

Stoffströme – Vom Wald bis zur Nutzung

Holzbau-Hochschultag 2018 - Jade Hochschule Wilhelmshafen Oldenburg Elsfleth

Dr. Sebastian Rüter
Thünen-Institut für Holzforschung



Oldenburg,
07. Juni 2018

Hintergrund

Das Johann Heinrich von Thünen-Institut

- Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei (Bundesoberbehörde)
- 14 Fachinstitute an 10 Standorten mit Hauptsitz in Braunschweig
- Ca. 1000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, davon ca. 450 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, davon ca. 180 Plan- und Dauerstellen
- Internationale Kooperationen mit über 500 wiss. Einrichtungen in 89 Ländern



Felder Wälder Meere

Ökonomie

Ökologie

Technologie



		Seefischerei
	Ostseefischerei	Fischereiökologie
	Forstgenetik	Waldökosysteme
	Int. Waldwirtschaft und Forstökonomie	Holzforschung
	Ländliche Räume	Betriebswirtschaft
		Marktanalyse
Agrartechnologie	Biodiversität	Ökologischer Landbau
		Agrarklimaschutz

Hintergrund

Das Thünen-Institut für Holzforschung

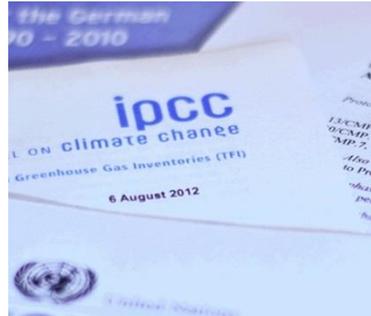
Arbeitsbereiche



Qualität von
Holz und
Holzwerk-
stoffen



Biobasierte
Grund- und
Werkstoffe



Auswirkungen
der Holznutzung
auf Umwelt und
Klima



Gesundheit und
Verbraucher-
schutz

Arbeitsschwerpunkte im Arbeitsbereich ‚Auswirkungen der Holznutzung auf Umwelt und Klima‘

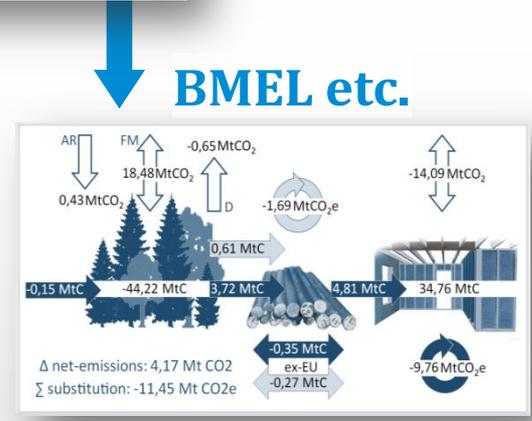
- Bilanzierung der Treibhausgasemissionen des Holzsektors & Entwicklung von Klimaschutzstrategien des Forst- und Holzsektors für Politik, Gesellschaft und Industrie
- Erstellung von Ökobilanzen für Holzbauprodukte zur Verwendung bei der Nachhaltigkeitsbewertung von Gebäuden (Umweltproduktdeklarationen & Datenbanken) und in Sektoranalysen

Bilanzierung der Treibhausgasemissionen des Holzsektors

Entwicklung von Klimaschutzstrategien (Forst/Holz) für Politik, Gesellschaft und Industrie

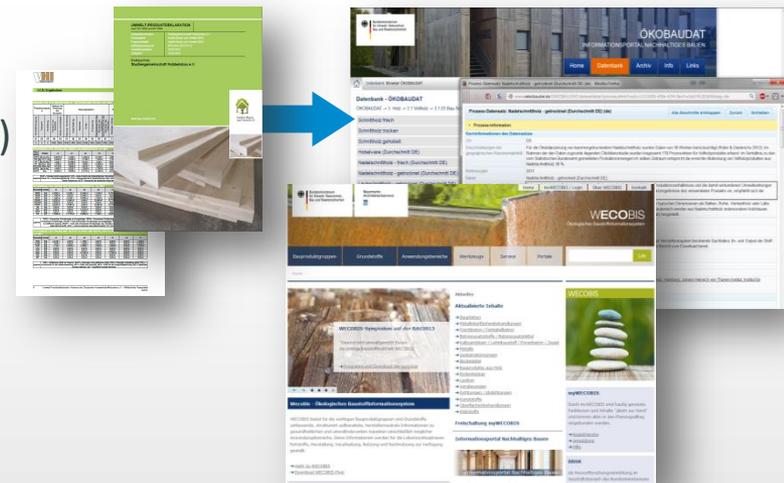


- Teilnahme Klimaverhandlungen (UNFCCC) & Arbeit für Weltklimarat (IPCC) & Umsetzung in der nationalen Treibhausgas-Berichterstattung (Holz)
- Zahlreiche Stellungnahmen für Bundesministerien (v.a. BMEL) zum Themenkomplex
- Forschungsprojekte und Veröffentlichungen
- Ableitung von Handlungsoptionen



Erstellung von Ökobilanzen für Holzbauprodukte zur Verwendung in Umweltproduktdeklarationen (EPD) und öffentlichen Datenbanken und zur Nachhaltigkeitsbewertung von Gebäuden

- Teilnahme **Runder Tisch Nachhaltiges Bauen** (BMVBS/BMUB/BMI) zur Entwicklung des Bewertungssystems Nachhaltiges Bauen (BNB)
- Fachredaktion für Holzbauprodukte für Ökologisches Baustoffinformationssystem **WECOBIS** (BBSR/BMI)
- Fachlicher Ansprechpartner (Qualitätssicherung und Konzeption) und Bereitstellung Basisdaten für Holzbauprodukte in Datenbank **ÖKOBAUDAT** (BBSR/BMI)
- Erstellung von Einzel- und Verbands-**EPD** (inkl. Ökobilanz) (dt. Holzindustrie & Institut für Umwelt und Bauen e.V.)
- **Zahlreiche Stellungnahmen** zum Themenkomplex
- **Forschungsprojekte, Normung** und **Veröffentlichungen**



■ **„Vom Baum zum Holzhaus“**

■ **Übersicht THG relevante Auswirkungen der Holznutzung**

■ **Ausgewählte Aktivitäten im Arbeitsbereich**

Kohlenstoffspeichereffekt der Holzverwendung

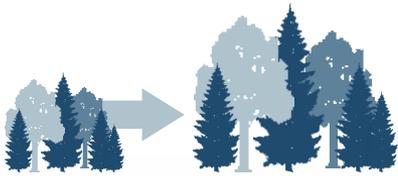
- **Von den Klimaverhandlungen zur THG-Berichterstattung**

Substitutionspotentiale der Holzverwendung

- **Rolle von Ökobilanzen beim „Nachhaltigen Bauen“**
- **WKF Projekt „THG-Holzbau“: Stoffliches Substitutionspotential**

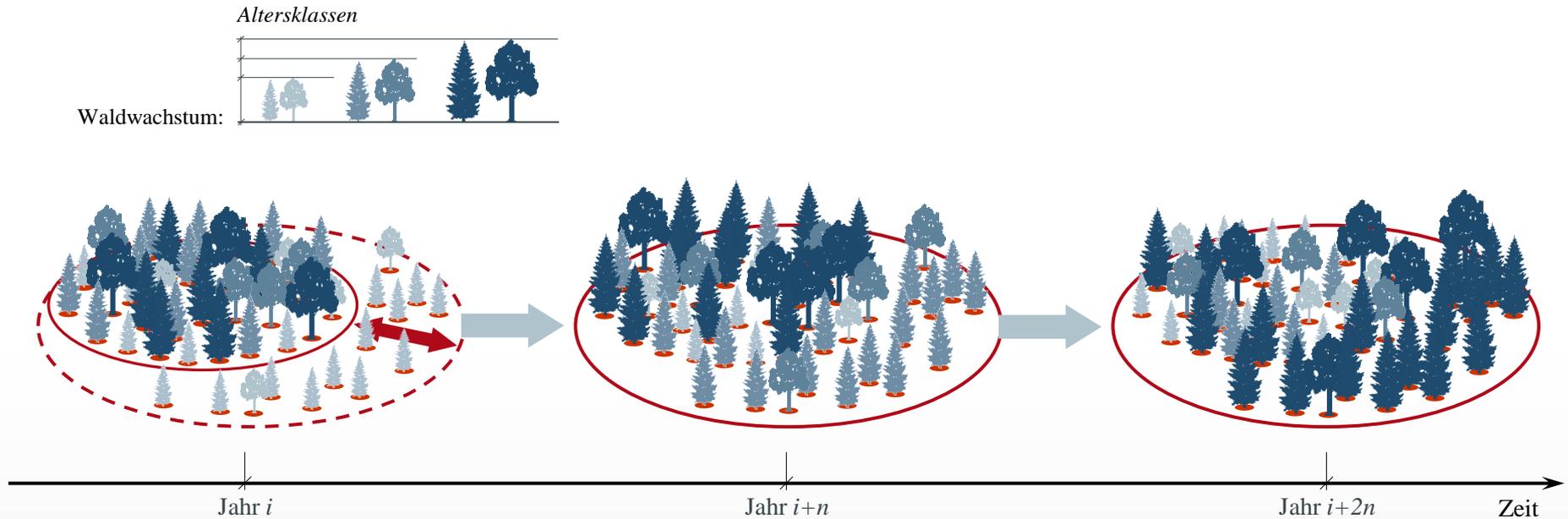
Vom Wald bis zur Nutzung – vom Baum zum Holzhaus

Waldwachstum



Vom Wald bis zur Nutzung – vom Baum zum Holzhaus

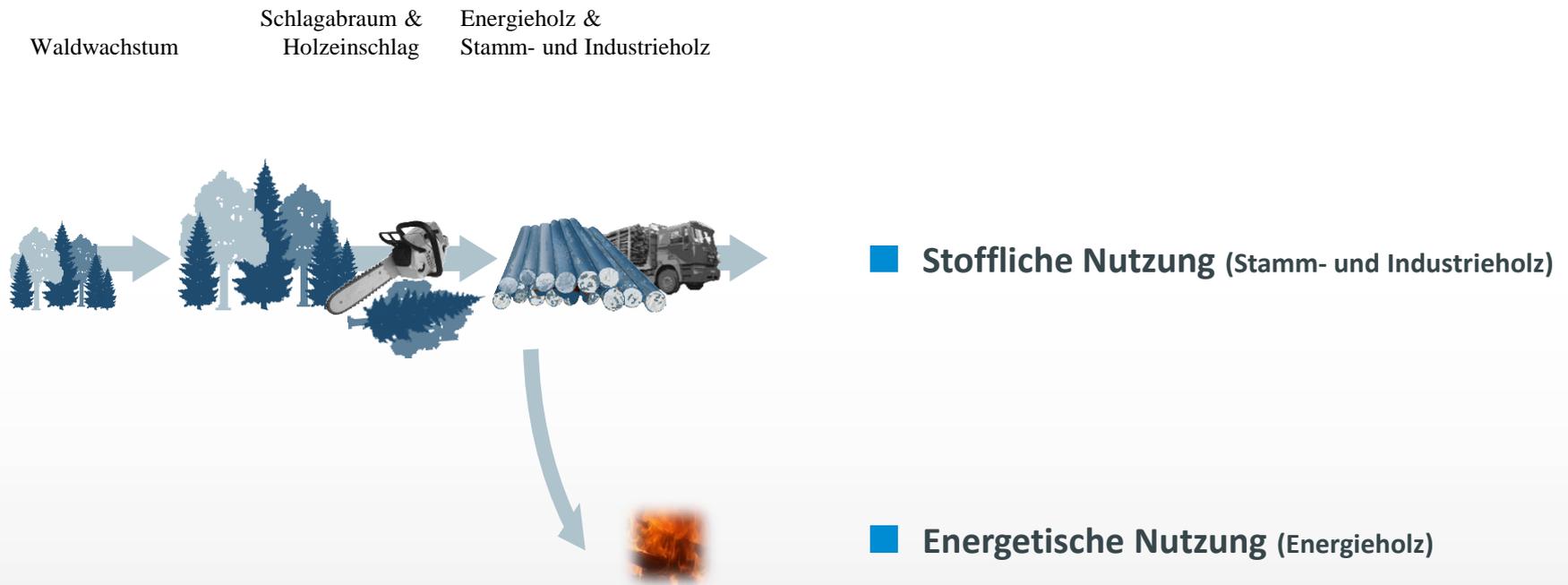
■ Weitere Infos: bundeswaldinventur.de



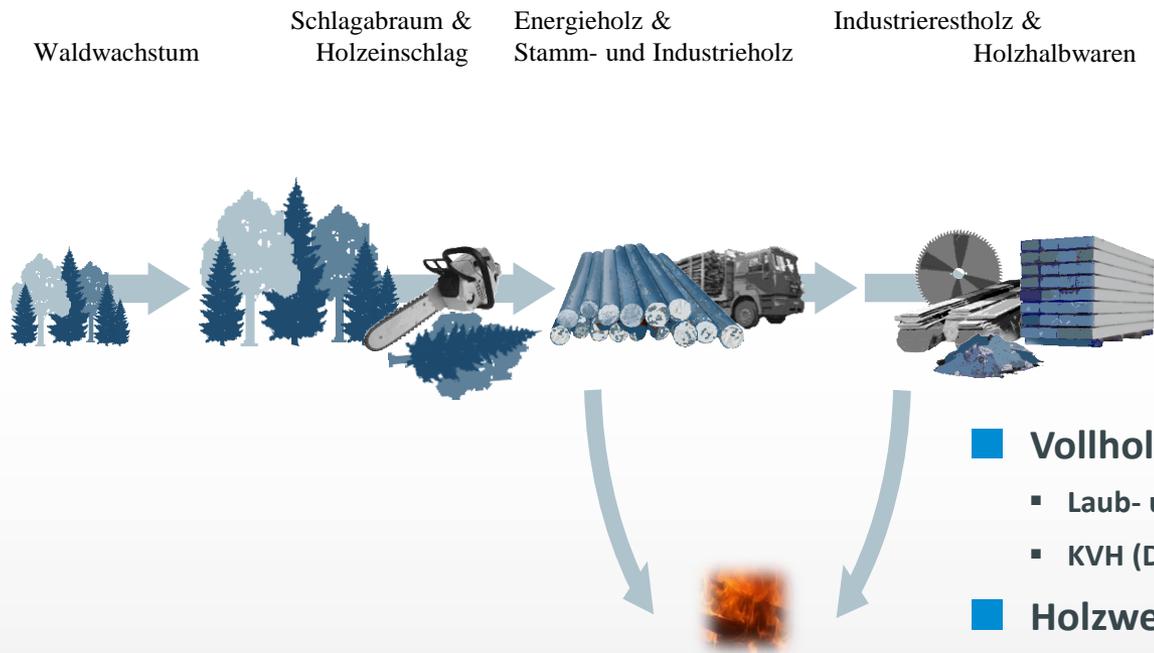
■ **Landnutzungsänderung** (Aufforstung, Wiederaufforstung und Entwaldung)

■ **Holzvorratsänderung auf bestehender Waldfläche** (Waldbewirtschaftung)

Vom Wald bis zur Nutzung – vom Baum zum Holzhaus



Vom Wald bis zur Nutzung – vom Baum zum Holzhaus



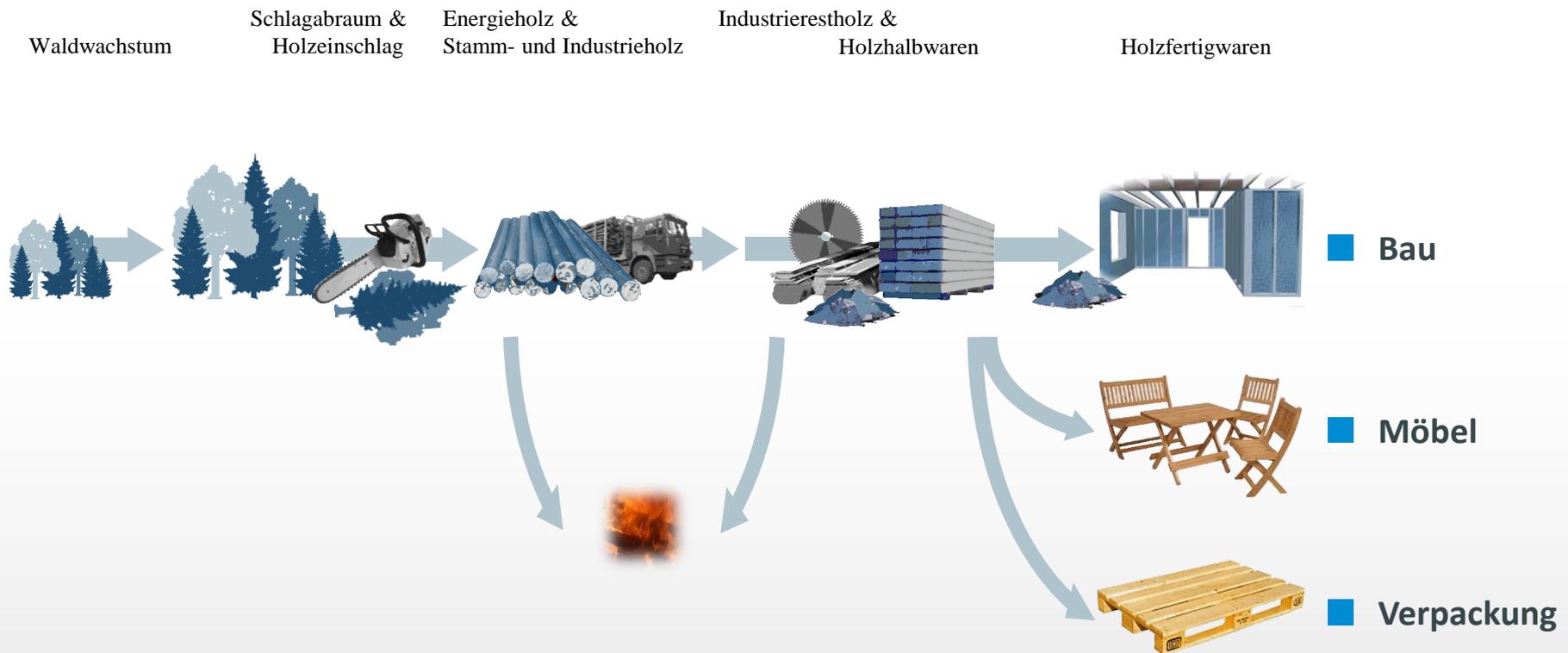
■ Vollholzprodukte

- Laub- und Nadel schnitthölzer, inkl. Hobelware
- KVH (DuoTrio-Balken), BSH, CLT & Co

