

1. Allgemeines

Die Auswahl, welcher Baustoff für die Errichtung eines Gebäudes gewählt wird, ist ein komplexes Problem und wird nicht nur von technischen und ökonomischen, sondern auch von umweltrelevanten und sozialen Fragestellungen geprägt. Aufgrund des hohen Niveaus der technischen Normen im Bereich der Baustoffe sind die Informationen über technische Kriterien umfangreich, standardisiert und somit vergleichbar. Bei umweltrelevanten Fragestellungen ist jedoch die Informationsqualität wenig transparent, lückenhaft und oft irreführend. Daher nimmt der Bedarf an seriösen Aussagen über die umweltrelevanten Auswirkungen von Baustoffen sowohl national als auch international zu. Dem trägt das internationale Normenwesen Rechnung und befaßt sich mit der Standardisierung umweltrelevanter Informationen von Produkten.

Ökobilanzen, sofern diese auf naturwissenschaftlicher Grundlage durchgeführt werden, sind ein ideales Instrument, umweltrelevante Auswirkungen von Produkten zu ermitteln, zu analysieren und zu bewerten.

Die Bilanzdaten können sowohl innerbetrieblich für verfahrenstechnische und produktbezogene Optimierungen als auch außerbetrieblich für die Information von Kunden, z. B. für Architekten, Bauträger, Bauunternehmen, aber auch der interessierten Öffentlichkeit verwendet werden. Daher hat der Arbeitskreis „Naturbaustoffe – Holz-Mantelbeton“ im Fachverband der Stein- und keramischen Industrie Österreichs am 27. März 1996 die Abteilung Umweltplanung der Österreichischen Forschungszentrum Seibersdorf GmbH. mit der Durchführung einer Ökobilanz für Holzspan-Mantelsteine und Holzspan-Dämmplatten beauftragt. Die Ergebnisse dieser Ökobilanz sollen in einer kurzen Übersicht dargestellt werden.

2. Zur Methodik der Ökobilanz

Bevor auf die Ergebnisse der Ökobilanz näher eingegangen wird, sind die methodischen Eckpfeiler zu beschreiben. Die Erstellung der Ökobilanz erfolgt nach der im Handbuch für ökologische Bilanzierung des Fachverbandes der Stein und keramischen Industrie Österreichs (FVSK) enthaltenen Vorgangsweise. Sie entspricht im wesentlichen den Kriterien der von der Gesellschaft für Umweltchemie und Toxikologie (SETAC) herausgegebenen Richtlinie und der großteils noch als Entwurf vorliegenden Normenserie ISO 14.040 ff.

An dieser branchenweiten Ökobilanz beteiligten sich folgende Unternehmen:

UNTERNEHMEN	STANDORT	PRODUKT	HERSTELLVERFAHREN
DURISOL-WERKE GMBH.NFG.KG	ACHAU B. WIEN, NÖ.	MANTELSTEINE	BODENFERTIGER
DURISOL-WERKE GMBH.NFG.KG	MAUTERN, STMK.	MANTELSTEINE	BODENFERTIGER
EUROSPAN-NATURBAUSTOFF GMBH	PFaffenHOFEN, T.	MANTELSTEINE	STATIONÄRFERTIGER
HARML SEPP BAUSTOFFWERK GMBH	RADSTADT, Sbg.	MANTELSTEINE	BODENFERTIGER
ISO-SPAN-BAUSTOFFWERKE GMBH	RAMINGSTEIN, Sbg.	MANTELSTEINE	STATIONÄRFERTIGER
SW-ISO-SPAN-NATURBAUSTOFFE	KLagenFURT, Ktn.	MANTELSTEINE	STATIONÄRFERTIGER
STOISER & WOLSCHNER GMBH			
THERMO-SPAN-BAUSTOFFWERK	St. JOHANN/P., Sbg.	MANTELSTEINE	BODENFERTIGER
HARML & QUEHENBERGER KG			
VELOX-WERK GMBH	MARIA ROJACH, Ktn.	PLATTEN	FORMENBAND

Das Ziel der Ökobilanz ist die Ermittlung der ökologischen Relevanz (= wesentliche Auswirkungen auf die Umwelt) der österreichischen Holzspanmantelsteine und -dämmplatten. Ein Produktvergleich mit anderen Baumaterialien ist nicht Gegenstand dieser Ökobilanz, ebensowenig ein Vergleich der zementgebundenen Holzspanprodukte untereinander.

Da derzeit noch keine Ökobilanz für den österreichischen Beton vorliegt, der für die Errichtung eines Mauerwerkes mit Holzspanprodukten erforderlich ist, wurde der Bilanzrahmen (= Systemgrenze) eingeschränkt, und zwar auf die Herstellung der Mantelsteine und Dämmplatten sowie auf vorgelagerte Stufen der für die Produktion wichtigsten Inputmaterialien. Letztere sind im wesentlichen Rohstoffe (z. B. Holzspäne, Schwerstoffe), Vorprodukte (z. B. Zement, Dämmstoffe), Bereitstellung

von elektrischer Energie und Energieträgern sowie Treibstoffen (Abb. 1). Die Umweltbelastungen, die diese Vorstufen verursachen, werden den Mantelsteinen und Dämmplatten unter dem Sammelbegriff „ökologischer Rucksack“ angelastet.

Forschungszentrum Seibersdorf

Ökobilanz für Holzspan-Mantelsteine und Holzspan-Dämmplatten

Ein Beitrag von Dr. Peter Tuschl und Ing. Karin Hye, Abt. Umweltplanung

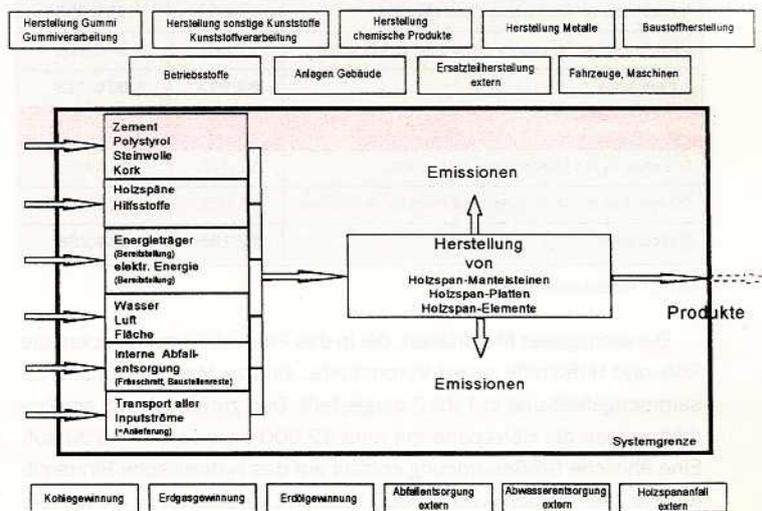


Abb. 1 Systemgrenze

Um einerseits den Umfang dieser Branchenökobilanz überschaubar zu halten, andererseits auch firmenspezifisches Know-how zu schützen, mußte die breite Palette der Produkttypen entsprechend zusammengefaßt werden:

