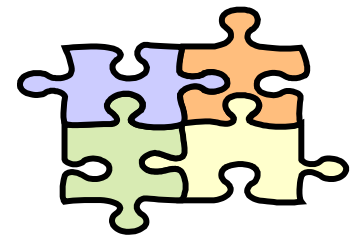

Dr. Frank Werner

CONSTRUCTION EN BOIS IMPACTS SUR LE BILAN CO₂ DE LA SUISSE ET SUR DE POSSIBLES MESURES D'INCITATION



Table des matières

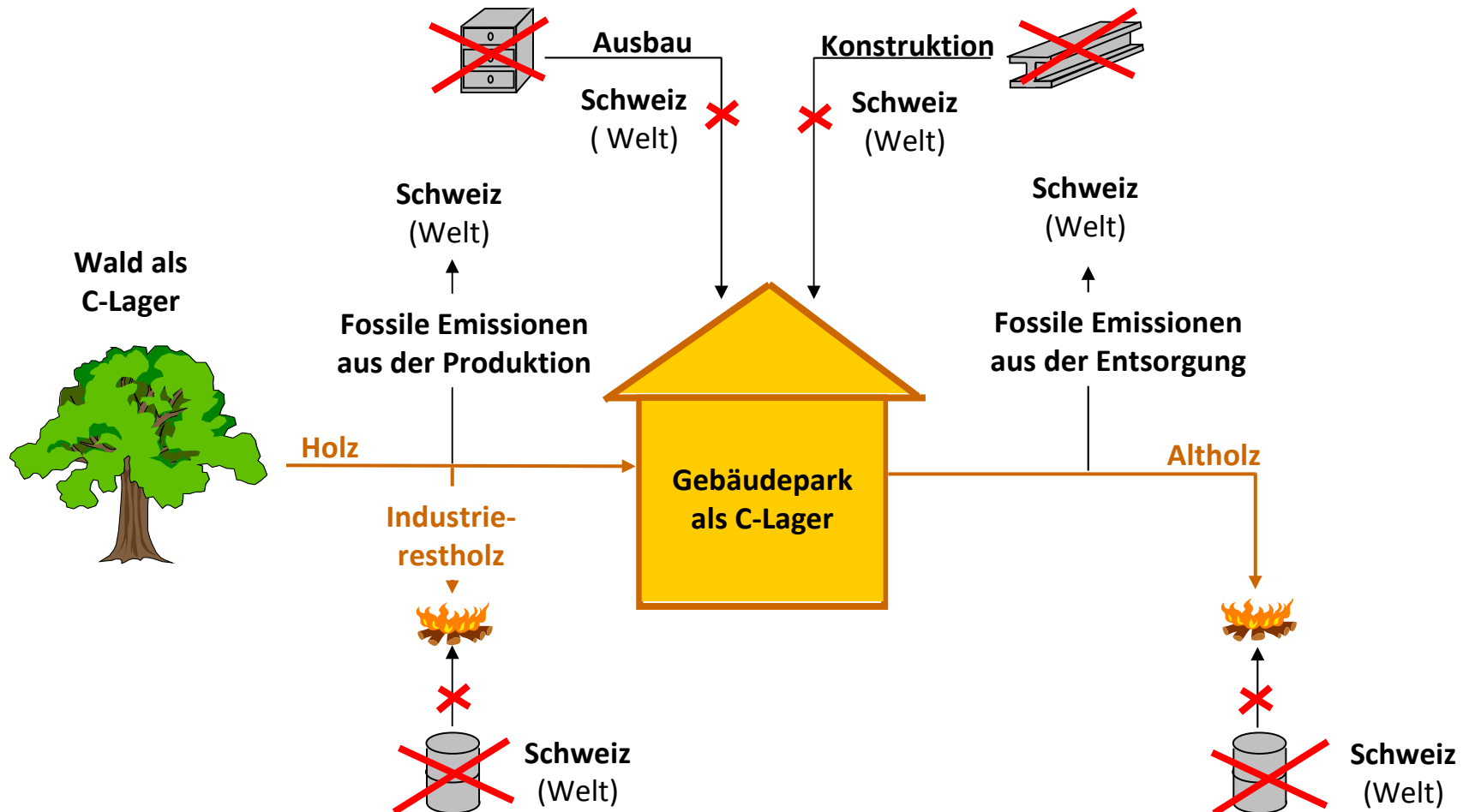
- Introduction
- Bilan des gaz à effet de serre de différents scénarios d'exploitation forestière et du bois en Suisse
- Matériel de substitution: profils des gaz à effet de serre et leur caractère insidieux
- Etude par objet: bilan des gaz à effet de serre d'une maison individuelle/d'un immeuble
- Bases pour une valorisation de l'impact CO₂ des produits en bois



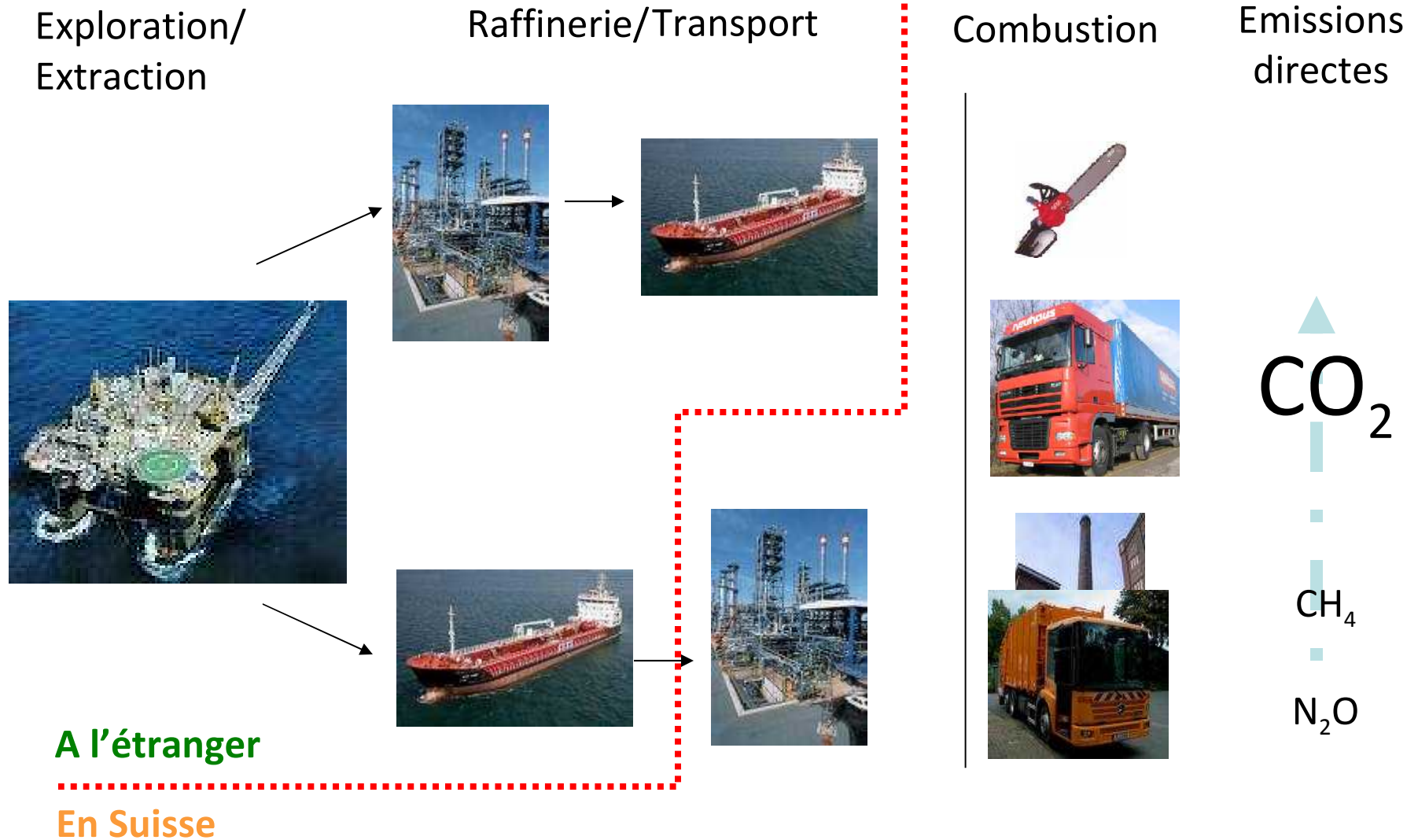
Impact des gaz à effet de serre de produits en bois en Suisse et à l'étranger

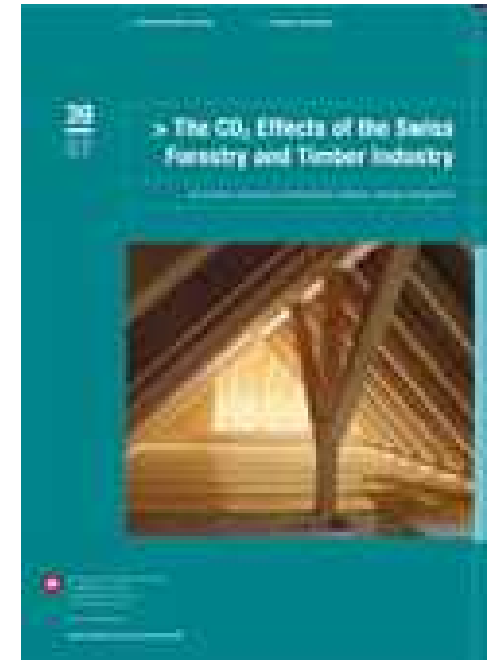
INTRODUCTION

Mécanismes d'action de produits en bois en rapport avec les questions climatiques