■ Holzwerkstoffe

- Sperrholz und Furniere (inkl. LVL)
- Spanplatten, inkl. Oriented Strand Board (OSB)
- Faserplatten (HDF, MDF, LDF)

Vom Wald bis zur Nutzung – vom Baum zum Holzhaus



Vom Wald bis zur Nutzung – vom Baum zum Holzhaus



■ ‚Vom Baum zum Holzhaus‘

■ **Übersicht THG relevante Auswirkungen der Holznutzung**

■ **Ausgewählte Aktivitäten im Arbeitsbereich**

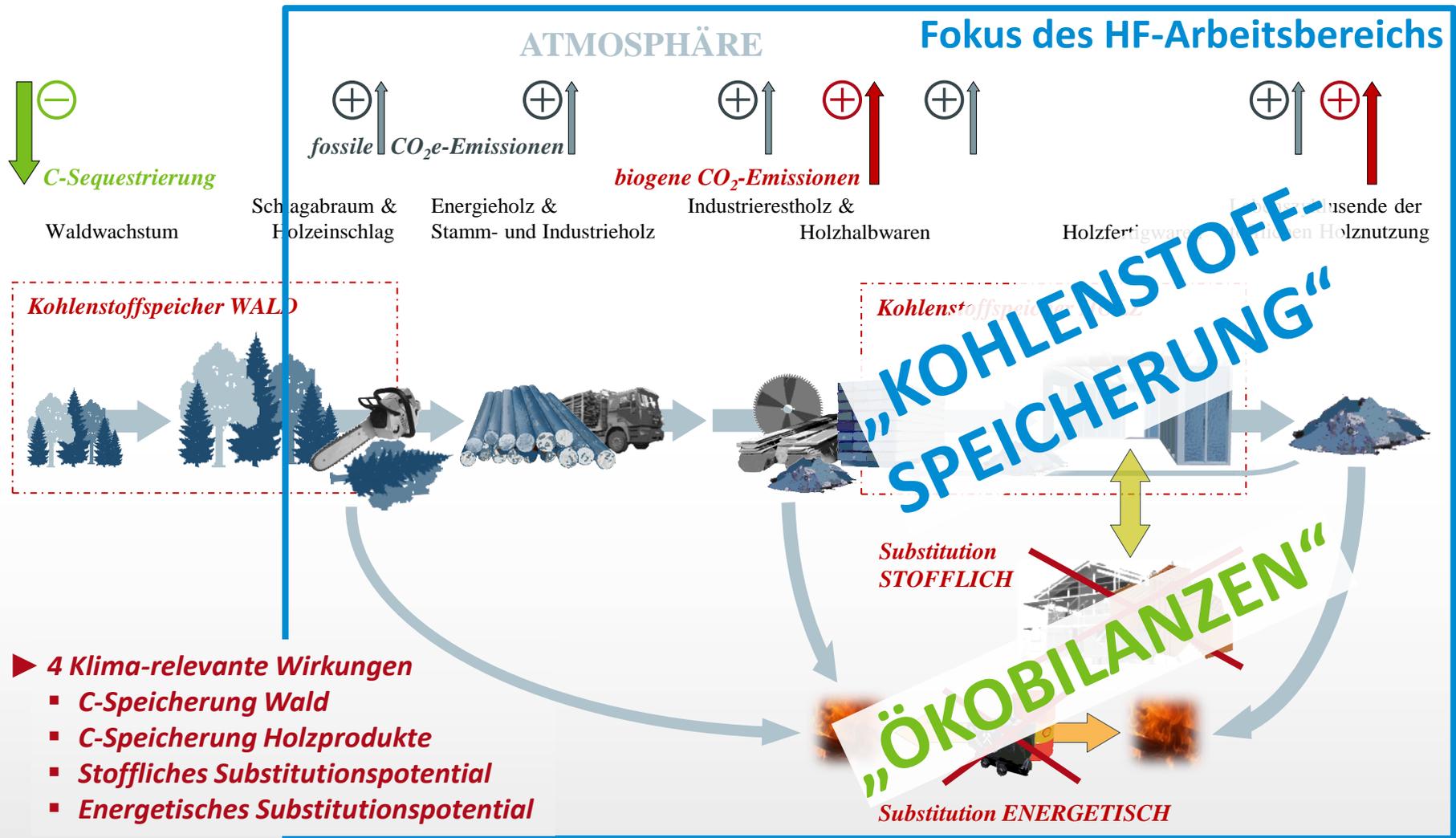
Kohlenstoffspeichereffekt der Holzverwendung

- **Von den Klimaverhandlungen zur THG-Berichterstattung**

Substitutionspotentiale der Holzverwendung

- **Rolle von Ökobilanzen beim ‚Nachhaltigen Bauen‘**
- **WKF Projekt ‚THG-Holzbau‘: Stoffliches Substitutionspotential**

Schema der THG-Bilanz des Forst- und Holzsektors



- Bilanzierung der Treibhausgasemissionen des Holzsektors und Entwicklung von Klimaschutzstrategien (Forst/Holz) für Politik, Gesellschaft und Industrie
 - Erstellung von Ökobilanzen für Holzbauprodukte zur Verwendung in Umweltproduktdeklarationen (EPD) und öffentlichen Datenbanken und zur Nachhaltigkeitsbewertung von Gebäuden
- „KOHLENSTOFFSPEICHERUNG“**
- „ÖKOBILANZEN“**
- ▶ *Monitoring als Aufgabe der Politikberatung (u.a. THG-Berichterstattung unter UNFCCC & Kyoto-Protokoll, Charta für Holz 2.0)*
 - ▶ *„Stoffströme“ spielen hierbei eine wichtige Rolle*

- ‚Vom Baum zum Holzhaus‘
- Übersicht THG relevante Auswirkungen der Holznutzung
- **Ausgewählte Aktivitäten im Arbeitsbereich**

Kohlenstoffspeichereffekt der Holzverwendung

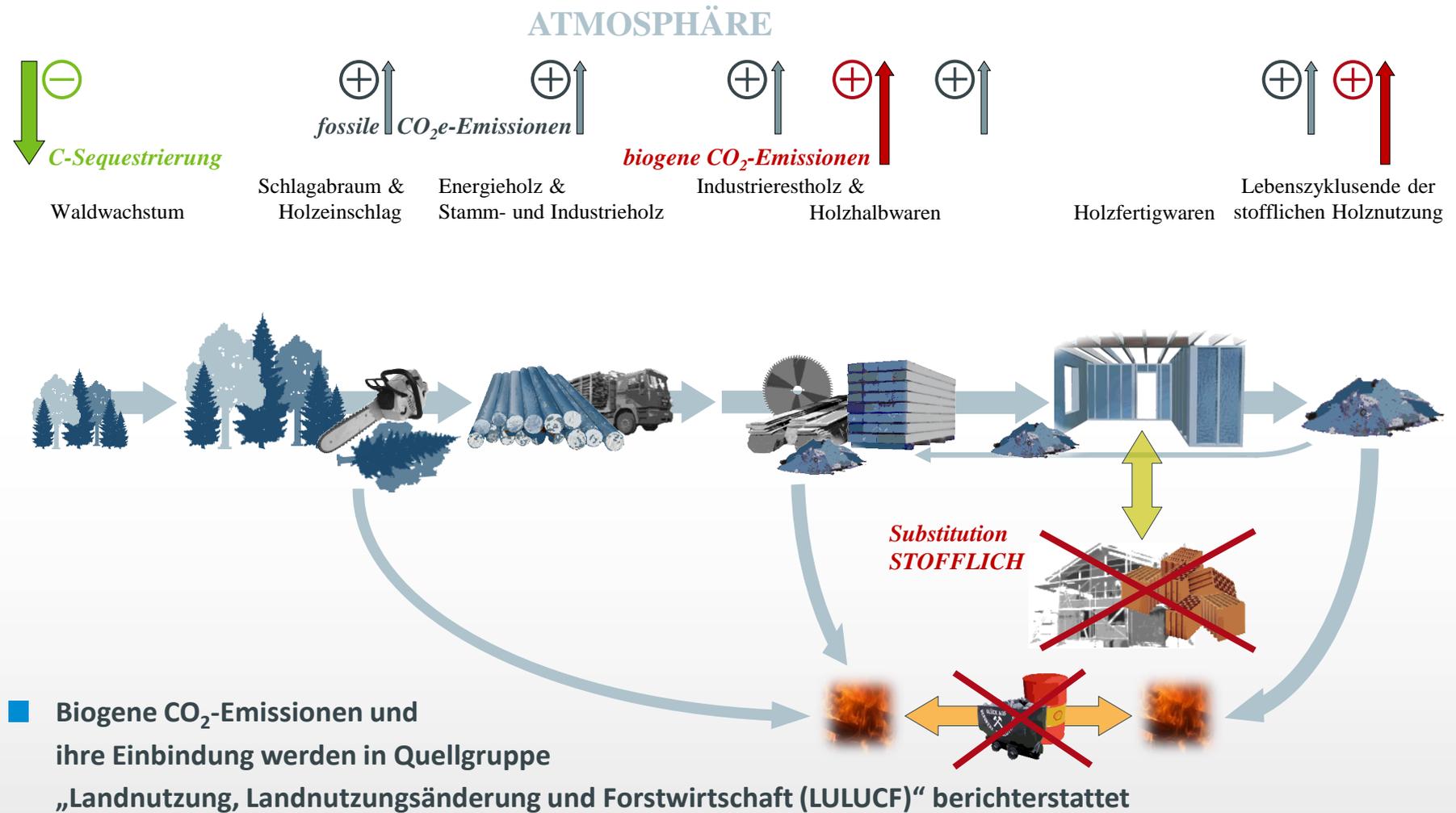
- **Von den Klimaverhandlungen zur THG-Berichterstattung**

Substitutionspotentiale der Holzverwendung

- Rolle von Ökobilanzen beim ‚Nachhaltigen Bauen‘
- WKF Projekt ‚THG-Holzbau‘: Stoffliches Substitutionspotential

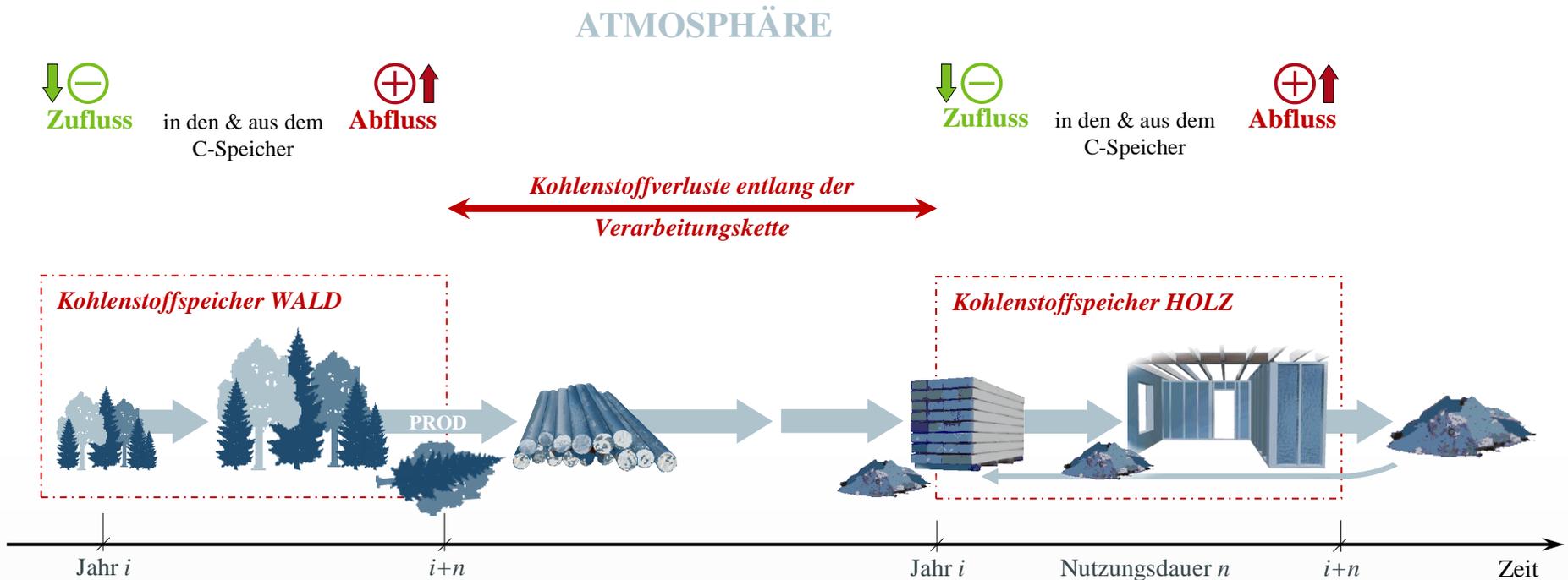
Schema der THG-Bilanz des Forst- und Holzsektors

Die biogene Kohlenstoffspeicherung



Schema der THG-Bilanz des Forst- und Holzsektors

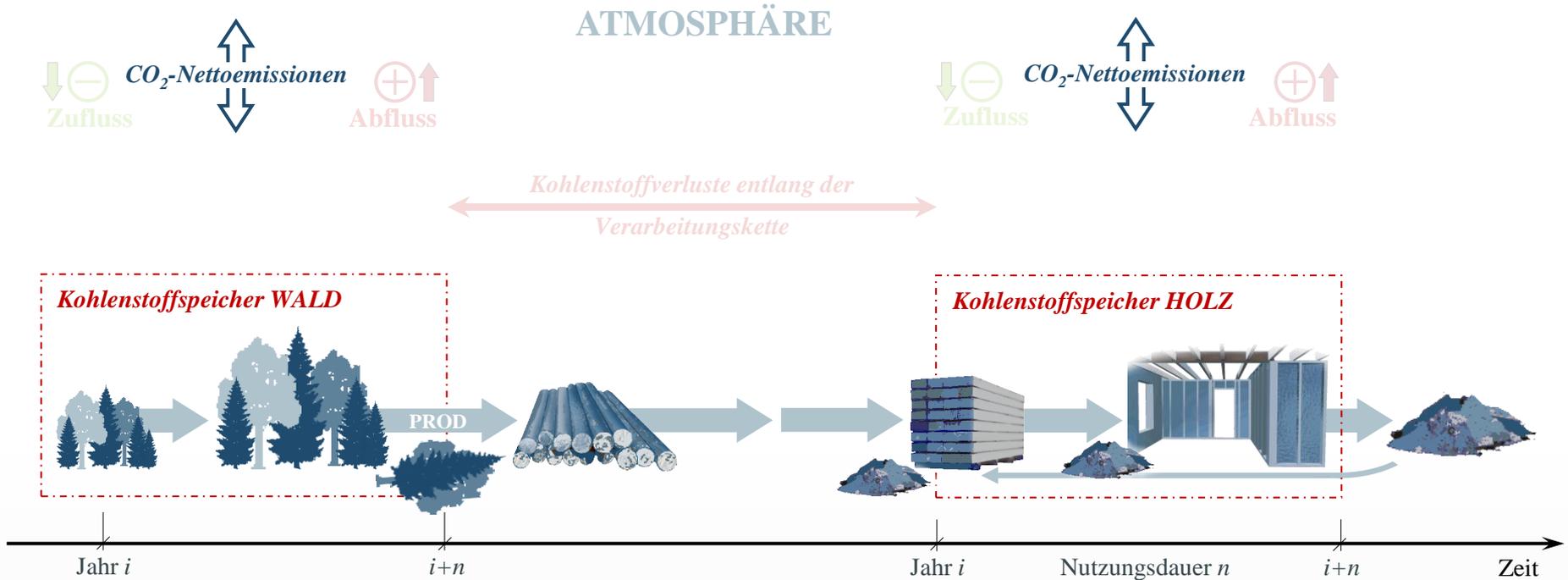
Die biogene Kohlenstoffspeicherung



- ▶ **Abschätzung der biogenen CO_2 -Emissionen nach den Vorgaben unter der Klimarahmenkonvention (UNFCCC), Kyoto-Protokoll (KP) sowie 529/2013/EU gemäß den IPCC Berichterstattungsrichtlinien**
- ▶ **Kohlenstoffverluste zwischen den Speichern (Abgang WALD \leftrightarrow Zufluss HOLZ) entsprechen implizit CO_2 -Emissionen in die Atmosphäre: Konservative Herangehensweise bei der Berechnung der biogenen CO_2 -Budgets über Kohlenstoffspeicher**

Schema der THG-Bilanz des Forst- und Holzsektors

Die biogene Kohlenstoffspeicherung



- ▶ **Abschätzung der biogenen CO₂-Emissionen nach den Vorgaben unter der Klimarahmenkonvention (UNFCCC), Kyoto-Protokoll (KP) sowie 529/2013/EU gemäß den IPCC Berichterstattungsrichtlinien**
- ▶ **Kohlenstoffverluste zwischen den Speichern (Abgang WALD ↔ Zufluss HOLZ) entsprechen implizit CO₂-Emissionen in die Atmosphäre: Konservative Herangehensweise der Berechnung über Kohlenstoffspeicher**
- ▶ **Relevant ist ausschließlich die Netto-Wirkung (Quelle/Senke) des Gesamtsystems, berechnet auf Basis der Änderungen definierter Kohlenstoffspeicher über die Zeit**

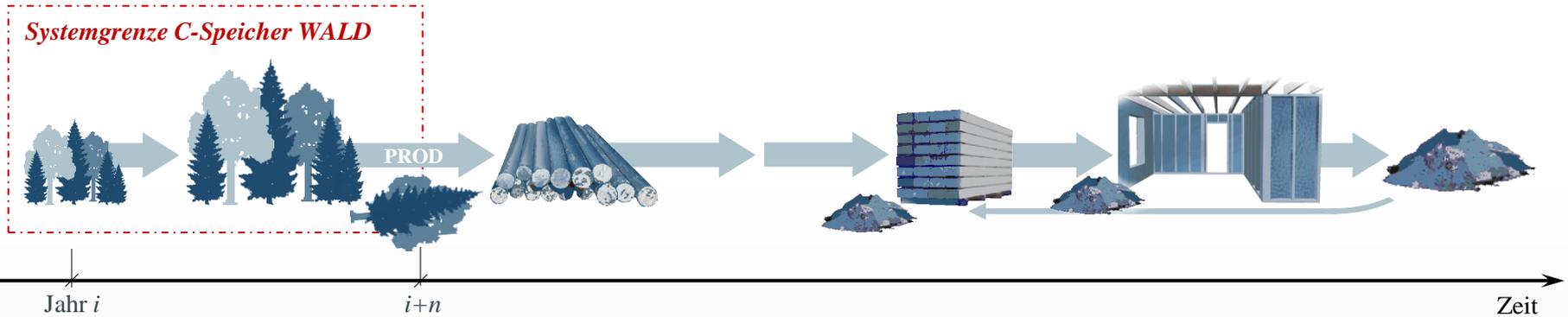
Schema der THG-Bilanz des Forst- und Holzsektors