Holzspanmantelsteine

- Holzspanmantelsteine gesamt (alle Stein- und Elementtypen)
- Holzspanmantelsteine ohne integrierte Zusatzdämmung
- Holzspanmantelsteine mit integrierter Zusatzdämmung
- Holzspanmantelsteine mit Schwerstoffzusatz und Lärmschutzanlagen(LSA)-Elemente

Holzspandämmplatten

- Holzspandämmplatten gesamt (alle Platten- und Elementtypen)
- Holzspandämmplatten mit integrierter Zusatzdämmung inklusive Drahtbügel
- Holzspandämmplatten ohne integrierte Zusatzdämmung, -elemente inklusive Schwerstoffzusatz und Drahtbügel

Die Bezugseinheiten für alle Ergebnisse sind in der Ökobilanz 1 Tonne Produkt und 1 m² Wand.

In den folgenden Ausführungen stehen der Übersichtlichkeit wegen die Produktgruppen „Holzspanmantelsteine gesamt“ und „Holzspandämmplatten gesamt“ im Mittelpunkt. Da wegen des Umfangs dieses Artikels nicht beide Produktklassen nebeneinander dargestellt werden können, werden Beispiele wechselweise von beiden gebracht. Die Bezugseinheit ist in der Regel die Masse, also 1 Tonne Produkt.

3. Sachbilanz und technisch-ökologische Kennzahlen

Die Sachbilanz enthält in klar strukturierter Form sämtliche für die Ermittlung der technisch-ökologischen Kennzahlen und der Umwelt-effekte notwendigen Daten. Sie wurde als Input-/Outputmodell erstellt und besteht aus 4 Modulen:

- Inputströme in das Werk (Rohstoffe, Vorprodukte, Hilfsstoffe, Betriebsstoffe, Energie)
- Herstellung der Mantelsteine bzw. Platten
- Outputströme aus dem Werk (Produkte, Emissionen)
- Transport (für Inputströme und innerbetrieblicher Transport).

Über die detaillierten Daten der Sachbilanz des jeweiligen Unternehmens verfügt nur dieses und können dort eingesehen werden.

Zunächst sollen die Produktionskennzahlen als Basis sämtlicher Berechnungen vorangestellt werden (Tab. 1). Der Hauptanteil aller Holzspanprodukte entfällt mit ca. 87 % auf die Holzspanmantelsteine.

HOLZSPANMANTELSTEINE	t/a	m ² /a
MANTELSTEINE OHNE INTEGRIERTE ZUSATZDÄMMUNG	32.346	427.584
MANTELSTEINE MIT INTEGRIERTER ZUSATZDÄMMUNG	24.560	305.793
MANTELSTEINE MIT SCHWERSTOFFZUSATZ UND LSA-ELEMENTE	27.087	276.336
Σ PRODUKTION	83.993	1.009.713
HOLZSPANDÄMMPLATTEN		
DÄMMPLATTEN UND ELEMENTE INKL. DRAHTBÜGEL	11.176	214.066
DÄMMPLATTEN MIT INTEGR. ZUSATZDÄMMUNG INKL. DRAHTBÜGEL	1.013	20.172
Σ PRODUKTION	12.189	234.238

Tab. 1: Produktionsmengen

Die wichtigsten Materialien, die in das Produkt Eingang finden, die Roh- und Hilfsstoffe sowie Vorprodukte, sind zu Materialgruppen zusammengefaßt und in Tab. 2 dargestellt. Den größten Anteil am Produkt weisen die Holzspäne mit rund 42.000 t pro Jahr (= 45 %) auf. Eine ähnliche Größenordnung entfällt auf das hydraulische Bindemittel. Pro Jahr werden rund 41.000 t Zement verarbeitet (= 44 %). Alle anderen Stoffe weisen wesentlich geringere Mengen auf. Schwerstoffe, in der Regel Sand, machen mit rund 9.400 t/a nur mehr 10 % der Materialien aus. Alle anderen Materialien betragen einzeln < 0,4 %, in Summe auch nur knapp 1 %. Den größten Anteil von diesen Stoffen weisen die integrierten Zusatzdämmstoffe mit ca. 350 t auf.

STOFFE	t/a	STOFFE	t/a
Σ HOLZSPÄNE	41.555	MINERALISATIONSMITTEL	265
Σ ZEMENT	40.907	METALLE INKLUSIVE BÜGELDRAHT	153
SCHWERSTOFFE	9.402	KALK, PRODUKTFARBE, BESCHRIFTUNG	133
Σ INTEGR. ZUSATZDÄMMUNG	353	BAUKLEBER	5
Σ MATERIALIEN	92.773		

Tab. 2: Übersicht über die Gruppen der Roh- und Hilfsstoffe sowie Vorprodukte in der Holzspanmantelstein- und Holzspandämmplattenproduktion

Die in Tab. 1 und Tab. 2 enthaltenen Zahlen weisen auf eine höchst effiziente Stoffwirtschaft bei der Herstellung der Holzspanprodukte hin. Es werden nämlich für die Herstellung von rund 96.200 t Produkte ca. 92.800 t Material benötigt. Die Differenz auf die theoretischen 100 % ist auf das in dieser Aufstellung nicht berücksichtigte Wasser zurückzuführen. Dieses Zahlenverhältnis deutet bereits an, daß die Produktion relativ abfallarm ablaufen muß.

