ 13 Abs. 1 KSG), aktiv nutzen.

In der Stadt Freiburg werden Kompensationen als notwendige Maßnahmen erachtet, um nicht vermeidbare Emissionen auszugleichen. Während politisch weiterhin die Priorität auf der Vermeidung und Reduktion von Treibhausgasemissionen liegt, steigt die Relevanz bilanzieller Kompensationen, je näher die Zielmarke der Klimaneutralität 2035 rückt. Regionale CO₂-Zertifikate gelten dabei – insbesondere, wenn sie aus dem Holzbau stammen – als besonders vielversprechende Option. Im Klimaschutzkonzept der Stadt Freiburg ist verankert, dass

- zunächst sowohl natürliche als auch technische Senken in der Region oder hilfsweise bundesweit ausgeschöpft werden.
- der Ankauf von internationalen Zertifikaten ausgeschlossen werden sollte.
- der Fokus auf regionale Zertifikate als Anreizsystem gelegt werden soll. Hierzu soll ein regionales Handelssystem geprüft werden (z.B. Plattform für regionale Zertifikate).

Vor diesem Hintergrund gewinnt der Holzbau als regionale Senkenlösung zusätzlich an Bedeutung. Perspektivisch sollen daher das Thema CO₂-Kompensation sowie die Einführung eines kommunalen Kompensationsmodells – einschließlich einer Plattform für den regionalen Zertifikatehandel – systematisch in den Maßnahmenkatalog des Freiburger Klimaschutzkonzepts aufgenommen werden. Als fachliches Vorbild sollen dabei internationale Ansätze wie das dänische Modell dienen, das verbindliche LCA-basierte Treibhausgas-Grenzwerte im Gebäudesektor etabliert hat und damit sowohl Emissionsreduktionen als auch materialbezogene Klimawirkungen in Verbindung mit Parametern zum zirkulären Bauen adressiert. Diese Weiterentwicklung wird die Rolle des Holzbaus im kommunalen Klimaschutz stärken und regionale Holzbau-Removal-Credits als wirksamen Baustein auf dem Weg zur Klimaneutralität institutionell verankern.

4.2. Effekt auf Holzbau

Obwohl Mass Timber als Bauinnovation in den letzten Jahren technisch und wirtschaftlich immer leistungsfähiger geworden ist, bleibt der ökologische Beitrag zur Dekarbonisierung von Städten bislang begrenzt. Über CSC-Credits und freiwillige Kohlenstoffmärkte ließen sich Pfadabhängigkeiten reduzieren und ökologische Mehrwerte des Holzbaus monetarisieren. Voraussetzung sind standardisierte Anrechnungsverfahren und belastbare Datengrundlagen, die den Ausbau von Vorfertigung, Serialisierung und BIM-Anwendungen begünstigen und damit die Fragmentierung im Holzbau mindern.

CSC-Credits könnten einen wichtigen Entwicklungsschritt darstellen, um Mass Timber strategisch zu skalieren und die Konkurrenzfähigkeit des Holzbaus zu stärken. Das European Scientific Advisory Board on Climate Change (2025) betont zudem, dass frühe Einführung

und Nachfrageanreize für Removal-Strategien entscheidend sind, um Lernkurven und Skaleneffekte zu realisieren. In Freiburg bieten große Holzbauvorhaben wie Dietenbach und Kleineschholz hierfür geeignete Testfelder. Noch fehlen jedoch bauspezifische Präzisierungen der Klimaziele, die – kombiniert mit der CSC-Logik – zusätzliche Impulse für den urbanen Holzbau setzen könnten. Auch PEFC- und FSC-Systeme könnten durch Anforderungen an die Lieferketten zur Qualitätssicherung und besseren Marktvergleichbarkeit beitragen (Bott et al. 2019).

4.3. Begleitende Effekte

Weit über die eigentliche Klimawirkung hinausgehend, wirken sich flankierende Effekte positiv auf die Verbreitung des Holzbaus aus. Durch die Anforderungen an Datenqualität, Monitoring und transparente Berechnungsmethoden entsteht ein zusätzlicher Anreiz zur Harmonisierung von Standards sowie zur stärkeren Nutzung digitaler Werkzeuge wie BIM. Dies fördert nicht nur die Vergleichbarkeit von Bauprojekten, sondern erleichtert auch automatisierte Mengen- und Kohlenstoffberechnungen, was den Planungsaufwand reduziert, Kosten einspart und die „Readiness“ des Holzbaus erhöht.

