

BVU

Departement Bau, Verkehr und Umwelt

November | 2024

Der Beitrag des Aargauer Waldes an «Netto-Null bis 2050»

Im Kanton Aargau ist ein Drittel der Kantonsfläche bewaldet. Anhand eines Modells wurde ermittelt, wie gross der Beitrag des Aargauer Waldes an das Klimaziel «Netto-Null bis 2050» unter Berücksichtigung verschiedener Szenarien sein könnte.



Ausgangslage und Ziele

Die Klimastrategie des Kantons Aargau zielt darauf ab, das klimapolitische Ziel des Bundes «Netto-Null bis 2050» zu unterstützen. In einer Studie wurde untersucht, inwiefern der Aargauer Wald einen Beitrag dazu leisten kann.

Der Wald erfüllt vielfältige Funktionen: Er ist beispielsweise Erholungsraum für die Bevölkerung, bietet Tieren und Pflanzen Lebensraum, schützt vor Naturgefahren und liefert den nachhaltigen Rohstoff Holz. Zudem tragen die Aargauer Wald- und Holzwirtschaft sowie die mit der Verwendung von Holz verbundenen Substitutionseffekte zur Reduktion von Treibhausgasemissionen bei. Dies geschieht durch die Aufnahme von Kohlendioxid (CO₂) im Wald, die Verarbeitung von Holz zu langlebigen Holzprodukten und die Nutzung von Holz als Energieträger.

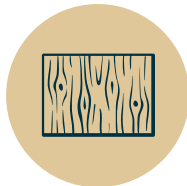
Die Studie "CO₂-Wirkung des Aargauer Waldes" zeigt auf, was der Wald und die relevanten Akteurinnen und Akteure zur Optimierung der CO₂-Wirkung (Senkenleistung und Einsparung) beitragen können. Dazu zählen Waldeigentümerinnen und -eigentümer, die Holzverarbeitende Industrie, Konsumentinnen und Konsumenten, Baubranche, Wirtschaft, Politik und Kanton.

Im Rahmen der Studie wurden verschiedene Szenarien für den Zeitraum von 2025–2100 modelliert, um den Beitrag der Aargauer Wald- und Holzwirtschaft sowie des Substitutionseffekts an der Reduktion der kantonalen Treibhausgasemissionen zu ermitteln. Im Zentrum standen dabei die in der folgenden Grafik ersichtlichen Leitfragen:



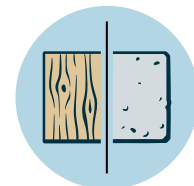
CO₂-Speicher im Wald

Wie gross ist der Beitrag des Aargauer Waldes an Netto-Null gemessen an den jährlichen kantonalen Emissionen?



CO₂-Speicher im Holz

Wie gross ist der rechnerische Anteil an Aargauer Holz an den Holzneubauten (Mehrfamilienhäuser) im Kanton – reicht er aus, um den Bedarf zu decken?