Die für die Aufrechterhaltung der Produktion und Verwaltung notwendigen Betriebsstoffe machen jährlich rund 200 t aus und stellen somit nur 0,2 % des gesamten Materialaufwandes dar. Sie werden daher wegen ihrer Geringfügigkeit in der Wirkungsbilanz nicht weiter berücksichtigt.

Der gesamte Energiebedarf (elektr. Energie, fossile Energieträger, Treibstoffe, Hackschnitzel) beträgt für die Herstellung der zementgebundenen Holzspanprodukte ca. 16.300 MWh pro Jahr. Während zwischen der Herstellung von Dämmplatten und Mantelsteinen im allgemeinen kein gravierender stofflicher Unterschied in der Rezeptur besteht, so ist eine deutliche Abweichung bei der Energiesituation zu verzeichnen, die bis zum 6-fachen reichen kann. So werden für die Herstellung von Holzspanmantelsteinen 43 kWh/t bis 120 kWh/t, bei der Produktion von Holzspandämmplatten bis zu 620 kWh/t benötigt. Dies wird dadurch verursacht, daß bei der Dämmplattenproduktion aus qualitativen Gründen eine Hackschnitzel- und Spänevorwärmung betrieben wird und ein höherer maschineller Aufwand (Formenband, Presse, etc.) gegeben ist.

Die Menge an Wasser, die der Umwelt aktiv entnommen wird (Brunnen, Oberflächenwasser), beläuft sich auf ungefähr 30.000 m³/a. In der Produktion werden für die Herstellung der Mischen jährlich rund 28.000 m³ (= 92 %) verbraucht. Die Bandbreite des Wasserbedarfs reicht von 138 Liter pro Tonne bis zu 500 l/t. Der Großteil des Wassers wird beim Aushärten der Produkte durch Verdunstung als Wasserdampf an die Umwelt abgegeben (= keine Schadstoffbelastung!). Für die Verwaltung werden nur 2.000 l/a verbraucht.

Das markante Merkmal der Holzspanprodukte liegt in der hohen Effizienz der Stoff- und Materialwirtschaft, wie dies die folgenden Kennzahlen verdeutlichen sollen:

Hoher Anteil von Sekundärstoffen im Produkt und hohe Stoffeffizienz

Je nach Produkttyp schwankt der Anteil an Sekundärstoffen im Produkt zwischen 37 und 56 %. Größenordnungsmäßig liegt der durchschnittliche Anteil bei 50 %. Auf 1 Tonne Produkt verwenden die Unternehmen rund 880 kg bis 1.063 kg Sekundärprodukte.

Ausgeprägte betriebsinterne Kreislaufwirtschaft, Abfälle sind wertvolle Rohstoffe

Zur Herstellung der Holzspanmantelsteine werden ohne Berücksichtigung des Wassers in den bilanzierten Unternehmen insgesamt rund 93.000 t Materialien pro Jahr benötigt. An Abfällen fallen rund 10.600 t an. Somit liegt die Abfallquote bei 11 %. Der Großteil entfällt mit ca. 10.300 t/a (= fast 97 %) auf den Frässhrott, der beim Zuschnitt der Holzspanprodukte auf das genaue Baumaß anfällt. Vom Rest der Abfälle dominieren mit rund 1,4 % (= 144 t) sonstige feste Abfälle, gefolgt von Verpackungen der angelieferten Materialien mit 0,6 % (= 61 t). Die flüssigen bzw. pastösen Abfälle machen mit rund 37 t (= 0,3 %) die kleinste Fraktion aus. Weiters ist das Abfallaufkommen von sehr geringen Mengen an gefährlichen Abfällen gekennzeichnet, und zwar im Ausmaß von < 0,1 bis 1 %.

Insgesamt fallen 10.500 t verwertbare Abfälle pro Jahr an, 98 % (= 10.300 t) werden stofflich im Betrieb verwertet (kleiner Kreislauf). Nur 200 t (= 2 %) werden extern verwertet (großer Kreislauf). Davon entfallen allein 77 t auf Aschen aus der Rindenschnitzelfeuerung der Holzspanplattenproduktion, die als Dünger in der Landwirtschaft ver-



Abb.2: Die Verwertung von Abfällen im kleinen (betriebsintern) und großen (betriebsextern) Kreislauf

wertet werden. Die Mantelstein- und Dämmplattenproduktion ist somit von einer sehr hohen Stoffeffizienz gekennzeichnet.

Abb. 2 demonstriert am Beispiel der Holzspanmantelsteine die große Bedeutung des internen Stoffkreislaufes in der Herstellung der Holzspanprodukte gegenüber externer Verwertung. Der kleine Kreislauf hat in diesem Beispiel einen Anteil von 99 %.

Sehr geringe Abwassermengen bei der Herstellung von Holzspanprodukten

Die gesamte Abwassermenge der Holzspanproduktion beträgt pro Jahr rund 3.000 m³. Davon werden allein durch die Verwaltung mit ca. 2.400 m³ rund 80 % des gesamten Abwassers verursacht. Die Produktion weist mit 600 m³ Abwasser pro Jahr einen Anteil von 20 % auf. Damit hat sich das Verhältnis bei der Frischwasserversorgung umgekehrt. Dies ist auch verständlich, da, wie schon erwähnt, der Großteil des Wassers beim Aushärten der Produkte durch Verdunstung an die Atmosphäre abgegeben wird. Die Bandbreite der spezifischen Abwassermengen reichen von ca. 0,6 l/t bis zu 71 l/t. Der durchschnittliche Abwasseranfall liegt bei rund 30 l/t. Die Qualität des Abwassers entspricht jener privater Haushalte.

Starke Schwankungen bei den Transportkennzahlen

Die auf die Masse der Holzspanprodukte bezogene spezifische Transportkennzahl weist eine Bandbreite von rund 35 tkm/t bis zu 132 tkm/t. Dies ist einerseits auf die Lage des Betriebsstandortes, andererseits auch auf traditionelle Geschäftsverbindungen sowie auf ökonomische Gründe zurückzuführen.

Die Emissionssituation für atmosphärische Schadstoffe im Überblick

In Tab. 3 ist ein Überblick über die Jahresfracht an atmosphärischen Schadstoffen, die durch die Produktion der zementgebundenen Holzspanprodukte verursacht werden. Die Auswirkungen dieser Situation auf die Umwelt ist in der Wirkungsbilanz beschrieben.

