



CLIMATE CHANGE MITIGATION  
AND ADAPTATION  
VIA  
FOREST MANAGEMENT  
CC4FOREST

PROJEKT NUMMER:  
2023-1-DE02-KA210-ADU-000166226



Kofinanziert von der  
Europäischen Union

# Partner



**Finanziert von der Europäischen Union. Die geäußerten Ansichten und Meinungen sind jedoch ausschließlich die des Autors/der Autoren und spiegeln nicht unbedingt die der Europäischen Union oder der Europäischen Exekutivagentur für Bildung und Kultur (EACEA) wider. Weder die Europäische Union noch die EACEA können für diese verantwortlich gemacht werden.**



**Dieses Werk ist lizenziert unter einer Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz.**

# MODUL 8: KOHLENSTOFFSPEICHERUNG IN WÄLDERN



# Table of Contents

---

• <b><u>Lernziel</u></b>	<b><u>i</u></b>
• <b><u>Einleitung</u></b>	<b><u>1</u></b>
• <b><u>Theoretischer Inhalt</u></b>	
◦ <u>Aufforstung</u>	<u>2</u>
◦ <u>Wiederaufforstung</u>	<u>5</u>
◦ <u>Praktische Beispiele für Aufforstung und Wiederaufforstung</u>	<u>8</u>
◦ <u>Waldökosysteme und Kohlenstoffspeicherung</u>	<u>12</u>
• <b><u>Schlussfolgerung</u></b>	<b><u>16</u></b>
• <b><u>Referenzen</u></b>	<b><u>17</u></b>



# Lernziele

---

die Begriffe Aufforstung und Wiederaufforstung zu verstehen:  
Bei der Aufforstung werden neue Wälder in zuvor unbewaldeten Gebieten angelegt, während bei der Wiederaufforstung die erschöpften Gebiete neu bepflanzt werden. Beide Praktiken tragen zum ökologischen Gleichgewicht und zur Abschwächung des Klimawandels bei.

Verstehen Sie die Rolle der Wälder bei der Kohlenstoffspeicherung:  
Wälder wirken als natürliche Kohlenstoffsinken, indem sie während der Photosynthese Kohlendioxid aufnehmen und speichern.

Erkennen Sie die Auswirkungen verschiedener Waldtypen auf die Kohlenstoffspeicherung:  
Verschiedene Wälder, wie tropische Regenwälder, Wälder der gemäßigten Zonen und boreale Wälder, speichern unterschiedliche Mengen an Kohlenstoff. Das Verständnis dieser Unterschiede hilft, die verschiedenen ökologischen Leistungen der verschiedenen Waldökosysteme zu schätzen.

Analyse der Auswirkungen der Entwaldung auf die Freisetzung von Kohlenstoff und die globalen Klimamuster:  
Die Entwaldung stört die Kohlenstoffbilanz, indem sie Wälder von Senken zu Quellen macht. Es werden Treibhausgase freigesetzt, die das globale Klimageschehen verändern. Das Erkennen dieser Folgen unterstreicht die Bedeutung der Verhinderung von Entwaldung für eine nachhaltige Waldbewirtschaftung.

# Einleitung

---

Willkommen zum Modul "Kohlenstoffbindung in Wäldern". Auf dieser Bildungsreise werden wir uns mit den grundlegenden Ideen der Aufforstung, der Wiederaufforstung und der Funktion der Wälder bei der Bindung von Kohlenstoff beschäftigen. Wir hoffen, Ihnen ein gründliches Verständnis für die komplexe Beziehung zwischen Wäldern und Klimawandel zu vermitteln, indem wir die verschiedenen Waldtypen und ihre unterschiedlichen Beiträge zur Kohlenstoffspeicherung untersuchen.

Unsere Lernziele sind ganz klar: Sie sollen die weitreichenden Auswirkungen der Entwaldung auf die Freisetzung von Kohlenstoff und die globalen Klimamuster analysieren, die Bedeutung von Aufforstung und Wiederaufforstung erkennen, wissen, wie Wälder auf natürliche Weise Kohlenstoff binden, und das Potenzial verschiedener Waldtypen zur Speicherung von Kohlenstoff verstehen.

Am Ende der Veranstaltung werden Sie diese grundlegenden Ideen verstanden haben und die dringende Notwendigkeit einer nachhaltigen Waldbewirtschaftung erkennen. Gemeinsam werden wir entdecken, welche entscheidende Rolle der Wald bei der Beeinflussung unserer Umwelt und der Abschwächung der Auswirkungen des Klimawandels spielt. Begleiten Sie uns auf dieser faszinierenden Reise.

# Aufforstung

---

Als Aufforstung bezeichnet man die Schaffung eines Waldes oder eines Baumbestands, der vorher nicht vorhanden war. Dabei werden Bäume auf Flächen gepflanzt, die entweder forstwirtschaftlich genutzt wurden oder brach lagen. Da kalkhaltige Böden mehr Kohlenstoff binden und die mikrobielle Aktivität fördern, ist die Aufforstung sowohl für den ökologischen als auch für den wirtschaftlichen Bodenschutz und die Verbesserung der Bodenqualität von entscheidender Bedeutung (Babur, 2019). Im Folgenden werden einige der Vorteile der Aufforstung genannt:

**1. Kohlenstoffsequestrierung:** Durch Techniken wie unterirdische Injektion und Neutralisierung ist die Kohlenstoffbindung ein Mechanismus zur Senkung der atmosphärischen Kohlendioxidkonzentration (Lackner, 2003). Infolge ihrer Photosynthese nehmen Bäume auf natürliche Weise Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) auf. Durch die Absorption und Speicherung von atmosphärischem Kohlenstoff trägt die Aufforstung zur Verlangsamung des Klimawandels bei.