Emissions de gaz à effet de serre de source d'énergie fossile

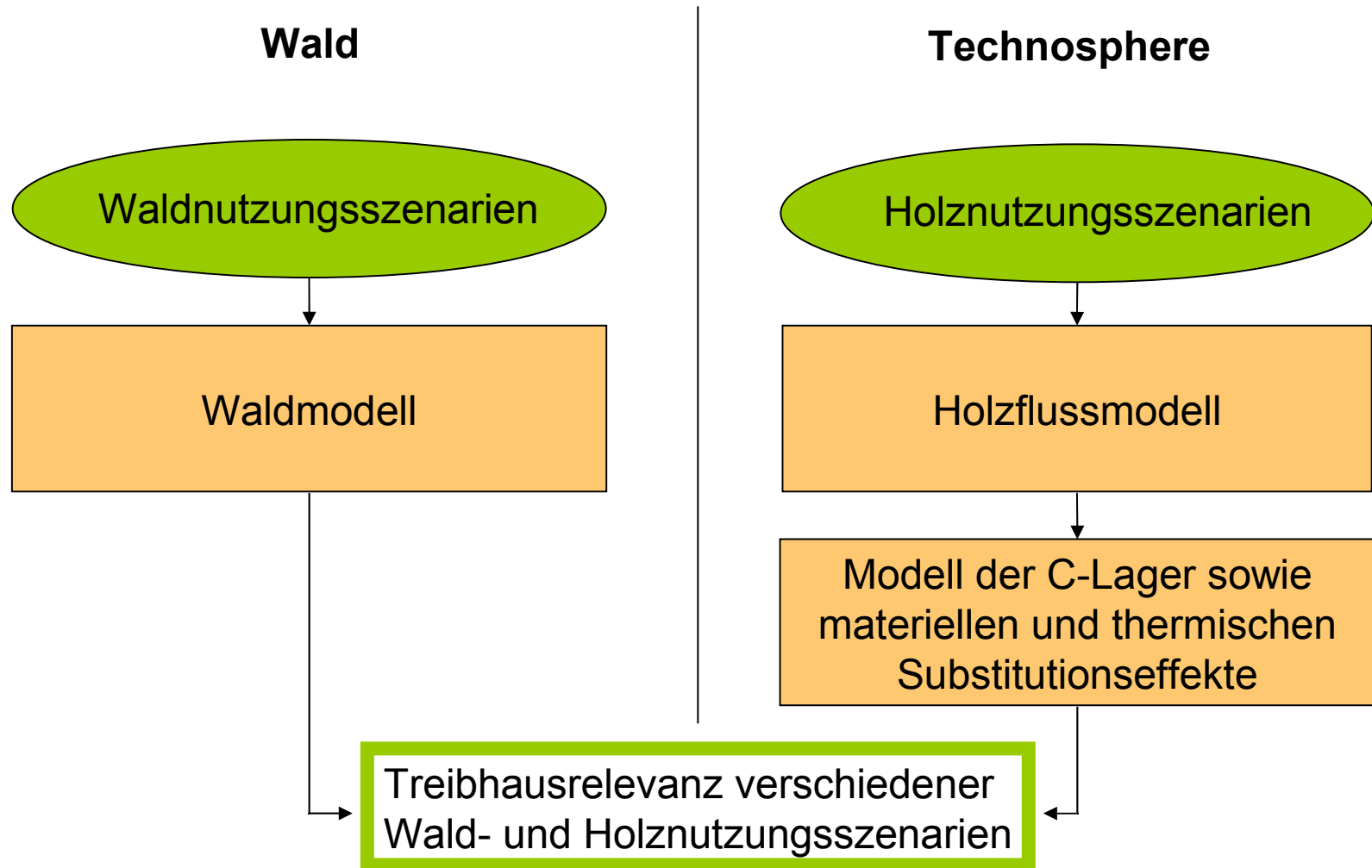




Modèle/Scénario/facteurs d'efficacité/résultats

BILAN DES GAZ À EFFET DE SERRE DE DIFFÉRENTS SCÉNARIOS D'EXPLOITATION FORESTIÈRE ET DU BOIS EN SUISSE

Bilan des gaz à effet de serre de scénarios d'exploitation forestière et du bois



Scénarios

Les scénarios représentent des options politiques réalistes.

	Accroissement optimal		Kyoto optimal	Exploitation réduite	Baseline
Exploitation du bois					
Exploitation du bois Suisse	+ 90%		+ 75%	- 40%	+ 20%
	Bâtiment	Energie	Bâtiment		
Consommation					
Construction, restauration	+ 80%	+ 0%	+ 80%	- 24%	+ 20%
Produits en bois					
Energie bois	+ 122%	+ 344%	+ 67%	- 81%	+ 20%
Bilan du commerce extérieur					

Conclusions pour l'effet de substitution

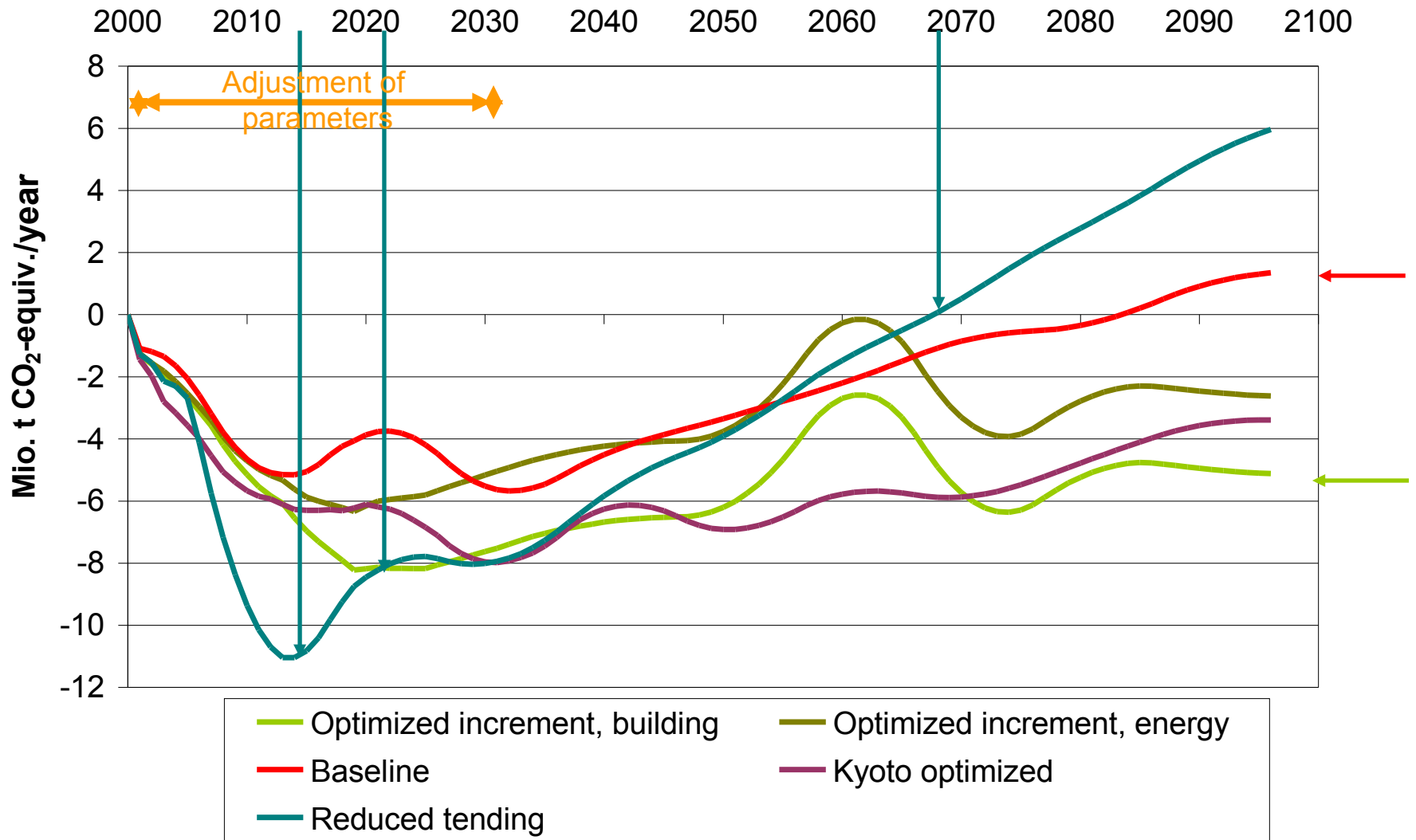
Recherche für das Szenario "Zuwachs optimiert, Gebäude" Total

	kg CO ₂ /m ³ Holz (920 kg CO ₂)	kg CO ₂ /m ² Fläche	kg CO ₂ /m ² Fläche
Materialsstitution		-320	-410
Energetische Substitution		< -480	> -120
Total		< -800	> -530

(Werner et al.2010)

