

RessortForschtKlima

Ergebnisse aus drei Jahren Forschung für mehr Klimaschutz in Landwirtschaft, Wald und Ernährung

Abschlussbericht – Dezember 2025



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Landwirtschaft, Ernährung
und Heimat

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Beteiligte Ressortforschungsinstitute und Herausgeber:



Friedrich-Loeffler-Institut (FLI)

Südufer 10
17493 Greifswald-Insel Riems
T: +49 38351 7-0



Julius Kühn-Institut (JKI)

Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen
Erwin-Baur-Str. 27
06484 Quedlinburg
T: +49 3946 47-0



Max Rubner-Institut (MRI)

Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel
Haid-und-Neu-Str. 9
76131 Karlsruhe
T: +49 721 6625 0



Thünen-Institut

Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei
Bundesallee 50
38116 Braunschweig
T: +49 531 596 1003

Zitiervorschlag:

RessortForschtKlima (2025)

Ergebnisse aus drei Jahren Forschung für mehr Klimaschutz in Landwirtschaft, Wald und Ernährung:

Abschlussbericht der RessortForschtKlima-Projekte. <https://doi.org/10.3220/253-2025-220>

Bildrechte Titelseite:

Doreen König, Julius Kühn-Institut

Dirk von Soosten, Friedrich-Loeffler-Institut

Max Rubner-Institut

Tania Runge, Thünen-Institut



© Die Autoren / Die Autorinnen.

Dieses Werk wird unter den Bedingungen der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (CC BY 4.0) zur Verfügung gestellt

(<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>).

Bewertung von Begasungs- und alternativen Behandlungsverfahren von Rundholz unter Vermeidung der klimaschädlichen Wirkung von Sulfurylfluorid

Björn Hoppe, Nadine Bräsicke, Garnet Marlen Kroos, Stephanie Feltgen, Maurice Kayka und Sibylle Kümritz (Julius Kühn-Institut); Jochen Trautner, Jan T. Benthien und Gesa Weber (Thünen-Institut)

ZIELSETZUNG

Projektziel war es, Wissen zu schaffen, auf dessen Basis eine Verringerung klimarelevanter Emissionen bei der phytosanitären Behandlung von Rundholz für den Export nach China vorgenommen werden kann.

Vor diesem Hintergrund galt es: (1) die Wirksamkeit von Quarantäne-Preshipment-Behandlungen (QPS) mit Sulfurylfluorid (SO₂F₂)-haltigen Pflanzenschutzmitteln unter Praxisbedingungen zu untersuchen, (2) das Einsparpotenzial bei Emissionen des klimarelevanten Gases durch Methodenanpassungen auszuloten (Verfahrensoptimierung, Abluftfilterung), (3) chemische Alternativen zu betrachten (PH₃-haltige/freisetzende PSM, EDN), und deren Möglichkeiten und Grenzen aufzuzeigen, (4) alternative Behandlungsverfahren experimentell zu untersuchen und zu validieren, insbesondere Wärmebehandlungen (Dampf und trockene Luft), Wasserlagerung, modifizierte Atmosphäre (N₂/CO₂) sowie deren Kombinationen, (5) CO₂-Äquivalente als Bezugsgröße für die Bewertung von Alternativen zu SO₂F₂ hinsichtlich der Treibhausgasbilanz zu definieren und ausgewählte Alternativen daran zu bewerten, (6) das Wirk- und Nebeneffektspektrum der Methoden mittels Mikrobiomanalysen zu untersuchen sowie (7) die Wirtschaftlichkeit der Methoden zu prüfen und daraus praxisnahe Empfehlungen abzuleiten.