- **Photosynthese (Pflanzen und Bäume):** Pflanzen nutzen einen Prozess, der als Photosynthese bekannt ist, um Kohlendioxid aus der Atmosphäre aufzunehmen. Die Pflanzen nutzen die Sonnenenergie, um während dieses Prozesses Kohlendioxid in Kohlenstoff und Sauerstoff aufzuspalten. Dies bedeutet, dass Pflanzen Kohlenstoff aus der Atmosphäre aufnehmen. Bedeutende Ökosysteme, die viel Kohlenstoff speichern, sind Wälder. Außerdem ist organischer Kohlenstoff im Waldboden vorhanden.
- **Ozeane (marine biogeochemische Prozesse):** Die Meere sind wichtig für die Aufnahme und Speicherung von Kohlendioxid. Durch Photosynthese nehmen die Organismen an der Meeresoberfläche, insbesondere das Phytoplankton, Kohlenstoff auf. Dieser Kohlenstoff wird von anderen Meerestieren verbraucht, und ein Teil des Kohlenstoffs bleibt lange Zeit im Meeresboden gespeichert (Vancoppenolle et al., 2013).
- **Technologie zur Abscheidung und Speicherung von Kohlenstoff (CCS):** Kohlendioxid aus Kraftwerken und anderen Industrieanlagen wird mit CCS, einer von Menschenhand entwickelten Methode, abgeschieden und gespeichert (Boot-Handford, et. al., 2014). Das Hauptziel dieser Technik ist die Abscheidung und Speicherung von CO<sub>2</sub>, bevor es in die Umwelt freigesetzt wird. Unterirdische Kavernen, Unterwasserspeicher und Techniken wie die Mineralisierung von Kohlendioxid sind Beispiele für Speicheroptionen.

# Aufforstung

---

**2. Verbesserung der biologischen Vielfalt:** Zur Förderung der biologischen Vielfalt gehört das Management invasiver Arten, die Kombination von Produktivität und Naturschutz und die Erhaltung der Artenvielfalt sowohl innerhalb als auch zwischen funktionalen Kategorien (Fischer et al., 2006). Durch die Schaffung von Lebensräumen für verschiedene Arten fördert die Aufforstung die Artenvielfalt. Da sie einer Vielzahl von Pflanzen- und Tierarten eine Heimat bietet, wird das ökologische Gleichgewicht aufrechterhalten.

- **Schaffung von Lebensraum:** Dank der Aufforstungsinitiativen können zahlreiche Pflanzen- und Tierarten ein neues Zuhause finden. Wachsende Pflanzen und Bäume bieten einer Vielzahl von Arten Nahrung, Deckung und Brutplätze.
- **Diversifizierung der Arten:** Die Planer können die Artenvielfalt bei der Aufforstung fördern, indem sie eine Vielzahl von Baumarten pflanzen (Hedges et al., 2014). Insekten, Vögel und Säugetiere werden von verschiedenen Pflanzenarten angezogen. Aufgrund dieser Vielfalt können verschiedene Arten in einem gesunden Ökosystem zusammenleben und die allgemeine Widerstandsfähigkeit der Umwelt verbessern.
- **Förderung endemischer Arten:** Bei Wiederaufforstungsprojekten werden häufig einheimische Baumarten verwendet. Einheimische Baumpflanzungen unterstützen einheimische Pflanzen, die sich an den umgebenden Lebensraum angepasst haben. Dadurch wird verhindert, dass eindringende Arten die einheimischen Pflanzen und Tiere verdrängen, und die besondere Artenvielfalt einer Region bleibt erhalten.
- **Ökosystemleistungen:** Es besteht ein direkter Zusammenhang zwischen biologischer Vielfalt und Ökosystemleistungen. Durch die Aufrechterhaltung der Nährstoffkreisläufe, die Kontrolle des Wasserflusses und die Verbesserung der Bodenqualität verbessert die Aufforstung diese Leistungen. In der neu aufgeforsteten Region entsteht durch die gegenseitige Abhängigkeit der verschiedenen Arten ein robusteres und sich selbst erhaltendes Ökosystem.
- **Genetische Vielfalt:** Durch die Aufforstung können Pflanzenarten eine größere genetische Vielfalt aufweisen. Damit Pflanzenarten langfristig anpassungsfähig sind und überleben können, insbesondere angesichts sich verändernder Umweltbedingungen, ist ein vielfältiger Genpool erforderlich.

# Aufforstung

---

**3. Erhaltung des Bodens:** Die Anwendung von landwirtschaftlichen Praktiken und Methoden zur Verhinderung von Bodenerosion, Degradation und Verlust der Bodenfruchtbarkeit wird als Bodenerhaltung bezeichnet (Nemani et al., 2022). Die Stabilität des Bodens wird durch die Verhinderung von Bodenerosion durch Baumwurzeln verbessert. Außerdem erhöhen Bäume die Bodenfruchtbarkeit und die Wasserrückhaltung.

- **Wurzelsysteme und Bodenstabilität:** Die Verhinderung von Bodenerosion wird durch das Wurzelwerk von Bäumen und anderen Pflanzen erheblich unterstützt. Bei der Aufforstung helfen die Wurzeln der Bäume, die Bodenpartikel zusammenzuhalten. Durch die Stärkung der Bodenstabilität verringert diese Bindungswirkung die Möglichkeit der Erosion durch Wasser- oder Windströme.
- **Verhinderung von Wassererosion:** Durch die Verringerung der Auswirkungen von Niederschlägen auf freiliegende Böden trägt die Aufforstung zur Verhinderung von Wassererosion bei. Der Niederschlag wird von den Baumkronen aufgefangen und gelangt nicht direkt auf die Bodenoberfläche (Zuazo & Pleguezuelo, 2008). Dadurch werden der Oberflächenabfluss und die erosive Kraft der Regentropfen verringert, so dass das Wasser allmählich in den Boden einsickern kann.
- **Windschutz und Schutz des Bodens:** Die Aufforstung bietet neben der Wassererosion auch einen starken Schutz vor Winderosion. Als natürlicher Windschutz bremsen Bäume den Windstrom in Bodennähe. Dadurch wird verhindert, dass sich Bodenpartikel lösen und vom Wind mitgerissen werden, was besonders in trockenen und halbtrockenen Gebieten wichtig ist, wo Winderosion ein großes Problem darstellt.
- **Verbesserung der Bodenstruktur:** Bei der Aufforstung entstehen organische Stoffe aus den Bäumen, die zur Verbesserung der Bodenstruktur beitragen. Diese verbesserte Bodenstruktur erhöht die Fähigkeit des Bodens, Nährstoffe zu speichern, verringert den Oberflächenabfluss und fördert die Wasserinfiltration. Gesunde Böden sind weniger anfällig für Erosion und Verschlechterung (Chen et al., 2008).
- **Nährstoffkreislauf und Fruchtbarkeit:** Der Nährstoffkreislauf des Ökosystems wird durch die Wiederaufforstung gefördert. Laut Bertrand und Kollegen (2009) nehmen Bäume Nährstoffe aus dem Boden auf, und wenn ihre Blätter und andere organische Abfälle zu Boden fallen, zersetzen sie sich und versorgen den Boden wieder mit wichtigen Nährstoffen. Durch die Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit fördert dieser Nährstoffkreislauf eine nachhaltige Landnutzung.