Comparaison des scénarios

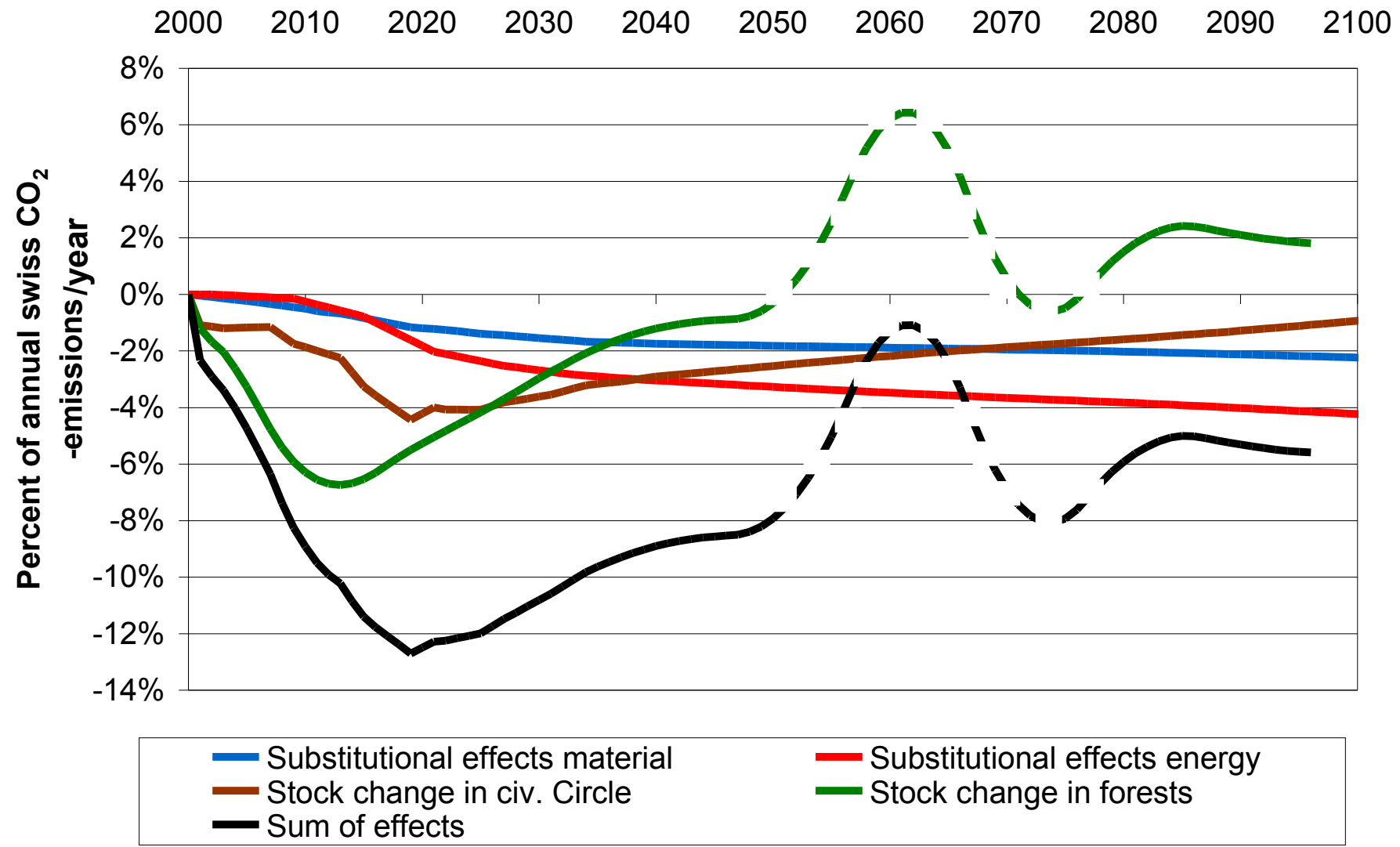
Effet global annuel



(Werner et al.2010)

Scénario „accroissement optimal, bâtiments“

Effets annuels en Suisse



(Werner et al. 2010)

Conclusions

- A long terme, les stratégies qui visent la **plus grande utilisation de bois indigène dans la construction** auront le meilleur bilan carbone
- Le recours au bois et l'utilisation énergétique qui suit représente clairement la meilleure option que l'utilisation énergétique simple (**utilisation en cascade**).
- **Les stratégies de puits conduisent à une instabilité de la structure de la forêt** plus sensible aux tempêtes. Malgré une forte réduction de CO₂ au début, ces stratégies ne représentent pas une option durable.

Conclusions

- L'effet climat de la substitution matérielle par une utilisation du bois peut être **significativement** (positive)
- **Les effets de substitution** de la valorisation matérielle (et énergétique) du bois se manifeste de manière illimitée par l'utilisation du bois (à la place d'autres matériaux).
- **L'augmentation du stock de carbone** conduit à un **nouvel équilibre de la chaîne** = pas d'autre effet que le stockage du carbone
- L'état des connaissances pour quantifier l'effet de substitution est anecdotique resp. spécifique au cas et lié à de grandes variabilité.

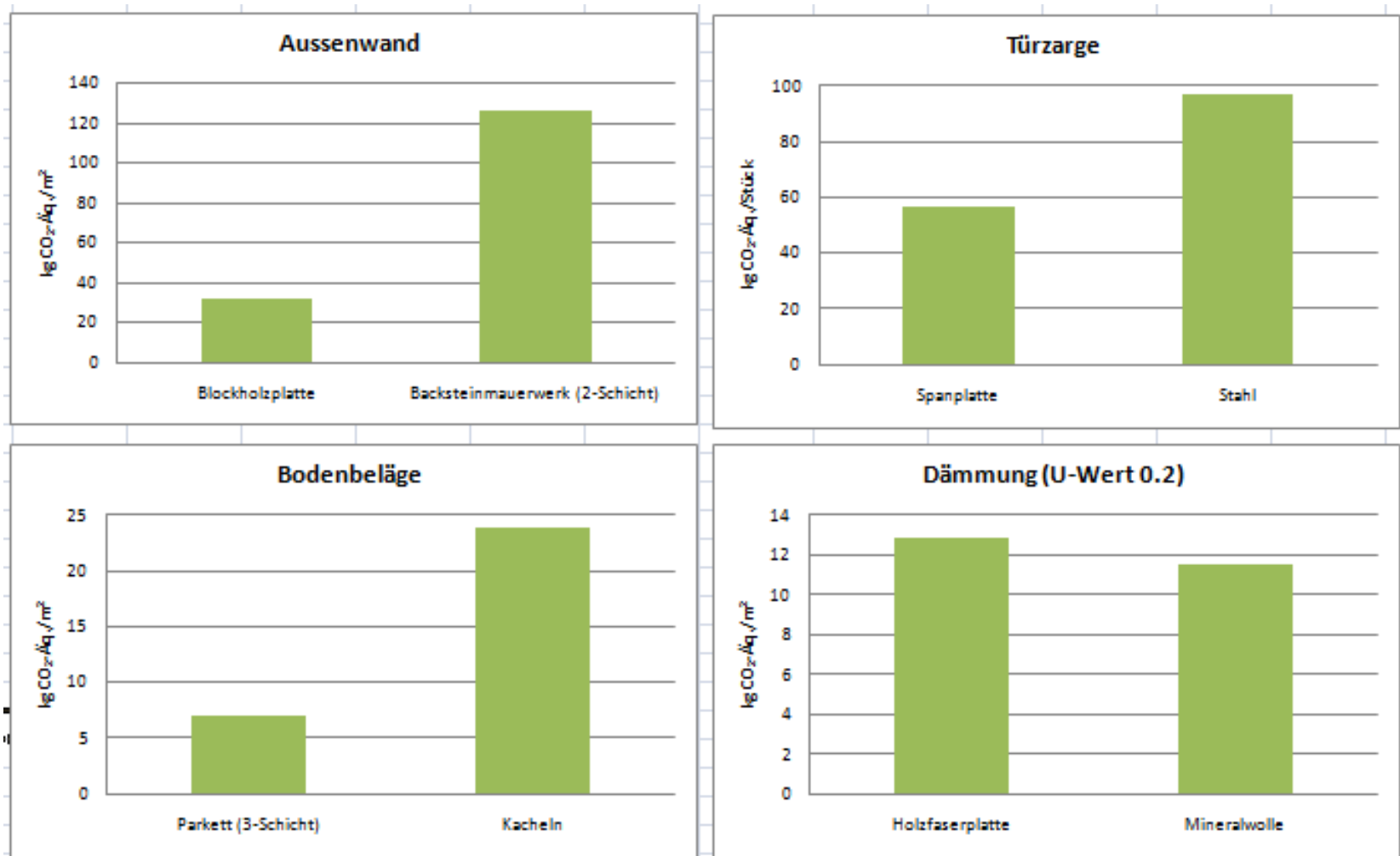
Conclusions

- Les stratégies pour l'optimisation climatique de l'exploitation forestière et du bois ne peuvent être qu'estimées **de manière intégrale**, incluant les effets transsectoriels (= effets de substitution)
- L'évaluation de ces stratégies nécessitent clairement des **préférences géographiques et temporelles**

Comparaisons des profils des gaz à effet de serre/Influence du cadre de référence géographique/Influence de la méthode/variance inter et interne entreprise