EMISSION	JAHRESFRACHT IN KG (GERUNDET)	EMISSION	JAHRESFRACHT IN KG (GERUNDET)
KOHLENDIOXID (CO ₂)	27.000.000	STAUB	9.000
SCHWEFELDIOXID (SO ₂)	10.600	METHAN (CH ₄)	300
STICKOXIDE (NO _x)	91.200	NMVOC*	1.400
KOHLENWASSERSTOFFE (C _x H _y)	12.400	(N ₂ O)	100
KOHLENMONOXID (CO)	45.200		

* FLÜCHTIGE ORGANISCHE NICHT-METHAN-KOHLENWASSERSTOFFE

Tab. 3: Überblick über die atmosphärischen Emissionen unter Berücksichtigung des ökologischen Rucksackes (Jahresfrachten gerundet)

Übersicht über die Stoffströme der im Produkt enthaltenen Materialien

In Abb. 3 wird am Beispiel der Holzspanmantelsteine ein Überblick über die Stoffströme der im Produkt enthaltenen Materialien gegeben.

4. Die Wirkungsbilanz

In diesem Teil der Ökobilanz wurden die Daten der Sachbilanz auf naturwissenschaftlicher Basis in sogenannte Wirkungskategorien übergeführt, um die vom Produkt ausgehenden Umwelteffekte zu quanti-

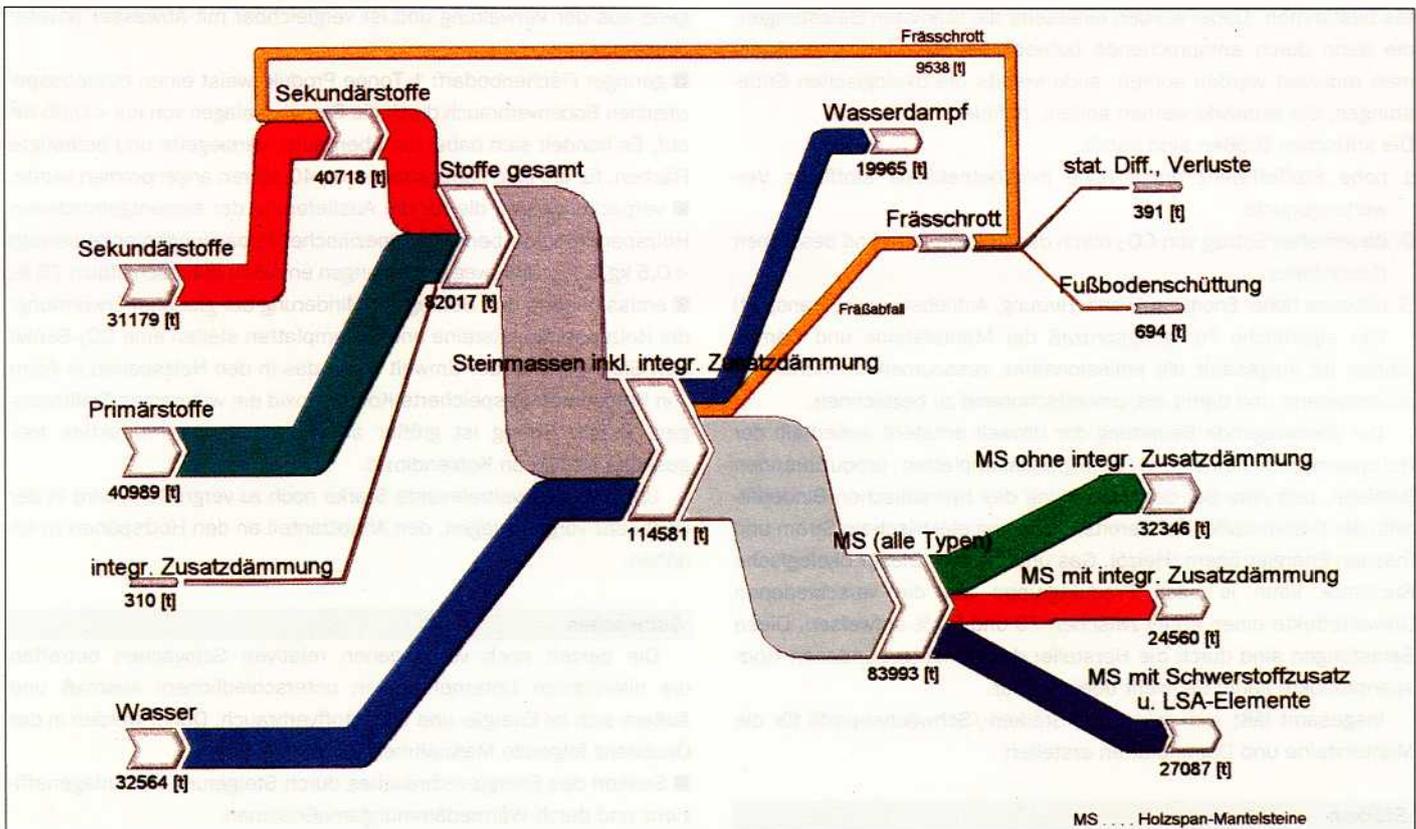


Abb. 3: Die bei der Herstellung von Holzspanprodukten auftretenden Stoffströme am Beispiel der Holzspanmantelsteine. Berücksichtigt sind nur die Stoffe, die im Produkt enthalten sind.