# Wiederaufforstung

---

Unter Wiederaufforstung versteht man die Wiederanpflanzung von Bäumen in einem Gebiet, das einst bewaldet war, aber aufgrund von Naturkatastrophen, Abholzung oder anderen menschlichen Aktivitäten abgeholzt oder dezimiert wurde. Dazu gehört auch die Festlegung der besten Arbeitstechnologien, um den Prozentsatz der Pflanzenfixierung und -erhaltung nach der Erneuerung und dem Ersatz von Abholzungen zu maximieren (Vlasin & Holonec, 2006). Zu den Vorteilen der Wiederaufforstung gehören:

**1. Kohlenstoff-Sequestrierung und -Speicherung:** Durch das Vergraben von komprimiertem CO<sub>2</sub> im Untergrund ist die Kohlenstoffsequestrierung eine Technik zur Verringerung der Kohlendioxidemissionen (Rabiu et al., 2020). Wie die Aufforstung trägt auch die Wiederaufforstung zur Verringerung der Treibhausgase bei, indem sie Kohlenstoff in der Baumbiomasse speichert und der Umwelt entzieht.

- Kohlenstoffbindung während des Wachstums: Die Biomasse, die Bäume während ihres Wachstums produzieren und die aus ihren Wurzeln, Stämmen, Ästen und Blättern besteht, absorbiert und speichert Kohlenstoff. Je größer und älter ein Baum ist, desto mehr Kohlenstoff kann in ihm gespeichert werden.
- Anhäufung von Biomasse: Die Aufforstung erhöht den Aufbau von Biomasse in Form von organischem Material, das die Kohlenstoffspeicherung verbessert. Durch den Abbau von herabgefallenen Blättern, Ästen und anderem Pflanzenmaterial tragen die Bäume dazu bei, dass der Boden im Laufe ihrer Entwicklung organisch kohlenstoffreicher wird.
- Kohlenstoffspeicherung im Boden: An Orten, die wieder aufgeforstet wurden, tragen die Baumwurzeln zur Kohlenstoffbindung im Boden bei. Durch mikrobielle Aktivität, verrottende Wurzeln und Wurzelexsudate wird organischer Kohlenstoff in den Boden aufgenommen. Auf diese Weise wird Kohlenstoff im Boden gespeichert und die Bodenfruchtbarkeit, die Struktur und die Feuchtigkeitsspeicherung verbessert.
- Minderung der Kohlenstoffemissionen: Durch den Ausgleich des Kohlendioxids, das durch Abholzung oder veränderte Landnutzung freigesetzt wird, trägt die Aufforstung zur Verringerung der Kohlendioxidemissionen bei. Die Kapazität zur Bindung von Kohlenstoff, die durch frühere Landnutzungspraktiken verloren gegangen ist, wird in den aufgeforsteten Regionen teilweise wiederhergestellt.

# Wiederaufforstung

---

**2. Wiederherstellung des Lebensraums:** Um ein widerstandsfähiges und sich selbst erhaltendes Ökosystem wiederherzustellen, das durch Abholzung geschädigt oder zerstört wurde, konzentriert sich die Wiederherstellung von Lebensräumen auf die Wiederherstellung der Vegetationsstruktur, der Artenvielfalt und der Ökosystemprozesse (Ruiz-Jean & Aide, 2005). Davon hängt das Überleben zahlreicher Pflanzen- und Tierarten ab.

- **Wiederherstellung von einheimischen Ökosystemen:** Die Anpflanzung einheimischer Baumarten, die sich an das Gebiet angepasst haben, ist ein allgemeines Ziel von Aufforstungsprojekten. Die Wiederaufforstung trägt dazu bei, Ökosysteme wiederherzustellen, die durch Abholzung, Entwaldung oder andere menschliche Aktivitäten gestört oder geschädigt wurden, indem die ursprünglichen Arten zurückkehren.
- **Wiederansiedlung von Arten:** Wiederaufgeforstete Gebiete bieten einer Reihe von Pflanzen- und Tierarten geeignete Lebensräume. Das Ökosystem wird komplexer und reift mit Bäumen, was die Wiederansiedlung einheimischer Arten erleichtert, die möglicherweise aus ihren natürlichen Lebensräumen verdrängt wurden oder deren Zahl zurückgegangen ist. Dazu kann eine Vielzahl von Wildtieren gehören, von größeren Säugetieren und Vögeln bis hin zu Insekten.
- **Verbesserte Artenvielfalt:** Durch die Schaffung von Ökosystemen, die eine Vielzahl von Arten beherbergen, erhöht die Aufforstung die Artenvielfalt. Vielfältige Interaktionen zwischen Pflanzen, Tieren, Pilzen und Mikroben werden durch die Entwicklung des Waldökosystems gefördert (Spake et al., 2015). Die Wiederherstellung widerstandsfähiger und ausgewogener Ökosysteme hängt von dieser Vielfalt ab.
- **Bessere Struktur und Funktion des Bodens:** Die Aufforstung trägt dazu bei, die Struktur und Funktionalität des Bodens zu verbessern. Die Wurzelsysteme von Bäumen tragen dazu bei, Wasser zu speichern, Bodenerosion zu verhindern und ein Umfeld zu schaffen, das das Wachstum einer Vielzahl von Pflanzenarten unterstützt (Gageler et al., 2014). Die allgemeine Gesundheit des Ökosystems hängt von gesunden Böden ab.