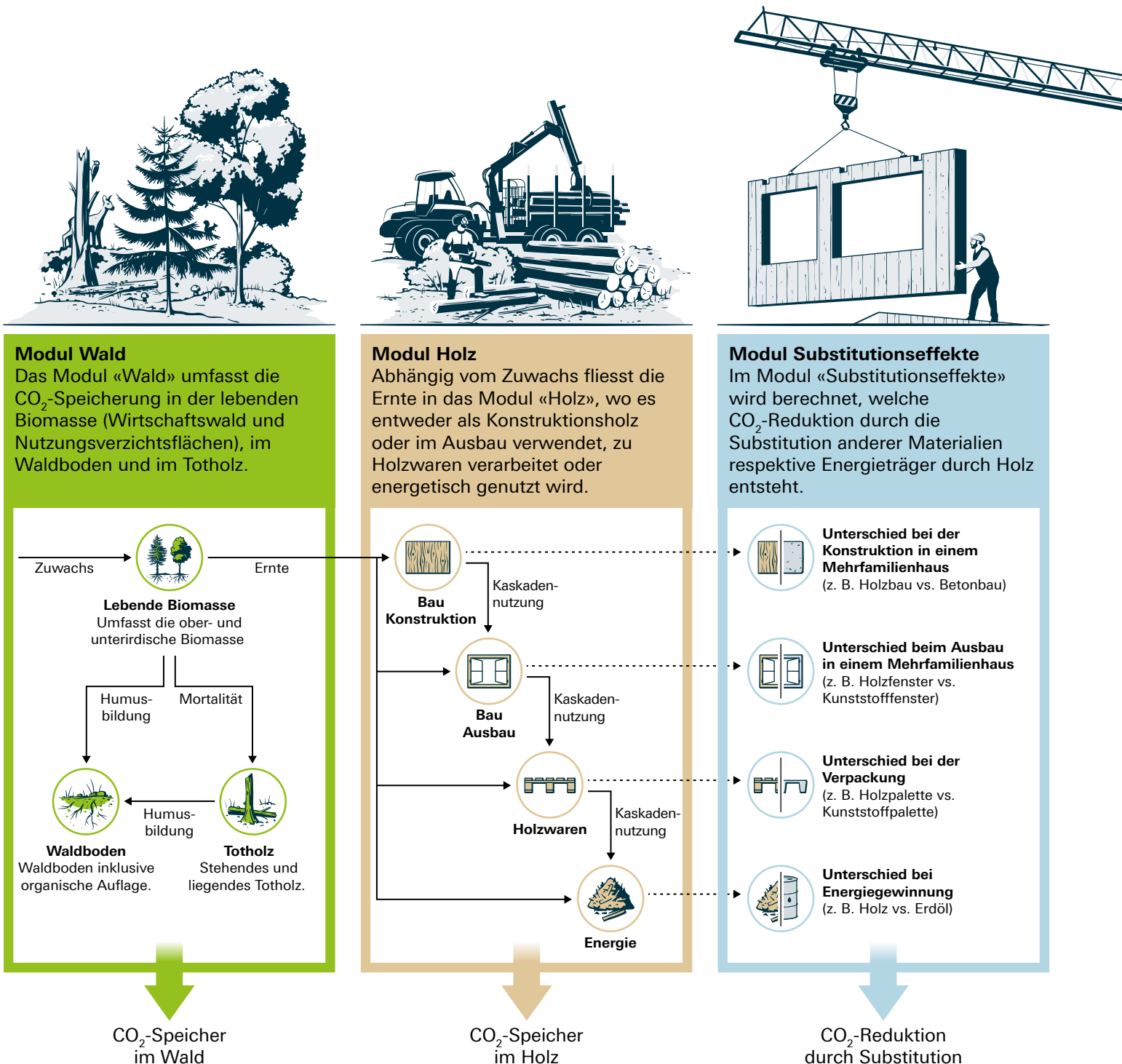
CO₂-Reduktion durch Substitution

Wie gross ist der Beitrag von Aargauer Energieholz gemessen am kantonalen Endenergieverbrauch?

Für die Studie «CO₂-Wirkung des Aargauer Waldes» wurden drei Leitfragen formuliert.

Modell

Das entwickelte Modell besteht aus den drei Modulen «Wald», «Holz» und «Substitutionseffekte» und bildet die gesamte CO₂-Wirkung des Aargauer Waldes ab. Die drei Module beeinflussen sich gegenseitig.



Szenarien

Um den Beitrag des Aargauer Waldes am Ziel «Netto-Null bis 2050» zu ermitteln, wurden die drei Szenarien «Basis», «Energie» sowie «CO₂-optimiert» untersucht.

Das **Basis-Szenario** beruht auf den Inventurdaten des Kantons Aargau (2016) sowie Daten zur Holznutzung der letzten fünf Jahre, entspricht also der aktuellen Waldbewirtschaftung.