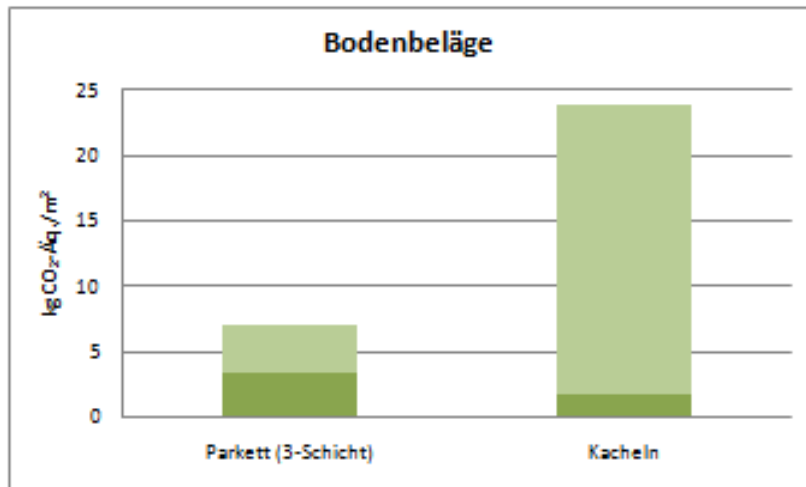
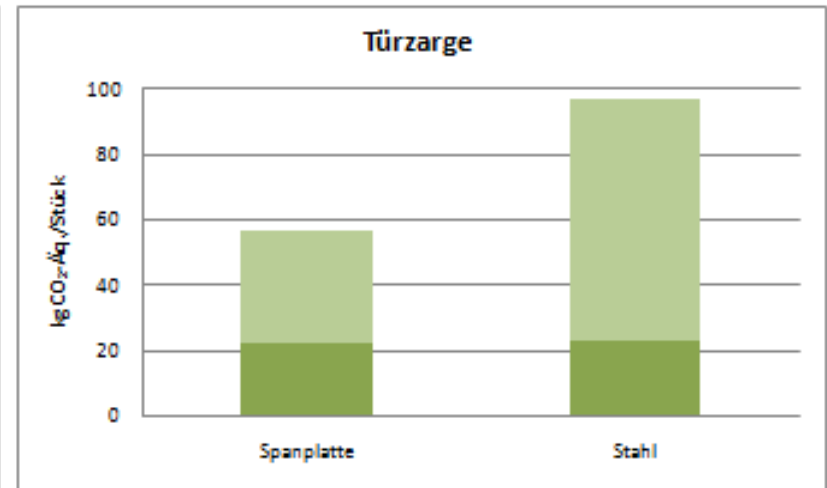
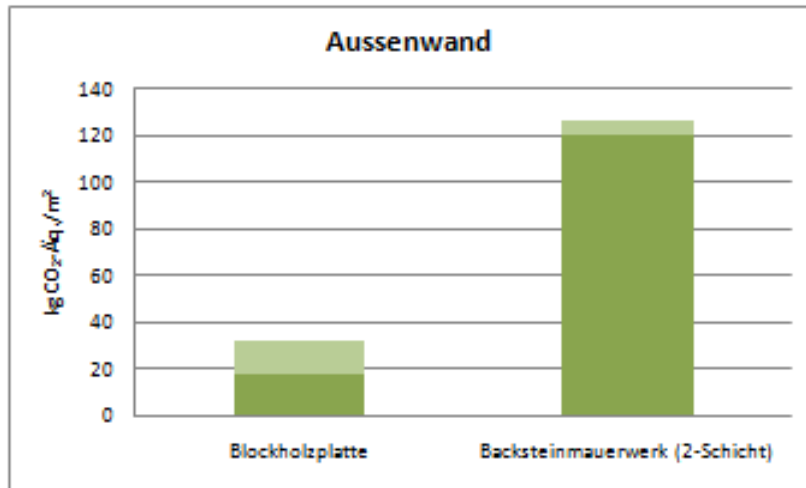
PROFILS DES GAZ À EFFET DE SERRE ET LEUR CARACTÈRE INSIDIEUX



Comparaison de profils de gaz à effet de serre d'éléments de constructions



(Werner et al. 2006, eigene Berechnungen basierend auf EMPA Baustoffliste für Ökobilanzen)

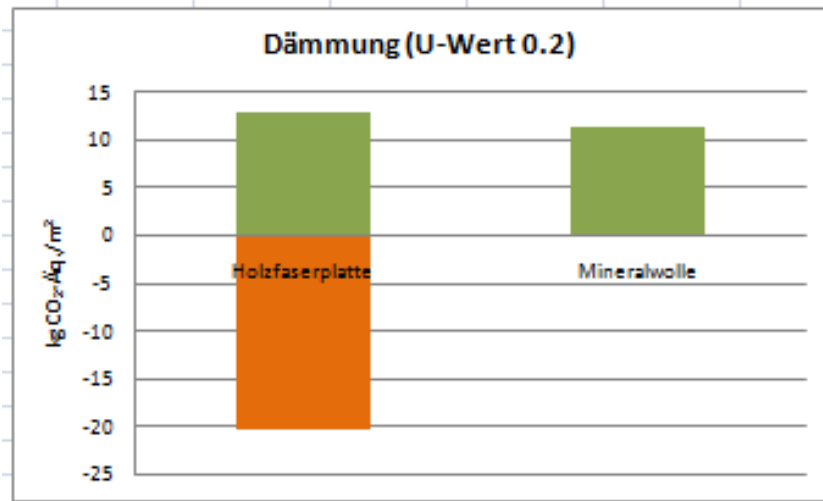
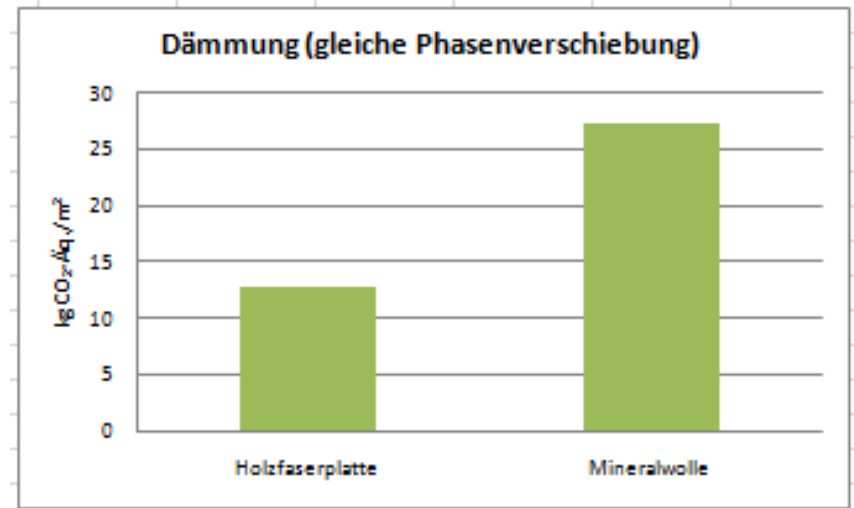
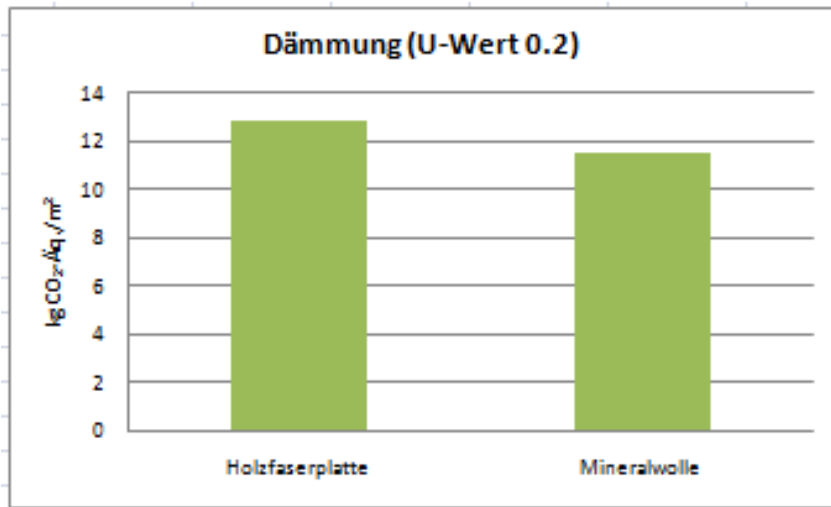
Choix du système de référence géographique



 Substitution im Ausland
 Substitution im Inland

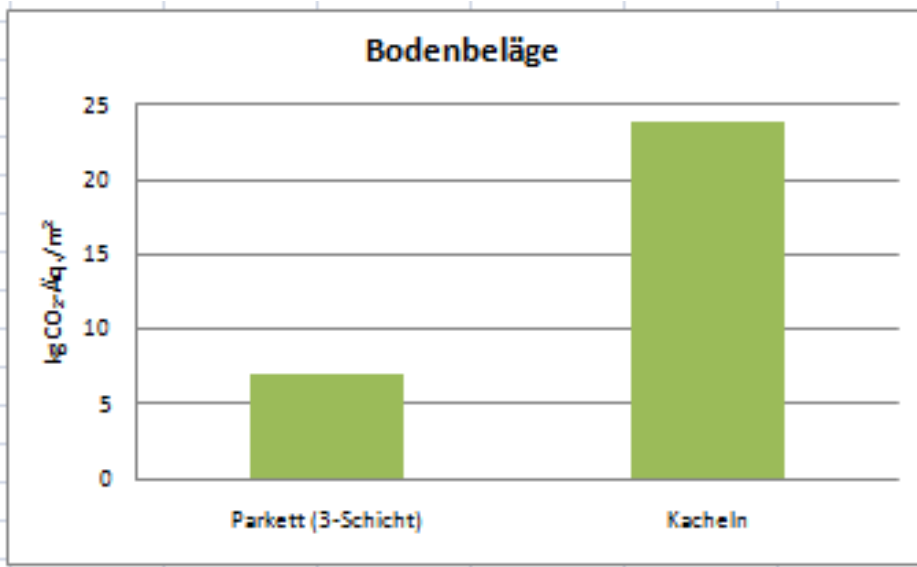
(Werner et al. 2006)

Choix de l'unité fonctionnelle/systeme limite

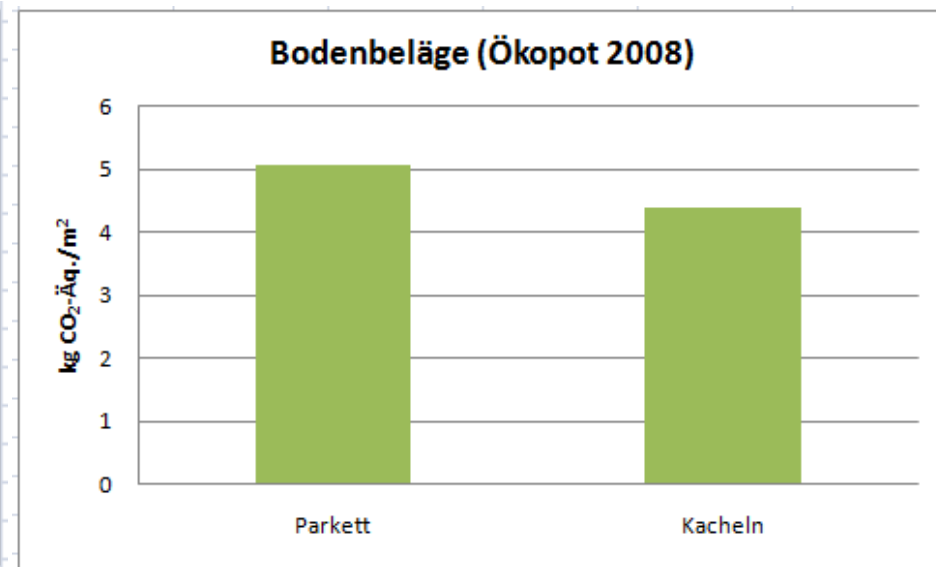


(eigene Berechnungen, basierend auf EMPA-Baustoffliste für Ökobilanzen)