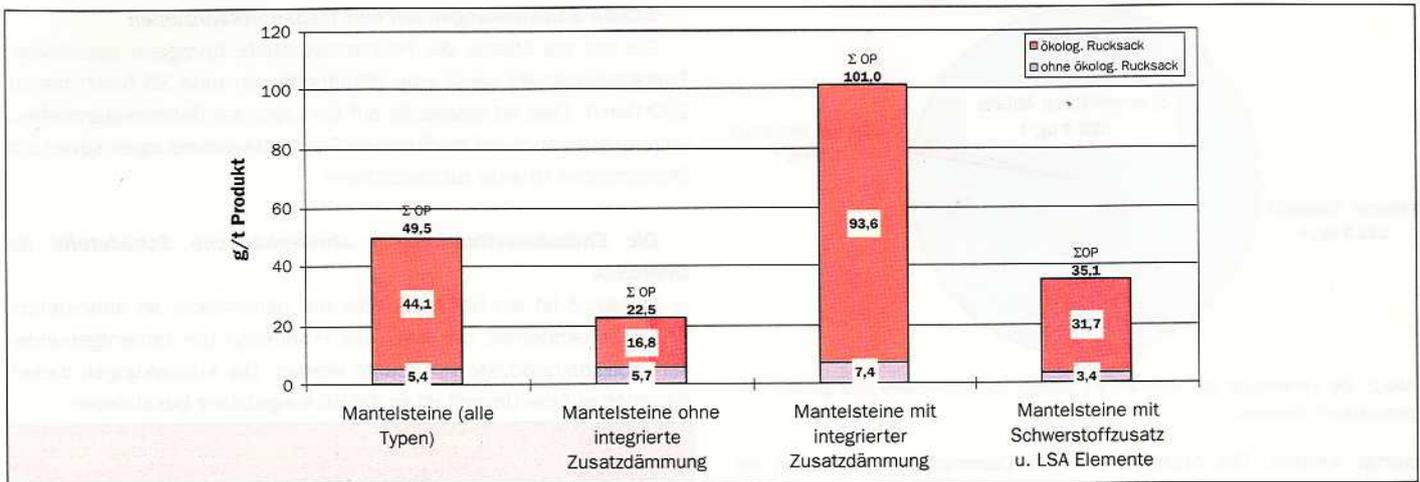


Abb. 8: Das photochemische Oxidantienbildungspotential, dargestellt durch das spezifische Ethylen-Äquivalent in g/t am Beispiel der Holzspanmantelsteine

sein Anteil am Ozonbildungspotential durchschnittlich rund 89 %. Insgesamt reicht die absolute Bandbreite der produktspezifischen Ozonbildungspotentiale von 12 g/t bis zu 252 g/t. Als Beispiel soll das mittlere spezifische Ozonbildungspotential der Holzspanmantelsteine dargestellt werden (vgl. Abb. 8). Wiederum ist deutlich der enorme Einfluß des ökologischen Rucksackes, insbesondere jener der integrierten Zusatzdämmung. Der Einfluß des Zementes ist erkennbar bei einem Vergleich der Produktgruppen Mantelsteine ohne integrierte Zusatzdämmung mit Mantelsteinen mit Schwerstoffzusatz und LSA-Elementen. Bei letzteren wird in der Produktion mehr Zement eingesetzt.

5. Bewertung und Schlußfolgerungen

Auf der Basis der technisch-ökologischen Kennzahlen und den Ergebnissen der Wirkungsbilanz werden die sogenannten kritischen (= dominierenden) Systemgrößen abgeleitet. Es handelt sich dabei um jene Größen, die entscheidend die Umweltrelevanz eines Produktes bestimmen. Dabei werden einerseits die stärksten Belastungen, die dann durch entsprechende betriebliche Minimierungsmaßnahmen reduziert werden sollten, andererseits die ökologischen Entlastungen, die verstärkt werden sollten, definiert.

Die kritischen Größen sind somit:

1. hohe Stoffeffizienz durch hohe innerbetriebliche stoffliche Verwertungsquote
2. dauerhafter Entzug von CO₂ durch das Produkt aufgrund des hohen Holzanteiles
3. teilweise hoher Energieaufwand (Heizung, Antriebsenergie, Transport)

Der eigentliche Fertigungsprozeß der Mantelsteine und Dämmplatten ist insgesamt als emissionsarm, ressourcenschonend und abwasserarm und damit als umweltschonend zu bezeichnen.

Die überwiegende Belastung der Umwelt entsteht außerhalb der Holzspanmantelsteine und Holzspandämmplatten produzierenden Betriebe, und zwar bei der Herstellung des hydraulischen Bindemittels, der Dämmstoffe, der Bereitstellung von elektrischem Strom und fossilen Energieträgern (Heizöl, Gas und Diesel). Dieser ökologische Rucksack kann je nach Produktgruppe auf die verschiedenen Umwelteffekte einen Anteil zwischen 70 und 90 % aufweisen. Diese Belastungen sind durch die Hersteller der zementgebundenen Holzspanprodukte kaum bis nicht beeinflussbar.

Insgesamt läßt sich folgendes Stärken-/Schwächenprofil für die Mantelsteine und Dämmplatten erstellen:

Stärken

- hohe Stoffeffizienz: im Produktstofffluß wird eine Effizienz von durchschnittlich 89 %, im besten Fall 99 % erreicht.

- verwertungsintensiv: durchschnittlich 98 % der anfallenden verwertbaren Abfälle werden innerbetrieblich (kleiner Kreislauf) und nur 2 % außerhalb des Betriebes (großer Kreislauf) verwertet.

- abfallarm: die Abfallquote liegt bei 11 % der gesamten Materialmenge und ist unter Berücksichtigung der hohen innerbetrieblichen Verwertungsintensität als extrem abfallarm einzustufen.

- rohstoffschonend: im Durchschnitt enthalten Holzspanmantelsteine und Holzspandämmplatten rund 50 % Sekundärmaterialien.

- niedriges Gefahrenpotential der Abfälle: die Abfälle der zementgebundenen Holzspanprodukte sind zu 99 % nicht gefährliche Abfälle. Viele Betriebe weisen eine Kennzahl von < 0,1 % auf.

- niedriger Wasserbedarf: 300 – 500 l/t

- kaum verschmutztes Abwasser in der Produktion: das bei der Herstellung der Produkte verwendete Wasser wird bis auf einen geringen Restgehalt im Produkt durch Verdunstung unverändert an die Umwelt abgegeben.

- abwasserarm: 25 – 30 l/t; wenig Schadstoffe (es stammt vorwiegend aus der Verwaltung und ist vergleichbar mit Abwasser privater Haushalte).

- geringer Flächenbedarf: 1 Tonne Produkt weist einen betriebsspezifischen Bodenverbrauch durch die Betriebsanlagen von nur < 0,05 m² auf. Es handelt sich dabei um überbaute, versiegelte und befestigte Flächen, für die eine Lebensdauer von 40 Jahren angenommen wurde.

- verpackungsarm: die für die Auslieferung der zementgebundenen Holzspanprodukte benötigte spezifische Verpackungsmenge beträgt < 0,5 kg/t. Auf Mehrwegverpackungen entfallen durchschnittlich 75 %.