Berechnungsmethoden der biogenen Kohlenstoffspeicherung



ATMOSPHERE

WALD: Abschätzung der Kohlenstoffspeicherhöhe über Inventare (Bundeswaldinventur)

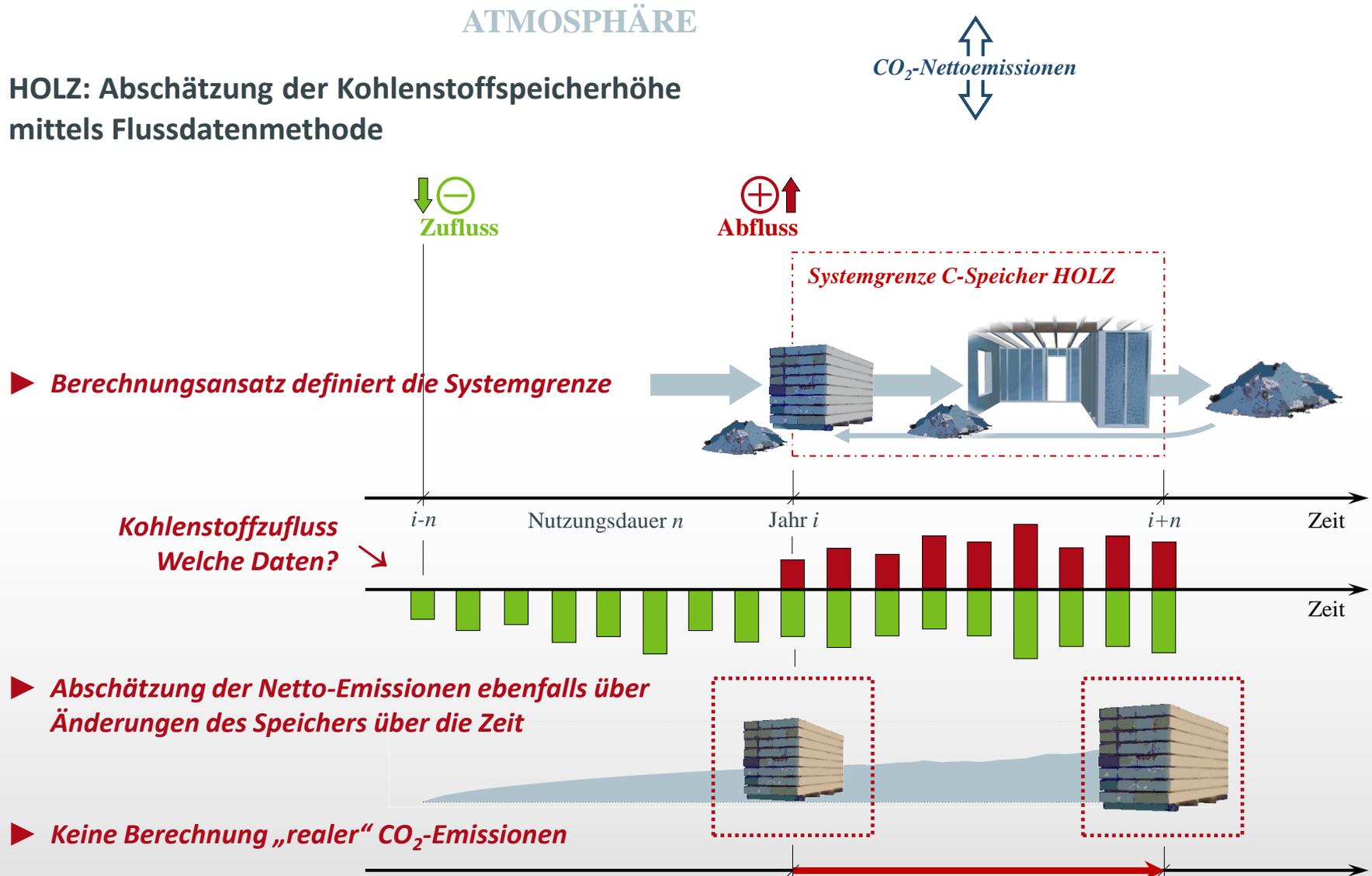


- ▶ *Vergrößerung des Kohlenstoffspeichers über die Zeit entspricht einer Senke*
- ▶ *Verkleinerung des Kohlenstoffspeichers über die Zeit entspricht einer Quelle*

Schema der THG-Bilanz des Forst- und Holzsektors

Berechnungsmethoden der biogenen Kohlenstoffspeicherung

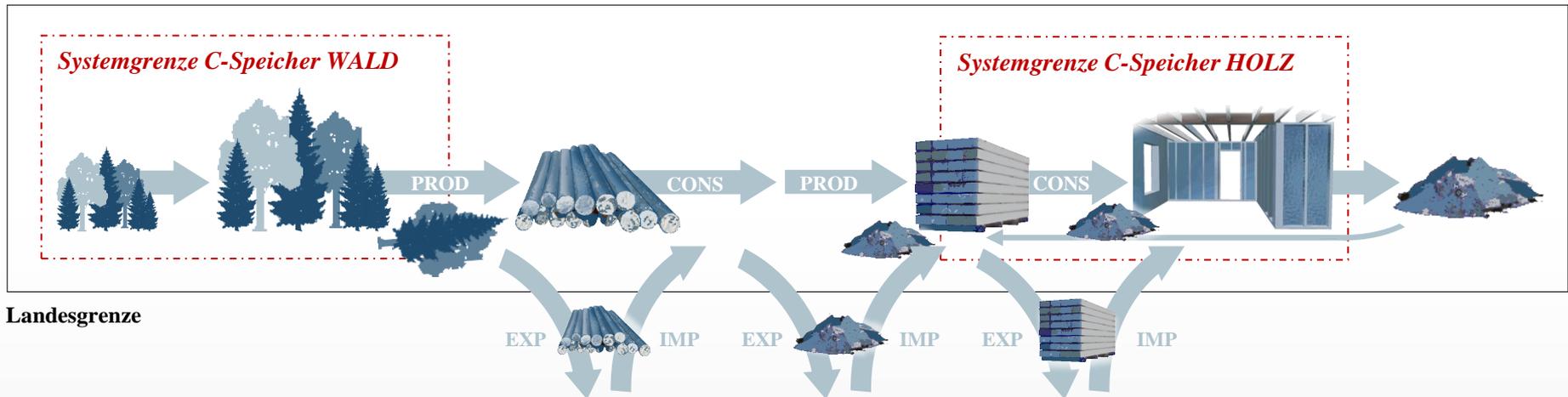
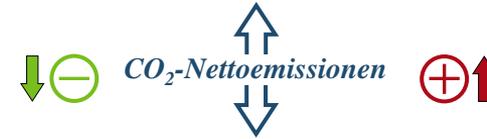
- HOLZ: Abschätzung der Kohlenstoffspeicherhöhe mittels Flussdatenmethode



Schema der THG-Bilanz des Forst- und Holzsektors

Verhandlung über verschiedene Berechnungsansätze

ATMOSPHERE



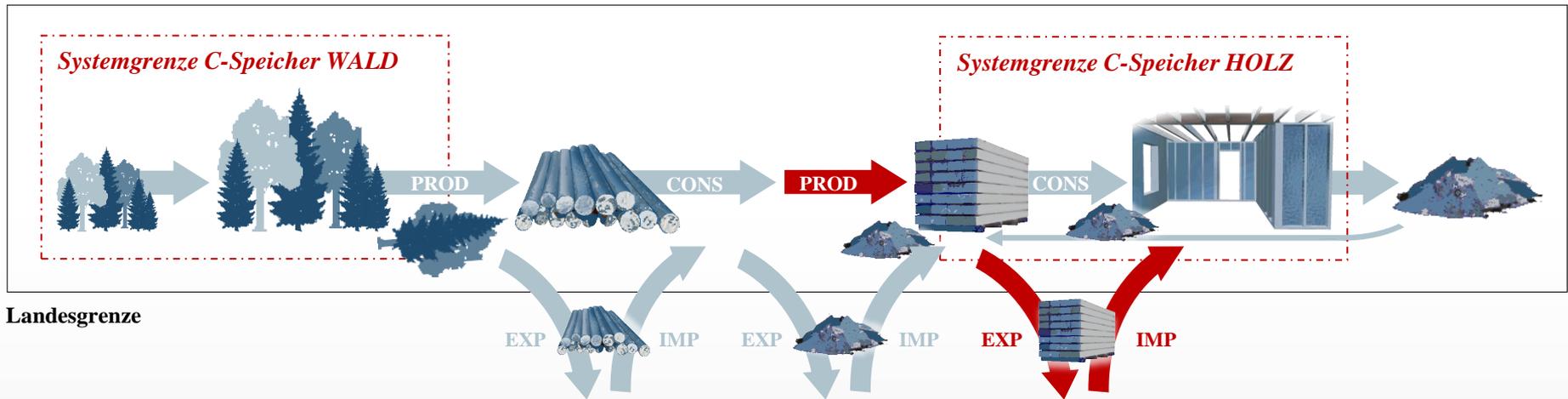
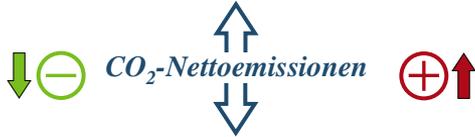
■ Verschiedene Berechnungsansätze werden von Wissenschaft und Politik vorgeschlagen

- ▶ *„stock-change“ Ansatz: Berechnung der CO_2 -Emissionen innerhalb eines Landes*
- ▶ *„Produktionsansatz“: Berechnung der CO_2 -Emissionen aus heimischem Einschlag*
- ▶ *„atmospheric-flow“ Ansatz: mögliche Berechnung aller biogenen CO_2 -Emissionen innerhalb eines Landes*

Schema der THG-Bilanz des Forst- und Holzsektors

Abschätzung der Kohlenstoffspeicherung mit dem ‚stock-change‘ Ansatz

ATMOSPHERE



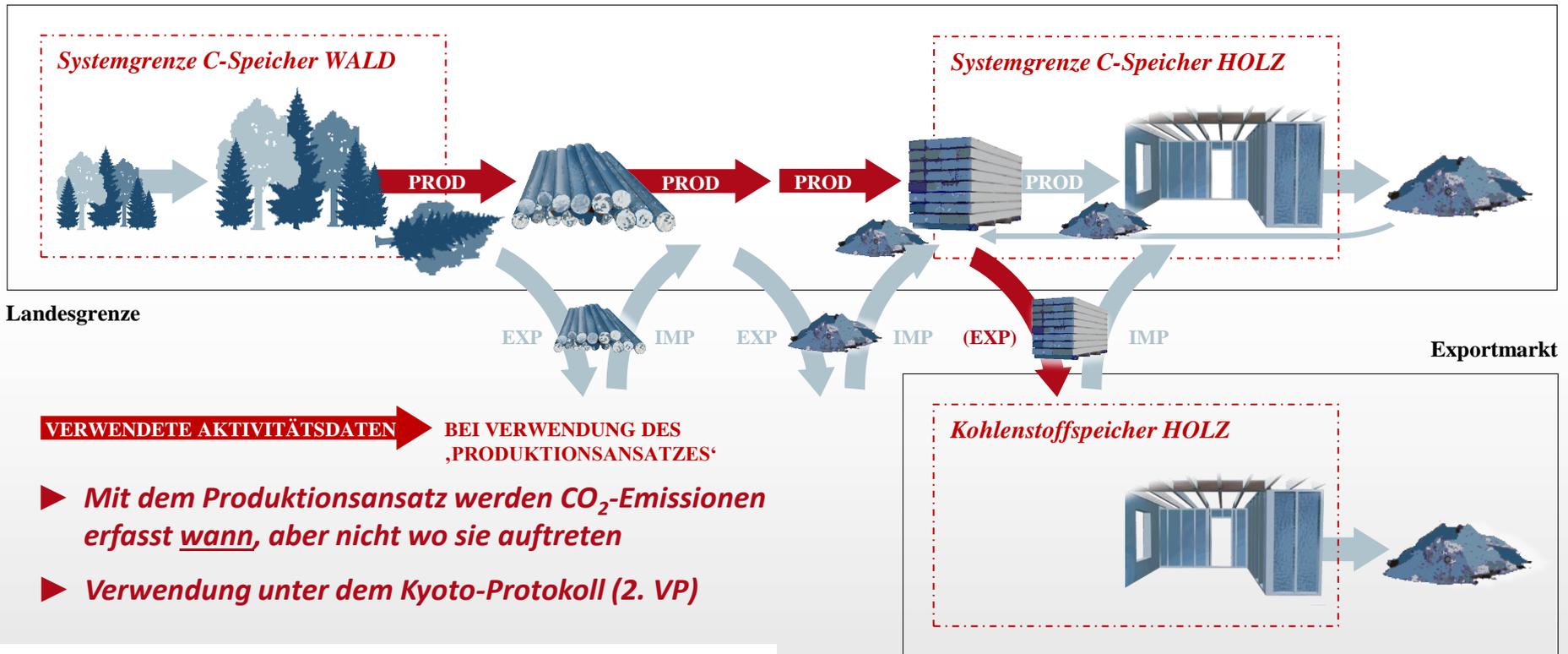
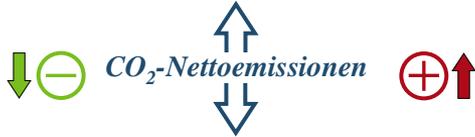
VERWENDETE AKTIVITÄTSDATEN → BEI VERWENDUNG DES ‚STOCK-CHANGE‘ ANSATZES

- ▶ Mit dem ‚stock-change‘ Ansatz werden CO₂-Emissionen erfasst wann und wo sie auftreten
- ▶ Kohlenstoffzufluss = berechneter Verbrauch (Produktion + Importe – Exporte)
- ▶ Berechnungsansatz für die Abschätzung von Potentialen der Holzverwendung innerhalb eines Landes insgesamt

Schema der THG-Bilanz des Forst- und Holzsektors

Abschätzung der Kohlenstoffspeicherung mit dem ‚Produktionsansatz‘

ATMOSPÄRE



Von den Klimaverhandlungen zur THG-Berichterstattung

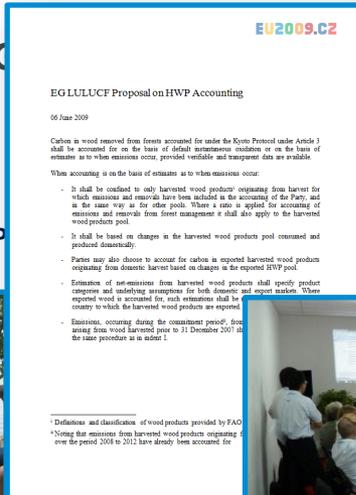
Vom Entwurf bis zum Gesetzestext (Entscheidung 2/CMP.7)

Numerous COP (AWG) Meetings and Intersessionals for KP CP2 framework

12/2007 COP13 Bali: Bali Roadmap

12/2008 COP14

2008



08/L.11

Copenhagen: FCCC/KP/AWG/2009/17

London: FCCC/KP/AWG/2010/18/Add.1

12/2011 COP17 Durban: LULUCF Decision KP/CP2



10/2011

11 Bonn

04/2010 Bangkok

10/2010 Tianjin: FCCC/KP/AWG/2010/18/Add.1

08/2010 Bonn: FCCC/KP/AWG/2010/18/Add.1

06/2010 Bonn: FCCC/KP/AWG/2010/18/Add.1

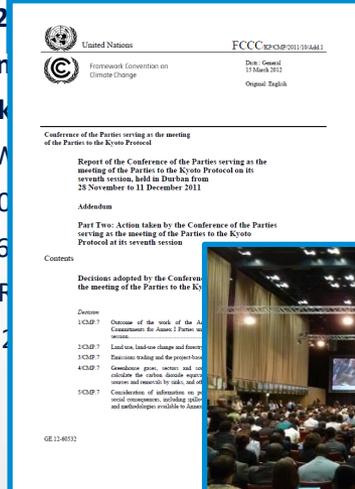
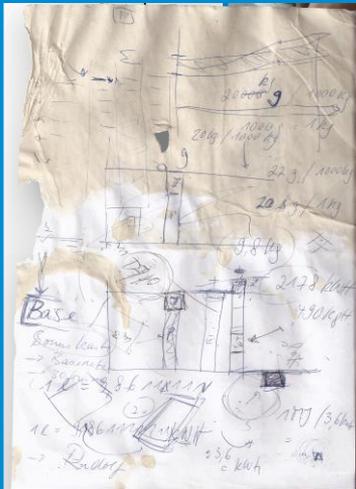
11/2009 Barcelona: FCCC/KP/AWG/2009/10/Add.3/Rev.1

10/2009 Bangkok: FCCC/KP/AWG/2009/10/Add.3/Rev.1

08/2009 Bonn: FCCC/KP/AWG/2009/10/Add.3/Rev.1

06/2009 Bonn: FCCC/KP/AWG/2009/10/Add.3

FCC/KP/AWG/2008/L.5



10/18/Add.1



Von den Klimaverhandlungen zur THG-Berichterstattung

Die jährliche THG-Berichterstattung für Holzprodukte

- Abschätzung auf Basis der methodischen Vorgaben des Weltklimarates (IPCC) über die Änderung der biogenen Kohlenstoffspeicher mit Hilfe statistischer Daten zu Produktion und Außenhandel von Schnittholz, Holzwerkstoffen, Papier und Pappe

CLIMATE CHANGE
24/2016

Submission under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto

ipcc
2013 Revised Supplementary Methodology Good Practice Guidance Art 17 the Kyoto

Chapter 2 Methods for estimating, measurement, and reporting
2.8 HARVESTED WOOD PRODUCT

Chapter 2 Methods for estimating, measurement, and reporting
2.8.3.1 ACTIVITY DATA