Parallel führt die verstärkte Auseinandersetzung mit CO₂-Daten zu einer Professionalisierung entlang der gesamten Wertschöpfungskette: von Planenden über Hersteller*innen bis zu Bauherr*innen. Seriell vorgefertigte Holzbausysteme profitieren besonders, da ihre wiederholbaren Bauteilstrukturen sich gut für standardisierte Carbon-Accounting-Methoden eignen. Zudem kann die Harmonisierung zwischen EU-Regularien (CRCF) und privaten Standards (z. B. VCS) dazu beitragen, Unsicherheiten zu senken und die Marktakzeptanz zu steigern. Damit wirken CSC-Credits als Katalysator für Modernisierung: Sie beschleunigen digitale Transformation, Qualitätsstandards, Prozesssicherheit und Skalierbarkeit – und stärken so indirekt die Wettbewerbsfähigkeit des Holzbaus insgesamt.

5. Ausblick

5.1. Perspektive Europa

Die Einführung von THG-Grenzwerten im Gebäudesektor – wie sie im Rahmen der EU-Gebäuderichtlinie (EPBD) auf europäischer Ebene vorgesehen sind – signalisiert einen grundlegenden Paradigmenwechsel: weg von einer rein energetischen Betrachtung, hin zu einer umfassenden Klimawirkungsbilanz über den gesamten Lebenszyklus (vgl. EU-Kommission, EPBD-Revision, 2023). Mit der europaweiten Verankerung von Lebenszyklus-THG-Grenzwerten wird der Druck steigen, klimaoptimierte Baustoffe und Bauweisen systematisch einzusetzen und nachweisbar zu bewerten. Der Holzbau und darauf basierende CO₂-Speicherzertifikate könnten sich in diesem Kontext als strategische Schlüsseltechnologien etablieren.

Dänemark zeigt, wohin die Entwicklung führen kann: Bereits heute gelten dort politisch beschlossene THG-Grenzwerte für Neubauten, die schrittweise verschärft werden und die gesamte Branche zu klimaverträglichen Materialien, neuen Konstruktionslogiken und digitalisierten Nachweissystemen drängen (Danish Ministry of Transport and Housing 2023). Ähnliche Ambitionen entstehen in weiteren europäischen Städten – häufig getrieben von lokalen Pionierprojekten.

Wien nimmt hierbei eine klare Vorreiterrolle ein und integriert Lebenszyklusvorgaben zunehmend in seine Bauordnungen. Hamburg befindet sich in ersten praktischen Erprobungen, München arbeitet an einer systematischen Testphase für THG-Bewertungen im Quartiersmaßstab, und Paris sammelt mit ersten Einzelprojekten Erfahrungen im Umgang mit urbanen Kohlenstoffsenken, insbesondere im Holzbau. Außerhalb Europas setzt Vancouver mit der Anwendung des Verified Carbon Standard (VCS) bereits konkrete Anreize, um bio-basierte Speicherleistungen in die kommunale Klimaplanung zu integrieren.

5.2. Modellstadt Freiburg als Pionierin

Besonders wichtige Transformationsräume sind jedoch mittelgroße Städte, darunter Freiburg, Bonn oder Karlsruhe. Die Forschung zeigt, dass mittelgroße Städte aufgrund ihrer Governance-Strukturen, institutionellen Kapazitäten und Agilität eine Schlüsselrolle im urbanen Klimatransformationsprozess einnehmen (vgl. Bulkeley & Betsill 2013). Sie verfügen über ausreichend Größe, um wirksame Modellprojekte aufzubauen, zugleich aber über genug Flexibilität, um Innovationen schneller umzusetzen als Metropolen mit stark verfestigten Verwaltungsstrukturen. Damit können sie nicht immer „vorweggehen“ wie große Vorreiterstädte, aber sie schaffen übertragbare Verfahren, Werkzeuge und Standards, die insbesondere kleinere Kommunen ermutigen und leiten.