- emissionsarm und Beitrag zur Minderung der globalen Erwärmung: die Holzspanmantelsteine und -dämmplatten stellen eine CO₂-Senke dar. Sie entziehen der Umwelt durch das in den Holzspänen in Form von Kohlenstoff gespeicherte Kohlendioxid ein wirksames Treibhausgas. Dieser Betrag ist größer als die durch die Produktion freigesetzte Menge an Kohlendioxid.

Um diese umweltrelevante Stärke noch zu vergrößern, wird in der Ökobilanz vorgeschlagen, den Altholzanteil an den Holzspänen zu erhöhen.

Schwächen

Die derzeit noch vorhandenen relativen Schwächen betreffen die bilanzierten Unternehmen in unterschiedlichem Ausmaß und äußern sich im Energie- und Treibstoffverbrauch. Daher werden in der Ökobilanz folgende Maßnahmen vorgeschlagen:

- Senken des Energieverbrauches durch Steigerung der Anlageneffizienz und durch Wärmedämmungsmaßnahmen.

- Senken des Transportaufkommens durch Optimierung der Transportlogistik und eventuell durch eine Änderung der Lieferanten.

spanmantelsteinen dargestellt (Abb. 5). Deutlich ist der Einfluß des ökologischen Rucksackes zu erkennen.

Der Abb. 6 ist unter Berücksichtigung des ökologischen Rucksackes die CO₂-Fixierung am Beispiel der Holzspanmantelsteine zu entnehmen. Deutlich zu erkennen ist der Einfluß der integrierten Zusatzdämmung auf die CO₂-Bilanz der Mantelsteine. Durch den erhöhten Zement- und Sandaufwand in den Mantelsteinen mit Schwerstoffzusatz sowie in den LSA-Elementen wird gerade noch ein leichter Bilanzüberhang an gespeichertem Kohlendioxid erzielt.

Auch beim Säurebildungspotential der Holzspanprodukte ist ein hoher Anteil durch den ökologischen Rucksack gegeben.

Der durch den Menschen verursachte Säureeintrag in die Umwelt erfolgt über gasförmige Emission in die Luft. Schwefeldioxid gilt als Hauptverursacher des sauren Regens. In der gegenständlichen Ökobilanz wurden die Gase SO₂, NO_x und N₂O für die Berechnung des Säurebildungspotentials, ausgedrückt durch die Summe der SO₂-Äquivalente der Gase, herangezogen.

Insgesamt werden jährlich rund 67 t SO₂-Äquivalente durch die Produktion zementgebundener Holzspanprodukte in die Atmosphäre abgegeben. Der eigentliche Fertigungsprozeß verursacht jedoch nur 10,2 t pro Jahr. Die Hauptbelastung mit rund 56,8 t/a wird durch die der Produktion vorgelagerten Stufen verursacht, vom sogenannten

ökologischen Rucksack des Produktes. Damit beträgt sein Anteil am Versauerungspotential durchschnittlich rund 85 %. Insgesamt reicht die absolute Bandbreite der produktspezifischen Versauerungspotentiale von 521 g/t bis zu 1.275 g/t. Als Beispiel soll das mittlere spezifische Versauerungspotential der Holzspanämmplatten dargestellt werden (vgl. Abb. 7). Wiederum ist deutlich der enorme Einfluß des ökologischen Rucksackes, insbesondere jener der integrierten Zusatzdämmung, zu erkennen.

Geringe Oxidantienbildung beim Herstellprozeß der Holzspanmantelsteine und Holzspanämmplatten

Die Bildung bodennahen Ozons erfolgt durch eine photochemische Reaktion zwischen Stickstoffoxiden (NO_x) und flüchtigen organischen Kohlenstoffverbindungen (VOC). In der gegenständlichen Ökobilanz wurden die Gase NO_x, CH₄ und NMVOC für die Berechnung des Ozonbildungspotentials, ausgedrückt durch die Summe der Ethylen-Äquivalente der Gase, herangezogen.

Insgesamt werden jährlich rund 4.700 kg Ethylen-Äquivalente durch die Produktion zementgebundener Holzspanprodukte in die Atmosphäre abgegeben. Der eigentliche Fertigungsprozeß verursacht jedoch nur 530 kg pro Jahr. Die Hauptbelastung mit rund 4.170 kg/a wird durch die der Produktion vorgelagerten Stufen verursacht, vom sogenannten ökologischen Rucksack des Produktes. Damit beträgt

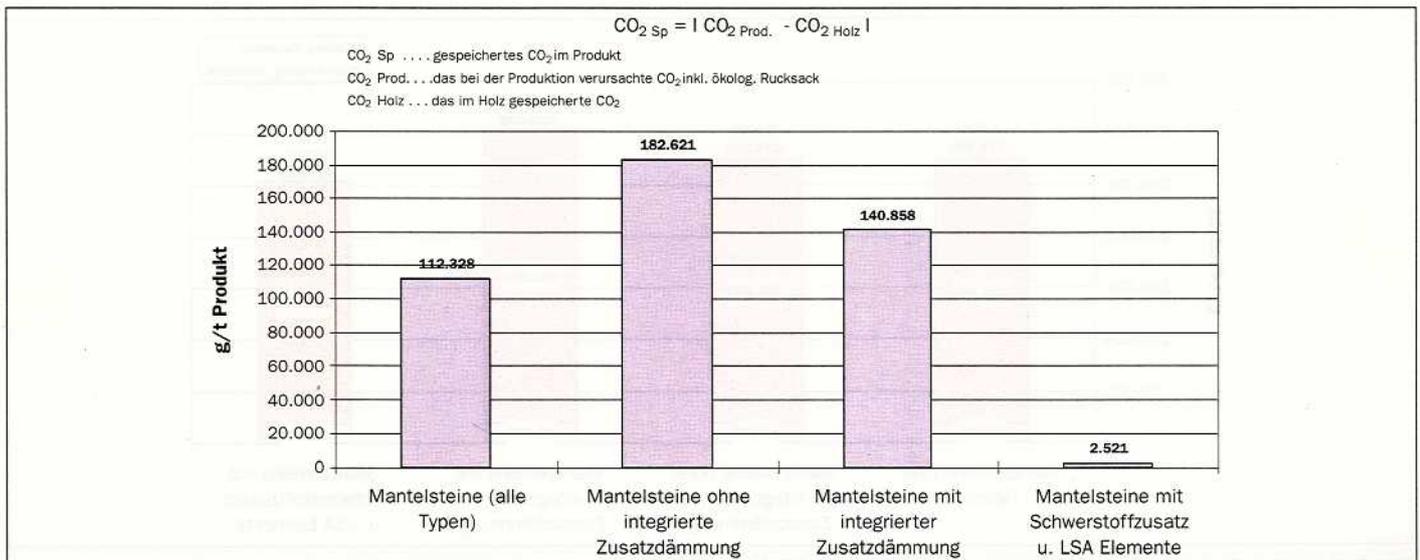


Abb. 6: CO₂-Fixierung von Holzspanmantelsteinen unter Berücksichtigung des ökologischen Rucksackes