Filters / Forestry / Forestry Production and Trade

BULK DOWNLOADS

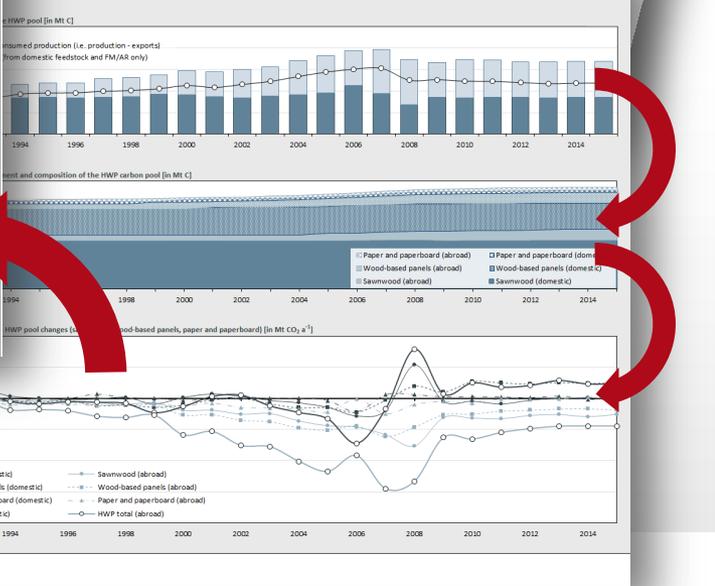
Elementary Emissions
Production Quantity

► Gemäß den Vorgaben für die Berichterstattung unter dem Kyoto-Protokoll beläuft sich die Netto-Wirkung der stofflichen Holznutzung auf $\varnothing -2,2$ Mio. Tonnen CO_2 / Jahr (2012-2016)

Umwelt Bundeses

For our Environment

ORIGIN OF WOOD	PRODUCT TYPE	PARAMETERS	CHANGE IN CARBON STOCK			Net CO ₂ emissions/removals (kt CO ₂ e)
			Half Mt ^(a)	Initial stock ^(a)	Gain ^(b)	
Harvest ^(d)	HWP categories ^(e)	Subcategories ^(f)				



HWP Beitrag zu Netto-Emissionen (Quelle oder Senke)

Activity based HWP (2/CMP-7)

Base year (1) 1990

Discount factor 90%

Assume HWP is originate from PM

Exclude inherited emissions from before: 1990

Reference period (1) 2001 to 2008

Accounting period (2) 2016 to 2030

Reference period (3) 1990

Calc: AccOpt

- ‚Vom Baum zum Holzhaus‘
- Übersicht THG relevante Auswirkungen der Holznutzung
- **Ausgewählte Aktivitäten im Arbeitsbereich**

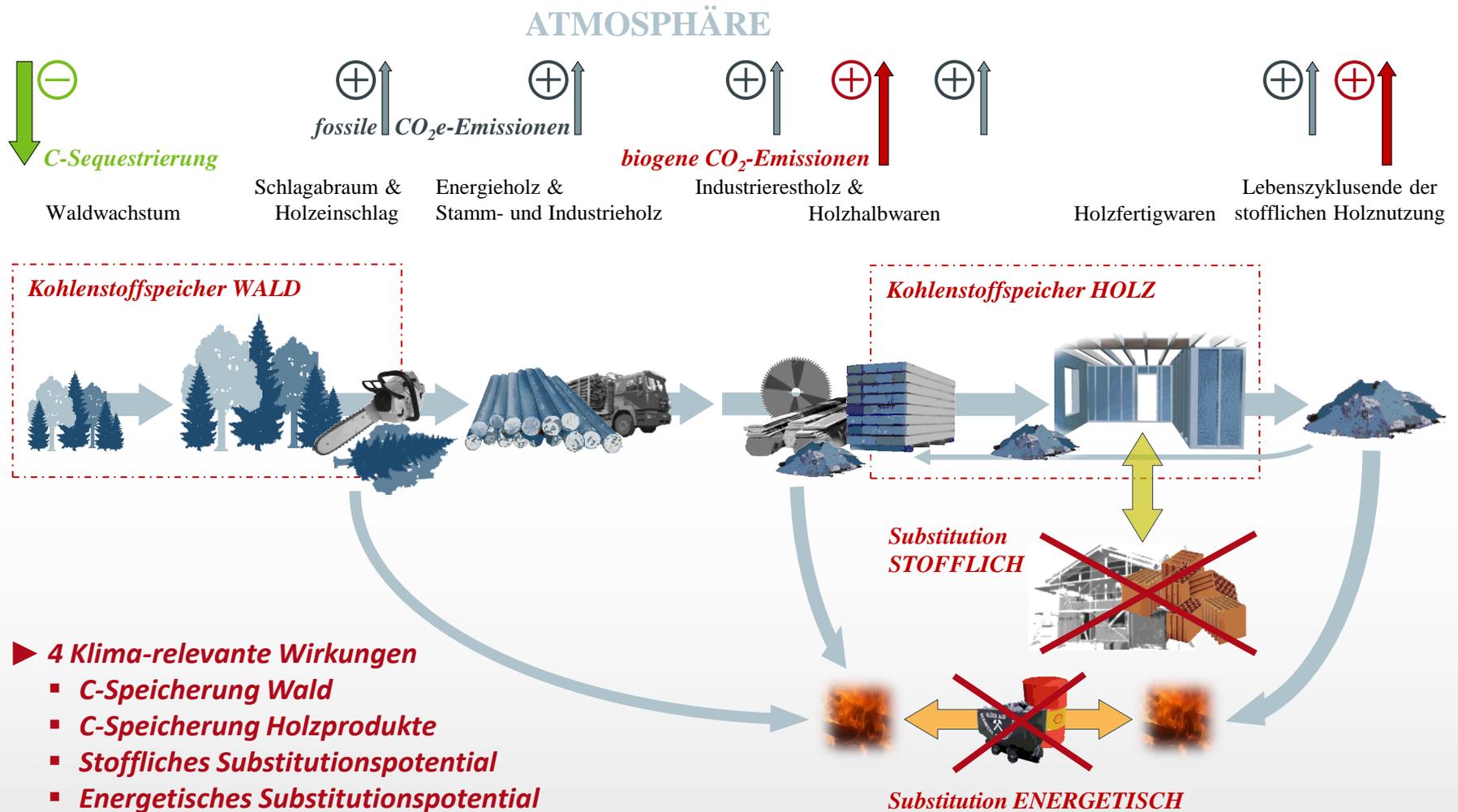
Kohlenstoffspeichereffekt der Holzverwendung

- Von den Klimaverhandlungen zur THG-Berichterstattung

Substitutionspotentiale der Holzverwendung

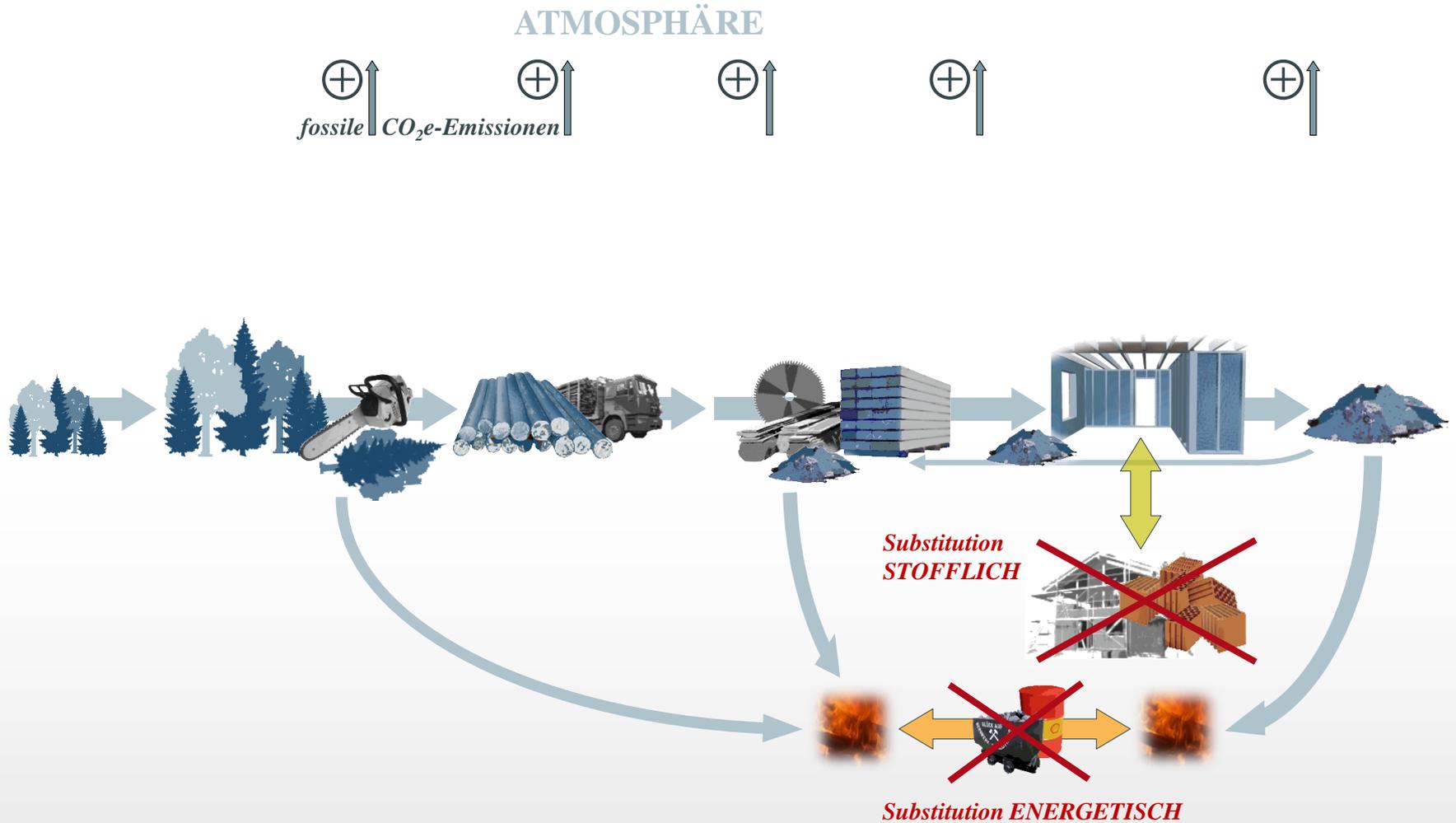
- **Rolle von Ökobilanzen beim ‚Nachhaltigen Bauen‘**
- **WKF Projekt ‚THG-Holzbau‘: Stoffliches Substitutionspotential**

Schema der THG-Bilanz des Forst- und Holzsektors



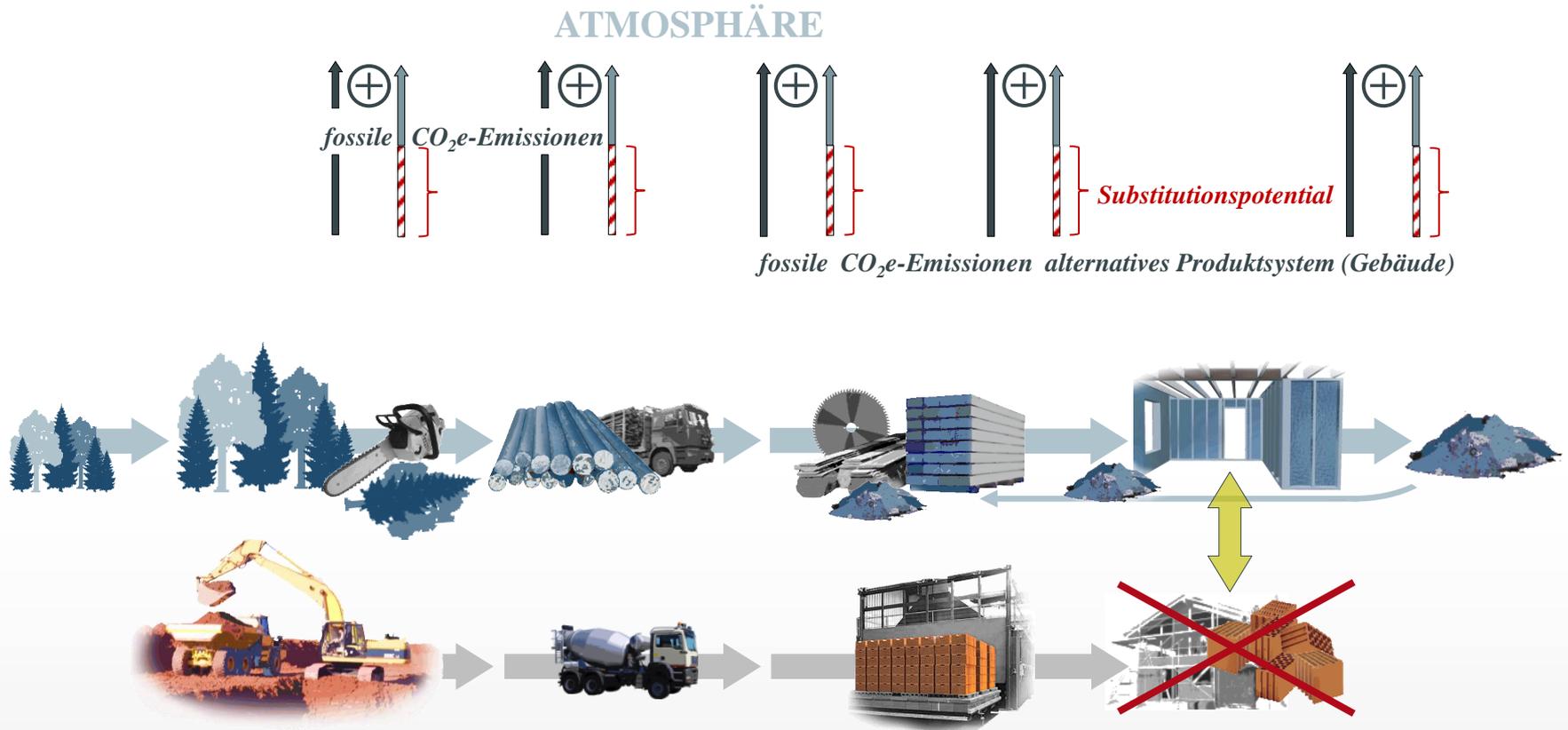
Schema der THG-Bilanz des Forst- und Holzsektors

Die stoffliche Substitutionswirkung



Substitutionspotentiale der Holzverwendung

Die stoffliche Substitutionswirkung



- Basis für die Abschätzung der Umweltwirkung von Produktsystemen (inkl. der Substitutionspotentiale von Treibhausgasemissionen) sind normkonforme Ökobilanzen

Rolle von Ökobilanzen beim ‚Nachhaltigen Bauen‘

Hintergrund

Erstellung und Nutzung von Gebäuden in Europa:

■ Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen, jeweils	40%
■ Verbrauch von Rohstoffen und Abfallaufkommen, jeweils	40%
■ Wasserverbrauch	20%
■ Flächenverbrauch	10%

Quelle: UNEP und OECD (2007)



THG-Emissionen von Gebäuden in Deutschland:

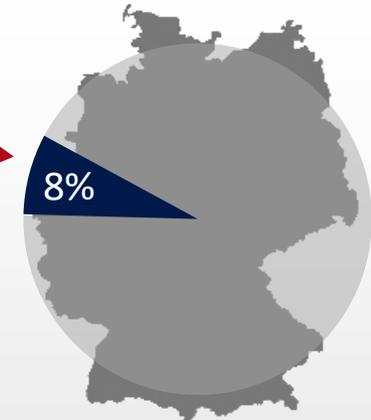
Erstellung (inkl. Herstellung von Bauprodukten):
66 Mt CO₂e

Nutzung (hier: 80 a):
342 Mt CO₂e

End-of-life: 22 Mt CO₂e

$\Sigma = 88 \text{ Mt CO}_2\text{e}$

Herstellung und End-of-life von Bauprodukten tragen mit ca. 8% zu Gesamt-THG-Emissionen bei

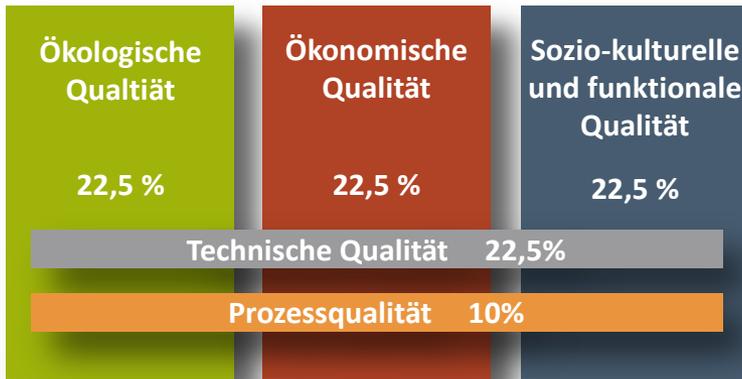


derived by energy consumption (PE n.ren.) (UNEP 2007, McKinsey 2007)

Rolle von Ökobilanzen beim ‚Nachhaltigen Bauen‘

Runder Tisch Nachhaltiges Bauen (BMUB)

- Runder Tisch „Nachhaltiges Bauen“ seit 2005
- Überarbeitung des Leitfadens Nachhaltiges Bauen von 2001 (2011/2016)



- Regeln für die Zertifizierung der Nachhaltigkeit von Gebäuden und Entwicklung eines Bewertungssystems Nachhaltiges Bauen
- Über 40 Kriterien mit Indikatorsteckbriefen