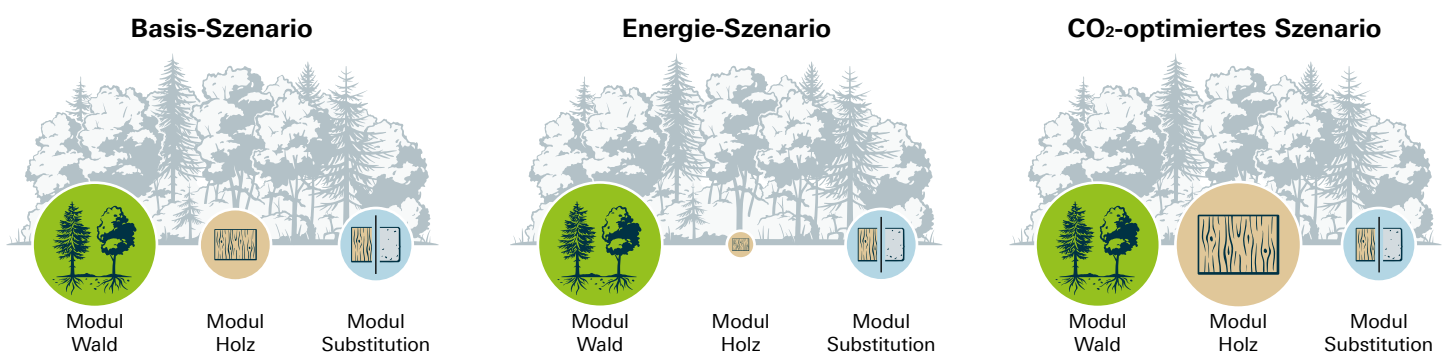
Im Gegensatz dazu fliesst im **Energie-Szenario** ein grösserer Anteil des Holzes in die energetische Nutzung. Dies trifft ein, falls die holzverarbeitende Industrie das vermehrt zuwachsende Laubholz stofflich nicht verwerten kann und gleichzeitig aufgrund des klimatisch bedingten Rückgangs weniger Nadelholz zur Verfügung steht.

Das **CO₂-optimierte Szenario** zielt darauf ab, die CO₂-Wirkung insbesondere durch die Erhöhung des Anteils an Stamm- und Industrieholz, die Verarbeitung des Rundholzes zu möglichst langlebigen Produkten und die Förderung der Kaskadennutzung

zu optimieren. In der Kaskadennutzung erfolgt eine mehrmalige stoffliche oder chemische Verwendung, bevor der Rohstoff Holz energetisch verwertet wird.

Der Klimawandel wird zukünftig zu einem verringerten Zuwachs führen. Dies wurde zusätzlich für jedes der drei genannten Szenarien im Modell als «reduzierter Zuwachs» berücksichtigt. Dabei wird im Zeitraum 2025–2100 von einem um 20 Prozent verringerten Zuwachs ausgegangen, wobei der Prozess vorerst langsam abläuft und sich ab 2050 deutlich beschleunigt. Nicht berücksichtigt wurde die allfällige Zunahme grossflächiger Waldschäden aufgrund des Klimawandels.

Das Jahr 2050 ist als Zieljahr für das Erreichen von «Netto-Null» definiert, entsprechend wurde für die Modellierung aller Szenarien «Netto-Null bis 2050» angenommen.



Im Rahmen der Studie wurden drei verschiedene Szenarien modelliert: «Basis-Szenario», «Energie-Szenario» und «CO₂-optimiertes Szenario».

Resultate

Der Vergleich der Szenarien zeigt, dass im CO₂-optimierten Szenario am meisten CO₂ gespeichert und eingespart werden kann, nämlich rund 3,7 Prozent der heutigen jährlichen Emissionen im Kanton Aargau.

Im Vergleich zum CO₂-optimierten Szenario beträgt der Einsparungs-Effekt des Basis-Szenarios 2,5 Prozent und jener des Energie-Szenarios 2,2 Prozent. Der geringe Senkeneffekt* des Energie-Szenarios im Vergleich zum Basis- und CO₂-optimierten Szenario ist auf die kurze Verweildauer des Holzes im Energiespeicher zurückzuführen.

Generell führt der klimawandelbedingte reduzierte Zuwachs bei jedem der drei Szenarien dazu, dass

die CO₂-Wirkung abnimmt. Trotzdem schneidet das CO₂-optimierte Szenario auch unter reduziertem Zuwachs mit einem Anteil von 3,1 Prozent der heutigen jährlichen Emissionen im Kanton Aargau besser ab als das Basis- und das Energie-Szenario ohne reduzierten Zuwachs. Die geringsten Effekte erzielen unter dem klimawandelbedingten reduzierten Zuwachs das Basis-Szenario mit 2,1 Prozent sowie das Energie-Szenario mit 1,7 Prozent.