# Wiederaufforstung

---

- Schutz von Wassereinzugsgebieten: Aufgeforstete Regionen tragen zum Schutz von Wassereinzugsgebieten bei. Laut Sun und Kollegen. (2006) helfen Bäume dabei, den Wasserfluss zu kontrollieren, den Abfluss zu verringern und Schadstoffe zu filtern. So profitieren aquatische Arten und die allgemeine Gesundheit des Wassereinzugsgebiets wird durch die Wiederherstellung von aquatischen Lebensräumen gefördert.

**3. Nachhaltiges Ressourcenmanagement:** Um das ökologische Gleichgewicht zu erhalten und eine langfristige Versorgung mit Holz- und Nichtholzprodukten zu gewährleisten, ist die Wiederaufforstung ein notwendiger Bestandteil nachhaltiger Forstwirtschaftsmethoden. SRM in der Aufforstung beinhaltet die Verbesserung des sozial-ökologischen Systemmanagements durch mehr Verständnis und Fachwissen (Rammel et al., 2007).

- Holz und Nichtholzprodukte aus dem Wald: Die Wiederaufforstung bietet eine nachhaltige Versorgung mit Holz und Nichtholzprodukten aus dem Wald. Aufgeforstete Gebiete können die lokale Wirtschaft aufrechterhalten, ohne auf nicht nachhaltige Abholzungstechniken zurückzugreifen oder die Wälder zu erschöpfen, indem Bäume für die Holzproduktion gepflanzt und erhalten werden. Die langfristige Versorgung mit Holz wird durch eine nachhaltige Holzernte gewährleistet (Schaberg & Abt, 2004).
- Erhaltung des Bodens und der Fruchtbarkeit: Durch die Verringerung der Erosion und die Verbesserung der Bodenstruktur trägt die Wiederaufforstung zur Erhaltung des Bodens bei (Liu et al., 2020). Dies wirkt sich unmittelbar auf eine nachhaltige Landwirtschaft aus. Aufgeforstete Gebiete mit gesunden Böden können landwirtschaftliche Betriebe unterstützen, die Wasserqualität verbessern und die Bodenfruchtbarkeit langfristig erhöhen.
- Wasserwirtschaft: Aufgeforstete Flächen sind für eine nachhaltige Bewirtschaftung der Wasserressourcen unerlässlich. Bäume schützen Wassereinzugsgebiete, kontrollieren den Wasserfluss, verringern den Abfluss und verhindern die Bodenerosion (Sun et al., 2006). Um aquatische Ökosysteme zu erhalten und den Wasserbedarf von Haushalten, Industrie und Landwirtschaft zu decken, ist eine nachhaltige Wasserbewirtschaftung entscheidend.

# Praktische Beispiele für Aufforstung und Wiederaufforstung

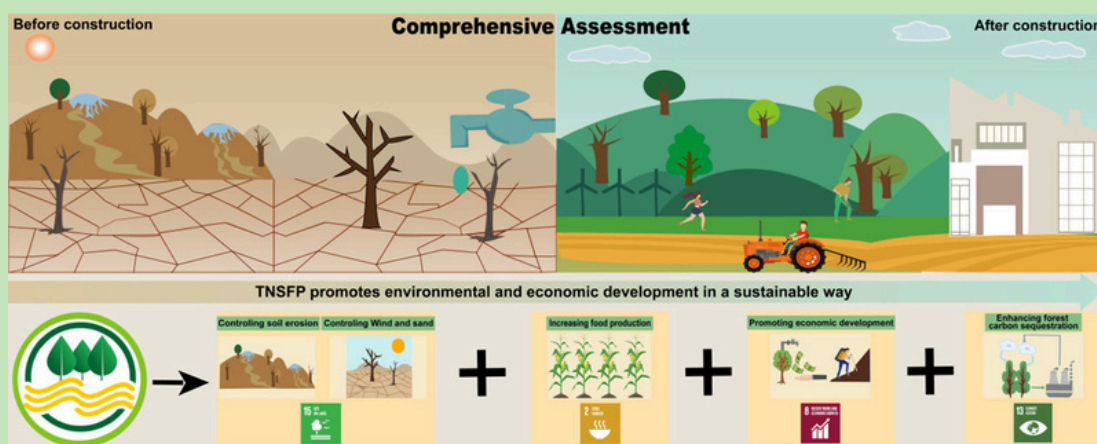
- **Drei-Nord-Schutzwald-Programm (China):**

Art: Aufforstung

Das Drei-Nord-Schutzwald-Programm, ein umfangreiches Aufforstungsprojekt in China, das manchmal auch als "Große Grüne Mauer" bezeichnet wird, wurde Ende des 20. Jahrhunderts gestartet. In den nördlichen Teilen Chinas, wo übermäßige Weidehaltung und Trockenheit schwere Umweltschäden verursacht haben, soll es die Wüstenbildung und Bodenerosion aufhalten.

Das Projekt umfasst die Anpflanzung von 4 480 km Bäumen in einem weiten Bereich Nordchinas. Um den Boden zu stabilisieren und eine Barriere gegen die Ausbreitung von Wüsten zu errichten, werden verschiedene Baumarten, darunter auch dürreresistente, gepflanzt. Ziel des Aufforstungsprojekts ist es, die Auswirkungen des Klimawandels zu verringern, landwirtschaftliche Flächen zu erhalten und die regionalen Ökosysteme zu verbessern.

Abbildung 1: Chinas Drei-Nord-Schutzwald-Programm



Hinweis: Entnommen aus dem Artikel von Zhai und Kollegen aus dem Jahr 2023

# Praktische Beispiele für Aufforstung und Wiederaufforstung

---

- **Bonanza Creek Langfristiges ökologisches Forschungsprogramm (Vereinigte Staaten):**

Art: Wiederaufforstung

In Alaska, USA, ist das Bonanza Creek Long-Term Ecological Research (LTER) Programm angesiedelt. Es umfasst die Erforschung der langfristigen ökologischen Dynamik des Ökosystems des borealen Waldes unter Berücksichtigung von Waldbränden und anderen natürlichen Störungen.