Ökologie	Wirkung auf die globale und lokale Umwelt							50,00	22,5%
1.1.1	Treibhausgaspotential ^A (GWP)	in kg CO ₂ Äqu.	x		nein		50	3	
1.1.2	Ozonschichtstörungspotential (ODP)	in kg R ₁₁ Äqu.	x		nein		50	1	
1.1.3	Ozonbildungspotential (POCP)	in kg C ₁₁ Äqu.	x		nein		50	1	
1.1.4	Versauerungspotential	in kg SO ₂ Äqu.	x		nein		50	1	
1.1.5	Überdüngungspotential (N _{eq})	in kg N _{eq} Äqu.	x		nein		50	1	
1.1.6	Risiko für lokale Umwelt		x		nein		50	3	
1.1.7	Nachhaltige Materialgewinnung (HM)		x		nein		50	1	
Ressourceninanspruchnahme und Abfallaufkommen									
1.2.1	Primärenergie n.e. ^A	in kWh/m ²	x		ja		50	3	
1.2.2	Anteil erneuerbarer Energien	in %	x		ja		50	2	
1.2.3	Frischwasserverbrauch ^J	in m ³	x		ja	k.A. ^J	50	2	
1.2.4	Flächeninanspruchnahme ^K		x		k.A.	K	50	2	
Ökonomie	Lebenszykluskosten							50,00	22,5%
2.1.1	Gebaudebezogene Kosten Lebenszyklus	in €	x		nein		50	3	
Wertentwicklung									
2.1.2	Drittverwendungsfähigkeit	k.A.			k.A.		50	2	
Sozio-kulturelle und funktionale Qualität	Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit							50,00	22,5%
3.1.1	Thermischer Komfort Winter ^L	in θ _i , θ _{e,i} , v _a und φ	x	x	ja ^L	L	50	2	
3.1.2	Thermischer Komfort Sommer ^L	in θ _i , θ _{e,i} , s, v _a und φ	x	x	ja ^L	L	50	3	
3.1.3	Innenraumluftqualität ^M	k.A.			ja ^M	10, 30 oder 100 ^M	50	3	
3.1.4	Akustischer Komfort ^N	in T _{DN} 19041 in s	x		ja		50	1	
3.1.5	Visueller Komfort ^O	in %, Punkten, etc.	x	x	ja ^O		50	3	
3.1.6	Einfußnahme des Nutzers ^P	in %, ja/nein, etc.	x	x	ja		50	2	
3.1.7	Aufenthaltsmerkmale im Außenraum	-/-			-/-		50	1	
3.1.8	Sicherheit und Störfallrisiken	-/-			-/-		50	1	
Funktionalität									
3.2.1	Barrierefreiheit (nach DIN 18040)	Grad der Erfüllung	x	x	ja		50	2	
3.2.2	Flächeneffizienz ^R	in m ²	x		nein		50	1	
3.2.3	Umnutzungsfähigkeit	in Punktwerten	x		nein		50	2	
3.2.4	Öffentliche Zugänglichkeit	in Punktwerten	x		nein		50	2	
3.2.5	Fahradkomfort ^S	in Punktwerten	x		nein		50	1	
Sicherung der Gestaltungsqualität									
3.3.1	Planungswettbewerb ^T	in Punktwerten	x	x	k.A.	10, 60 und 100 ^T	50	3	
3.3.2	Kunst am Bau ^U	in Punktwerten	x	x	ja/nein ^U		50	1	
Technologie ^V	Qualität der technischen Ausführung							50,00	###
4.1.1	Schallschutz ^X	in Punktwerten	x		ja	50, 75 und 100 ^X	50	2	
4.1.2	Wärme- und Taupwasserschutz ^Y	in U, ΔU _{WB} , a, m, η ₀₀	x		ja		50	2	
4.1.3	Reinigungs- und Instandhaltung ^{AA}	in Punktwerten	x		nein		50	2	
Prozessqualität	Qualität der Planung							50,00	10,0%
5.1.1	Projektvorbereitung ^{BB}		x		nein		50	3	
5.1.2	Integrale Planung ^{CC}	in Punktwerten	x		ja		50	3	
5.1.3	Optimierung und Komplexität ^{DD}	in Punktwerten	x		nein	50, 50 und 100 ^{DD}	50	3	
5.1.4	Ausschreibung und Vergabe		x		ja		50	2	
5.1.5	Voraussetzungen für Nutzung und Bewirtschaftung		x		ja		50	2	
Qualität der Bauausführung									
5.2.1	Baustelle / Bauprozess				ja		50	2	
5.2.2	Präqualifikation der ausführenden Firmen				ja		50	2	
5.2.3	Qualitätssicherung der Bauausführung				ja		50	3	
5.2.4	Systematische Inbetriebnahme				ja		50	3	

Für die Standortqualität eines Gebäudes soll eine separate Note angegeben werden.

Standortqualität	Standortqualität							-/-
6.1.1	Risiken am Mikrostandort						-/-	2
6.1.2	Verhältnisse Mikrostandort						-/-	2
6.1.3	Quartiersmerkmale						-/-	2
6.1.4	Verkehrsanbindung						-/-	3
6.1.5	Nähe nutzerspezifischer Einrichtungen						-/-	2
6.1.6	Anliegende Medien / Erschließung						-/-	2

Rolle von Ökobilanzen beim ‚Nachhaltigen Bauen‘

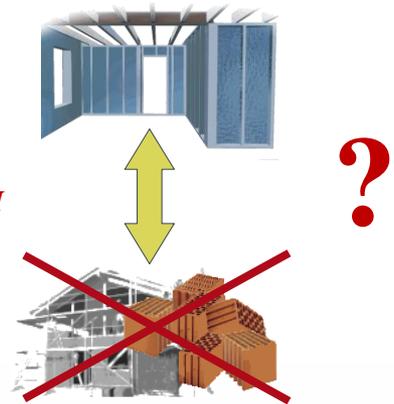
Runder Tisch Nachhaltiges Bauen (BMI)

- Treibhauspotential (GWP 100) als einer von mehreren Ökobilanz-Indikatoren zur Abschätzung und Bewertung der Umweltleistung von Produktsystemen bzw. Gebäuden über ihren gesamten Lebenszyklus

- Schema einer Ökobilanz



*Substitution
STOFFLICH*



- Systeme zur Bewertung der Nachhaltigkeit von Gebäuden (CEN/TC 350) erlauben den Vergleich funktional gleicher Gebäude auf Basis von Ökobilanz-Datensätzen von Bauprodukten
- Bereitstellung repräsentativer Datensätze von Holzbauprodukten für Deutschland durch das Thünen-Institut für Holzforschung (Ökoholzbaudat)

Rolle von Ökobilanzen beim ‚Nachhaltigen Bauen‘

Normung: u.a. CEN/TC 350 Nachhaltiges Bauen

Europäische Normung im CEN/TC 350 “Sustainability of construction works”



- Entwicklung horizontaler Normen zur Bewertung der Nachhaltigkeit von Gebäuden entlang ihres gesamten Lebenszyklus
- Bereitstellung einer harmonisierten Methode zur Kommunikation und Bewertung der Umweltinformation auf Basis von Ökobilanzen (ISO 14040/44) in Umwelt-Produktdeklarationen (EPD, Umweltkennzeichen Typ III) gemäß EN 15804 und ISO 21930



Rolle von Ökobilanzen beim ‚Nachhaltigen Bauen‘

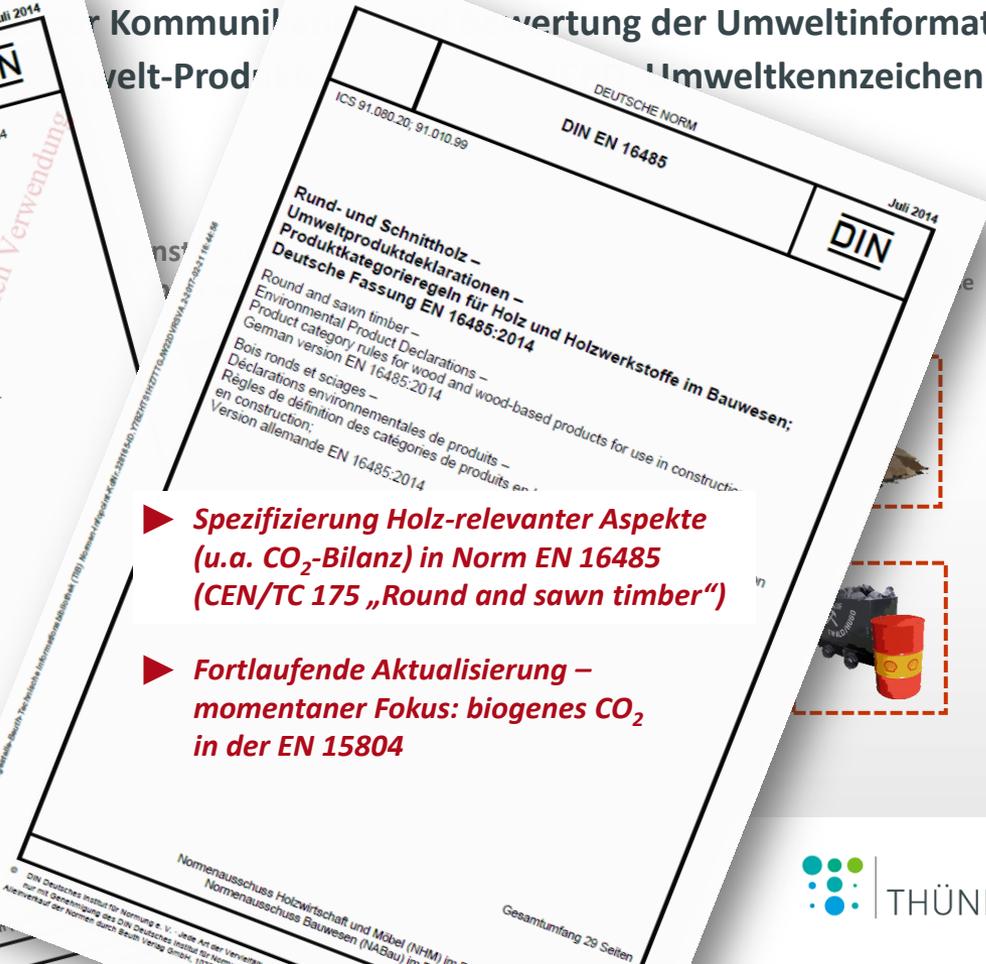
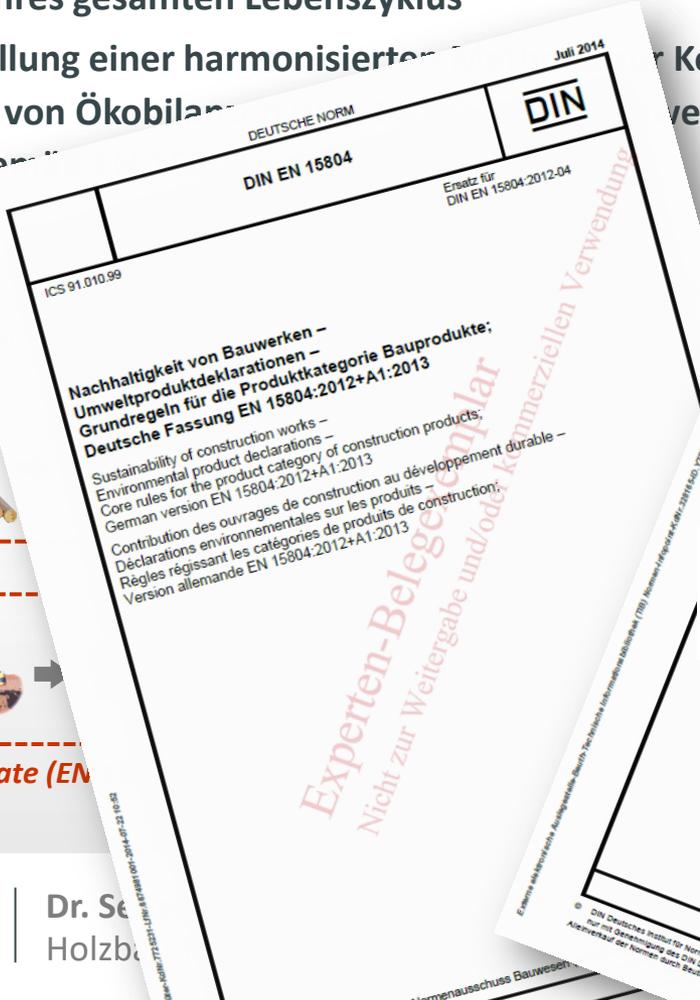
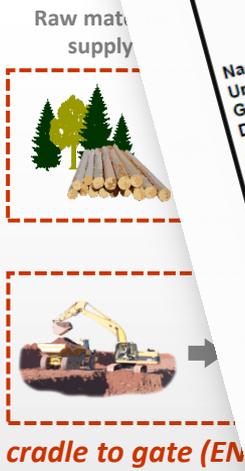
Normung: u.a. CEN/TC 350 Nachhaltiges Bauen

Europäische Normung im CEN/TC 350 “Sustainability of construction works”



- Entwicklung horizontaler Normen zur Bewertung der Nachhaltigkeit von Gebäuden entlang ihres gesamten Lebenszyklus

- Bereitstellung einer harmonisierten Norm zur Bewertung der Umweltinformation auf Basis von Ökobilanzen (Typ III) gemäß EN 15804



- ▶ Spezifizierung Holz-relevanter Aspekte (u.a. CO₂-Bilanz) in Norm EN 16485 (CEN/TC 175 „Round and sawn timber“)
- ▶ Fortlaufende Aktualisierung – momentaner Fokus: biogenes CO₂ in der EN 15804

Rolle von Ökobilanzen beim ‚Nachhaltigen Bauen‘

Erstellung von Umweltproduktdeklaration (EPD)

Erstellung von Umweltproduktdeklarationen (EPD)

- FNR Projekt „ÖkoHolzBauDat“ (2009 –2011): Ökobilanz-Basisdaten für Bauprodukte aus Holz
- Zusammenarbeit mit Verbänden (DHWR, VHI, BS-Holz, Studiengemeinschaft Holzleimbau, ÜG KVH, DSH, vdp) und Unternehmen



5. LCA: Ergebnisse

Stadium der Erreichung des Bauwerks	Nutzungsstadium										Entsorgungsstadium			Cutschriften und Lasten außerhalb der Systemgrenze	
	Planung zur Baustelle	Einbau im Gebäude	Nutzung / Anwendung	Instandhaltung	Reparatur	Ersatz	Erneuerung	Wiederverwendung als Baubestandteil	Wiederverwendung als Holzbaubestandteil	Recycling / Abfall	Recycling / Abfall	Transport	Abfallbehandlung		Deponierung
	A1	A2	A3	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	X	X	X	X

ÖKOBILANZ UMWELTAUSWIRKUNGEN: 1m² MDF						
	A1	A2	A3	C2	C3	D
G1	-9,067E+2	1,188E+1	2,158E+2	5,318E+1	1,995E+3	0,0E+0
G2	9,004E+4	2,305E+9	4,777E+2	1,303E+9	1,186E+4	0,0E+0
G3	3,242E+1	9,192E-2	6,811E-1	2,863	6,881E-3	0,0E+0
G4	1,177E+1	2,933E-2	1,999E-1	6,695E-4	6,936E-4	0,0E+0
G5	3,817E-2	1,058E-2	3,381E-1	1,036E-4	4,442E-4	0,0E+0
G6	4,05E-9	2,522E-7	2,305E-4	1,318E-8	1,222E-7	0,0E+0
G7	3,022E+3	1,625E+2	7,871E+3	9,192E+0	4,618E+1	0,0E+0

Abgabe Ernährungspotential, COP = Abgabe Potenzial für industriellen Coertrag, AP = Verankerungspotential von Boden und EP = Erziehungspotential, POP = Bildungspotential für tropisches Coertrag, ADPE = Potenzial für den abdochen Abbau nicht fossiler Ressourcen, ADPF = Potenzial für den abdochen Abbau bester Biomasse

ÖKOBILANZ RESSOURCENEINSAZ: 1m² MDF						
	A1	A2	A3	C2	C3	D
U1	4,925E+1	2,233E-1	2,834E+3	1,219E+2	4,701E+0	0,0E+0
U2	1,135E+1	0,0E+0	5,525E+1	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0
U3	1,142E+2	2,933E-1	2,882E+3	1,219E+2	4,701E+0	0,0E+0
U4	3,022E+3	1,625E+2	7,871E+3	9,192E+0	4,618E+1	0,0E+0
U5	1,000E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0
U6	4,001E+3	1,994E+2	4,342E+3	9,348E+0	8,777E+1	0,0E+0
U7	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0
U8	0,0E+0	0,0E+0	3,381E+3	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0
U9	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0
U10	1,058E+3	3,117E+0	2,305E+3	1,036E+1	4,991E+1	0,0E+0

PEFC = Erneuerbare Primärenergie als Energieträger, PEM = Erneuerbare Primärenergie für stofflichen Nutzung, PERT = Total erneuerbare Primärenergie, PENRE = Nicht-erneuerbare Primärenergie als Energieträger, PENRM = Nicht-erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung, PENRT = Total nicht-erneuerbare Primärenergie, SW = Emission von Sekundärstoffen, RSP = Erneuerbare Sekundärstoffe, NRE = Nicht-erneuerbare Sekundärstoffe, FII = Einsatz von fossilen Ressourcen

ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ OUTPUT-FLUSSE UND ABFALLKATEGORIEN: 1m² MDF								
Parameter	Einheit	A1	A2	A3	C2	C3	C4	D
HWD	kg	4,213E-1	0,0E+0	1,095E-1	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	1,45E+0
NHWD	kg	1,793E-3	0,0E+0	1,246E-2	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	2,403E-2
RWD	kg	1,174E-1	2,952E-4	5,895E-1	1,123E-5	1,409E-2	0,0E+0	1,014E-1
CRU	kg	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0
MRR	kg	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0
MER	kg	0,0E+0	0,0E+0	2,879E+0	0,0E+0	7,372E+2	0,0E+0	0,0E+0
EEZ	MJ	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0
EET	MJ	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0

HWD = Gefährlicher Abfall zur Deponie, NHWD = Gefährlicher nicht gefährlicher Abfall, RWD = Gefährlicher radioaktiver Abfall, CRU = Komponenten für die Wiederverwendung, MRR = Stoffe zum Recycling, MER = Stoffe für die Energierückgewinnung, EEZ = Exportierte Energie elektrisch, EET = Exportierte Energie thermisch

- Erstellung von Ökobilanzen für Verbände und Unternehmen der Holzindustrie, sowie Begleitung bei der Erstellung der EPDs beim dt. Programmhalter Institut für Bauen und Umwelt e.V.