Basis-Szenario

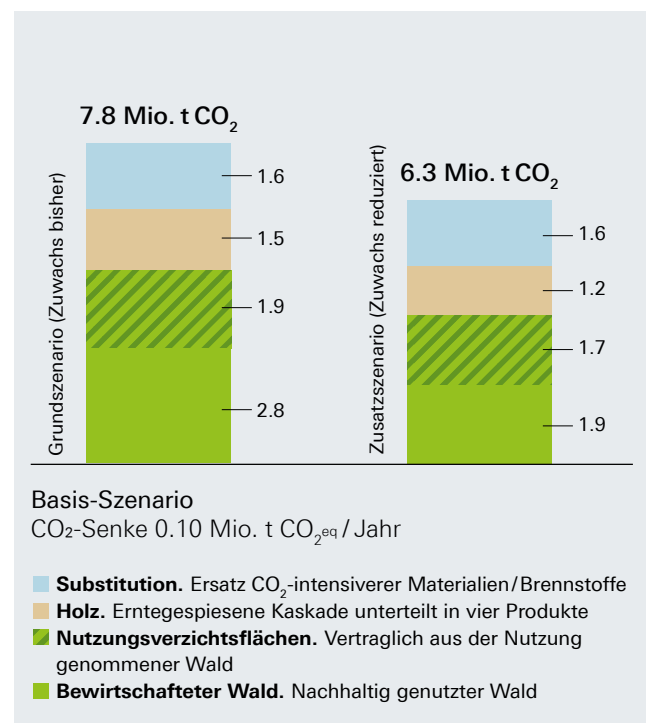


Im Basis-Szenario ohne reduzierten Zuwachs werden durchschnittlich 0,1 Millionen Tonnen CO₂ pro Jahr gespeichert und eingespart. Dies entspricht rund 2,5 Prozent der heutigen jährlichen Emissionen im Kanton Aargau (4,1 Millionen Tonnen CO₂). Kumuliert über den Zeitraum von 2025–2100 könnten 7,8 Millionen Tonnen CO₂ gespeichert und eingespart werden.

Reduzierter Zuwachs

Bei reduziertem Zuwachs im Basis-Szenario werden durchschnittlich 0,084 Millionen Tonnen CO₂ pro Jahr gespeichert und eingespart. Dies entspricht rund 2,1 Prozent der heutigen jährlichen Emissionen im Aargau (Abnahme der Wirkung um 19 Prozent im Vergleich zum Basis-Szenario ohne reduzierten Zuwachs). Kumuliert ergäbe dies für den Zeitraum von 2025–2100 6,3 Millionen Tonnen CO₂.

Der grösste Senkeneffekt im Basis-Szenario wird mit etwa 60 Prozent, respektive 56 Prozent (reduzierter



Zuwachs) im Modul Wald erzielt, gefolgt von den Modulen Substitutionseffekte und Holz. Im Modul Wald dominieren die Senkeneffekte durch die lebende Biomasse, im Modul Holz durch den Ausbau und bei den Substitutionseffekten durch die Energiesubstitution.

*Zur Vereinfachung werden die Effekte CO₂-Speicherung und CO₂-Einsparung zusammengefasst als Senke bezeichnet.