Freiburg bringt hierfür besonders günstige Voraussetzungen mit: eine hohe Dichte engagierter Akteur*innen entlang der gesamten Wertschöpfungskette Holz – von Forstwirtschaft, Sägewerken und Holzbauindustrie über Planung und Ausführung bis hin zu Verwaltung und Forschung –, ohne deren Zusammenspiel weder der Holzbau in dieser Größenordnung noch die Anwendung von Carbon-Storage-Methodiken möglich wäre. Hinzu kommen ein ambitioniertes Klimaneutralitätsziel, politische Rückendeckung und insbesondere das entstehende Neubauquartier Dietenbach, eines der größten Stadtentwicklungsprojekte Deutschlands. Mit mehreren tausend Wohneinheiten und hohen ökologischen Ambitionen bietet Dietenbach ein einzigartiges Reallabor, um Holzbau, digitale Planungsmethoden, LCA-basierte Steuerung und perspektivisch auch CO₂-Zertifizierungsansätze nicht nur auf Gebäude-, sondern auf Quartiers- und Stadtteilebene zu erproben. Dieses Skalierungspotenzial hebt Freiburg in eine Vorreiterposition, in der die Stadt langfristig Impulse in landesweiten und überregionalen Städtenetzwerken setzen kann – als Wegweiser für CO₂-Speicherstrategien im Holzbau, die auf einer leistungsfähigen, regional verankerten Wertschöpfungskette beruhen und in regionalen wie überregionalen Städtenetzwerken weiter verbreitet werden können.

Diese nationale und internationale Dynamik eröffnet für Städte wie Freiburg neue Handlungsspielräume. Durch die Kombination aus den bisherigen Aktivitäten zur Förderung des Holzbaus, regionaler Zertifikatslogik und kommunalen Pilotprojekten könnte Freiburg frühzeitig Strukturen aufbauen, die spätestens durch EU-Regulierung, nationale Klimavorgaben und regionale Klimaneutralitätsziele notwendig werden. Die kommenden Jahre entscheiden, ob regionale CO₂-Speicherleistungen aus dem Holzbau ein integrierter Bestandteil kommunaler Klimastrategien werden können.

5.3. Modellregion Baden-Württemberg

Während der europäische Rahmen ein weites regulatorisches Netz darstellt, erscheinen die Anrechnungsmöglichkeiten auf nationaler, regionaler und kommunaler Ebene unklarer. Um eine klare Zuordnung für unterschiedliche (geografische) Anrechnungsräume zu schaffen, sollten die Mitgliedsstaaten einen Rahmen - eine Art Template - vorgeben, wie die Bundesländer Emissionsgutschriften in ihre Klimagesetze integrieren wollen, so dass ein einheitlicher Rahmen gegeben ist, aber auch auf bundeslandtypische (regionale) Besonderheiten eingegangen werden kann. Dabei sollten die Klimagesetze der Länder (z. B. KlimaG BW) einen entsprechenden Passus zu Emissionsgutschriften enthalten. Im Zusammenspiel mit klarer formulierten kommunalen Minderungszielen für den Gebäudesektor und CDR-Anrechnungsmöglichkeiten könnte so die vertikale Integration gefördert, die bestehende Unübersichtlichkeit reduziert und dem Subsidiaritätsprinzip entsprechende Ansätze angestrebt werden. Das European Scientific Advisory Board on Climate Change (vgl. 2025) empfiehlt getrennte rechtsverbindliche Ziele für die Bruttoemissionsreduktion, die permanente Reduktion und die temporäre Reduktion. Darüber hinaus werden entfernungspezifische Reduktionsziele (und damit CSC-Strategien) für die kurz-, mittel- und langfristige Perspektive sowie die schrittweise Einbeziehung der dauerhaften Emissionsreduktion in das EU-Emissionshandelssystem hervorgehoben.