Die Forscher befassen sich mit der Wiederaufforstung und den ökologischen Erholungsprozessen, die nach Waldbränden auf natürliche Weise ablaufen. Die Initiative bietet aufschlussreiche Informationen darüber, wie sich der boreale Wald von Störungen erholt. Dieses Wissen trägt dazu bei, die Widerstandsfähigkeit des Ökosystems zu verbessern und die natürlichen Regenerationsprozesse in den Wäldern durch verbesserte Forstwirtschaftsmethoden zu unterstützen.

Abbildung 2: Bonanza Creek Experimental Forest (BCEF):



Hinweis: Entnommen von der Website [www.lter.uaf.edu/](http://www.lter.uaf.edu/)

# Praktische Beispiele für Aufforstung und Wiederaufforstung

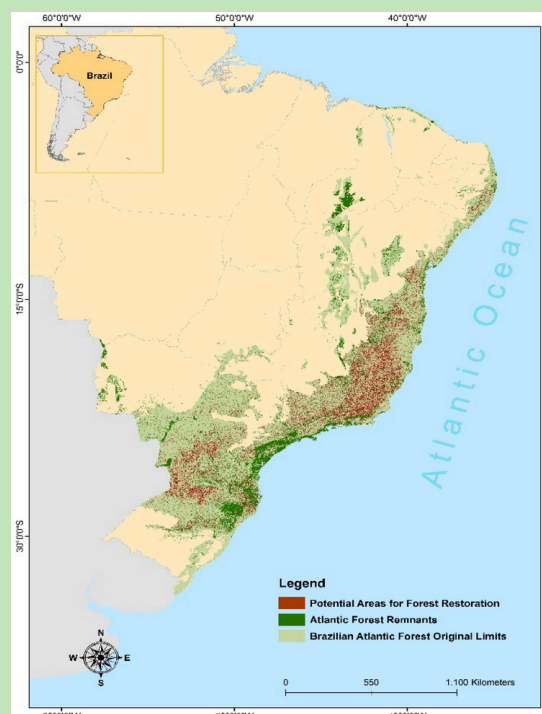
- **Pakt zur Wiederaufforstung des Atlantikwaldes (Brasilien):**

Art: Wiederaufforstung

Einer der weltweit am stärksten bedrohten Hotspots der biologischen Vielfalt, der Atlantische Wald, wird in Brasilien im Rahmen des Paktes zur Wiederaufforstung des Atlantischen Waldes wiederhergestellt und erhalten. In diesem Gebiet ist es durch Abholzung, Landwirtschaft und Urbanisierung zu einer erheblichen Abholzung gekommen.

Der Pakt sieht eine Zusammenarbeit zwischen Regierungsorganisationen, gemeinnützigen Organisationen und kommerziellen Unternehmen vor, um degradierte Gebiete wieder aufzuforsten. Die Anpflanzung einheimischer Baumarten verbessert die Artenvielfalt, schützt Wassereinzugsgebiete und stellt Ökosystemleistungen wieder her. Das Projekt zielt darauf ab, Korridore für die Bewegung von Wildtieren zu schaffen und zerstörte Waldstücke wieder zusammenzuführen.

Abbildung 3: Atlantischer Wald im Rahmen des Paktes zur Wiederherstellung des atlantischen Waldes in Brasilien



Entnommen aus dem Artikel von Pinto und Kollegen von 2014

# Praktische Beispiele für Aufforstung und Wiederaufforstung

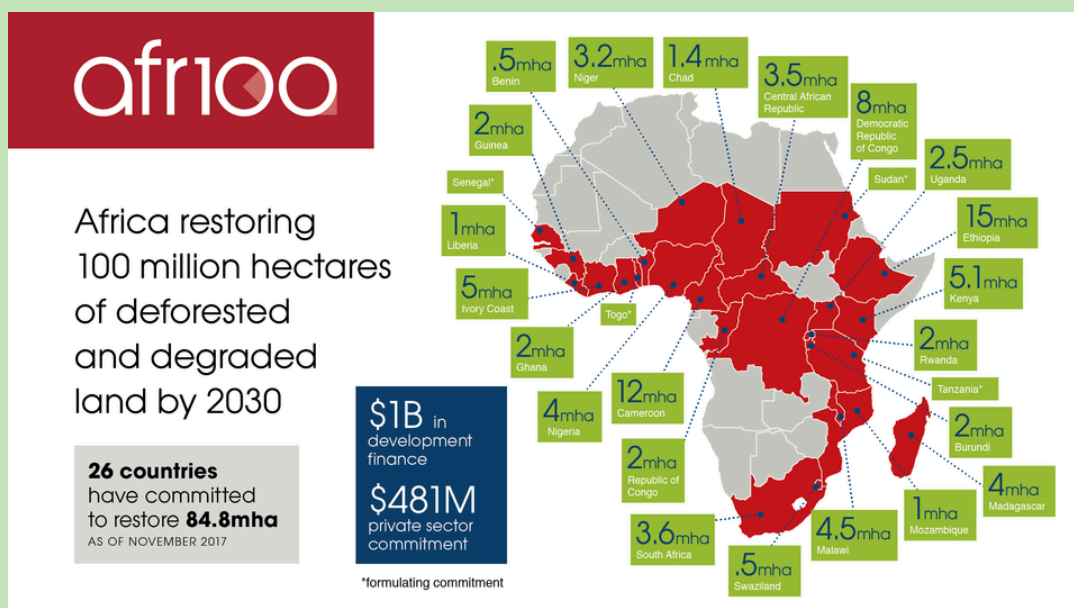
- Initiative zur Wiederherstellung der afrikanischen Waldlandschaften (AFR100):

Art: Aufforstung und Wiederaufforstung

Das Ziel des panafrikanischen Projekts AFR100 ist die Wiederherstellung von 100 Millionen Hektar degradierter und gerodeter Flächen in Afrika bis 2030. Um die Widerstandsfähigkeit zu stärken, eine nachhaltige Entwicklung zu fördern und die Gesundheit der Ökosysteme zu verbessern, konzentriert sich das Programm auf eine Kombination aus Aufforstungs- und Wiederaufforstungsinitiativen.