Energie-Szenario

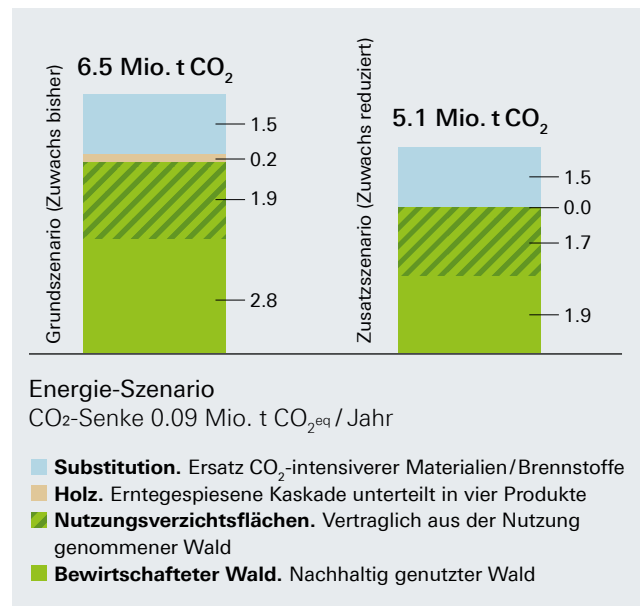


Durchschnittlich werden im Energie-Szenario 0,09 Millionen Tonnen CO₂ pro Jahr gespeichert und eingespart. Dies entspricht rund 2,2 Prozent der heutigen jährlichen Emissionen im Kanton Aargau. Über den Zeitraum von 2025–2100 könnten so 6,5 Millionen Tonnen CO₂ gespeichert und eingespart werden.

Reduzierter Zuwachs

Bei reduziertem Zuwachs im Energie-Szenario werden durchschnittlich 0,068 Millionen Tonnen CO₂ pro Jahr gespeichert und eingespart, dies entspricht rund 1,7 Prozent der heutigen jährlichen Emissionen im Kanton (Abnahme um 21 Prozent im Vergleich zum Energie-Szenario ohne reduzierten Zuwachs). Kumuliert ergäbe dies für den Zeitraum von 2025–2100 5,1 Millionen Tonnen CO₂.

Der grösste Senkeneffekt wird im Energie-Szenario mit etwa 73 Prozent, respektive 69 Prozent (reduzierter Zuwachs) im Modul Wald erzielt, gefolgt vom



Modul Substitutionseffekte mit etwa 24 Prozent, respektive 30 Prozent (reduzierter Zuwachs). Das Modul Holz spielt eine untergeordnete Rolle mit vier Prozent respektive einem Prozent (reduzierter Zuwachs). Im Modul Wald dominieren die Senkeneffekte durch die lebende Biomasse, im Modul Holz durch die Energie und bei den Substitutionseffekten durch die Energiesubstitution.

CO₂-optimiertes Szenario

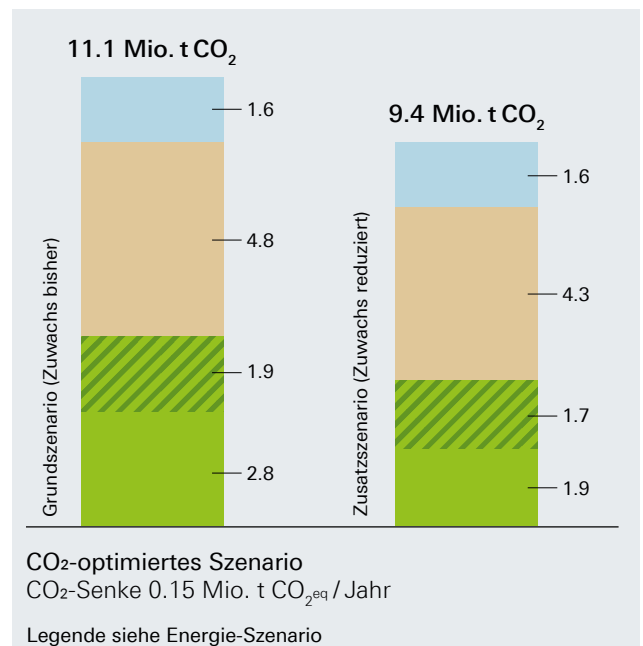


Im CO₂-optimierten Szenario werden durchschnittlich 0,15 Millionen Tonnen CO₂ pro Jahr gespeichert und eingespart. Dies entspricht rund 3,7 Prozent der heutigen jährlichen Emissionen im Aargau. Kumuliert über die Jahre 2025–2100 könnten 11,1 Millionen Tonnen CO₂ gespeichert und eingespart werden.

Reduzierter Zuwachs

Bei reduziertem Zuwachs im CO₂-optimierten Szenario werden durchschnittlich 0,125 Millionen Tonnen CO₂ pro Jahr gespeichert und eingespart, dies entspricht rund 3,1 Prozent der heutigen jährlichen Emissionen im Kanton (Abnahme der Wirkung um 15 Prozent im Vergleich zum Szenario ohne reduzierten Zuwachs). Kumuliert ergäbe dies von 2025–2100 9,4 Millionen Tonnen CO₂.