METHODIK

Laborversuche mit SO₂F₂: Die Wirksamkeit der Begasung mit dem einzig in Deutschland für Rundholz zur Verschiffung zugelassenen Pflanzenschutzmittel ProFume (SO₂F₂) wurde zunächst in Laborversuchen gegen adulte Borkenkäfer ohne Matrix in Gazebehältern untersucht. In einer gasdichten Druck-Vakuumkammer wurde die Wirksamkeit gegen verschiedene Entwicklungsstadien durch Begasungen von Kupferstecher (*Pityogenes chalcographus*) befallenen Stammholzstücken aus der Zucht und natürlich mit Borkenkäfern befallenen Stammholz unter Berücksichtigung der vorgegebenen temperaturabhängigen Dosierung von: 104 g SO₂F₂/m³, T: 5 °C bis 10 °C, bzw. 80 g SO₂F₂/m³, T: über 10 °C, Behandlungsdauer jeweils min. 24 h, ermittelt. Zur Bestimmung der Mortalität wurden die Stammstücke nach der Behandlung in Bodenphotoelektoren (BPE) überführt, ausschlüpfende Organismen quantifiziert und identifiziert (Abb. 1).

Containerversuche mit SO₂F₂ und PH₃: Rundholzbegasungen wurden auf zugelassenen Begasungsplätzen für professionelle und angemeldete Begasungen unter Realpraxisbedingungen im Hamburger Hafen zur Ermittlung der Wirksamkeit von SO₂F₂ und PH₃ unter der Berücksichtigung der Einflussfaktoren: Temperatur, Dichtigkeit, Aufwandmenge, Gasverteilung, Wetter- und Windbedingungen durchgeführt. Hierfür wurden definierte

HIGHLIGHTS

- Handlungsanweisung des BMLEH für Export nach China erarbeitet
- Empfehlung von T ≥ 10 °C für Begasung reduziert SO₂F₂-Emissionen um 20 % pro Behandlung und Pilottest mit TU-HH legt Basis für Abluftfilterung
- Heißdampf-Behandlung im Container kann eine wirtschaftliche und ökologische Alternative sein
- Wissenstransfers und Politikberatung vermittelten Ergebnisse zu aktuellen Fragestellungen zeitnah

Mengen an befallenen berindetem Stammholz in SO₂F₂ und PH₃-Container-Behandlungen integriert und vorherrschende Bedingungen protokolliert. Nach der Behandlung wurden die behandelten Stammstücke sowie Kontrollstücke in BPEs überführt, ausschlüpfende Organismen quantifiziert und identifiziert.

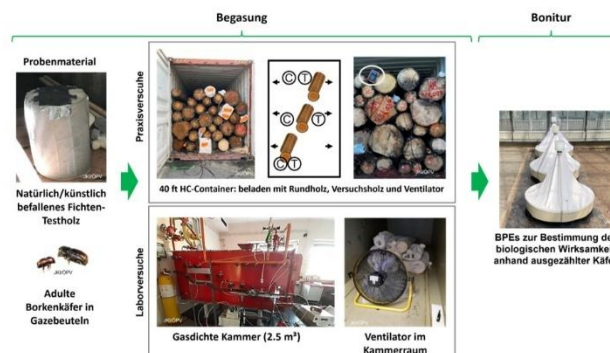


Abbildung 1: Design und Methode der Untersuchungen

Wasserlagerung: Die Behandlung erfolgte in Edelstahlwannen, in denen die Prüfkörper unter Wasser fixiert wurden. Die Lagerdauer betrug 15, 30, 45, 60, 75 und 90 Tage. Nach der Lagerung erfolgte die Bonitur in Ausflugboxen (serienabhängig ≥12–24 Wochen). Die Wirksamkeit wurde als Verhältnis behandelte/Referenz bzw. als direkte Mortalitätsrate bestimmt. Zusätzlich wurden Feuchtprofile aus Stammscheiben (unversiegeltes/versiegeltes Ende, Mitte) bestimmt, um die Eindringtiefe des Wassers zu bestimmen.