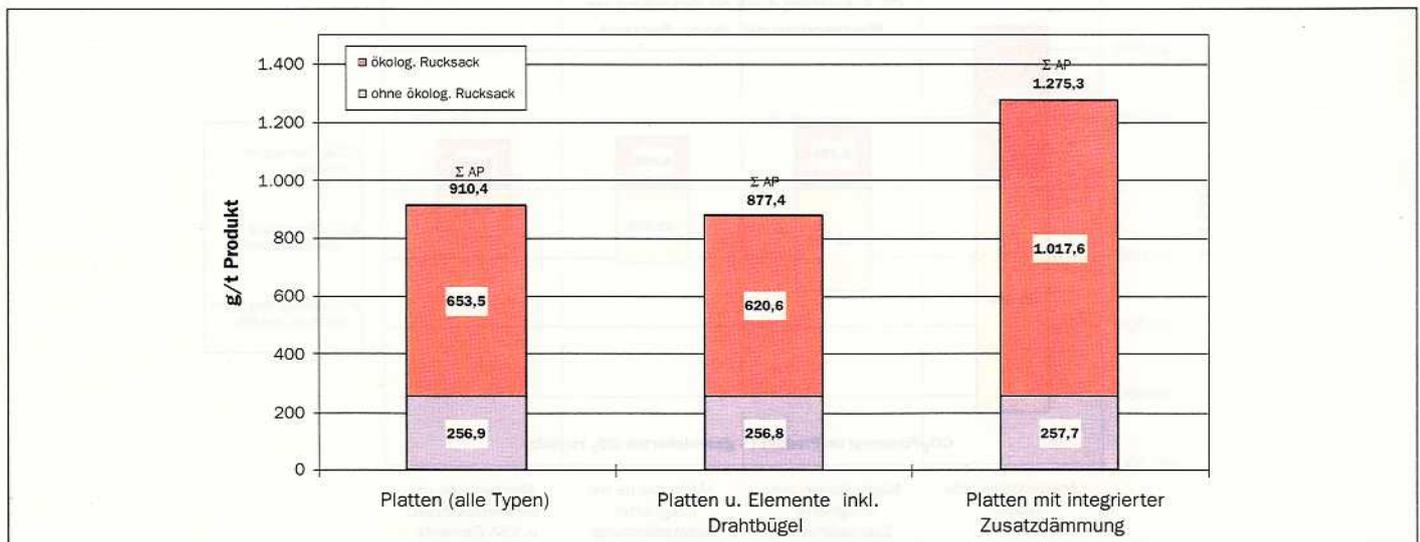


Abb. 7: Der Versauerungseffekt, dargestellt durch das spezifische SO₂-Äquivalent in g/t am Beispiel der Holzspanämmplatten

fizieren. Aufgrund der stofflichen Situation wurden drei Wirkungskategorien ausgewählt:

- Treibhauseffekt (global warming potential, GWP)
- Versauerungseffekt (acidification potential, AP)
- photochemische Oxidantienbildung (photochemical ozone creation potential, POCP)

Darüber hinaus wurde auch eine CO₂-Bilanz erstellt, da in den zementgebundenen Holzspanprodukten entsprechend der verwendeten Holzspanmengen Kohlendioxid in Form von Kohlenstoff gespeichert wird, das dadurch nicht treibhauswirksam werden kann.

Geringer Treibhauseffekt durch den Herstellprozeß der Holzspanmantelsteine und Holzspandämmplatten

Insgesamt werden jährlich rund 27.100 t CO₂-Äquivalente durch die Produktion zementgebundener Holzspanprodukte in die Atmosphäre abgegeben. Der eigentliche Fertigungsprozeß verursacht jedoch nur 2.100 t pro Jahr. Die Hauptbelastung mit rund 25.000 t/a wird durch die der Produktion vorgelagerten Stufen verursacht, vom sogenannten ökologischen Rucksack des Produktes. Damit beträgt sein Anteil an den gesamten Emissionen durchschnittlich rund 92 %. Insgesamt reicht die absolute Bandbreite der spezifischen GWPs von 241.000 g CO₂/t bis zu 378.000 g/t. Als Beispiel soll das mittlere spezifische Erwärmungspotential der Holzspanmantelsteine dargestellt werden (vgl. Abb. 4).

Zementgebundene Holzspanprodukte stellen einen positiven Beitrag zur Bewältigung der globalen Erwärmung dar.

Bei der Lösung des Treibhauseffektes kann nur eine Strategie zum Erfolg führen, möglichst weitgehend anthropogene Treibhausgase zu vermeiden. Während der Lebensphase von Pflanzen, insbesondere von langlebigen Hölzern, wird der Umwelt für den Aufbau der Pflanzenmasse Kohlendioxid entzogen. Das Kohlendioxid der Luft ist die einzige Kohlenstoffquelle der Pflanzen. Erst wenn die Pflanzenmasse über den Weg mikrobieller Zersetzung mineralisiert wird, gelangt das im Gewebe gespeicherte CO₂ in die Atmosphäre. Wird nun Holz als Baustoff verwendet, so wird die Speicherzeit um die Lebenszeit des Bauwerkes verlängert, da dieses Holz vor mikrobieller Zersetzung geschützt ist. Bei den Holzspänen handelt es sich um Abfälle der Holzwirtschaft und nicht um eigens gefälltes Frischholz, aber auch um rezyklierte Althölzer (alte Dachstühle, irreparable Paletten, Altmöbel, etc.). Dadurch wird die Freisetzung des CO₂ bedeutend verzögert und der Vermeidungseffekt enorm verstärkt. Je höher also der Anteil an Althölzern ist, um so positiver kann der Beitrag zur Minderung der globalen Erwärmung gestaltet werden. Das Ergebnis der CO₂-Bilanz (Σ Emissionen inklusive ökologischer Rucksack minus Σ CO₂ gebunden durch Holzspäne) besagt, daß der Umwelt durch die Holzspanprodukte insgesamt 11.800 t CO₂ entzogen werden.