Der grösste Senkeneffekt wird in den Modulen Holz mit 42 Prozent respektive 46 Prozent (reduzierter Zuwachs) sowie Wald mit 42 Prozent, respektive 38



Prozent (reduzierter Zuwachs) erzielt. Der Einfluss des Moduls Substitutionseffekte ist mit 15 Prozent, respektive 17 Prozent (reduzierter Zuwachs) deutlich geringer. Im Wald dominieren die Senkeneffekte durch die lebende Biomasse, im Holz durch den Ausbau und bei den Substitutionseffekten durch die Energiesubstitution.

Was leistet der Aargauer Wald?

Gemäss Modell leistet der Aargauer Wald einen Beitrag im einstelligen Prozentbereich an den Ausgleich der kantonalen CO₂-Emissionen. Wie ist dies einzuordnen?

Einordnung der Leistung

Im Vergleich zu den angestrebten Absenkpfeilen sind die ermittelten Senken- und Substitutionseffekte des Aargauer Waldes gering. Dies verdeutlicht ein exemplarischer Vergleich mit den Grosseemittenten des Kantons: Die beiden Zementproduzenten im Aargau emittieren jährlich je nach Szenario das sechs- bis neunfache der mittleren positiven CO₂-Wirkung des Aargauer Waldes, der Landwirtschaftssektor

das vier- bis sechsfache. Aber: Das System Wald und Holz weist neben der positiven Senkenleistung ein bedeutendes Kohlenstofflager auf (aktuell rund 42 Millionen Tonnen CO₂, davon 96 Prozent im Modul Wald). Dies entspricht ziemlich genau den heutigen jährlichen inländischen Gesamtemissionen der Schweiz.

Beitrag der Akteurinnen und Akteure

Die Waldeigentümerinnen und -eigentümer, die holzverarbeitende Industrie, die Konsumentinnen und Konsumenten, die Wirtschaft, die Politik und der Kanton können ihren Beitrag leisten.

Über die drei in der folgenden Grafik dargestellten Massnahmen kann die CO₂-Wirkung optimiert

werden. Um das angestrebte Ziel von «Netto-Null bis 2050» zu erreichen, sind jedoch auch Massnahmen in allen anderen Bereichen (Verkehr, Gebäude, Industrie, Landwirtschaft) umzusetzen. Damit können mitunter negative Auswirkungen auf den Wald reduziert werden.



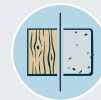
CO₂-Speicher im Wald

Erzeugung eines möglichst hohen nachhaltigen Zuwachses im Wald.



CO₂-Speicher im Holz

Verarbeitung des nachwachsenden Rohstoffs Holz zu möglichst langlebigen Produkten.



CO₂-Reduktion durch Substitution

Förderung der Kaskadennutzung: Den Rohstoff Holz mehrmals im Sinne der Kreislaufwirtschaft so hochwertig wie möglich stofflich oder chemisch verwenden und erst am Ende der Einsatzmöglichkeiten energetisch verwerten.

Mit diesen drei Massnahmen kann der Beitrag des Aargauer Waldes an «Netto-Null bis 2050» optimiert werden.



Beitrag des Waldes

In der lebenden Biomasse, im Totholz und im Waldboden sind grosse Mengen an Kohlenstoff gespeichert. Waldeigentümerinnen und -eigentümer können mit der Förderung der Baumartenvielfalt, des Laubholzes und des Totholzes sowie einer bodenschonenden Holzernte einen wesentlichen Beitrag zur Erhaltung beziehungsweise Vergrösserung

des gespeicherten Kohlenstoffs leisten. Auch die Jungwaldpflege ist ein wichtiger Hebel, um die Waldentwicklung an den Klimawandel anzupassen und gleichzeitig mehr CO₂ zu binden. Die Ausscheidung von Nutzungsverzichtsflächen im Wald ist zur Förderung der Biodiversität sinnvoll und stellt eine temporäre CO₂-Senke dar.