Choix de la source bibliographique



(Werner et al. 2006, basierend auf Werner (1997) und Nicoletti et al (2002))



(Braune et al. 2008)

Variance entre les fabricants

IBU-EPD, Hersteller 1:

Auswertegröße	Einheit pro kg Steinwolle	Herstellung von Steinwolle unkaschiert
Primärenergie nicht erneuerbar	[MJ]	12,9
Primärenergie erneuerbar	[MJ]	0,1
Treibhauspotenzial (GWP 100)	[kg CO ₂ -Äqv.]	1,16

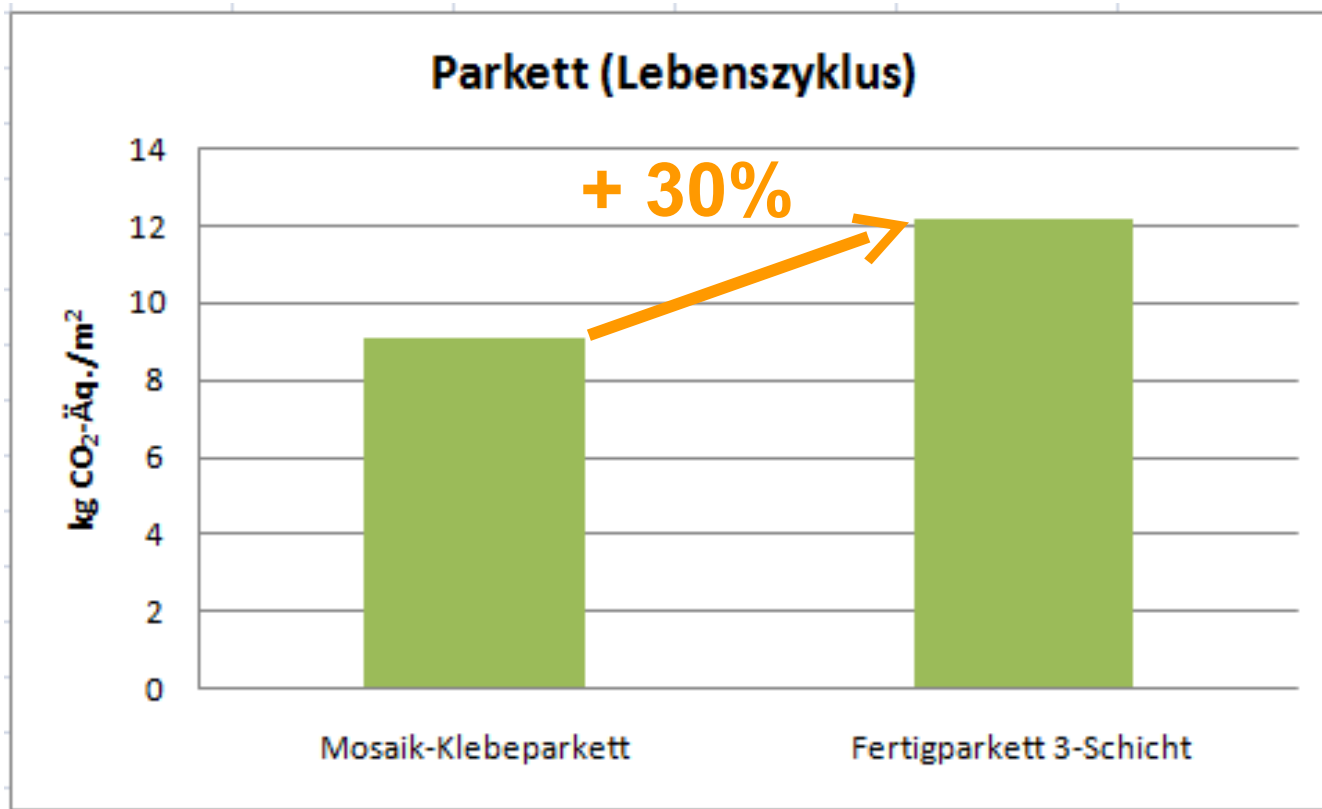
IBU-EPD, Hersteller 2:

Auswertegröße	Einheit pro kg	Steinwolle (unkaschiert)
Primärenergie, nicht erneuerbar	[MJ]	25,25
Primärenergie, erneuerbar	[MJ]	1,13
Treibhauspotenzial (GWP 100 Jahre)	[kg CO ₂ -Äqv.]	1,61

+ 40%

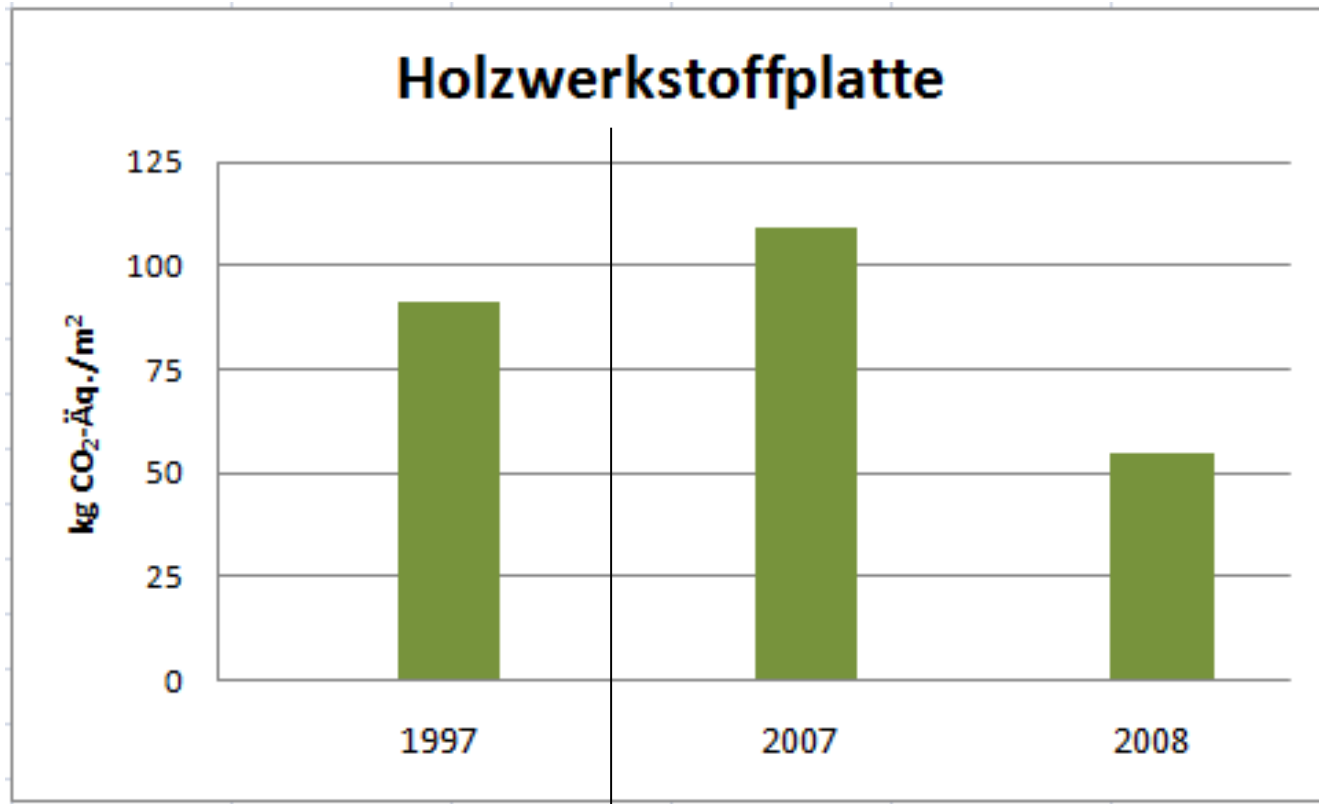


Variance entre les produits d'un fabricant



(Werner 1997)

Variance interne



(Werner 2008)

Bilan intermédiaire

- En général, le profil des gaz à effet de serre des produits en bois est plus bas que les produits de substitution.
- Les données existantes sur l'effet de substitution des produits en bois sont anecdotiques.
- Grande variabilité des profils des gaz à effet de serre entre:
 - Les différentes sources de données
 - Les différentes unités fonctionnelles/limite des systèmes
 - Les différentes entreprises
 - Les différents produits d'un groupe de produits
 - Les considérations internes annuelles



Machbarkeitsstudie

Auswirkung der Holzverwendung auf die nationale Treibhausgasbilanz und Anreize zu deren Steigerung

Autoren: Christoph Affentranger, Dipl. Arch. ETHSIA, Zug
Beni Isenegger, im plus GmbH, Bern
Frank Werner, Dr. Werner Umwelt & Entwicklung, Zürich
Christoph Stark, Lignum, Zürich