Die an AFR100 teilnehmenden Länder verpflichten sich, Wiederaufforstungsinitiativen zu schaffen und durchzuführen. Agroforstwirtschaft, nachhaltige Landwirtschaftstechniken und Baumpflanzungen sind einige dieser Programme. AFR100 legt großen Wert auf die Einbeziehung der Gemeinden, um sicherzustellen, dass die Wiederherstellungsmaßnahmen ihren Bedürfnissen und Zielen entsprechen.

Abbildung 4: Landrestaurierung mit 4-Millionen-Hektar-Zusage in Afrika



Hinweis: Entnommen von der Website [afr100.org/](http://afr100.org/)

# Waldökosysteme und Kohlenstoffspeicherung

---

## Waldtypen und Sequestrationspotenzial:

- **Tropische Regenwälder:** Diese äquatorialen Wälder sind unglaublich artenreich und effektive Kohlenstoffsinken. Sie nehmen am globalen Kohlenstoffkreislauf teil und tragen zur Bindung von CO<sub>2</sub> bei, auch wenn die Waldfläche und die Nettoprimärproduktivität als Folge des Klimawandels abnehmen könnten (Lyra et al., 2017).
- **Gemäßigte Wälder:** Wälder der gemäßigten Zonen, die in Gebieten mit ausgeprägten Jahreszeiten wie in Nordamerika und Europa zu finden sind, speichern jährlich 0,6-0,7 Petagramm Kohlenstoff; der Hauptprozess, der die Kohlenstoffbindung vorantreibt, ist die Stickstoffdeposition (Magnani et al., 2007). Bäume wie Ahorn und Eiche speichern den Kohlenstoff über einen langen Zeitraum.
- **Boreale Wälder:** Die borealen Wälder befinden sich in den hohen Breitengraden und bestehen hauptsächlich aus Nadelbaumarten. Diese Wälder speichern trotz ihrer geringeren Vielfalt erhebliche Mengen an Kohlenstoff in ihrer Biomasse und ihren Böden. Bewirtschaftete boreale Wälder können bei einer Umtriebszeit von 138 Jahren, die den optimalen Zeitraum für die Kohlenstoffbindung darstellt, 86,5 t C ha<sup>-1</sup> binden (Peichl et al., 2022).

# Waldökosysteme und Kohlenstoffspeicherung

---

## Auswirkungen der Entwaldung auf die Freisetzung von Kohlenstoff:

- **Verlust der Kohlenstoffsenke:**

Indem sie die Photosynthese nutzen, um atmosphärisches Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) aufzufangen und zu speichern, fungieren Wälder als Kohlenstoffsinken. Das CO<sub>2</sub> wird von den Bäumen aufgenommen, in organische Moleküle umgewandelt und in ihrer Biomasse gespeichert. Der in den Bäumen enthaltene Kohlenstoff wird in die Atmosphäre freigesetzt, wenn Wälder abgeholzt werden, insbesondere durch Abholzung oder Rodung für die Landwirtschaft (Bellassen & Luysaert, 2014). Dadurch wird das natürliche Gleichgewicht gestört, indem eine ansonsten effiziente Kohlenstoffsenke in eine Emissionsquelle verwandelt wird.

Der Amazonas-Regenwald, der als "Lunge der Erde" bekannt ist, ist eine riesige Kohlenstoffsenke. Wird der Wald jedoch in großem Umfang für Zwecke wie Holzeinschlag und Viehweiden gerodet, wird der in den Bäumen enthaltene Kohlenstoff freigesetzt, wodurch der Wald zu einer Quelle von Treibhausgasemissionen wird.

- **Emission von Treibhausgasen:**

Das Verbrennen von Bäumen, sei es absichtlich oder als Folge der Rodung, ist eine gängige Praxis bei der Abholzung von Wäldern. Bei der Verbrennung werden neben dem gespeicherten Kohlenstoff auch CO<sub>2</sub> und andere Treibhausgase wie Methan (CH<sub>4</sub>) und Distickstoffoxid (N<sub>2</sub>O) freigesetzt. Eine direkte Ursache für den Treibhauseffekt ist das Abbrennen von Wäldern. Laut Ishizuka und Kollegen (2002) haben Methan und Distickstoffoxid ein größeres Erwärmungspotenzial als Kohlendioxid, das das wichtigste Treibhausgas ist. Die globale Erwärmung und der Klimawandel werden durch diese Schadstoffe verursacht, da sie den Treibhauseffekt verstärken.

In Indonesien werden bei der Brandrodung Bäume verbrannt, insbesondere für Plantagen, auf denen Palmöl produziert wird. Dadurch werden beträchtliche Mengen an Kohlendioxid und anderen Treibhausgasen in die Atmosphäre freigesetzt.

# Waldökosysteme und Kohlenstoffspeicherung

---

- **Kohlenstoffverlust im Boden:**

Bäume sind für den Erhalt des organischen Materials im Boden unerlässlich. Die Wurzeln, Äste und herabfallenden Blätter dieser Pflanzen tragen zum organischen Kohlenstoffgehalt des Bodens bei. Dieser organische Prozess wird durch die Abholzung der Wälder beeinträchtigt. Ohne Bäume fehlt das schützende Blätterdach, das die Bodenfeuchtigkeit und -temperatur reguliert, was den Abbau der organischen Substanz beschleunigt (Laganière et al., 2010). Dadurch erhöht sich die Geschwindigkeit, mit der der Bodenkohlenstoff in die Atmosphäre freigesetzt wird, was zu den Kohlenstoffemissionen beiträgt.

Die Umwandlung von Wäldern in landwirtschaftliche Nutzflächen in den Vereinigten Staaten kann zu einem erheblichen Verlust an Bodenkohlenstoff führen. Wenn der Baumbewuchs verloren geht, wird der Boden der Sonne ausgesetzt, was die Zersetzung beschleunigt und den gespeicherten Kohlenstoff freisetzt.

- **Veränderte Kohlenstoffdynamik:**

In abgeholzten Gebieten kommt es zu Veränderungen im Kohlenstoffkreislauf des Ökosystems. Die natürliche Bewegung von Kohlenstoff zwischen der Atmosphäre, dem Boden und der Vegetation wird durch das Fehlen von Bäumen gestört. Die Dynamik des Kohlenstoffs wird durch das Abholzen von Bäumen gestört. Da organische Stoffe schneller abgebaut werden, wird Kohlendioxid in die Atmosphäre freigesetzt (Jauhainen, et. al., 2008). Die Stabilität und Widerstandsfähigkeit des Ökosystems wird durch diesen veränderten Kreislauf beeinträchtigt.