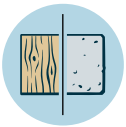


Beitrag der Holzwirtschaft

Eine nachhaltige Waldbewirtschaftung ist Voraussetzung dafür, dass der Einsatz von Holz in den nachgelagerten Prozessen eine zusätzliche Senkenleistung erbringen kann. Hier besteht das grösste Optimierungspotenzial: Der Anteil an Stamm- und Industrieholz soll erhöht und Rundholz zu möglichst langlebigen Produkten verarbeitet werden. Zudem ist die Kaskadennutzung zu fördern, indem der Rohstoff Holz mehrmals stofflich oder chemisch verwendet und erst am Ende des Lebenszyklus energetisch verwertet wird. Wie kann dies umgesetzt werden? Die Sortimentsverschiebung Richtung Stamm- und Industrieholz basiert massgeblich auf den im Wald wachsenden Beständen, die durch die Waldeigentümerinnen und -eigentümer, beziehungsweise die Förster und Försterinnen mit der Waldbewirtschaftung gesteuert werden. Zudem wird die Sortimentsgestaltung durch die Absatzmöglichkeiten (z. B. lokale Schnitzelheizung) und die Marktpreise beeinflusst, die sich aus Angebot und Nachfrage ergeben. Um vermehrt Produkte für den Holzbau herzustellen und damit den Import reduzieren zu können, sind die inländischen Verarbeitungskapazitäten durch die Holzverarbeiter zu optimieren. Zudem sind auf

technischer Seite Weiterentwicklungen gefordert. Konsumentinnen und Konsumenten leisten einen Beitrag, indem sie Wohneigentum mit Holz bauen, Holz- und Holzrecyclingprodukte kaufen oder mit Holz heizen. Aktuell liesse sich rechnerisch knapp ein Drittel des jährlichen Bedarfs für neu im Kanton Aargau gebaute Mehrfamilienhäuser aus Holz mit Holz aus dem Aargauer Wald decken. Das restliche Holz müsste aus anderen Kantonen oder dem Ausland importiert werden. Der Anteil an Aargauer Holz liesse sich gemäss dem CO₂-optimierten Szenario bis ins Jahr 2050 praktisch verdoppeln.

Baubranche und Wirtschaft sind aufgefordert, den Holzanteil in Konstruktion und Ausbau zu fördern, auf eine vermehrte Nachfolgenutzung von Holz im Ausbau zu setzen, Bauprodukte wiederzuverwenden und dadurch den Anteil an energetischer Nutzung von Holz in jedem Nutzungszyklus zu reduzieren. Politikerinnen und Politiker sind gefordert, optimale Rahmenbedingungen für die Kreislaufwirtschaft sowie Anreize für CO₂-Kompensationen im Inland zu schaffen.



Beitrag der Substitutionseffekte

Im Energie-Szenario könnten im Jahr 2030 etwa fünf Prozent (772 GWh) des kantonalen Endenergieverbrauchs gedeckt werden. Dies entspricht etwa 19 Prozent des Stromproduktionsziels aus erneuerbarer Energie im Kanton Aargau für 2030 (siehe Energiestrategie des Kantons Aargau).

Die angestrebte konsequente Umsetzung der Kaskadennutzung führt aber zu einer Verringerung des Sortiments Energieholz. Somit könnten gemäss dem CO₂-optimierten Szenario etwa vier Prozent (619 GWh) des kantonalen Endenergieverbrauchs

mit Holz gedeckt werden, was knapp 15 Prozent des Stromproduktionsziels aus erneuerbaren Energien entspricht.

Je früher Netto-Null erreicht wird, desto geringer ist der Beitrag der Substitutionseffekte. Der Grund hierfür ist, dass die Konkurrenzprodukte ebenfalls geringere Emissionen verursachen und sich dadurch der Substitutionsnutzen zwischen den Produkten verringert. Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass die Substitutionseffekte mit der Zeit abnehmen werden. Der Ersatz von fossilen Energiequellen ist folglich auf der Zeitachse je länger je weniger bedeutend.

Impressum

© 2024 Kanton Aargau, Departement Bau, Verkehr und Umwelt
Abteilung Wald

Illustration: Michael Stünzi

KANTON AARGAU

Departement Bau, Verkehr und Umwelt
Abteilung Wald
Entfelderstrasse 22
5001 Aarau
Telefon 062 835 28 20
E-Mail: wald@ag.ch
www.ag.ch/wald