Ein strategischer Entwicklungsfahrplan für CO₂-Entnahmen, der die Schritte von den grundlegenden Weichenstellungen bis hin zu langfristig netto-negativen Emissionspfaden kann in folgender Weise skizziert werden (vgl. European Scientific Advisory Board on Climate Change 2025):

1. Zu Beginn stehen klare Zielsetzungen und verbindliche Qualitätsstandards, die Vertrauen schaffen und Investitionen ermöglichen.
2. Darauf aufbauend müssen Innovation, Biomasseverfügbarkeit und CO₂-Infrastruktur gezielt beschleunigt werden, um technische und organisatorische Voraussetzungen für wirksame Entnahmestrategien zu schaffen.
3. Erst wenn diese Grundlagen bestehen, können funktionsfähige Kohlenstoffmärkte entstehen, die sowohl permanente als auch temporäre CO₂-Entnahmen angemessen bepreisen und damit ökonomische Anreize setzen.

Langfristig bereitet dieser Prozess eine Entwicklung hin zu netto-negativen Emissionen vor, in der erweiterte Emittentenverantwortung und dauerhafte Klimastabilisierung im Fokus stehen. Als Grundlage für all diese Schritte wird ein gestärkter Regelungsrahmen hervorgehoben, der alle Schritte koordiniert und die Wirksamkeit der Maßnahmen absichert.

Die in Freiburg gewonnenen Erfahrungen zeigen eindrucksvoll, welches Potenzial in der CO₂-Zertifizierung des Holzbaus steckt – und vor allem, dass dieser Ansatz weit über die Stadtgrenzen hinaus Wirkung entfalten kann. Viele Kommunen in Baden-Württemberg stehen vor ähnlichen Herausforderungen und suchen nach innovativen Wegen, ihre Klimaziele zu erreichen und gleichzeitig regionale Wertschöpfung zu stärken. Genau hier eröffnet sich die Chance, Baden-Württemberg als Modellregion für klimawirksames Bauen und Kohlenstoffzertifikate zu positionieren. Das Ministerium für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg (MLR) verfolgt das Ziel, diesen Weg aktiv zu gestalten: durch die Sichtbarmachung von Pilotprojekten mittels einer Projektlandkarte,

den Aufbau gemeinsamer Standards und die Unterstützung von Kommunen, die die neue Methodik erproben und voranbringen wollen. Die Vorreiterrolle Freiburgs und anderer Städte – gestützt durch Großprojekte wie Dietenbach – kann dabei als inspirierendes Beispiel dienen, das anderen Städten Mut macht, eigene Schritte zu gehen. Dabei sollte das gesamte Narrativ, vom regional vorhandenen Rohstoff, einer starken Holzindustrie, innovativem Holzbau, sowie im Holzbau erfahrenen Planer*innen und Architekt*innen hervorgehoben werden. Auf diese Weise kann ein landesweites Momentum entstehen, das das Thema aus der Nische holt und Baden-Württemberg als führende Region für CO₂-Speicherung im Holzbau sichtbar macht.

Literaturverzeichnis

Bott, H.; Grassl, G. C.; Anders, S.; Church, D. (2019): Sustainable urban planning. Vibrant neighbourhoods, smart cities, resilience / editors and authors Helmut Bott, Gregor C. Grassl, Stephan Anders ; translation into English: Dominic Church. Munich: Edition Detail.

Bulkeley, H., & Betsill, M. M. (2013). Revisiting the urban politics of climate change. Environmental politics, 22(1), 136-154.

Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG) (KSG 2019). Bundes-Klimaschutzgesetz vom 12. Dezember 2019 (BGBl. I S. 2513), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 15. Juli 2024 (BGBl. 2024 I Nr. 235) geändert worden ist: <https://www.gesetze-im-inter-net.de/ksg/BJNR251310019.html> (Stand 08.08.2025)

Churkina, G., Organschi, A., Reyer, C.P.O., Ruff, A., Vinke, K., Liu, Z., Reck, B.K., Graedel, T.E., and Schellnhuber, H. J. (2020): Buildings as a global carbon sink. Nat. Sustain. 3, 269–276.

Climate Cleanup Foundation, Loots, J., Vandoorne-Feys, A., Van Hout, H., Tijssen, H., Tjoelker, T., Priolo, K. & Van Valenb, B. (2024): Certification Protocol for Net Carbon Removal Benefit of Biobased Construction. https://climatecleanup.org/wp-content/uploads/2024/05/EN_Climate_Cleanup_Certification_Protocol_Biobased_Construction_v1.0-4.pdf

EU-Kommission. (2023). Revision der Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (EPBD). Brüssel: Europäische Kommission.