Modifizierte Atmosphären: Mit Borkenkäfer befallene Holzproben wurden in Stickstoff- respektive Kohlendioxidatmosphäre gelagert und untersucht welche Expositionszeiten nötig sind, um die Organismen abzutöten. Es wurden Versuche mit diesen beiden Inertgasen durchgeführt, bei denen der Einfluss der Temperatur der Atmosphäre auf die Wirksamkeit bei verschiedenen Insektenlarven untersucht wurde. Die Versuche wurden sowohl in der vorhandenen Tränkanlage als auch im kleineren Labormaßstab durchgeführt.

KLIMAWIRKUNG

Der Rundholzexport nach China lag 2024 bei 1,5 Mio. fm (Festmeter). Die vorschriftsmäßige Begasung der zum Transport notwendigen Container erfordert 167 t SO₂F₂, was einer Emission von jährlich 681.000 t CO₂e entspricht. Die Umsetzung der erarbeiteten Handlungsanweisung zum Einsatz von SO₂F₂, würde zu einer Einsparung von 20 % SO₂F₂ und somit einer Reduktion um 136.000 t CO₂e führen. Bei einer 94 %-igen Reduktion durch die im Projekt aufgezeigten alternativen Behandlung mit Dampf kann eine Einsparung von ca. 640.000 t CO₂e realisiert werden.

Wärmebehandlungen: Wärmebehandlungen erfolgten sowohl mit trockener Hitze als auch mit Dampf. Die Versuche mit trockener Hitze wurden im Labor in Wärmeschränken und zusammen mit Dampfbehandlungen in einer Vakuum-/Dampf-Technikumsanlage geprüft: (1) trockene Heißluft (90 °C), (2) Vakuum/Dampf mit einer Vakuumphase und (3) Sattedampf. Zielkriterium: Kerntemperatur ≥ 56 °C für ≥ 30 min in Anlehnung an den internationalen IPPC-Standard zur Behandlung von Holzverpackungsmaterial für den internationalen Handel (ISPM 15). Gegen Ende des Projekts wurden noch Bedampfungen von Fichtenstämmen in einem 20'-Container durchgeführt, um eine Abschätzung für die Praxistauglichkeit und den Energieverbrauch dieser Methode zu erhalten.

Mikrobiom-Analysen: Mikrobiom-Analysen wurden mit Hilfe von Next-Generation-Sequencing durchgeführt, um die Auswirkungen von Wärmebehandlungen und Wasserlagerung auf das Mikrobiom, das sich in oberflächennahen Schichten der Hölzer befindet zu untersuchen. Um zu überprüfen, ob im Holz vorhandene Pilze nach den Behandlungen noch aktiv sind, wurde Bohrmehl aus den Stämmen für Wuchsversuche verwendet und entstandene Pilzkulturen mittels Sanger-Sequenzierung identifiziert.

Treibhausgasbilanzierung und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung: Abschließend wurden die als relevant identifizierte alternative Behandlungsmethode der Bedampfung in Bezug auf ihre Treibhausgasbilanz mit der SO₂F₂-Behandlung verglichen und Betrachtungen zur Wirtschaftlichkeit durchgeführt.

ERGEBNISSE

QPS-Behandlungen von Stammholz:

Sowohl in den Kammerversuchen als auch bei den Container-Behandlungen zeigte sich, dass die Temperatur die Verteilung von SO₂F₂ an der Zielfläche maßgeblich beeinflusst. Insbesondere im oberen Bereich des Containers wird dies bei kalten Temperaturen deutlich. So blieb die SO₂F₂-Konzentration dort z. B. mit unter 50 g/m³ anstatt der geforderten 104 g/m³. Durch Einsatz eines Ventilators zur Umwälzung der Containerinnenluft konnte bereits nach etwa 1,5 h ein Gleichgewicht in allen Höhen des Containers erreicht werden. Bei Temperaturen >14 °C mit einer geforderten Dosierung von 80 g SO₂F₂/m³ wird eine gleichverteilte Konzentration des Gases bereits innerhalb weniger Minuten erreicht und lag zwischen 120 und 170 g SO₂F₂/m³ im freien Luftraum des beladenen und verschlossenen Containers (Abb. 2). Die technischen

Verbesserungen des Verfahrens, die auch die biologische Wirksamkeit positiv beeinflussen und so der Verbreitung von Schadorganismen durch Handel vorbeugen, sind in Kümrritz und Kroos (2025) zusammengefasst.