Die Dynamik des Kohlenstoffs kann durch die Abholzung der borealen Wälder in Kanada verändert werden. Durch das Fehlen der ausgedehnten Wurzelsysteme der Bäume beschleunigt sich die Zersetzungsrate, so dass der Kohlenstoff schneller in die Atmosphäre gelangt als in einem Wald, der nicht gestört wurde.

# Waldökosysteme und Kohlenstoffspeicherung

---

- **Kohlenstoffverlust im Boden:**

Bäume sind für den Erhalt des organischen Materials im Boden unerlässlich. Die Wurzeln, Äste und herabfallenden Blätter dieser Pflanzen tragen zum organischen Kohlenstoffgehalt des Bodens bei. Dieser organische Prozess wird durch die Abholzung der Wälder beeinträchtigt. Ohne Bäume fehlt das schützende Blätterdach, das die Bodenfeuchtigkeit und -temperatur reguliert, was den Abbau der organischen Substanz beschleunigt (Laganière et al., 2010). Dadurch erhöht sich die Geschwindigkeit, mit der der Bodenkohlenstoff in die Atmosphäre freigesetzt wird, was zu den Kohlenstoffemissionen beiträgt.

Die Umwandlung von Wäldern in landwirtschaftliche Nutzflächen in den Vereinigten Staaten kann zu einem erheblichen Verlust an Bodenkohlenstoff führen. Wenn der Baumbewuchs verloren geht, wird der Boden der Sonne ausgesetzt, was die Zersetzung beschleunigt und den gespeicherten Kohlenstoff freisetzt.

- **Veränderte Kohlenstoffdynamik:**

In abgeholzten Gebieten kommt es zu Veränderungen im Kohlenstoffkreislauf des Ökosystems. Die natürliche Bewegung von Kohlenstoff zwischen der Atmosphäre, dem Boden und der Vegetation wird durch das Fehlen von Bäumen gestört. Die Dynamik des Kohlenstoffs wird durch das Abholzen von Bäumen gestört. Da organische Stoffe schneller abgebaut werden, wird Kohlendioxid in die Atmosphäre freigesetzt (Jauhainen, et. al., 2008). Die Stabilität und Widerstandsfähigkeit des Ökosystems wird durch diesen veränderten Kreislauf beeinträchtigt.

Die Dynamik des Kohlenstoffs kann durch die Abholzung der borealen Wälder in Kanada verändert werden. Durch das Fehlen der ausgedehnten Wurzelsysteme der Bäume beschleunigt sich die Zersetzungsrate, so dass der Kohlenstoff schneller in die Atmosphäre gelangt als in einem Wald, der nicht gestört wurde.

# Schlussfolgerung

---

Daher sind Aufforstung und Wiederaufforstung wichtige Elemente ökologisch verantwortungsvoller Bemühungen. Wiederaufforstung ist eine wichtige Strategie zur Erhaltung der biologischen Vielfalt, zur Speicherung von Kohlenstoff und zur Verringerung der globalen Erwärmung. Der Prozess schont den Boden und trägt dazu bei, die Integrität des Ökosystems insgesamt zu erhalten.

Die Wiederaufforstung ist ein wichtiger präventiver Schritt gegen die Entwaldung und von wesentlicher Bedeutung für die Wiederherstellung von Ökosystemen, die Kohlenstoffbindung und die nachhaltige Bewirtschaftung von Ressourcen. Die verschiedenen Funktionen, die die verschiedenen Waldtypen bei der Kohlenstoffspeicherung erfüllen, zeigen, wie wichtig die Wälder für die Erhaltung des biologischen Gleichgewichts sind.

Die Untersuchung der Auswirkungen der Entwaldung auf die Kohlenstoffdynamik zeigt, wie dringend notwendig internationale Maßnahmen sind. Zu den wichtigsten Ansätzen zur Bekämpfung des Klimawandels und der Umweltzerstörung gehören Wiederaufforstung und Wiederbewaldung. Die Förderung nachhaltiger Praktiken auf globaler Ebene erfordert die Anerkennung ihrer wesentlichen Funktionen.

# Referenzen

---

Babur, E. (2019). Effects of parent material on soil microbial biomass carbon and basal respiration within young afforested areas. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 34, 101 - 94.

Bellassen, V., & Luysaert, S. (2014). Carbon sequestration: Managing forests in uncertain times. *Nature*, 506, 153 - 155.

Berthrong, S., Jobbágy, E., & Jackson, R. (2009). A global meta-analysis of soil exchangeable cations, pH, carbon, and nitrogen with afforestation.. *Ecological Applications : A Publication of the Ecological Society of America*, 19 8, 2228-41.

Bonanza Creek Experimental Forest (BCEF). Bonanza Creek Lter. (n.d.). <https://www.lter.uaf.edu/research/study-sites-overview>

Boot-Handford, M., Abanades, J., Anthony, E., Blunt, M., Brandani, S., Dowell, N., Fernández, J., Ferrari, M., Gross, R., Hallett, J., Haszeldine, R., Heptonstall, P., Lyngfelt, A., Makuch, Z., Mangano, E., Porter, R., Pourkashanian, M., Rochelle, G., Shah, N., Yao, J., & Fennell, P. (2014). Carbon capture and storage update. *Energy and Environmental Science*, 7, 130-189.

Chen, C., Condrón, L., & Xu, Z. (2008). Impacts of grassland afforestation with coniferous trees on soil phosphorus dynamics and associated microbial processes: A review. *Forest Ecology and Management*, 255, 396-409.

Dixon, R., Solomon, A., Brown, S., Houghton, R., Trexler, M., & Wisniewski, J. (1994). Carbon Pools and Flux of Global Forest Ecosystems. *Science*, 263, 185 - 190.

Fischer, J., Lindenmayer, D., & Manning, A. (2006). Biodiversity, ecosystem function, and resilience: ten guiding principles for commodity production landscapes. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 4, 80-86.