European Scientific Advisory Board on Climate Change. (2025): Scaling up carbon dioxide removals: Recommendations for navigating opportunities and risks in the EU [Report]. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2800/3253650>
<https://www.nachhaltigkeitsrat.de/aktuelles/der-baubranche-wird-so-langsam-klar-welch-grossen-einfluss-sie-auf-den-klimawandel-hat/>

Huovila, A., Siikavirta, H., Rozado, C. A., Rökman, J., Tuominen, P., Paiho, S., Hedman, Å. & Ylén, P. (2022): Carbon-neutral cities: Critical review of theory and practice. Journal Of Cleaner Production, 341, 130912. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.130912>

Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg (KlimaG BW 2023): <https://www.landesrecht-bw.de/bsbw/document/jlr-KlimaSchGBW2023rahmen> (Stand 08.08.2025)

Lazarevic, D., Kautto, P. & Antikainen, R. (2019): Finland's wood-frame multi-storey construction innovation system: Analysing motors of creative destruction. Forest Policy And Economics, 110, 101861. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2019.01.006>

Michalak, H. & Michalak, K. (2024): Selected Aspects of Sustainable Construction—Contemporary Opportunities for the Use of Timber in High and High-Rise Buildings. *Energies*, 17(8), 1961. <https://doi.org/10.3390/en17081961>

Nagy, E., Jussila, J., Häyrinen, L., Lähtinen, K., Mark-Herbert, C., Toivonen, R., Toppinen, A. & Roos, A. (2024). Unlocking success: key elements of sustainable business models in the wooden multistory building sector. *Frontiers in Sustainability*, 5. <https://doi.org/10.3389/frsus.2024.1364444>

pro:Holz Austria (2024): <https://www.proholz.at/wald-holz-klima/holz-verwenden-ist-aktiver-klimaschutz>

Rat für Nachhaltige Entwicklung (RNE 2023): <https://www.nachhaltigkeitsrat.de/>

Santana-Sosa, A. & Kovacic, I. (2022): Barriers, Opportunities and Recommendations to Enhance the Adoption of Timber within Multi-Storey Buildings in Austria. *Buildings*, 12(9), 1416. <https://doi.org/10.3390/buildings12091416>

Stadt Freiburg (2022): Gemeinderatsbeschluss: Klimaschutzbilanz der Stadt Freiburg bis 2020 und Zielsetzung Klimaneutralität bis 2035. Beschlussvorlage G-22/186, 28.10.2022.

United Nations Environment Programme (2022): 2022 Global Status Report for Buildings and Construction: Towards a Zero emission, Efficient and Resilient Buildings and Construction Sector. Nairobi.

World Bank (2021): “State and Trends of Carbon Pricing 2021” (May), World Bank, Washington, DC. Doi: 10.1596/978-1-46481728-1. License: Creative Commons Attribution CC BY 3.0 IGO

Abkürzungsverzeichnis

BSH – Brettschichtholz (engl.: Glulam)

BSP – Brettsperrholz (engl.: CLT)

CDR – Carbon Dioxide Removal

CLT – Cross-Laminated Timber (dt.: BSP)

CO₂ – Kohlendioxid

CRCF – Carbon Removal Certification Framework (EU)

CSC – Carbon Storage in Construction

EPBD – Energy Performance of Buildings Directive (EU-Gebäuderichtlinie)

EU-ETS / ETS – EU Emissions Trading System (EU-Emissionshandel)

FSC – Forest Stewardship Council

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change

KlimaG BW – Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg

KSG – Bundes-Klimaschutzgesetz (Deutschland)

LCA – Life Cycle Assessment (Ökobilanz)

MRV – Monitoring, Reporting and Verification

PEFC – Programme for the Endorsement of Forest Certification

RNE – Rat für Nachhaltige Entwicklung

TEHG – Treibhausgas-Emissionshandelsgesetz (Deutschland)

VCM – Voluntary Carbon Market (freiwilliger Kohlenstoffmarkt)

VCS – Verified Carbon Standard (VERRA)

VCU(s) – Verified Carbon Unit(s)

WBGU – Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen

WMC – Wooden Multistorey Construction (mehrgeschossiger Holzbau)