Arbeitsbereich Holznutzung • Umwelt • Klima

Bereitstellung der Datensätze in ÖKOBAUDAT (BBSR/BMUB)

- „Anwenderkreis ÖKOBAUDAT“ des Bundesinstituts für Bauen, Stadtentwicklung und Raumplanung (BBSR)
- TI Ökobilanz-Datensätze (*Durchschnitt DE*) erfüllen die jeweils neuesten normativen Anforderungen

Parameter	Einheit	Bereitstellung der Rohstoffe (A1)	Transport (A2)	Herstellungsprozess (A3)	Summe cradle to gate (A1 - A3)	maximale Abweichung +%/-%	Transport zum Entsorger (C2)	Abfallwirtschaft (C3)	energetische Verwertung (D)	stoffliche Verwertung (D)	Verrechnung
-----------	---------	-----------------------------------	----------------	--------------------------	--------------------------------	---------------------------	------------------------------	-----------------------	-----------------------------	---------------------------	-------------

Ergebnisse Umweltauswirkung

GWP	[kg CO ₂ -Äqv.]	-7,78E+02	5,34E+00	3,76E+01	-7,35E+02	+82/-35	4,34E-01	7,97E+02	-3,60E+02	-1,23E+01	-5,
ADPF	[MJ]	1,92E+02	7,42E+01	4,05E+02	6,71E+02	+78/-35	6,12E+00	4,62E+01	-4,06E+03	-1,77E+02	-9,

Umweltwirkungen:

GWP = Globales Erwärmungspotenzial; ODP = Abbau Potential der stratosphärischen Ozonschicht; AP = Versauerungspotenzial von Boden und Wasser; EP = Eutrophierungspotenzial; POCP Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon; ADPE = Potenzial für den abiotischen Abbau nicht fossiler Ressourcen; ADPF = Potenzial für den abiotischen Abbau fossiler Brennstoffe

Ergebnisse Ressourceneinsatz

PERE	[MJ]	3,10E+00	1,30E-01	1,75E+03	1,76E+03		8,11E-03	4,70E+00	-3,30E+02	-8,34E+03	-6,
RSF	[MJ]	0,00E+00	0,00E+00	1,51E+02	1,51E+02		0,00E+00	0,00E+00	4,20E+03	0,00E+00	0,
NRSF	[MJ]	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00		0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,
FW	[m ³]	5,17E+02	1,87E+00	4,01E+02	9,20E+02		1,15E-01	4,99E+01	3,36E+03	-2,24E+02	-9,

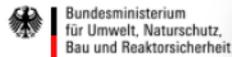
Ressourceneinsatz:

PERE = Erneuerbare Primärenergie als Energieträger; PERM = Erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung; PERT = Total erneuerbare Primärenergie; PENRE = Nicht-erneuerbare Primärenergie als Energieträger; PENRM = Nicht-erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung; PENRT = Total nicht erneuerbare Primärenergie; SM = Einsatz von Sekundärstoffen; RSF = Erneuerbare Sekundärbrennstoffe; NRSF = Nicht erneuerbare Sekundärbrennstoffe; FW = Einsatz von Süßwasserressourcen

Output-Flüsse und Abfallkategorien

HWD = Gefährlicher Abfall zur Deponie; NHWD = Entsorger nicht gefährlicher Abfall; RWD = Entsorger radioaktiver Abfall; CRU = Komponenten für die Wiederverwendung; MFR = Stoffe zum Recycling; MER = Stoffe für die Energierückgewinnung; EE = Exportierte Energie je Typ

CRU	[kg]	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00		0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,
MFR	[kg]	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00		0,00E+00	4,84E+02	0,00E+00	-4,84E+02	0,



Datenbank Browser ÖKOBAUDAT

Datenbanken

ÖKOBAUDAT [Zusätzlich](#)

Die ÖKOBAUDAT (aktuelle Aufnahme von Ökobilanzdaten in die ÖKOBAUDAT)

ÖKOBAUDAT -> 3. Holz ->

Hobelware (Durchschnitt)

Laubschnittholz - getrocknet

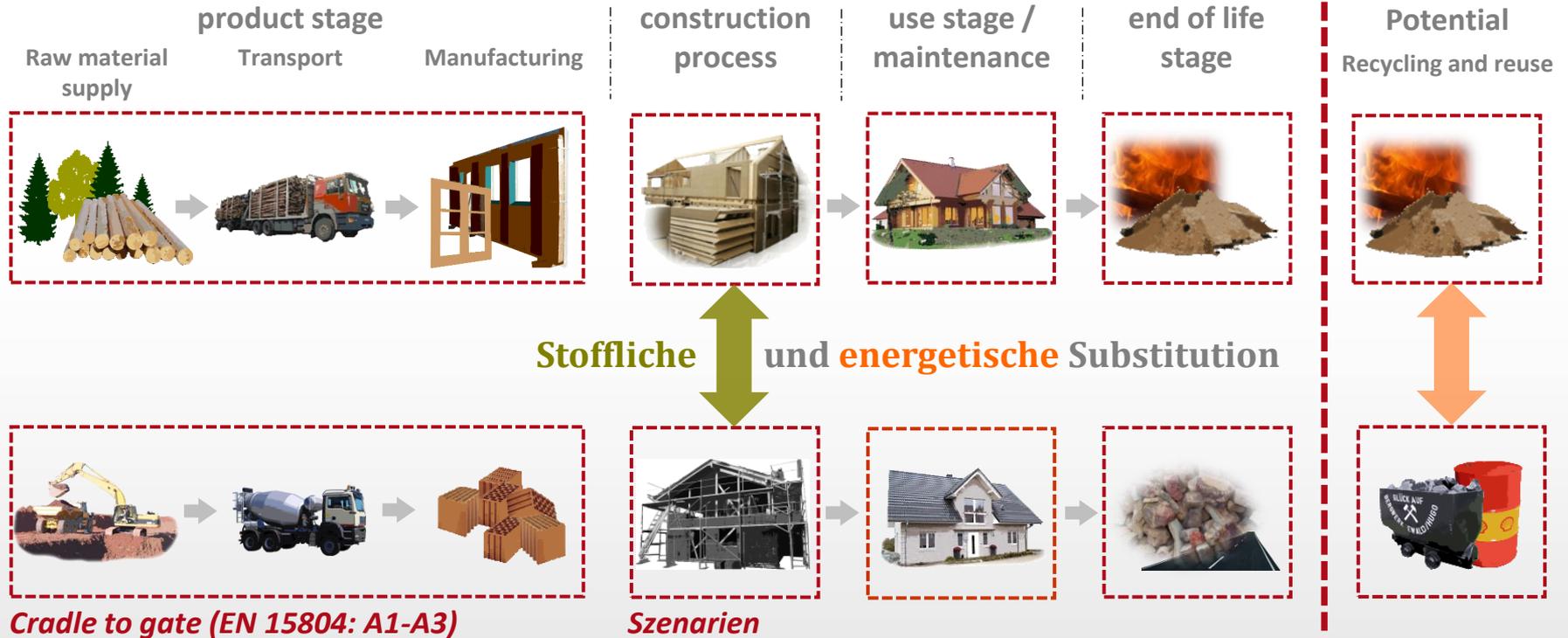
Nadelschnittholz - frisch (Durchschnitt)

Nadelschnittholz - getrocknet (Durchschnitt)

Rolle von Ökobilanzen beim ‚Nachhaltigen Bauen‘

Abschätzung potentieller Substitutionseffekte mittels Ökobilanzen

- Vergleich von Gebäuden auf Basis der gleichen funktionalen Einheit und getrennt nach definierten Lebenszyklusabschnitten (Modulen) (Normenreihe CEN/TC 350)
- Norm DIN EN 15804 (*sustainable construction works: building product level*) dient als Basis für die Abschätzung auf Gebäudeebene (DIN EN 15978)



- ‚Vom Baum zum Holzhaus‘
- Übersicht THG relevante Auswirkungen der Holznutzung
- **Ausgewählte Aktivitäten im Arbeitsbereich**

Kohlenstoffspeichereffekt der Holzverwendung

- Von den Klimaverhandlungen zur THG-Berichterstattung

Substitutionspotentiale der Holzverwendung

- Rolle von Ökobilanzen beim ‚Nachhaltigen Bauen‘
- **WKF Projekt ‚THG-Holzbau‘: Stoffliches Substitutionspotential**

Schema der THG-Bilanz des Forst- und Holzsektors

Waldklimafonds-Projekt THG-Holzbau

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft

Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz,
Bau und Reaktorsicherheit

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

RUHR
UNIVERSITÄT
BOCHUM

RUB

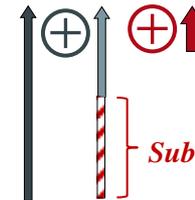
THÜNEN

TUM

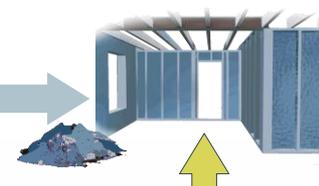
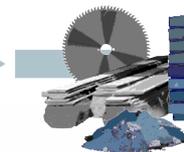
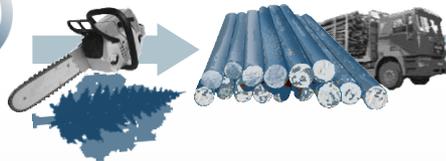
ASCONA
Gesellschaft für ökologische Projekte

(Laufzeit: 10/2014 – 09/2016 | FKZ: 28W-B-3-054-03)

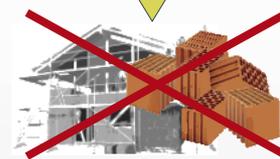
- Abschätzung des Klimaschutzpotentials der Holznutzung mit Hilfe von Szenarien auf Basis von Ökobilanz-Informationen und Statistiken zur Bautätigkeit



Substitutionspotential



Kohlenstoffspeicher HOLZ



Abschätzung des **stofflichen Substitutionspotentials** im Wohnungsneubau auf Basis empirischer, normkonformer und repräsentativer Ökobilanzdaten (Holzbauprodukt-Datensätze „Durchschnitt DE“)



sowie der damit verbundenen **Kohlenstoffspeicherwirkung**

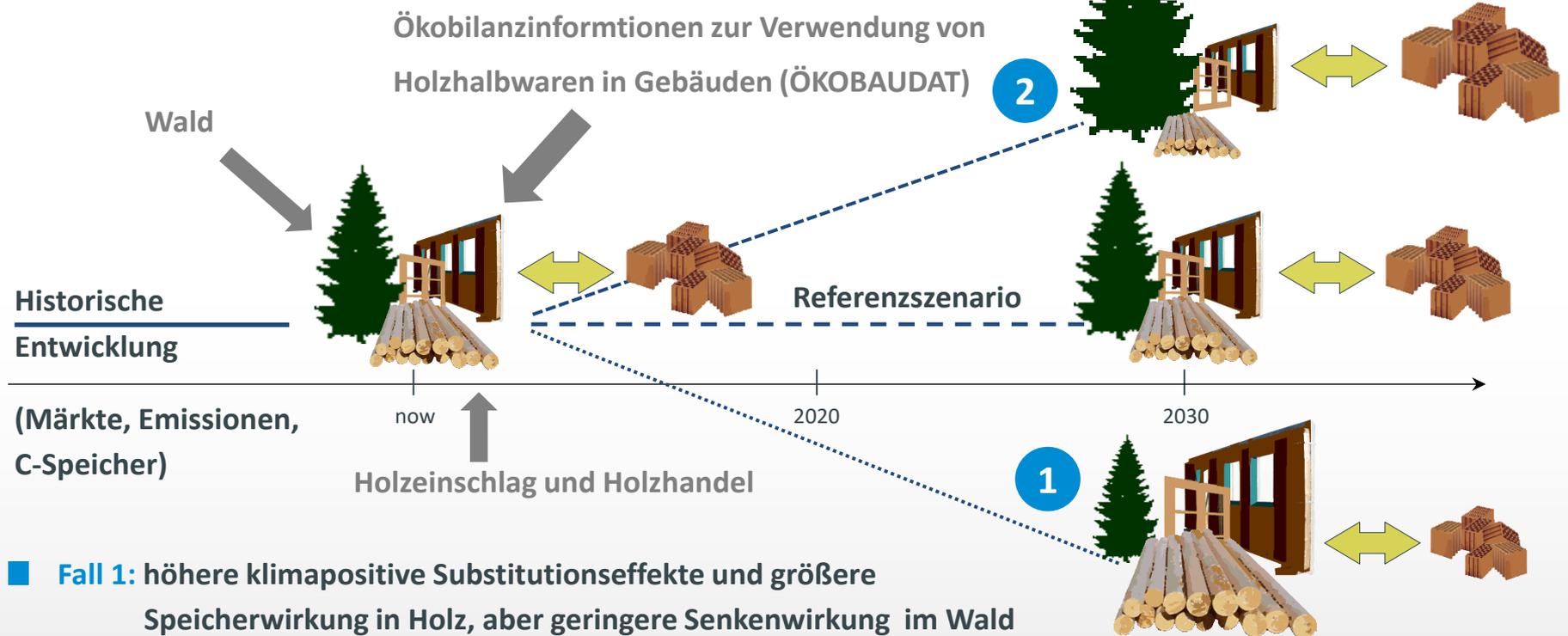


und der **Nachfrage nach Rohholz** (Holzeinschlag)

WKF Projekt ‚THG-Holzbau‘: Stoffliches Substitutionspotential

Methodischer Hintergrund (Arbeitspaket 2: Abschätzung nationaler Effekte)

- Kombination von Daten zu möglichen Substitutionseffekten mit Informationen über die Auswirkungen auf die biogenen Kohlenstoffspeicher in Wald und Holzprodukten



- **Fall 1:** höhere klimapositive Substitutionseffekte und größere Speicherwirkung in Holz, aber geringere Senkenwirkung im Wald
- **Fall 2:** Höhere Senkenwirkung im Wald, aber geringere Substitutions- und Speicherwirkung in Holz

WKF Projekt ‚THG-Holzbau‘

Festlegung eines Referenzszenarios

■ BBSR ‚Wohnungsmarktprognose 2030‘ (BBSR 2015) unter Berücksichtigung von:

- Bevölkerungszahl
- Zahl der Haushalte
- Wohnungsbautätigkeit auf Ebene der Kreise
- struktureller Besonderheiten des deutschen Wohnungsmarktes
(BBSR-Wohnungsmarktbeobachtung, Statistisches Bundesamt und ZENSUS 2011)

■ Regionale Prognoseergebnisse der Wohnflächennachfrage als Basis für die Berechnung des künftigen Wohnungsneubaubedarfs

■ Kombination mit der statistischen Zeitreihe zu ‚Baufertigstellungen nach vorwiegend verwendetem Baustoff‘ (Statistisches Bundesamt 2016)

■ Annahme eines gleichbleibenden Baustoffanteils (Ø 2011 – 2015)

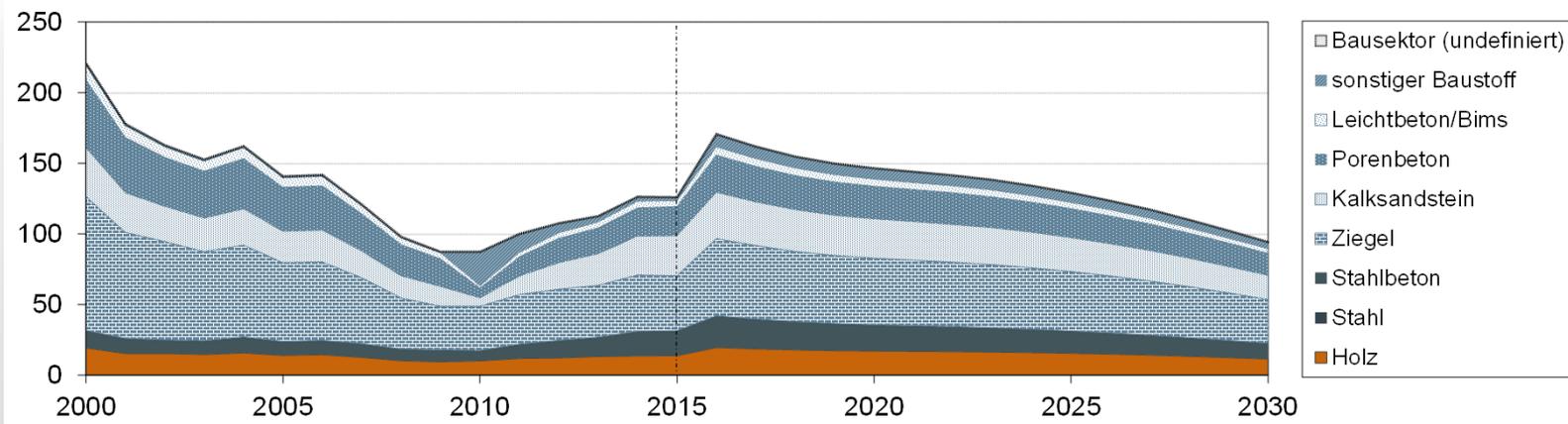
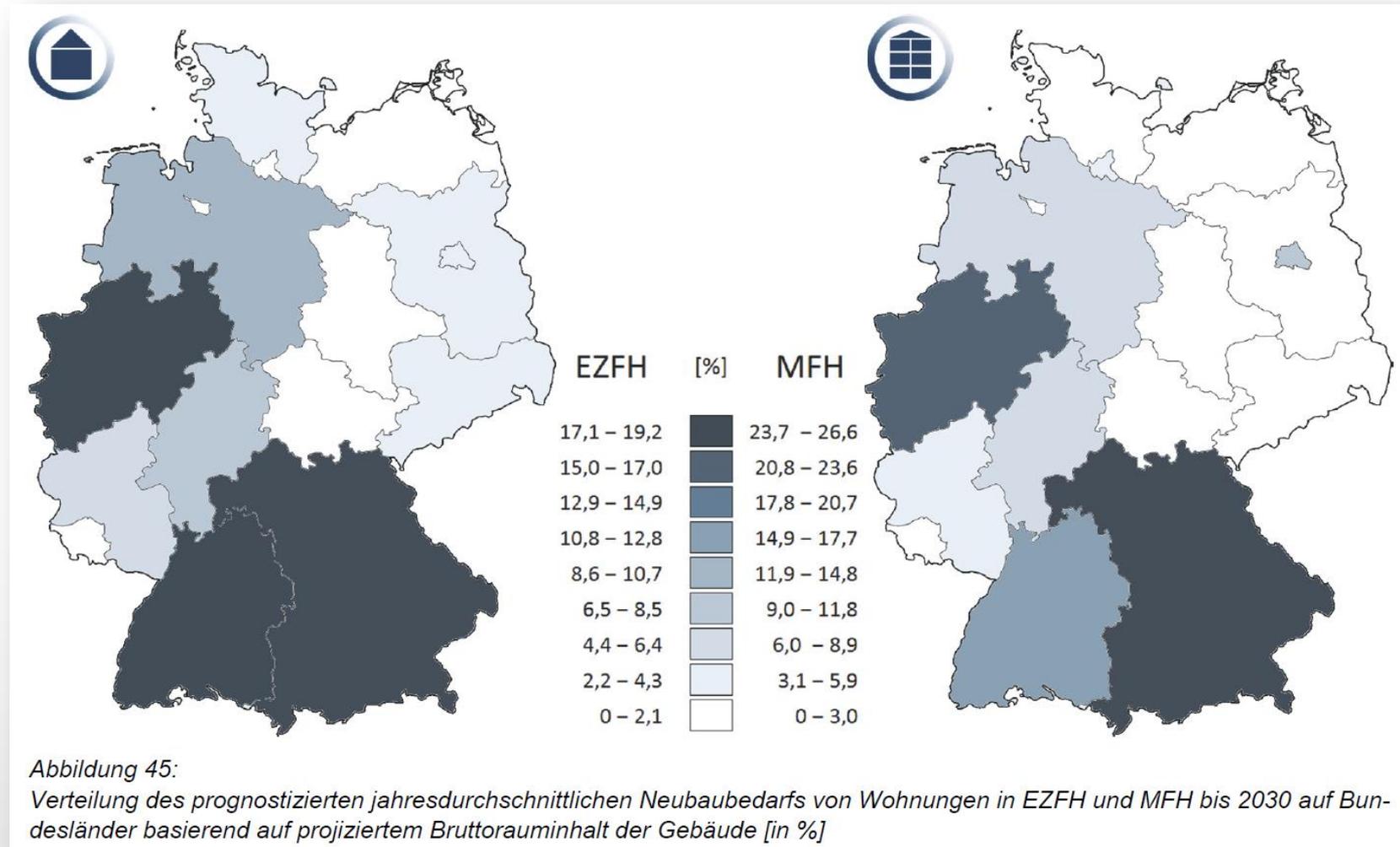