# Referenzen

---

Gageler, R., Bonner, M., Kirchhof, G., Amos, M., Robinson, N., Schmidt, S., & Shoo, L. (2014). Early Response of Soil Properties and Function to Riparian Rainforest Restoration. *PLoS ONE*, 9.

Hedges, S., Marin, J., Suleski, M., Paymer, M., & Kumar, S. (2014). Tree of Life Reveals Clock-Like Speciation and Diversification. *Molecular Biology and Evolution*, 32, 835 - 845.

Ishizuka, S., Tsuruta, H., & Murdiyarso, D. (2002). An intensive field study on CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, and N<sub>2</sub>O emissions from soils at four land-use types in Sumatra, Indonesia. *Global Biogeochemical Cycles*, 16.

Jauhiainen, J., Limin, S., Silvennoinen, H., & Vasander, H. (2008). Carbon dioxide and methane fluxes in drained tropical peat before and after hydrological restoration. *Ecology*, 89 12, 3503-14 .

Lackner, K. (2003). A Guide to CO<sub>2</sub> Sequestration. *Science*, 300, 1677 - 1678.

Laganière, J., Angers, D., & Paré, D. (2010). Carbon accumulation in agricultural soils after afforestation: a meta-analysis. *Global Change Biology*, 16.

Liu, H., Liu, Y., Wang, K., & Zhao, W. (2020). Soil conservation efficiency assessment based on land use scenarios in the Nile River Basin. *Ecological Indicators*, 119, 106864.

Lyra, A., Imbach, P., Rodriguez, D., Chou, S., Georgiou, S., & Garofolo, L. (2017). Projections of climate change impacts on central America tropical rainforest. *Climatic Change*, 141, 93-105.

Magnani, F., Mencuccini, M., Borghetti, M., Berbigier, P., Berninger, F., Delzon, S., Grelle, A., Hari, P., Jarvis, P., Kolari, P., Kowalski, A., Lankreijer, H., Law, B., Lindroth, A., Loustau, D., Manca, G., Moncrieff, J., Rayment, M., Tedeschi, V., Valentini, R., & Grace, J. (2007). The human footprint in the carbon cycle of temperate and boreal forests. *Nature*, 447, 849-851.

# Referenzen

---

Nemani, N. (2022). Conservation of our green lineage - The soil. *Asian Law & Public Policy Review*.

Peichl, M., Martínez-García, E., Fransson, J., Wallerman, J., Laudon, H., Lundmark, T., & Nilsson, M. (2022). Landscape-variability of the carbon balance across managed boreal forests. *Global Change Biology*, 29, 1119 - 1132.

Pinto, S. R., Melo, F., Tabarelli, M., Padovesi, A., Mesquita, C. A., Scaramuzza, C. A. D. M., ... & Brancalion, P. H. (2014). Governing and delivering a biome-wide restoration initiative: The case of Atlantic Forest Restoration Pact in Brazil. *Forests*, 5(9), 2212-2229.

Rabiu, K., Helm, R., Mumford, N., & Das, D. (2020). Geoelectrical characterisation of CO<sub>2</sub>-water systems in porous media: Application to carbon sequestration. *Environmental Earth Sciences*, 79.

Rammel, C., Stagl, S., & Wilfing, H. (2007). Managing complex adaptive systems — A co-evolutionary perspective on natural resource management. *Ecological Economics*, 63, 9-21.

Ruiz-Jaen, M., & Aide, T. (2005). Vegetation structure, species diversity, and ecosystem processes as measures of restoration success. *Forest Ecology and Management*, 218, 159-173.

Schaberg, R., & Abt, R. (2004). Vulnerability of Mid-Atlantic Forested Watersheds to Timber Harvest Disturbance. *Environmental Monitoring and Assessment*, 94, 101-113.

Spake, R., Ezard, T., Martin, P., Newton, A., & Doncaster, C. (2015). A meta-analysis of functional group responses to forest recovery outside of the tropics. *Conservation Biology*, 29, 1695 - 1703.

# Referenzen

---

Sun, G., Zhou, G., Zhang, Z., Wei, X., McNulty, S., & Vose, J. (2006). Potential water yield reduction due to forestation across China. *Journal of Hydrology*, 328, 548-558.

TerrAfrica. (2017). Nigeria - Africa's largest economy - backs land restoration with 4-million-hectare pledge. AFR100. <https://afr100.org/content/nigeria-africas-largest-economy-backs-land-restoration-4-million-hectare-pledge>

Vancoppenolle, M., Meiners, K., Michel, C., Bopp, L., Brabant, F., Carnat, G., Delille, B., Lannuzel, D., Madec, G., Moreau, S., Tison, J., & Merwe, P. (2013). Role of sea ice in global biogeochemical cycles: emerging views and challenges. *Quaternary Science Reviews*, 79, 207-230.

Vlasin, H., & Holonec, L. (2006). The increase of sessile oak plants fixing and maintenance percentage in lechința forestry district. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca: Horticulture*, 63, 106-110.

Voldoire, A., & Royer, J. (2004). Tropical deforestation and climate variability. *Climate Dynamics*, 22, 857-874.

Wajim, J. (2020). Impacts Of Deforestation On Socio-Economic Development And Environment In Nigeria. *The International Journal of Social Sciences and Humanities Invention*, 7, 5852-5863.

Zhai, J., Wang, L., Liu, Y., Wang, C., & Mao, X. (2023). Assessing the effects of China's Three-North Shelter Forest Program over 40 years. *Science of The Total Environment*, 857, 159354.

Zuazo, V., & Pleguezuelo, C. (2008). Soil-erosion and runoff prevention by plant covers. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 28, 65-86.



**Kofinanziert von der  
Europäischen Union**

**Finanziert von der Europäischen Union. Die geäußerten  
Ansichten und Meinungen sind jedoch ausschließlich die des  
Autors/der Autoren und spiegeln nicht unbedingt die der  
Europäischen Union oder der Europäischen Exekutivagentur  
für Bildung und Kultur (EACEA) wider. Weder die Europäische  
Union noch die EACEA können für diese verantwortlich  
gemacht werden.**