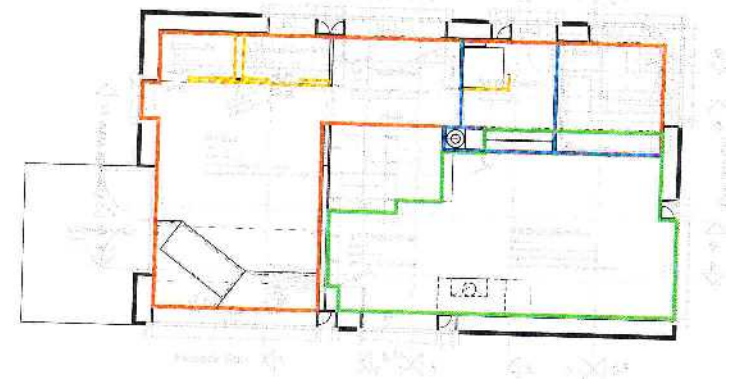
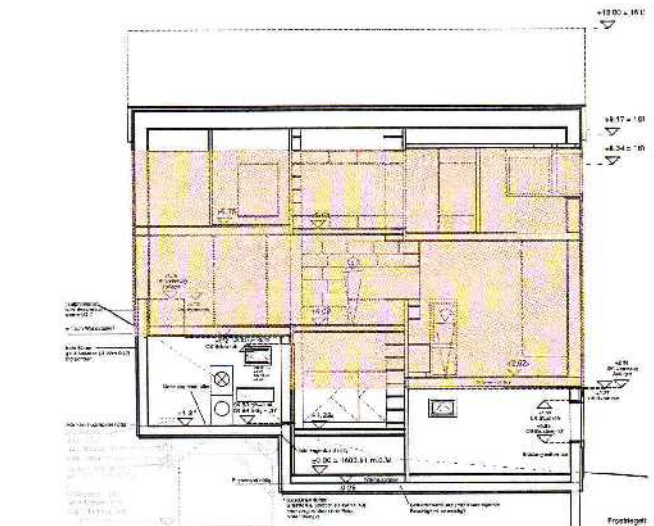
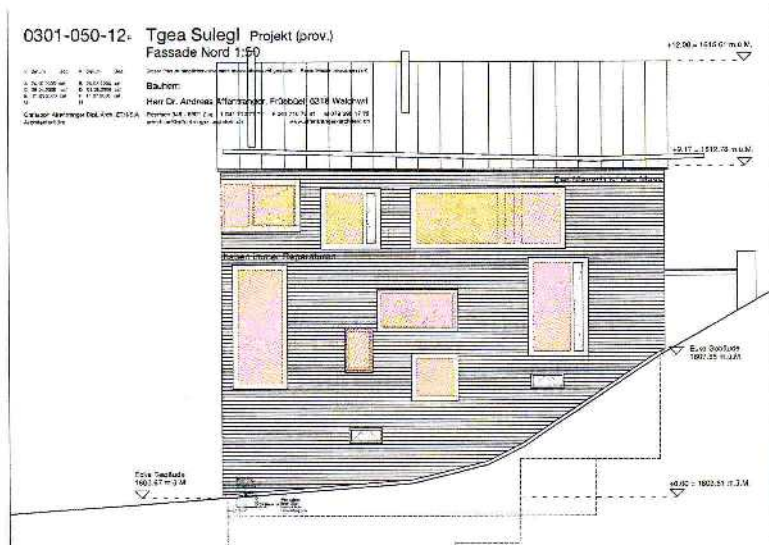
Eine Studie mit Co-Finanzierung des
Fonds zur Förderung der Wald- und Holzforstung
(Projekt-Nr. 2007-12)

Oktober 2006

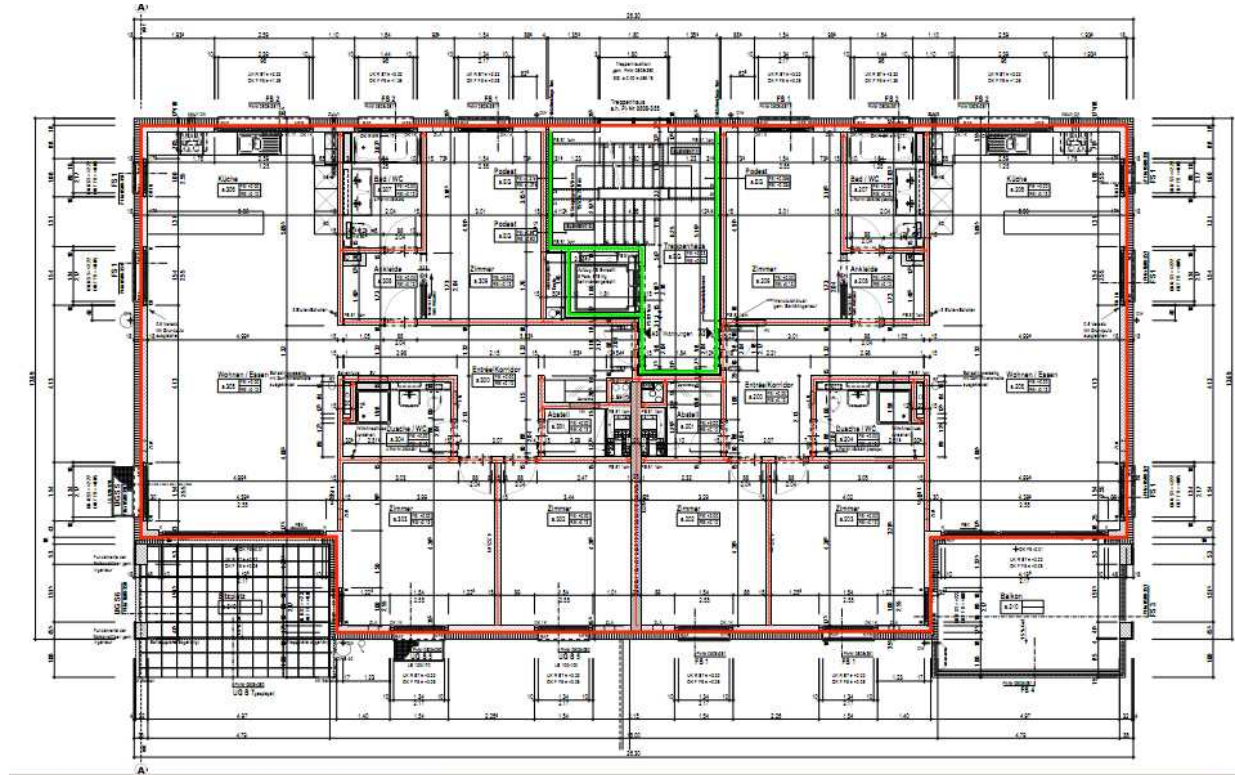
Maisons modèles/méthode de calcul/bilan des gaz à effet de serre/
Résultats par élément/estimation des recettes

QUELLE SIGNIFICATION POUR UN OBJET CONCRET?