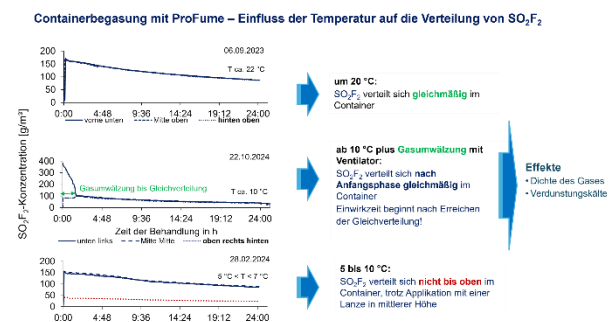


Abbildung 2: Einfluss der Temperatur auf die SO₂F₂-Verteilung

Neben der Temperatur an der Zielfläche des Holzes und der Gleichverteilung des Gases im Innenraum sind die Expositionszeit, gemessen ab dem Equilibrium, die Gasdichtigkeit des Containers, Wetter- und Windbedingungen, die Entwicklungsstadien der Schadinsekten, die Holzart und -beschaffenheit sowie insgesamt der Qualitätsstandard der Behandlung ausschlaggebend für die Wirksamkeit und somit Voraussetzung für eine erfolgreiche Tilgung vorhandener (Quarantäne)-Schadinsekten. Die Bonitur der Stammstücke ergab, dass eine Behandlung der Stammstücke bei 5-10 °C die rindenbrütenden Käfer in allen Entwicklungsstadien nur unzureichend abtötete. Zusätzlich wirken sich die saisonale Aktivität der Insektenarten und unterschiedliche Toleranz der Stadien auf die Wirksamkeit aus, da die Toxizität von SO₂F₂ von der Atmungs-/Stoffwechselaktivität der Zielorganismen und der Diffusion durch die Eihülle abhängt. Die Ergebnisse des Projekts verdeutlichen, dass:

- eine Handlungsanweisung, die sich an internationalen Standards und am Stand von Wissenschaft und Technik orientiert - zielführend ist
- die Temperatur an der Zielfläche entscheidend ist
- die Behandlung vorausschauend im Kontext mit den Wetterprognosen geplant werden muss
- Temperatur- und Gaskonzentrationsverläufe während der Behandlung zu dokumentieren sind
- ein Drucktest auf Gasdichtigkeit bei den Standardsee-containern zu empfehlen ist bzw. die Half-Loss-Time (HLT) festgesetzt werden sollte
- die Kontrolle der Länderbehörden vor Ausstellung der Pflanzengesundheitszeugnisse intensiviert werden muss

EDN-Literaturrecherche: Ethandinitril (C₂N₂) ist kein klimaschädigendes Gas und gilt mit seinen CN⁻ Ionen als wirksam gegen Insekten, wie Phosphan auch gegen Eistadien, letzteres aber benötigt kürzere Einwirkzeiten. Wie Phosphan absorbiert es an Holz, was bei der Lüftung und Abluftfilterung sowie dem Umgang mit behandeltem Holz berücksichtigt werden muss (Tab. 1). Es gibt aktuell weder eine Wirkstoffgenehmigung in der EU noch eine Zulassung als Pflanzenschutzmittel in Deutschland, aber zwischenzeitlich Zulassungen des Mittels in Australien, Südkorea und Neuseeland. In letzterem ist die Verwendung von EDN zur Begasung von Rundholz für den Export nach China vorgesehen. C₂N₂-haltige Mittel können die phytosanitäre Toolbox aufgrund der guten Durchdringung von Holz (auch

bei hohem Feuchtegehalt) und der Wirksamkeit bei niedrigeren Temperaturen erweitern.