Abbildung 33:
Historische und zukünftige Errichtung von Wohngebäuden nach überwiegend verwendetem Baustoff in Deutschland
[in 1000 m³ BRI] (nach BBSR 2015b und Statistisches Bundesamt 2016a)

WKF Projekt ‚THG-Holzbau‘

Prognostizierter Neubaubedarf (BBSR 2015)



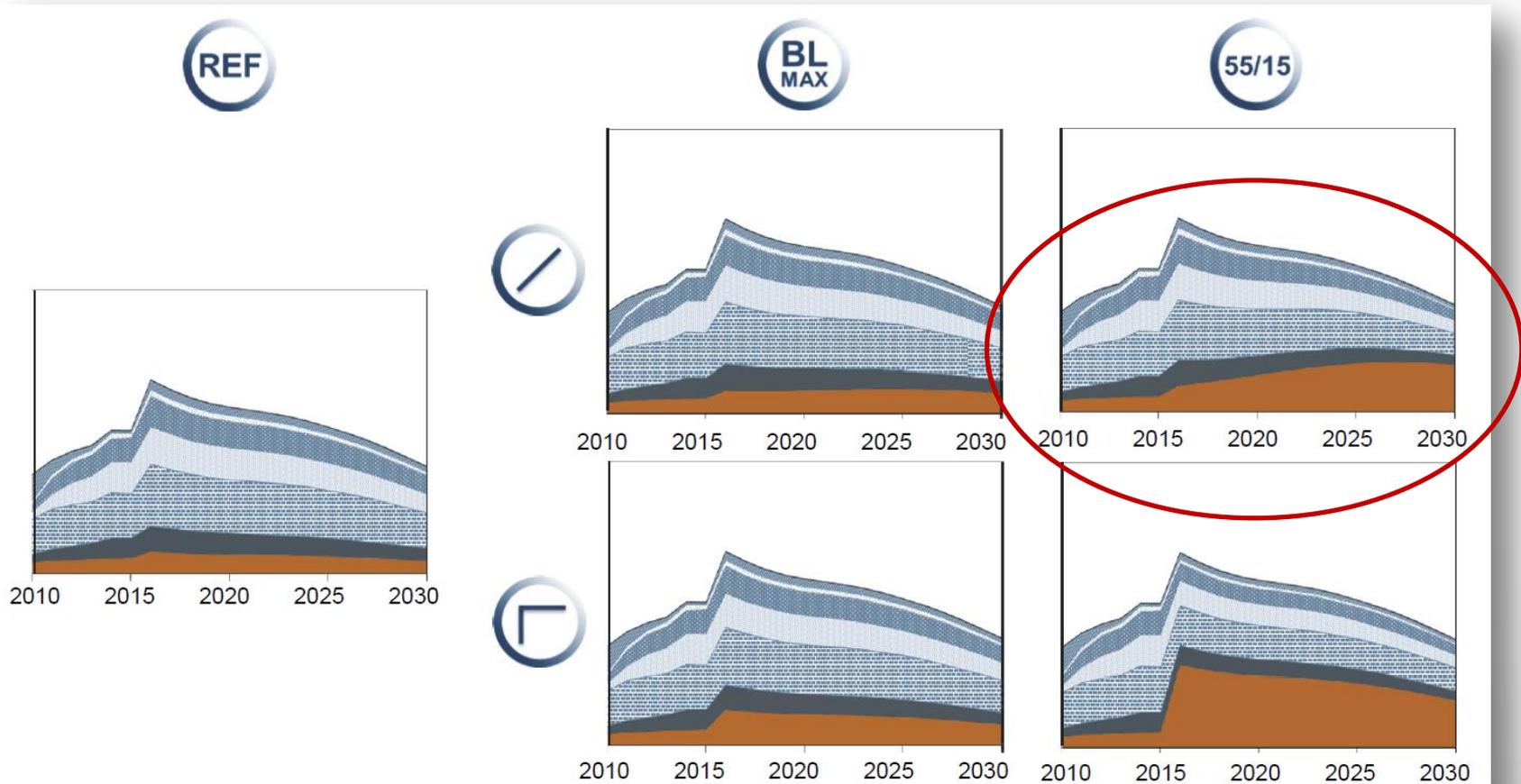
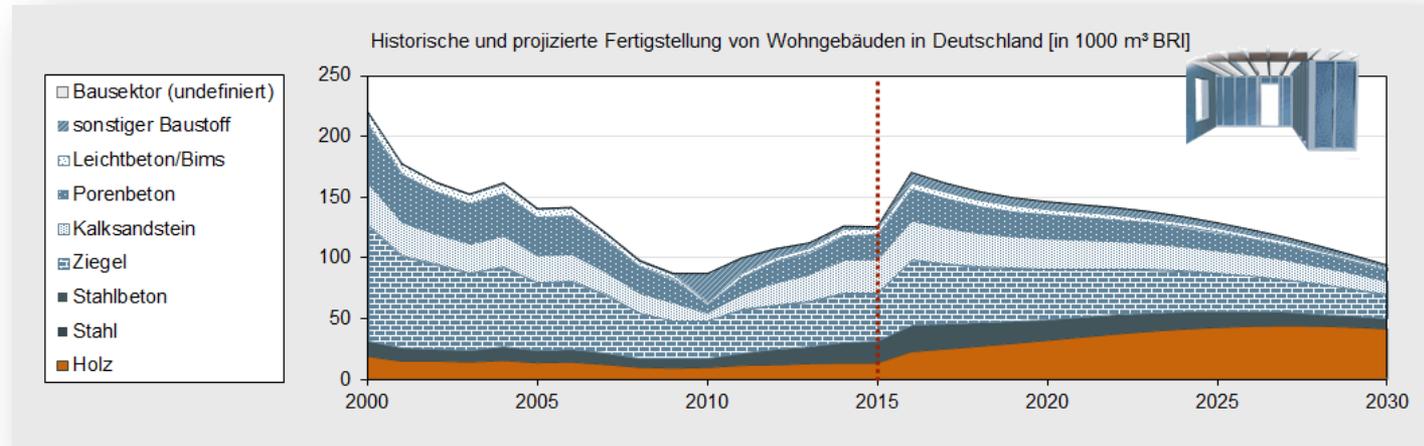


Abbildung 36:

Schematische Übersicht über die szenarienabhängige Veränderung des Anteils von Wohngebäuden aus Holz im Zeitraum 2010-2030 (vgl. Legende Abbildung 33)

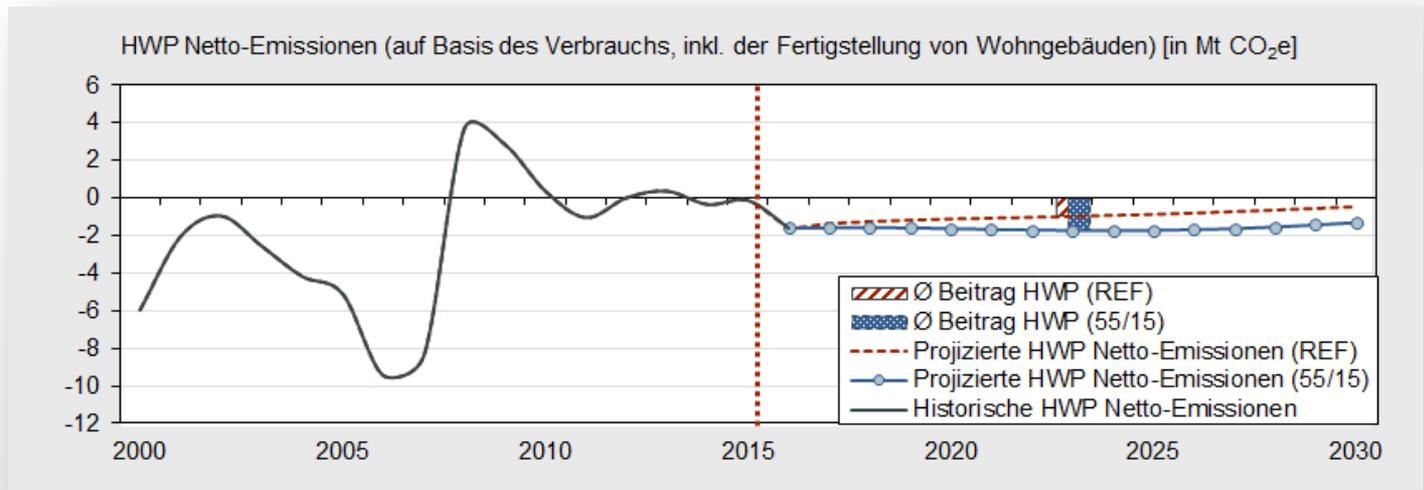
WKF Projekt ‚THG-Holzbau‘

Ergebnisbeispiel: Szenario „55/15“ steigend: *relativ zu REF Szenario*



Ø 2016-2030:
- 0,65 Mt CO₂e⁻¹

Σ 2016-2030:
- 9,76 Mt CO₂



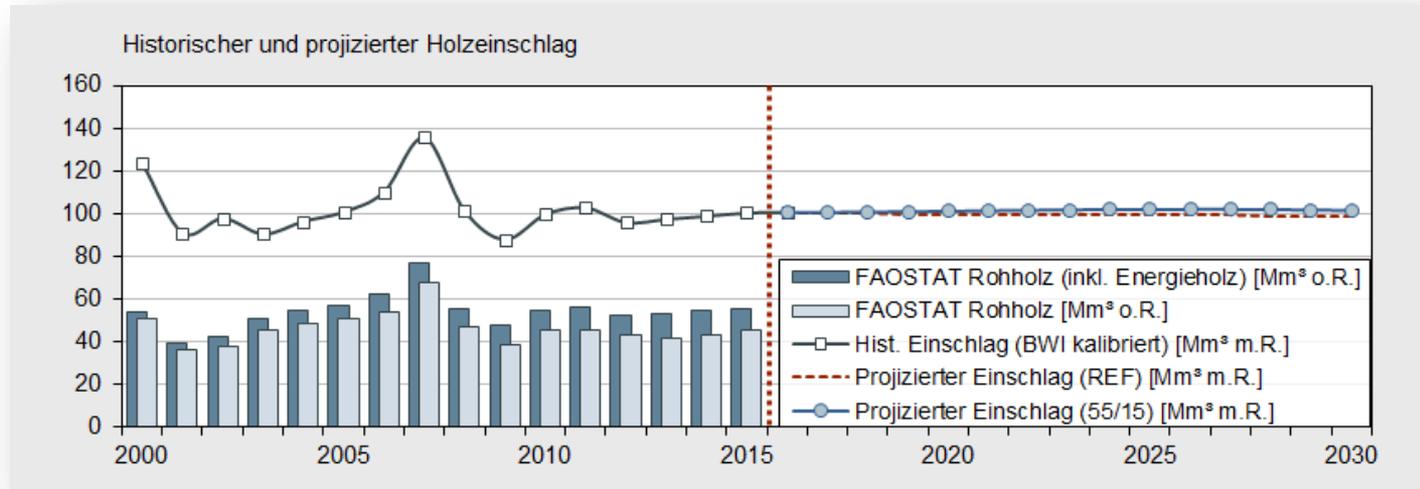
WKF Projekt ‚THG-Holzbau‘: Stoffliches Substitutionspotential

Ergebnisbeispiel: Szenario „55/15“ steigend: *relativ zu REF Szenario*



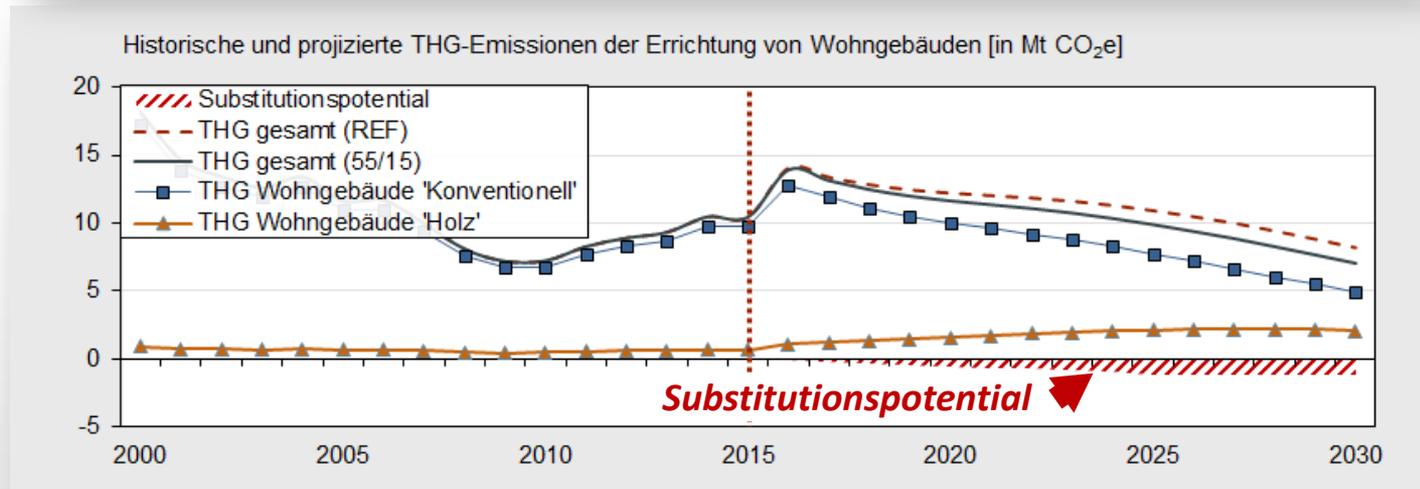
Ø 2016-2030:
+1,92 Mm³ a⁻¹

Σ 2016-2030:
+28,7 Mm³



Ø 2016-2030:
- 0,8 Mt CO₂e a⁻¹

Σ 2016-2030 (-2080):
- 11,7 /- 13,4 Mt CO₂e



WKF Projekt ‚THG-Holzbau‘

Übersicht Ergebnisse (\emptyset 2016-2030 a⁻¹) (relativ zu REF Szenario)

Tabelle 18:

Jahresdurchschnittliche Ergebnisse für den Szenarienzeitraum von 2016 bis 2030 [in %]*

		REF		BL MAX		55/15	
	[Mm ³]	44,23		+0,43	+0,86	+1,92	+3,90
	[Mt CO ₂]	-0,96		-0,15	-0,28	-0,65	-1,25
	[Mt CO ₂ -äq]	11,31		-0,19	-0,38	-0,78	-1,59

* Die Ergebnisse für die Szenarien ‚BL_{MAX}‘ und ‚55/15‘ sind relativ zum Szenario ‚REF‘ und *kursiv* dargestellt

WKF Projekt ‚THG-Holzbau‘

Übersicht Ergebnisse (Σ 2016-2030) (*relativ zu REF Szenario*)

Tabelle 19:

Summe der Ergebnisse für den gesamten Szenarienzeitraum von 2016 bis 2030*

		REF	BL MAX		55/15	
						
 [Mm ³]	663,46	+6,40	+12,94	+28,74	+58,49	
 [Mt CO ₂]	-14,44	-2,20	-4,21	-9,76	-18,78	
 [Mt CO ₂ -äq]	169,58	-2,78	-5,64	-11,72	-23,89	

* Die Ergebnisse für die Szenarien ‚BL_{MAX}‘ und ‚55/15‘ relativ zum Szenario ‚REF‘ und *kursiv* dargestellt