Exemple 1 – maison individuelle



Exemple 2 – immeuble



Bilan de carbone des maisons

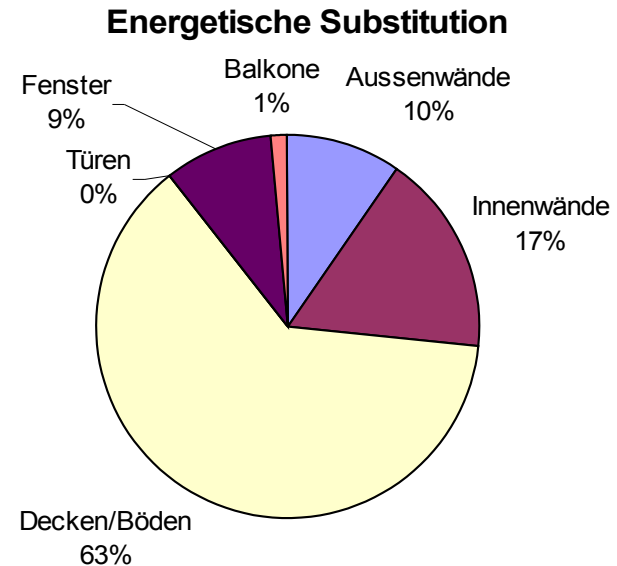
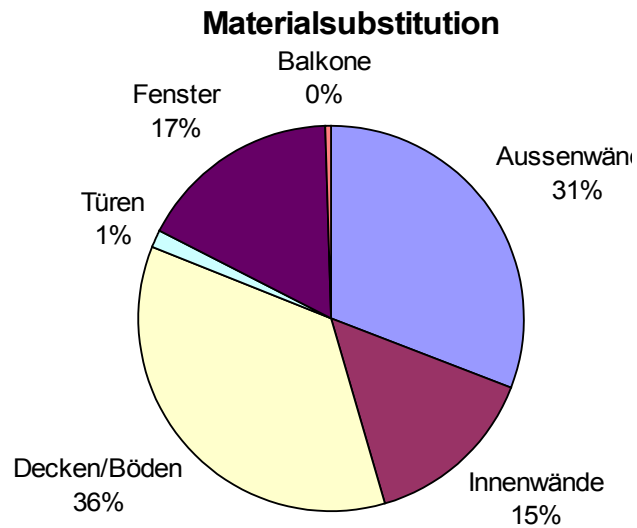
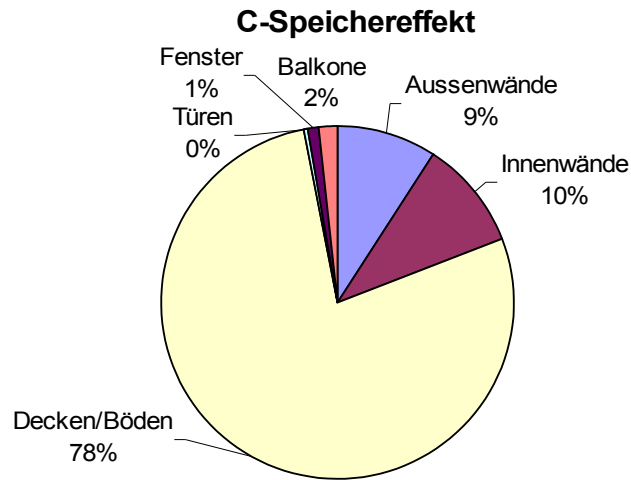
Bauteil	Gesamtfläche m ²	GWP			C-Speicher		ΔC-Speicher tCO ₂	Energetische Substitution Konventionell tCO ₂ -eq.	Energetische Substitution Holzbau tCO ₂ -eq.	Δ Energetische Substitution tCO ₂ -eq.	Bemerkungen
		Konventionell tCO ₂ -eq.	GWP Holzbau tCO ₂ -eq.	ΔGWP tCO ₂ -eq.	Konventionell tCO ₂	Holzbau tCO ₂					
Aussenwand Normalgeschoss	434.4	63.1	11.6	-51.5	0.0	30.2	30.2	0.0	-27.3	-27.3	Annahmen: LD Schalung innen: 30 J., LD Schalung aussen 40 J.
Aussenwand Attikawohnung	109.3	15.9	2.9	-13.0	0.0	7.6	7.6	0.0	-6.9	-6.9	LD Schalung innen: 30 J., LD Schalung aussen 40 J.
Fenster (Normalgeschosse pls Attika)	289.5	78.7	43.2	-35.5	0.0	4.4	4.4	-9.5	-41.2	-31.7	LD Fenster: 30 J.; Brennwert PVC: 20.9 MJ/kg; Effizienz KVA 75%
Innenwand Normalgeschoss, inkl. Schachtwände	672.6	44.8	20.2	-24.6	0.0	33.6	33.6	0.0	-48.1	-48.1	LD Holzwand 30 J.
Innenwand Attikageschoss, inkl. Schachtwände	113.5	7.6	3.4	-4.1	0.0	5.7	5.7	0.0	-8.1	-8.1	LD Holzwand 30 J.
Wohnungstrennwand	46.38	3.5	1.4	-2.1	0.0	2.3	2.3	0.0	-3.3	-3.3	LD Holzwand 30 J.
Wände Treppenhaus Normalgeschoss	176.4	5.7	5.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Wände Treppenhaus Attikageschoss	29.3	0.9	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Türflügel (Normalgeschosse plus Attika)	87.9	13.5	13.5	0.0	1.2	1.2	0.0	-2.0	-2.0	0.0	LD Türblatt 30 J.
Zargen (Normalgeschosse plus Attika)	87.9	5.3	2.5	-2.8	0.0	0.9	0.9	0.0	-0.7	-0.7	LD Massivholzzarge 50 J.
Decken im Normalgeschoss	553.8	99.4	61.2	-38.2	0.0	157.0	157.0	0.0	-107.7	-107.7	LD BSH 60 J.
Boden zu Keller	276.9	49.4	37.8	-11.7	0.0	65.4	65.4	0.0	-44.9	-44.9	LD BSH 60 J.
Decke über oberstem Normalgeschoss	354.2	63.6	39.1	-24.4	0.0	100.4	100.4	0.0	-68.9	-68.9	LD BSH 60 J.
Attikaschrägdach	263.9	14.1	14.1	0.0	12.0	13.8	1.8	-12.4	-12.4	0.0	LD HDF 40 J., Holzbalken 60 J., Lattung u. Täfer 30 J.
Treppenhaus	51.9	7.3	7.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Balkon	63.2	3.3	2.4	-0.9	0.0	7.5	7.5	0.0	-5.1	-5.1	LD BSH 60 J.
		476.0	267.3	-208.7	13.2	430.1	417.0	-24.0	-376.6	-352.6	

Bilan de carbone des maisons

	Material de substitution [t CO ₂ -eq.]	Stock C [t CO ₂]	Substitution énergétique [t CO ₂ -eq.]
Maison individuelle	-35.5	41.1	-37.1
Immeuble	-208.7	417.0	-352.6

- Material de substitution quantifié au niveau des éléments basé sur www.bauteilkatalog.ch
- Stock C quantifié sur la base du bilan bois
- Substitution énergétique quantifiée sur la base des valeurs moyennes des sources d'énergie fossile pour l'énergie thermique.

Résultats pour l'immeuble



Estimation des recettes

Einfamilienhaus

Erlös (Gebäude)			
Preis (CHF)	GWP	C-Speicher	Energ. Substitution
CHF/t CO ₂ -eq.	CHF	CHF	CHF
10	355	431	371
12	426	517	445
15	533	646	556
20	710	861	741
50	1'776	2'154	1'853
120	4'282	5'169	4'447

Mehrfamilienhaus

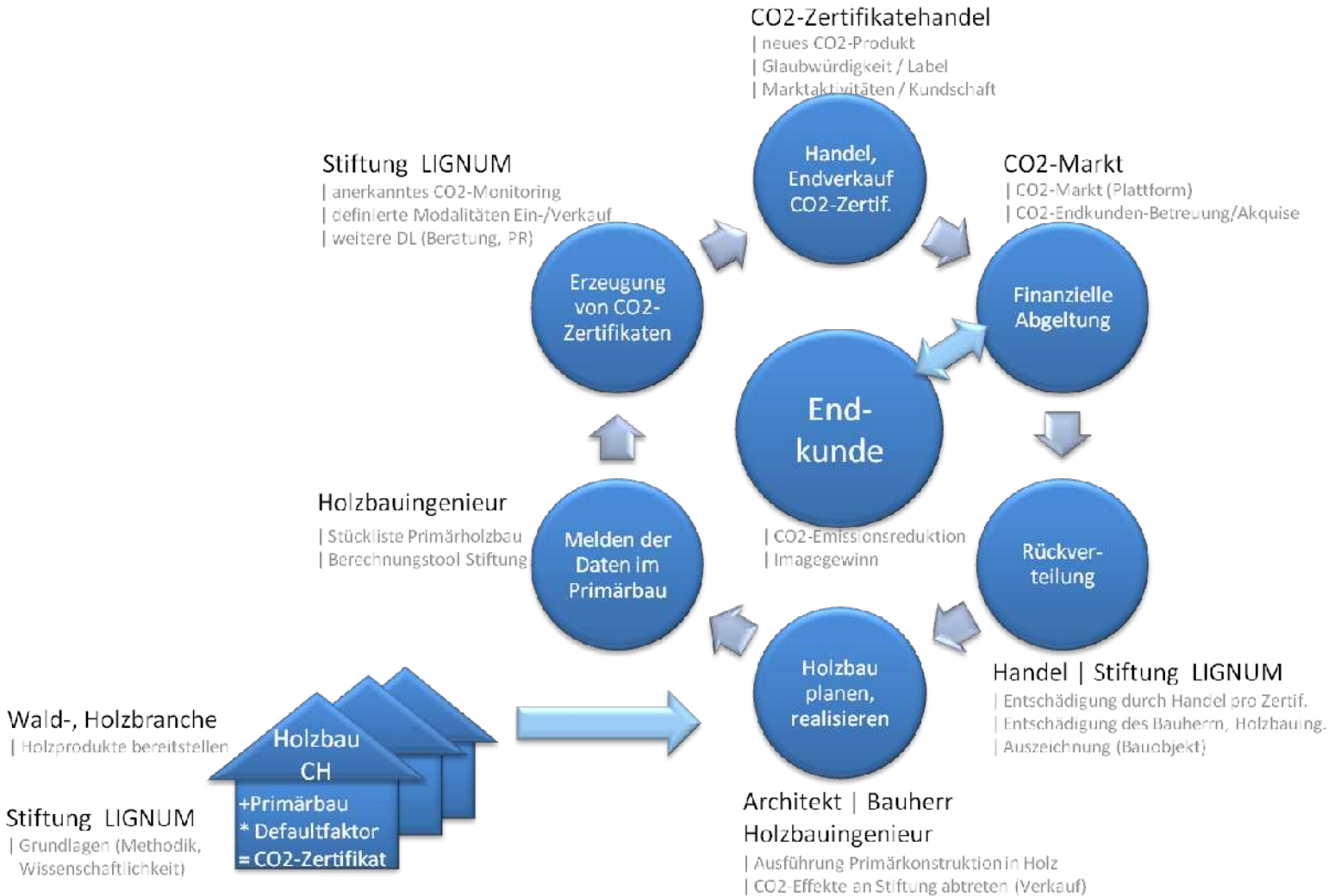
Erlös (Gebäude)			
Preis (CHF)	GWP	C-Speicher	Energ. Substitution
CHF/t CO ₂ -eq.	CHF	CHF	CHF
10	2'087	4'170	3'526
12	2'505	5'003	4'231
15	3'131	6'254	5'289
20	4'174	8'339	7'052
50	10'436	20'848	17'630
120	25'047	50'035	42'312

(Werner et al. 2009)

Modèle de plus-value/Additionalité du stock de C/Calcul des facteurs de substitution