Wissenstransfer: Drei Wissenstransfer-Veranstaltungen vermittelten die Ergebnisse des Projektes zeitnah, förderten die Kommunikation zwischen Stakeholdern, mit dem UBA (TA-Luft, F-Gas-VO) und der Politik auf Bundes- und Länderebene (z. B. Handlungsanweisung).

Tabelle 1: Begasungsmittel im Rundholz

Parameter	SO ₂ F ₂	PH ₃	C ₂ N ₂
Formulierung des PSM	Gas in Druckflasche	ausgasender Feststoff	Gas in Druckflasche
Eigenschaften	Treibhausgas; kurze Einwirkzeit (EWZ), reaktionsträge	kein Treibhausgas; längere EWZ; korrosiv; selbstentzündlich; Gas-Luft-Gemisch explosionsfähig	kein Treibhausgas; kurze EWZ; korrosiv; brennbar; Gas-Luft-Gemisch explosionsfähig
Gasverteilung im Container bei niedrigen Temperaturen	etwa 3,47x schwerer als Luft; ungleichmäßig	etwa wie Luft (1,18x); gleichmäßig, aber adsorbiert an Holz	etwa 1,8x schwerer als Luft; Konz. im Luftraum nimmt rasch ab; adsorbiert im Holz
Biologische Wirksamkeit gegen Eistadien	Wirkungslücke bei Eiern -> nicht tilgend unter 17°C und 80g/m ³ (24h)	ja, 3-5g PH ₃ /m ³ (72h)	ja, 120g/m ³ (≤ 24h)
Wirkstoffgenehmigung in EU (10/2025)	bis 31.01.2027	bis 30.11.2026	/
Zulassungssituation	u. A. NL, BE, DE	FR, LT, ES, CZ	AU, KR, MY, NZ
Anerkennung CN für Einfuhr aus DE	ja	nein, aber z.B. bilateral CN-NZ	nein, aber z.B. bilateral CN-NZ
Maßnahmen zur Emissionsminderung	Abgasreinigungseinrichtung erforderlich, aber industriell noch nicht umsetzbar	Abgasreinigungseinrichtung erforderlich und etabliert	Abgasreinigungseinrichtung erforderlich

Wasserlagerung: Durch die Unterwasserlagerung von infizierten Fichtenstämmen konnte gezeigt werden, dass bereits nach 15 Tagen 95 % der Insekten im Prüfkörper abgetötet waren; nach 30 - 90 Tagen waren 98 - 99 % tot. Die Unterwasserlagerung von Eiche ergab 68 % Mortalität nach 15 Tagen und zwischen 96 - 100 % nach 30 - 90 Tagen. Für den Prozess des Eindringens des Wassers in den Stamm konnte gezeigt werden, dass dies nicht maßgeblich über den Querschnitt erfolgt, sondern in erster Linie durch die Fraßgänge der Käfer. Die Unterwasserlagerung von Fichte ist eine Herausforderung, da die Stämme schwimmen und daher unter Wasser gedrückt und fixiert werden müssen.

Modifizierte Atmosphären: Es wurden Versuche zur Lagerung von mit Borkenkäfern infiziertem Fichtenholz mit Stickstoff sowie mit Kohlendioxid durchgeführt. Hierbei hat sich herausgestellt, dass bei einer Lagerung für 28 Tage eine deutliche Reduktion der Käferzahl erfolgte, jedoch keine vollständige Abtötung erreicht wurde. Versuche mit verschiedenen Insektenlarven haben jedoch gezeigt, dass die Mortalität sehr schnell ansteigt, wenn man die Temperatur in den Inertgasatmosphären erhöht. So bewirkt eine Erhöhung auf 35 °C in den meisten Fällen bereits eine 100% ige Mortalität nach einem Tag (Abb. 3). Für die Anwendung im Containermaßstab scheint die Methode derzeit allerdings nur bedingt geeignet, da Container üblicherweise nicht komplett gasdicht sind und die Verdrängung des Sauerstoffs aus den Containern große Mengen an Inertgas voraussetzen würde.