WKF Projekt ‚THG-Holzbau‘

Analyse der projizierten Substitutionswirkung der Szenarien nach Bundesland

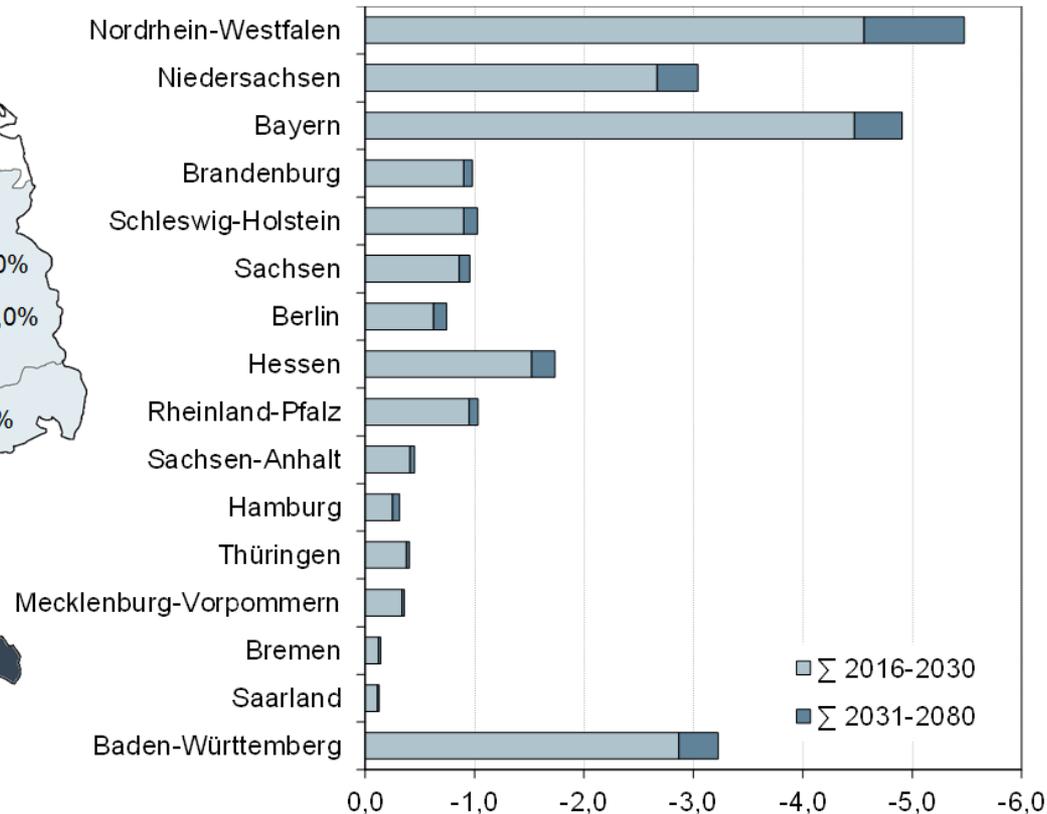
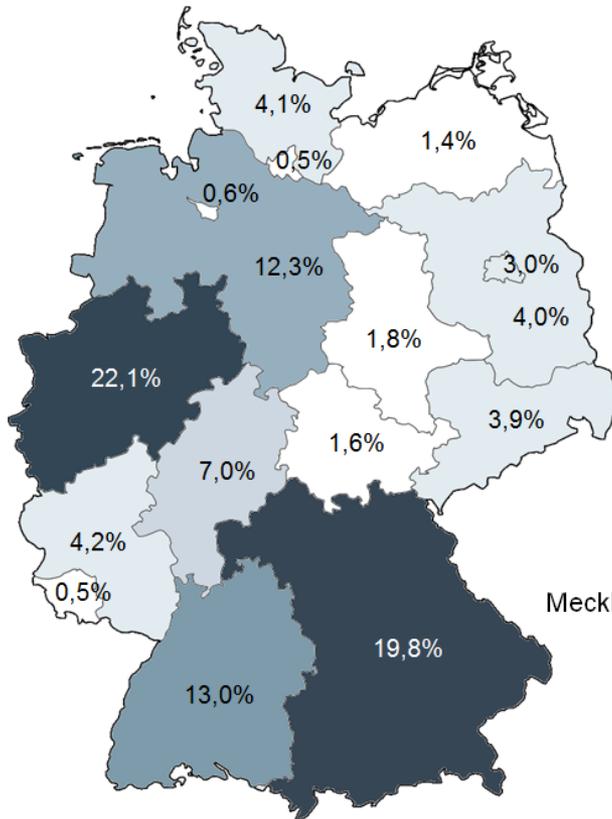


Abbildung 48:
Projizierte Substitutionswirkung für EZFH im Szenario ‚55/15 ab sofort‘ nach Bundesländern in den Zeiträumen 2016-2030 und 2031-2080 sowie der jeweilige Anteil an der Gesamtwirkung [in Mt CO₂-äq und %]

WKF Projekt ‚THG-Holzbau‘

Analyse der projizierten Substitutionswirkung der Szenarien nach Bundesland

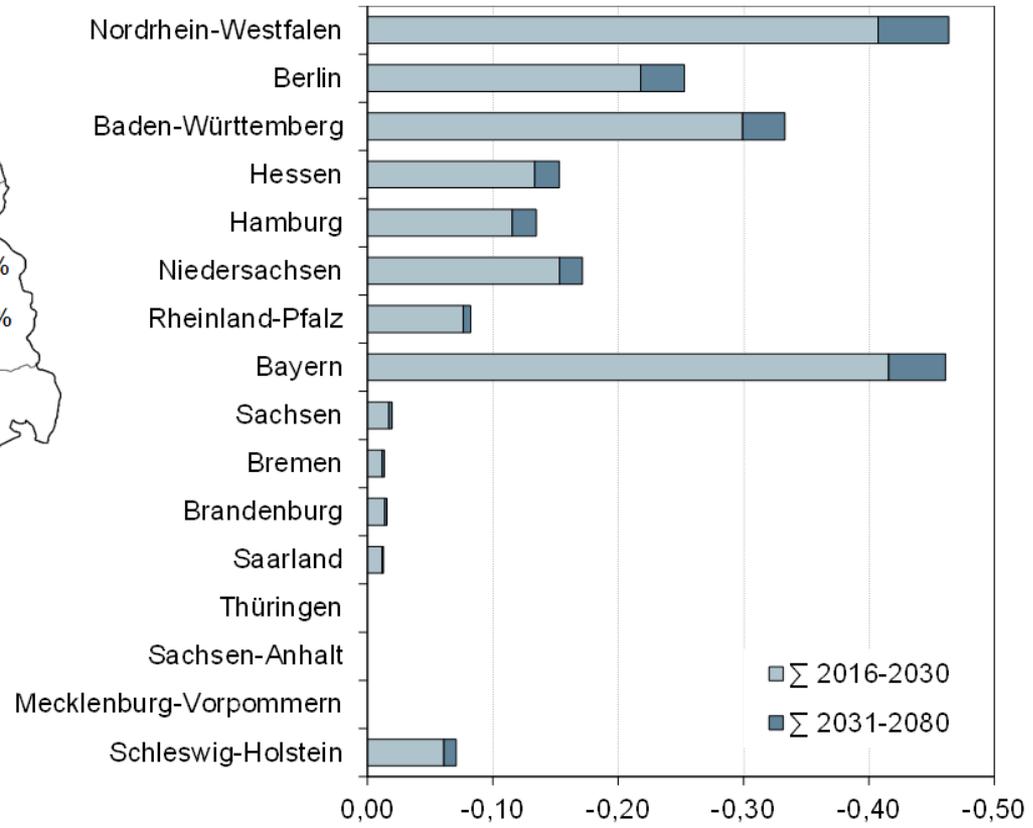
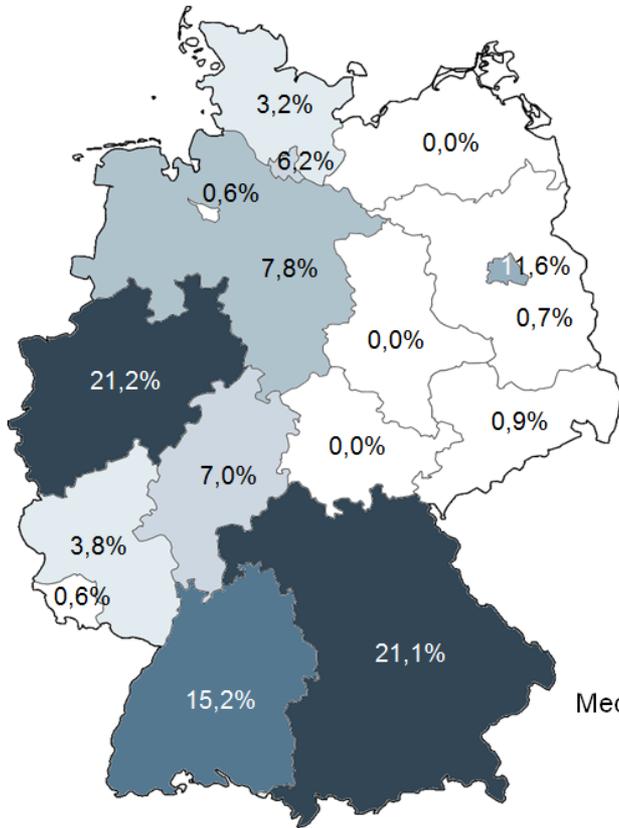


Abbildung 50:
 Projizierte Substitutionswirkung für MFH im Szenario ‚55/15 ab sofort‘ nach Bundesländern in den Zeiträumen 2016-2030 und 2031-2080 sowie der jeweilige Anteil an der Gesamtwirkung [in Mt CO₂-äq und %]

WKF Projekt ‚THG-Holzbau‘: Stoffliches Substitutionspotential

Ergebnisse (Arbeitspaket 2: Abschätzung nationaler Effekte)

- Einfluss der projizierten Holzbauquote (BLMAX, 55/15) auf potentiellen **Klimaschutzbeitrag maßgeblich abhängig von aktueller Holzbauquote** und **prognostiziertem Wohnungsbedarf in jeweiligem Bundesland** nach BBSR
- **Abdeckung** der vorgestellten Abschätzung eines möglichen Klimaschutzbeitrags der Holzverwendung im Wohnungsneubau liegt **bei ca. 2% des Gesamtverbrauchs** von Holzhalbwaren (Schnittholz und Holzwerkstoffe) (**ohne Ausbau**)
- Abschätzung beinhaltet **bislang nur die Konstruktion** von Wohngebäuden, da Zuordnung des Ausbaus (Fenster, Türen, Böden, Treppen, Fassaden, etc.) unklar bzw. unabhängig von Konstruktion; Berücksichtigung kann Klimaschutzbeitrag evtl. mehr als verdoppeln – weitere Forschung notwendig
- Abschätzung des Klimaschutzbeitrags mittels Sachbilanz- und THG-Daten realer Gebäude aus normkonformen Ökobilanzen in Kombination mit Statistiken zu Baufertigstellungen und Holzhalbwaren stellt **neue und abgesicherte Methode** dar
- Vorgestelltes Vorgehen legt die **Basis für Monitoring indirekter THG-Effekte**

FNR-Projekt ‚HolzImBauDat‘ (Folgeprojekt für ‚THG-Holzbau‘)

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft

Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz,
Bau und Reaktorsicherheit

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

RUHR
UNIVERSITÄT
BOCHUM

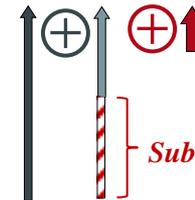
RUB

THÜNEN

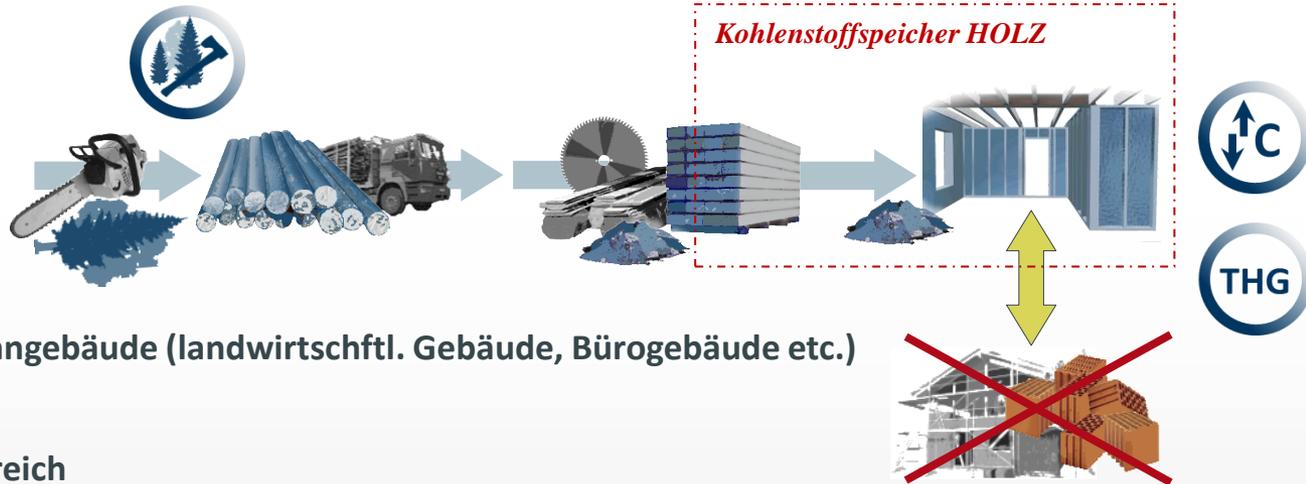
ASCONA
Gesellschaft für ökologische Projekte

(Laufzeit: 04/2017 – 09/2016 | FKZ: 28W-B-3-054-03)

- Schaffung einer „Datenbasis zur Bewertung einer nachhaltigen und effizienten Holzverwendung im deutschen Bausektor“



Substitutionspotential



- Fokus:
 - Neubau Nichtwohngebäude (landwirtschaftl. Gebäude, Bürogebäude etc.)
 - Hybridgebäude
 - Holz im Außenbereich
 - Sanierung und Aufstockung

Projekt beinhaltet damit die Ausweitung der vorhandenen Datenbasis, die auch für die Abschätzung klimarelevanter Aspekte herangezogen werden kann / soll



Schema der THG-Bilanz des Forst- und Holzsektors

FNR-Projekt ‚HolzImBauDat‘

WoodCarbonMonitor

Copyright © Sebastian Rüter 2017

Activity data, method and emission factor

Select HWP activity data source: FAOSTAT 2016

Select country: DE

Select system boundary / approach: Stock-change approach

Select C conversion factor: Country-spec (IPCC 2013 KP5G)

Include HWP from domestic feedstock only (PA):

Include items 'Other INDRW+' and 'Sleepers':

Select calculation method: First-Order-Decay (FOD)

Select half-lives [1,2,3,4]: IPCC KP Supplement (35/25/2)

Country-spec RSL: n.a.

Calculate exports separately (PA + FOD):

Adjust RSL: 0,0%

Select period of adjustment: 1990 to 2015

Apply RSL adjustment over period:

Enter growth rate: 1,151%

Select period for Ø pool inflow: 1990 to 1994

Select method to calc historic C pool: Apply Equation 2.8.5 KP Supplement

Apply method on Ø pool inflow:

Apply commodity specific growth rate:

Apply Eq.2.8.5 since: 1990

Select period for Ø growth rate: 1990 to 1994

Projection / Scenario

Display start year: 1990

Select base year & period: Year 2015 (Ø last 5 yrs harvest)

Display end year: 2030

Show projection:

Select scenario approach: Select scenario for HWP in building sector

Apply data as reference for projection: HWP buildings harvest

Select method or data source for projection: Apply BBSR scenario on housing needs up to 2030

Select period for calc. mean Ø data: 2011 to 2015

Select data or scenario for projection / scenario: Towards defined [] (wood) by 2030

Select period for Ø of growth / trend (BAU): 2011 to 2015

Building scen: DE

Apply commodity specific growth rate: 0,00%

Set snapshot

Set reference

Accounting

Select LULUCF accounting regime: Activity based HWP (2/CMP.7)

(1) Base year: 1990

(2) Reference period: 2003 to 2008

Select accounting reference: Base year (1)

Discount factor: 90%

(CP) Accounting period: 2015 to 2030

Assume HWP_{AR} originate from FM:

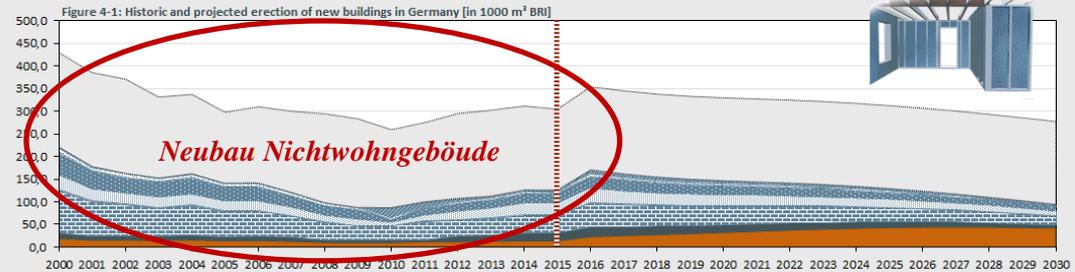
(3) Reference period: CP1

Exclude inherited emissions from before: 1990

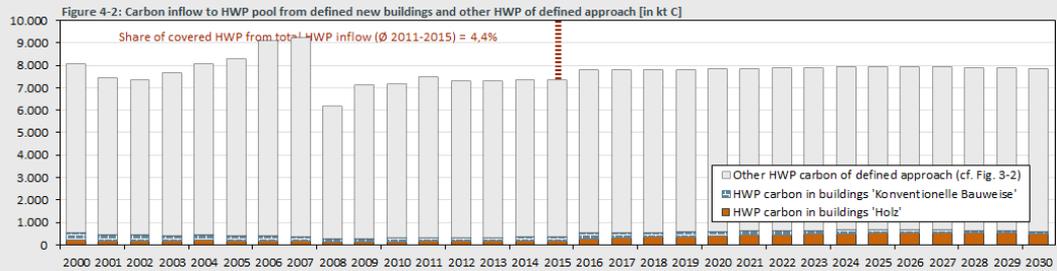
Calc AccOpt

HistoricSeries | AccountingOptions | ProjectionsScenarios | BuildingSectorScenarios | Snapshots

Parameters



- Bausektor (undefiniert)
 - sonstiger Baustoff
 - Leichtbeton/Bims
 - Porenbeton
 - Kalksandstein
 - Ziegel
 - Stahlbeton
 - Stahl
 - Holz
- ON/OFF



- Show building segments (Fig. 4-1)
- EZFH
 - MFH
 - INDB (undefiniert)
- Include interior work
- standard
 - standard
 - alternative

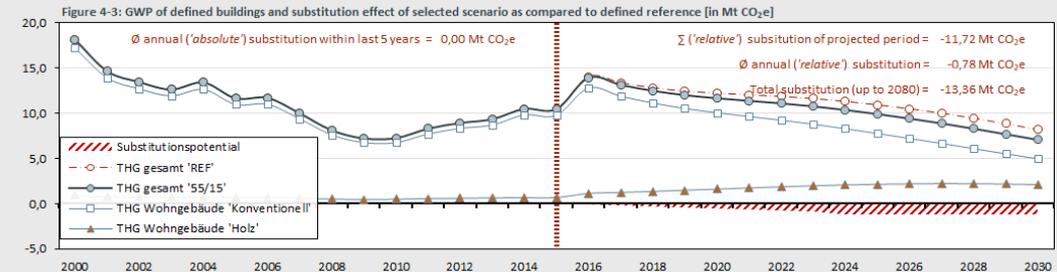
Show 'Other HWP C'

Define 2030 [] (wood)

- EFH 55,0%
- MFH 15,0%

Apply def/calc [] (wood) for period 2016-2030

- Show 'absolute' substitution of selected scenario (cp. to 0 wood)



DEbuilding

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Kontakt:

Dr. Sebastian Rüter
Thünen-Institut für Holzforschung

+49 40 73962-619
sebastian.rueter@thuenen.de
www.thuenen.de