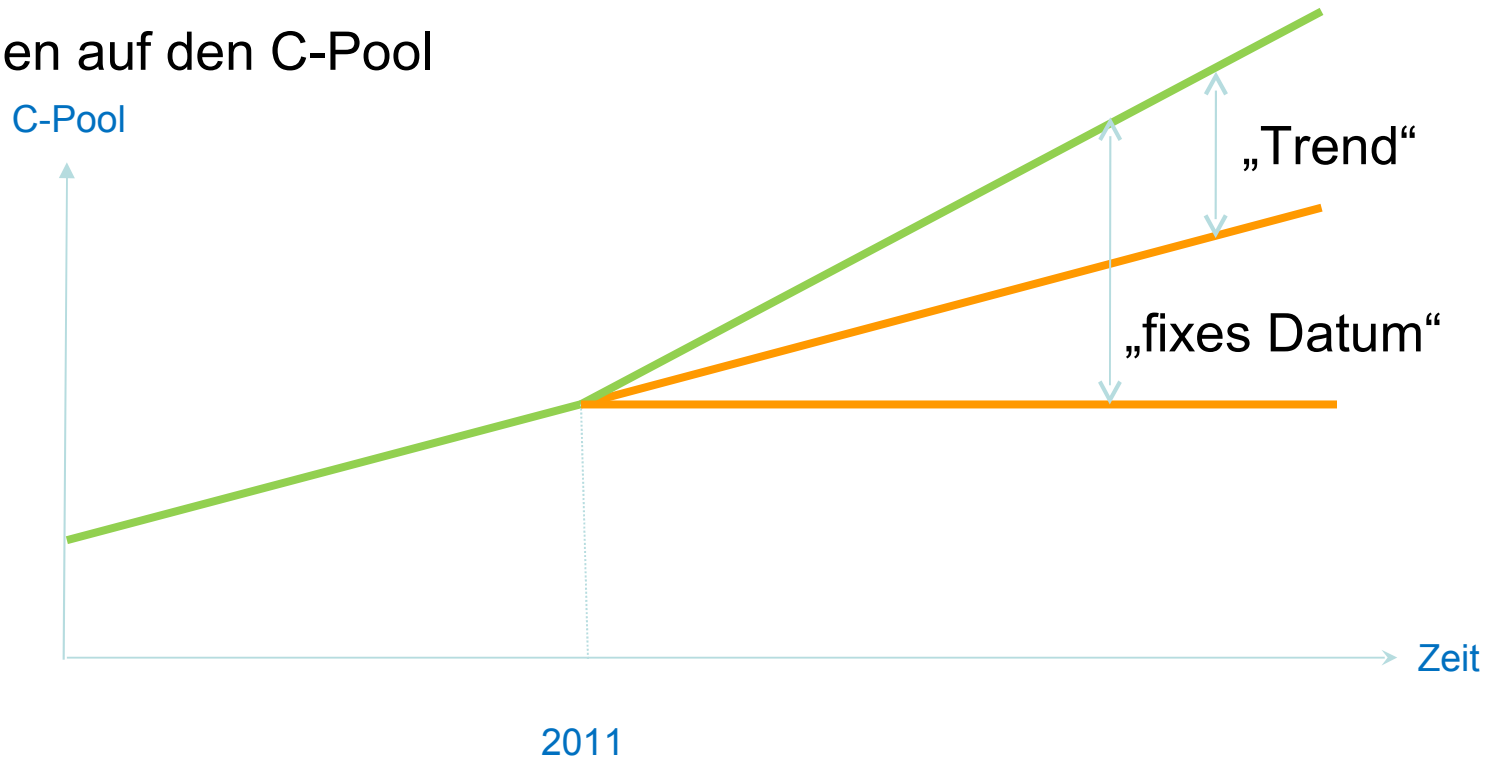
BASES POUR UNE VALORISATION DE L'IMPACT CO₂ DES PRODUITS EN BOIS

Esquisse: modèle de plus-value



Stockage de C: bases pour l'additionalité

1. Bezogen auf den C-Pool



2. Bezogen auf den C-Input: „Gesamter Input“

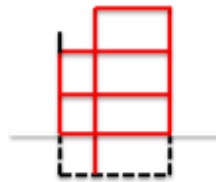
3. „Massnahmen“: unabhängig von der Entwicklung des nationalen C-Pools

Esquisse: Catégorie de construction pour déduire les facteurs de substitution

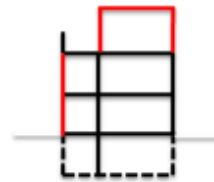
- Haustypen und Bauteile



Ein- und Mehrfamilienhäuser, Schulen, Verwaltungsbauten, ein- oder mehrgeschossig, mit Schrägdach



Ein- und Mehrfamilienhäuser, Schulen, Verwaltungsbauten, ein- oder mehrgeschossig, mit Flachdach



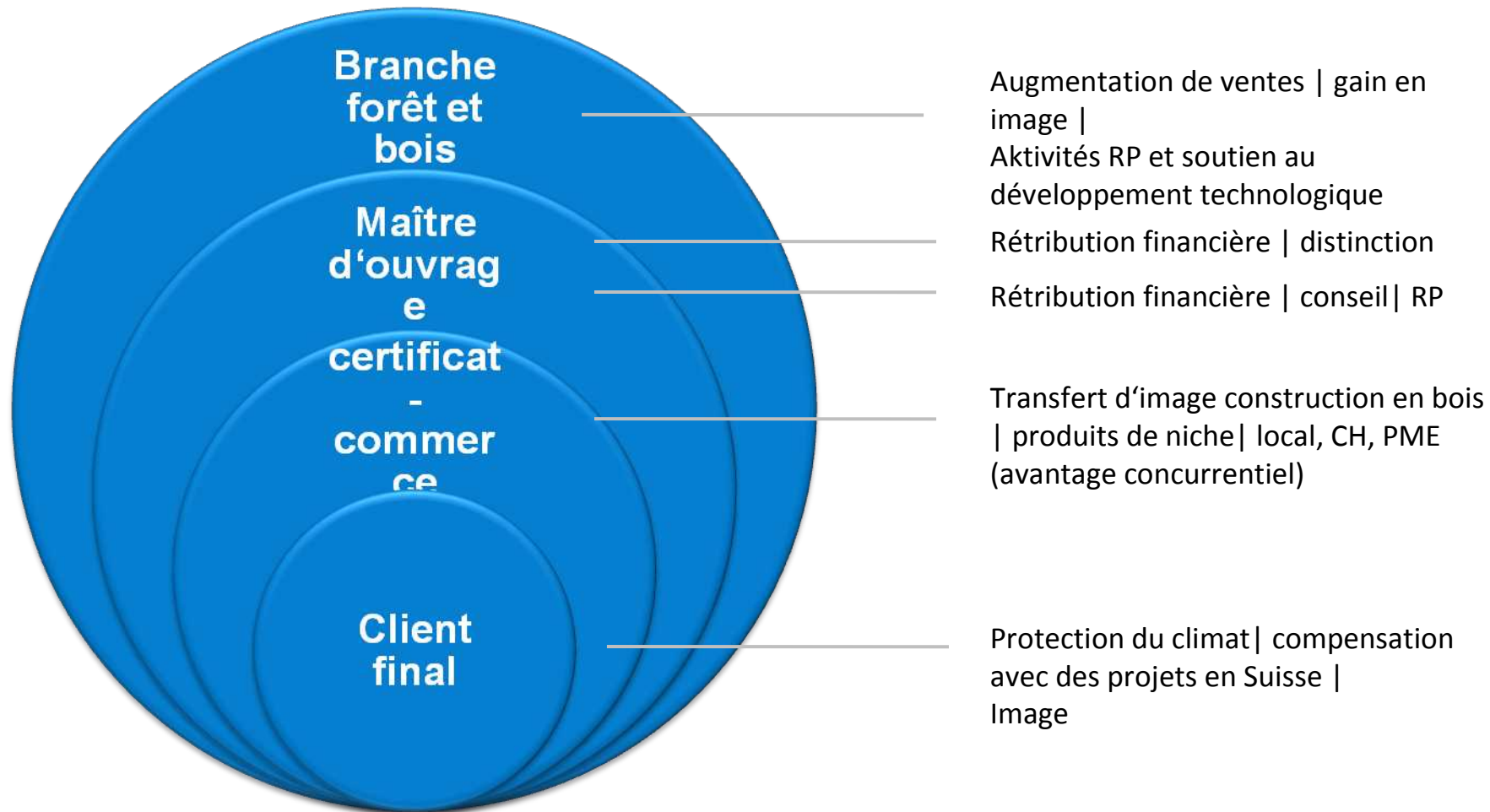
Mehrfamilienhäuser, Schulen, Verwaltungsbauten, ein- oder mehrgeschossig, wenn nur einzelne Teile der Primärkonstruktion in Holz sind (z. Bsp. Dachaufbauten oder Fassaden)



Gewerbe- und Sportbauten wie Hallen, Scheunen, offene Überdachungen

- Déduction de facteur par défaut:
 - Détermination des éléments: (murs extérieurs et intérieurs, plafond et sol, toit)
 - Calcul des émissions des gaz à effet de serre pour la fabrication, l'entretien et l'élimination
 - Normalisation des sommes par la surface des étages
 - Calcul de la substitution matérielle par élément
 - Addition des valeurs de substitution pour tous les éléments et division par la quantité totale du matériel posé:

Esquisse: intérêt et avantage



CONCLUSIONS

Conclusions politiques

- Les produits en bois peuvent contribuer **de manière importante** à l'atténuation du changement climatique.
- A court terme, les stratégies de „puits“ donnent de meilleurs résultats, à long terme une **utilisation durable du bois en cascade** doit être visée
- Seule **une réflexion intégrale** des
 - Forêts puits de carbone,
 - Stocks de C dans les produits en bois,
 - Substitution matérielle et
 - Substitution énergétique

Conclusions pour un système de valorisation

- Il est souhaitable d'avoir un **modèle de valorisation intègre**
- **Concevoir un modèle de plus-value** avec un système simple de saisie et d'indemnité
- Un effet limité au niveau de l'objet exige une base de **facteurs par défaut**
- La valorisation de la **fonction de stockage du carbone** par:
 - Des mesures sur les objectifs à atteindre (s. Art. 11a), ou
 - Une réflexion au niveau national (horizontal vs. Trend-Baseline)
- Ne pas restreindre **l'effet de la substitution matérielle** sur la Suisse; au moins pour un marché volontaire

• **Questions clés:** Additionalité, Baseline, Double-counting



**Merci pour votre
attention!**

frank@frankwerner.ch