Wärmebehandlungen: Wärmebehandlungen mit trockener Hitze führten zur zuverlässigen Abtötung der Schadorganismen, wenn mindestens 56 °C Kerntemperatur für 30 Minuten erreicht wurden. Gleichzeitig kommt es zu einem Qualitätsverlust des Holzes durch Austrocknung und Rissbildung. Bei Behandlungen mit Dampf traten diese Probleme jedoch nicht auf. Die drei Prozesse, die in der Vakuumdampfanlage untersucht wurden erreichten die Kerntemperatur ≥56 °C für ≥30 min (Tab. 2).

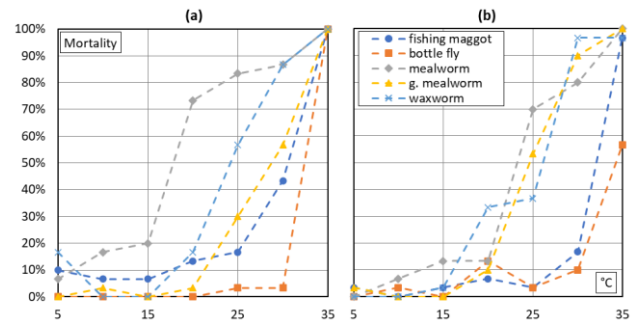


Abbildung 3: Mortalität nach einem Tag in (a) CO₂-Atmosphäre und (b) N₂-Atmosphäre in Abhängigkeit der Temperatur.

Tabelle 2: Wärmebehandlungen in einer Vakuumanlage: Prozessdauer, Aufheizzeit und Energiebedarf bei 126 kg Beladung

Prozess	Prozess-dauer (h)	Aufheizzeit 15→56 °C	Energieverbrauch (Wh/kg)
Trockene Heißluft	10,9	5,1	325
Vakuum/Dampf	5,6	3,1	252
Sattdampf	7,7	2,7	286

Das Anlegen eines technisch aufwendigen Vakuums bietet kaum Vorteile und der Energieverbrauch war in allen Varianten maßstabsbedingt noch sehr hoch. Bei einer Behandlung von Fichtenstämmen mit Dampf im Containermaßstab konnte jedoch gezeigt werden, dass die Energieeffizienz deutlich gesteigert werden kann. Der theoretisch notwendige Energieaufwand um frisches Fichtenholz (ca. 18 t) in einem 20'-Container bis auf 56 °C zu erhitzen, die anschließend für 30 Minuten gehalten werden, beträgt ca. 650 kWh (35 Wh/kg). Geht man von einem realen Wirkungsgrad der Dampfbehandlung von 50 % aus, so ergeben sich etwa 1300 kWh Energieverbrauch für einen 20'-Container oder etwa 2600 kWh für einen doppelt so großen 40'-Container. Durch gute Isolation der Container, die aus Stahlblech bestehen und im Laufe des Bedampfungsprozesses sehr viel Wärme abgeben, lässt sich der Wirkungsgrad noch deutlich verbessern und somit der Energieverbrauch senken.

Mikrobiom-Analysen: Im Fall der Wärmebehandlung gab es große Überschneidungen bei Pilzen, die vor und nach der Behandlung in einer Holzprobe gefunden wurden. Die drei dominantesten Arten waren *Helicodendron websteri*, *Amylostereum aureolatum* und *Trichoderma atroviride*. Die Wärmebehandlung hatte dabei keinen signifikanten Einfluss auf die Anzahl der nachgewiesenen Sequenzvarianten und auf die Arten-Zusammensetzung („Beta-Diversität“) (Abb. 4). Zu den Pilzarten, die nach der Behandlung wuchsen, gehörten u. a. *Endoconidiophora polonica*, *Penicillium* sp., *Sarea resinae* und *Sydowia polyspora*.