Die produktspezifische CO₂-Bilanz ist beispielhaft an den Holz-

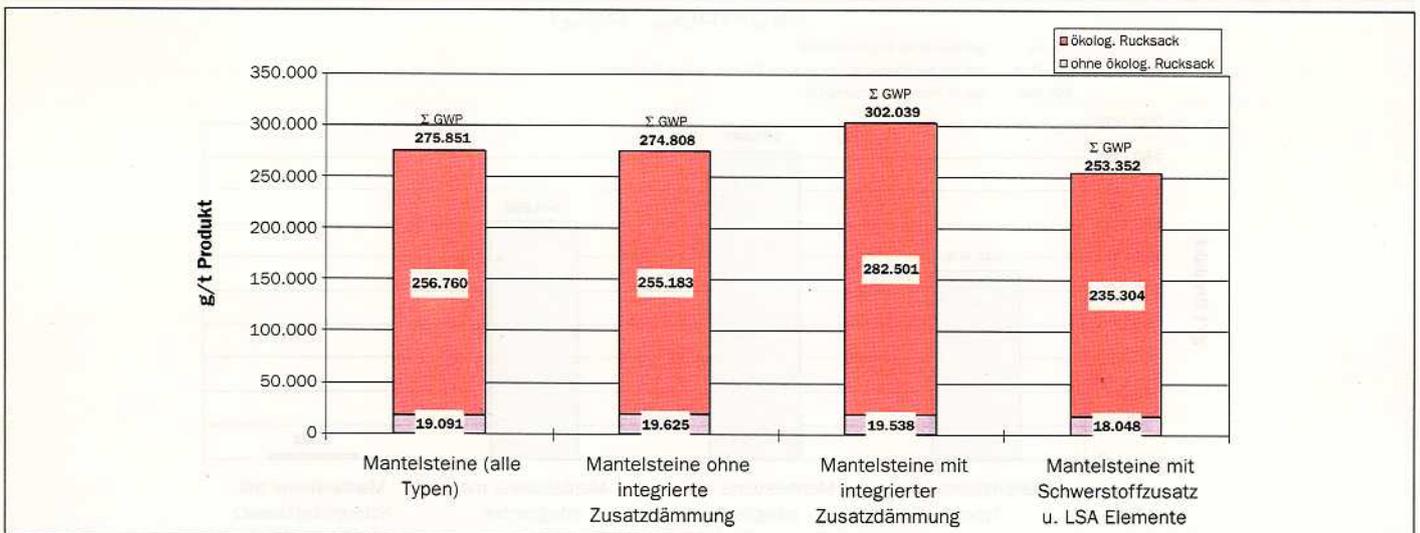


Abb. 4: Das globale Erwärmungspotential der Holzspanmantelsteine in g CO₂/t Produkt

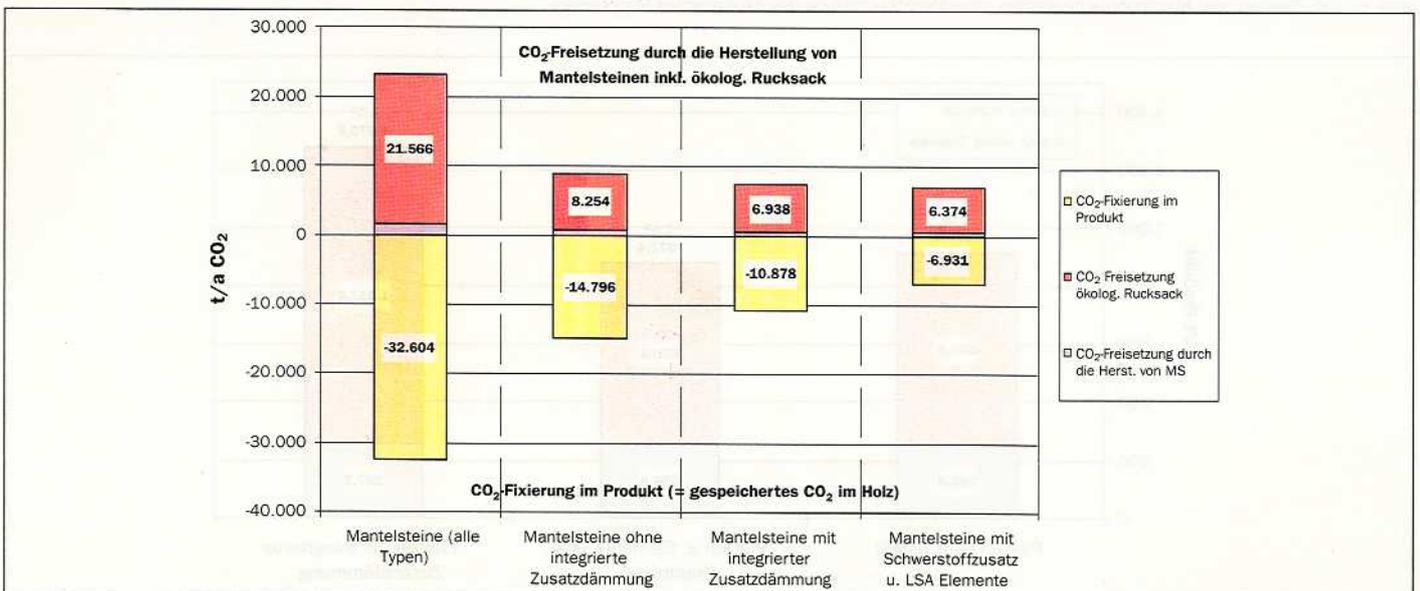


Abb. 5: Die CO₂-Bilanz bei der Herstellung von Holzspanmantelsteinen