Auch bei der Wasserlagerung ähnelten sich die erkannten Arten je Probe (z. B. *A. aureolatum*). Anders als bei der Wärmebehandlung gab es signifikante Unterschiede bei der Anzahl gefundener Sequenzvarianten, diese nahmen nach der Wasserlagerung deutlich ab, was möglicherweise auf eine Abwaschung der Pilzsporen während der Wasserlagerung zurückzuführen ist. Zusätzliche Wuchsversuche zeigten, dass Wärmebehandlung und Wasserlagerung Pilze nicht vollständig abtöten konnten.

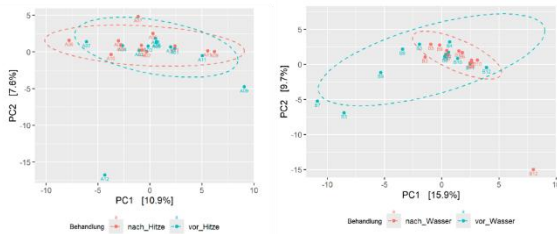


Abbildung 4: Hauptkomponentenanalyse zum Vergleich der Artenzusammensetzung jeder Probe vor (blau) und nach (rot), links) Wärmebehandlung, rechts) 90-tägiger Wasserlagerung.

Treibhausgasbilanzierung und Wirtschaftlichkeit

CO₂-Äquivalente als Bezugsgröße zur Bilanzierung:

Als Referenzwert für die Treibhausgasbilanz wird die SO₂F₂-Behandlung im Seecontainer berechnet. Grundlage sind Container-Innenvolumen (V) und eine Dosierung von $c \geq 80$ g SO₂F₂/m³ für $T \geq 10$ °C. Die SO₂F₂-Aufwandmenge ergibt sich aus $m = c \times V$, und liegt für einen 40'-Container (67,7 m³) bei 5,4 kg SO₂F₂. Diese Menge SO₂F₂ multipliziert mit einem GWP₁₀₀ (Treibhauspotenzial über einen Zeitraum von 100 Jahren) von 4.090 ergibt 22,15 t CO₂-Äquivalente (CO₂e). In Tabelle 3 ist die CO₂-Bilanz einer SO₂F₂-Begasung im Vergleich zur bereits wirksamen Dampfbehandlung bis 56 °C und für die in den Einfuhrbestimmungen verlangten 71,1 °C dargestellt.

Tabelle 3: CO₂ Äquivalente (CO₂e) von SO₂F₂-Begasung und Dampfbehandlung im 40' Container; berechnet mit GWP₁₀₀ = 4.090 für SO₂F₂ und 363 g CO₂/kWh für den Strom zur Dampferzeugung (deutscher Strommix 2024)

Zieltemperatur	SO ₂ F ₂ -Aufwand (kg)	CO ₂ e (t) SO ₂ F ₂ -Begasung	Energieverbr. Dampfb. rechnerisch (kWh)	CO ₂ e (t) Dampfb. rechnerisch	Energieverbr. Dampfb. 50% Wirkungsgrad (kWh)	CO ₂ e (t) Dampfb. 50% Wirkungsgrad
56 °C	5,4	22,15	1300	0,472	2600	0,944
71 °C	5,4	22,15	1770	0,643	3540	1,285

Für die Dampfbehandlungen ergeben sich ca. 1 t (bei 56 °C) beziehungsweise 1,3 t (bei 71,1 °C), für die SO₂F₂-Behandlung hingegen 22 t CO₂e. Würde die SO₂F₂-Behandlung von Rundholz für den Export durch eine Dampfbehandlung ersetzt werden, würde sich der CO₂-Ausstoß bei einer Zieltemperatur von 56 °C um 95 % reduzieren, bei einer Zieltemperatur von 71 °C um ca. 94 %. Die CO₂ Bilanz der Wasserlagerung ist am niedrigsten, da hier kaum Energie verbraucht wird und die der alternativen Inertgas-Behandlungen sind ebenfalls gering. Lediglich durch die

HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN FÜR POLITIK UND PRAXIS

- Einheitliche Behandlungsstandards und gute fachliche Praxis etablieren, national und international
- Emissionen durch geringere Aufwandsmengen, Abluftfilterungen oder andere Abscheideprozesse reduzieren
- Erweiterung der Toolbox für Begasungen um nicht klimarelevante, aber wirksame Methoden wie PH₃ und C₂N₂ und einer Kombination von Substanzen, die auch Eistadien verlässlich tilgen, mit Hitze und/oder Entrindung
- Dampfbehandlung von Rundholz unter den geforderten 71,1 °C (alternativ 56 °C für 30 min analog zum ISPM15) als alternative Methode propagieren und gegenüber Importländern durchsetzen.
- Forschung optimalen technischen Umsetzung der Bedampfungsmethode und zur Auswirkung dieser Behandlung auf die Holzqualität
- Forschung zu alternativen phytosanitären Methoden, sowie der Kombination verschiedener Verfahren (system approach)

Herstellung einer CO₂-Atmosphäre selbst würde erwähnenswert CO₂ emittiert. Bei einem Gewicht von knapp 2 kg/m³ und einer 2-fachen Einleitung des Volumens eines leeren 40' Containers (67,7 m³) um alle Luft zu verdrängen, läge der CO₂-Verbrauch im Bereich von 135 kg pro Container.

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung: Für die Alternativen Behandlungsmethoden wie Inertgas-Behandlung und Wasserlagerung ist es schwierig die Kosten zu kalkulieren, da sie aktuell nicht praktiziert werden und die Logistik hierfür nicht bekannt ist.

Die SO₂F₂-Begasung eines 40'-Containers kostet in Hamburg gegenwärtig ca. 200 €, zuzüglich durchschnittlich etwa 25 € für notwendige Aufheizungen im Winter.

Die Bedampfung eines 40'-Containers mit Fichtenholz würde bei einem Industriestrompreis von 0,20 €/kWh und einem Verbrauch von 2600 kWh 520 € (bei 56 °C) bzw. 708 € (bei 71 °C) kosten. Hinzu kommen die Anschaffungskosten für Dampferzeuger und die Kosten für eine mobile Wärmeisolation der Container. Setzt man hierfür pauschal 10.000 € an und eine Standzeit von 500 Bedampfungen, dann würden 20 € pro Bedampfung hinzukommen. In Summe also etwa 540 € (bei 56 °C) bzw. 728 € (bei 71 °C) pro Bedampfung. Insgesamt würde sich somit der Preis für exportiertes Fichtenholz trotz der höheren Behandlungskosten nur geringfügig erhöhen.

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Der Export von Rundholz in Drittländer verlangt in der Regel die Anwendung phytosanitärer Maßnahmen, welche die Verschleppung von Schadorganismen in andere Teile der Welt verhindern soll. Gegenwärtig wird ein Großteil der Ware mit SO₂F₂ behandelt, jedoch stehen alternative Behandlungsmöglichkeiten theoretisch zur Verfügung. Für die Rundholzbehandlung zur Verschiffung im Seecontainer ergeben sich folgende Maßnahmen und Empfehlungen:

AUSGEWÄHLTE VERÖFFENTLICHUNGEN

- Kümmeritz, S et al. (2023): Dt. Pflanzenschutztagung
- Benthien, JT et al. (2024): 32. Dt. Holzschutztagung
- Weber, G et al. (2024): IRG WP55
- Kümmeritz, S & Kroos, GM (2025): IRG WP56

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages