

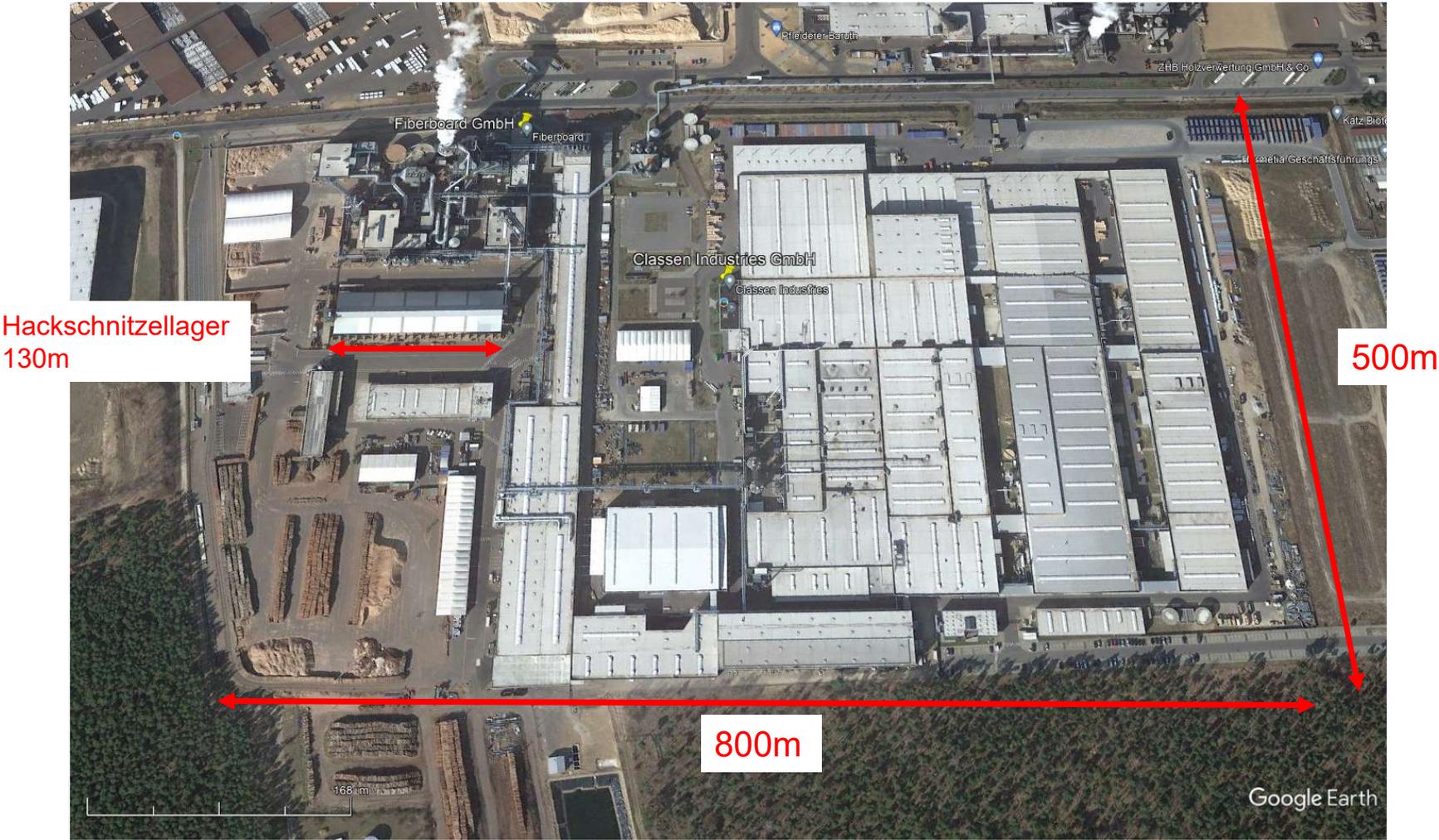
Neue VOC Emissionsgrenzen weit unterschreiten

15. Holzwerkstoffkolloquium IHD, Dresden
14.-15.12.2023

Bernd Bungert, Thomas Heine, Martin Schwendy, Holger Heinrich,
Christian Dümichen, Kai Greten, André Hennig

Fiberboard GmbH, Baruth,
Berliner Hochschule für Technik

Produktionsanlage in Baruth/ Mark der Classen Gruppe: Fiberboard und Classen Industries



Neue Grenzwerte für Emissionen in der Holzwerkstoffindustrie

- BVT-Merkblatt „Herstellung von Platten auf Holzbasis“
- Durchführungsbeschluss (EU) 2015/2119
- BVT- Schlussfolgerungen seit 24.11.2019 gültig
- Umgesetzt in TA-Luft von 1.12.2021
- Für MDF/ HDF deutliche **Verschärfung der Grenzwerte**:
 - Reduktion von **300mg/m³** auf **120mg/m³**
 - Durch Änderung Bezugswert von feucht auf trocken weitere Verschärfung: 120 mg/m³ entspricht bei 55°C Abgastemperatur **101mg/m³** nach alter Messmethode
- Hauptkomponente der VOCs in der Holzwerkstoffindustrie: Terpene



JRC SCIENCE FOR POLICY REPORT

Best Available Techniques (BAT)
Reference Document for the
Production of Wood-based Panels

*Industrial Emissions Directive
2010/75/EU
(Integrated Pollution
Prevention and Control)*

Kristine Raunkjær Stubdrup,
Panagiotis Karlis, Serge Roudier,
Luis Delgado Sancho

2016



Terpene – nur der Duft von Harz?

- Harze = Ausflüsse aus Nadelhölzern, wie Kiefern, Lärchen und in geringem Maß auch Fichten
- Harz = Harzsäuren (Kollophonium, „Bernstein“) + Terpene
- Terpene = etherische Öle (α -Pinen, β -Pinen, Δ -3-Caren, Limonen, ...)
- Zusammensetzung schwankt je nach Baumart, Region, Jahreszeit, Holzfeuchte, ...
- Gemisch auch als Terpentin („echtes Terpentin“) bezeichnet
- Duft nach frisch gefällttem Holz oder sogar Latschenkiefer?

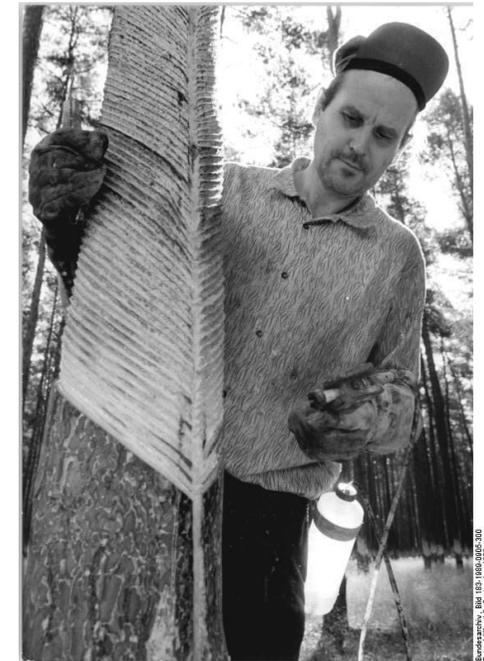


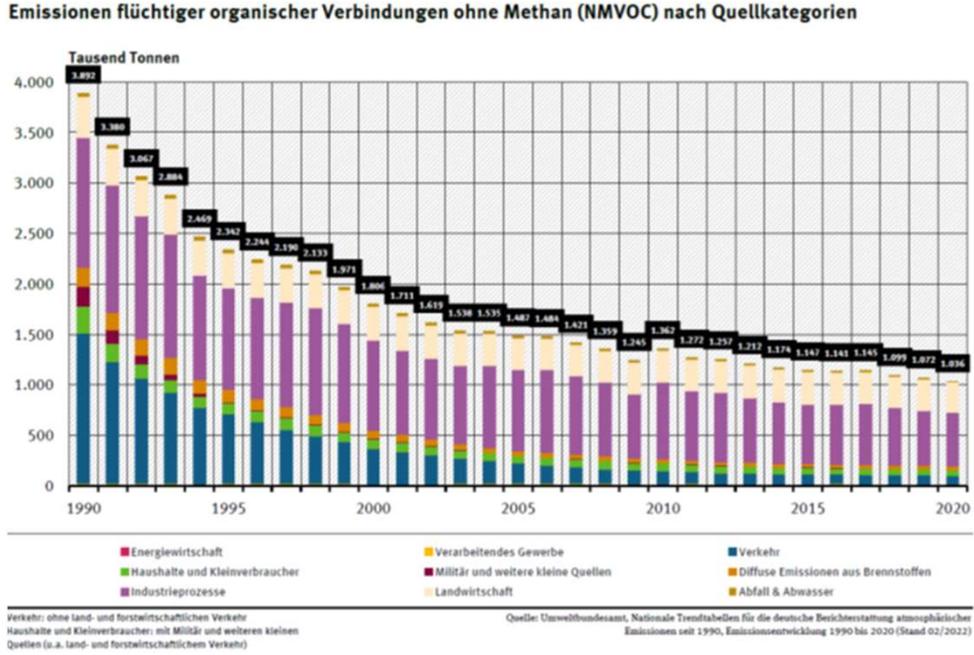
Foto: M. Müller, 1.8. September 1998

Terpene – nur der Duft von Harz? **Leider nein!**

- Terpene = eine der wichtigsten Gruppen der VOCs, die **Photooxidantien** bilden
- Photooxidantien entstehen aus Stickoxiden, Kohlenwasserstoffen (VOC) Sauerstoff
- Wichtigstes Photooxidans ist **Ozon**
- Bodennahes Ozon **extrem schädlich**: Bei Menschen Tränenreiz, **Schleimhautreizungen**, Hustenreiz, **Verschlechterung der Lungenfunktion**, Kopfschmerzen. **Schädigen** von Laubbäumen, **Kulturpflanzen**; **dramatische Ertragseinbußen**

VOCs in Deutschland

- NEC-Richtlinie („Richtlinie über nationale Emissionshöchstmengen für bestimmte Luftschadstoffe“) legt **Minderungsverpflichtung** für VOCs bzw. NMVOC (non-methane VOC) fest

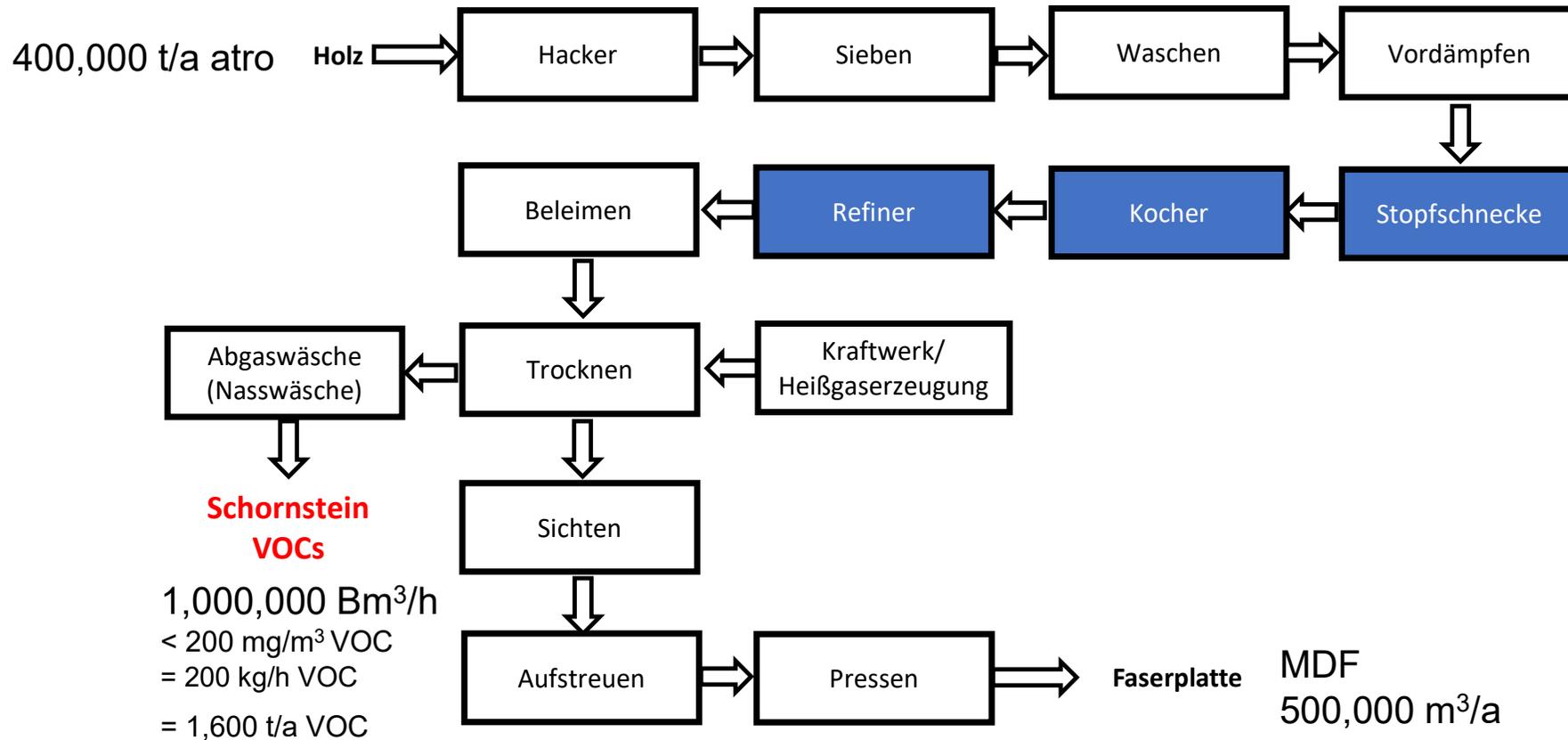


- Reduktion bei **FBB** um ca. **1.200 t/a** entspricht **0,1% der gesamten deutschen VOC-Emissionen!**

Fiberboard in Baruth/Mark



HDF Produktion in Baruth

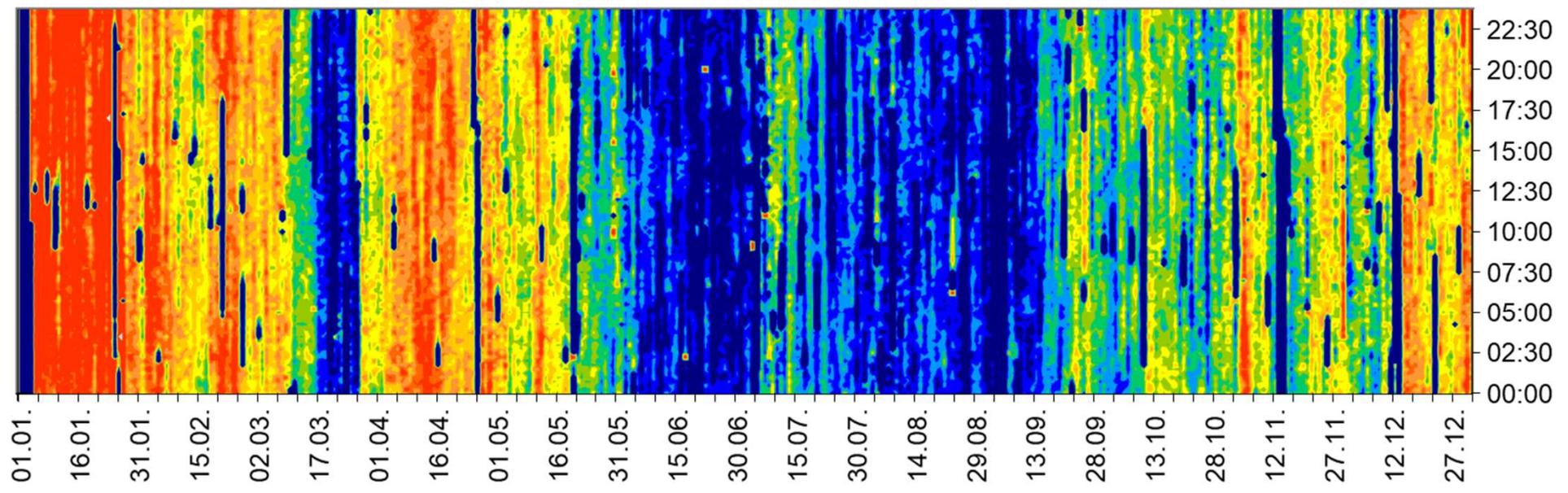


VOCs als C_{ges} 2017 in Baruth [mg/m^3]

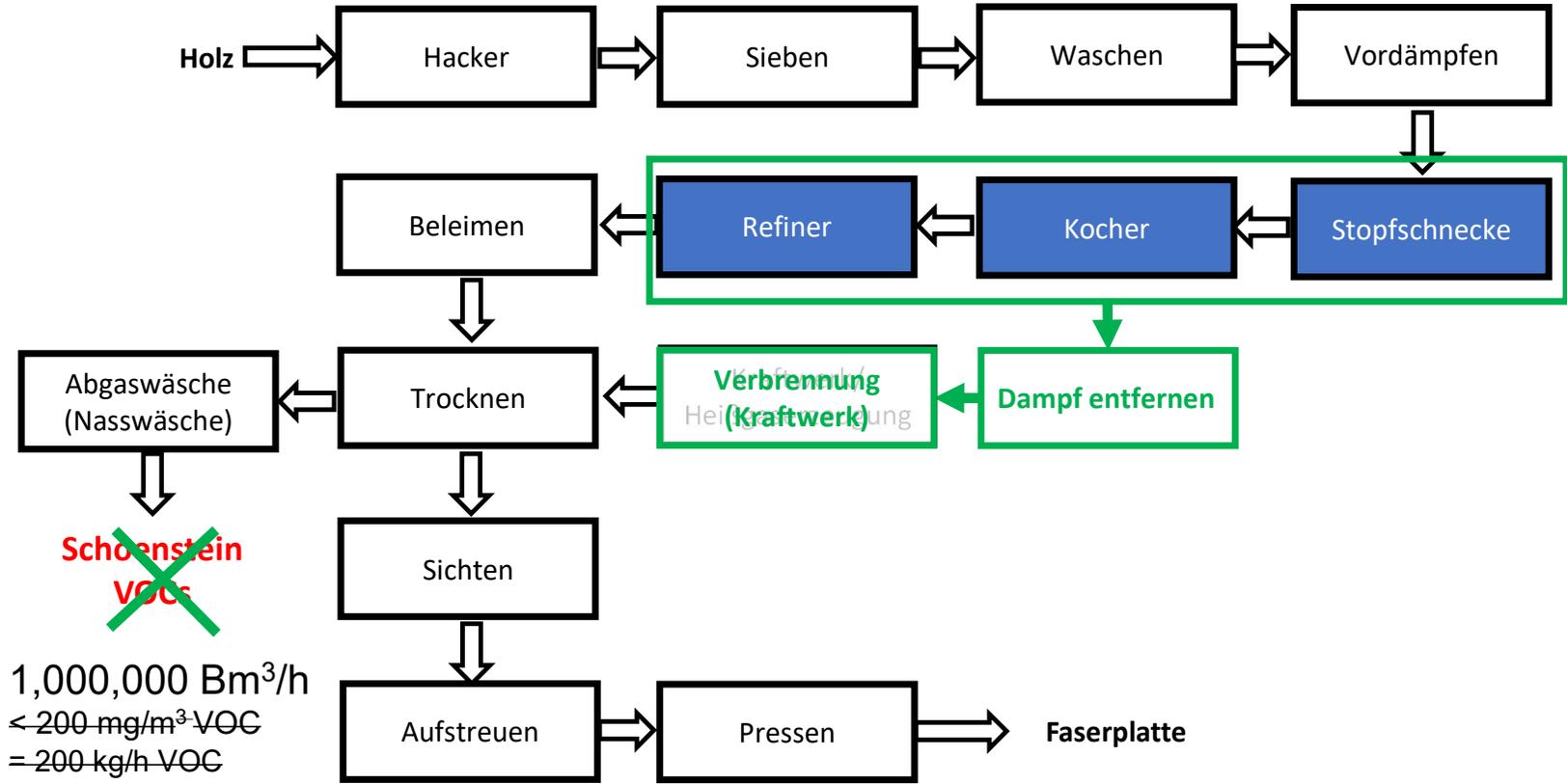


Blau: neuer Grenzwert wird eingehalten

Grün, Gelb, Orange, Rot: Grenzwert überschritten

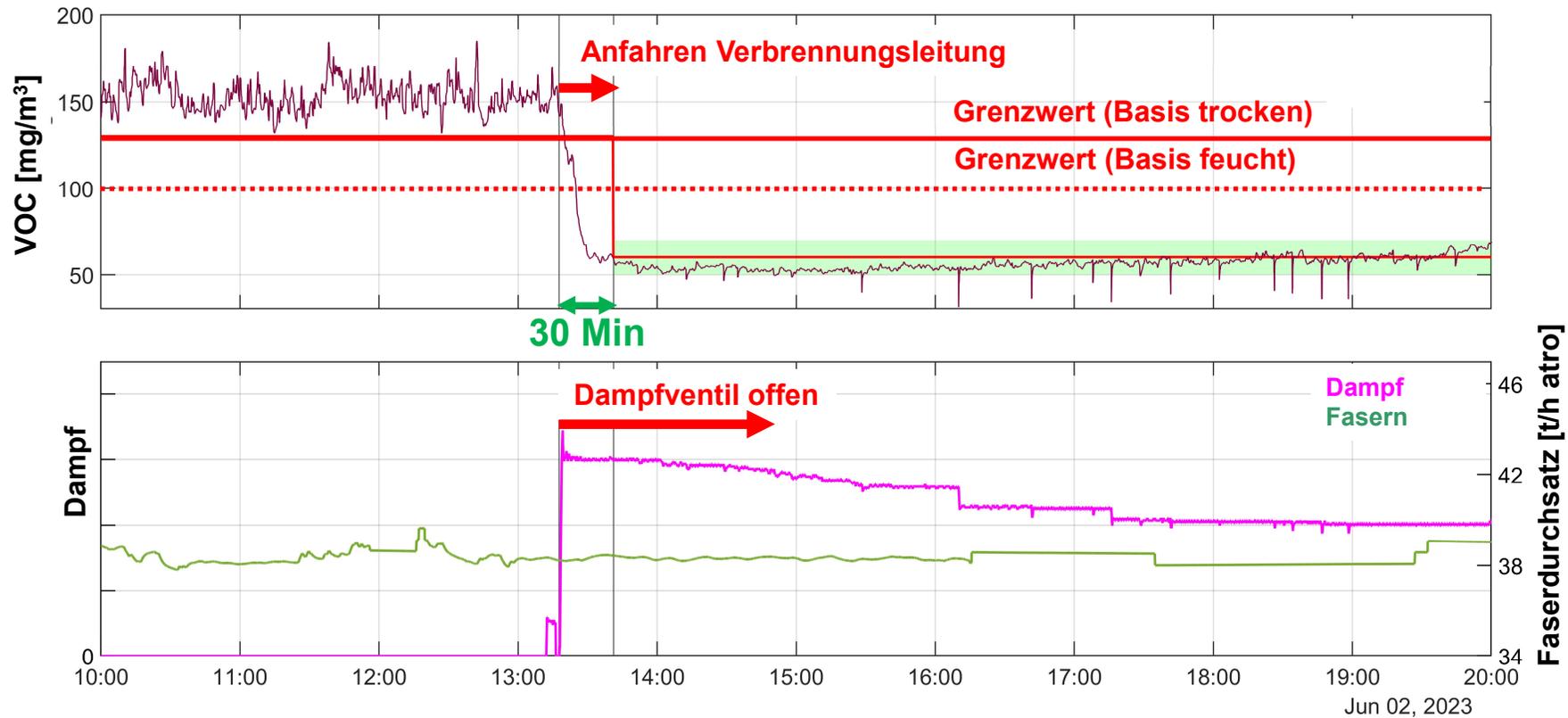


Lösung 1: Verbrennungsmethode



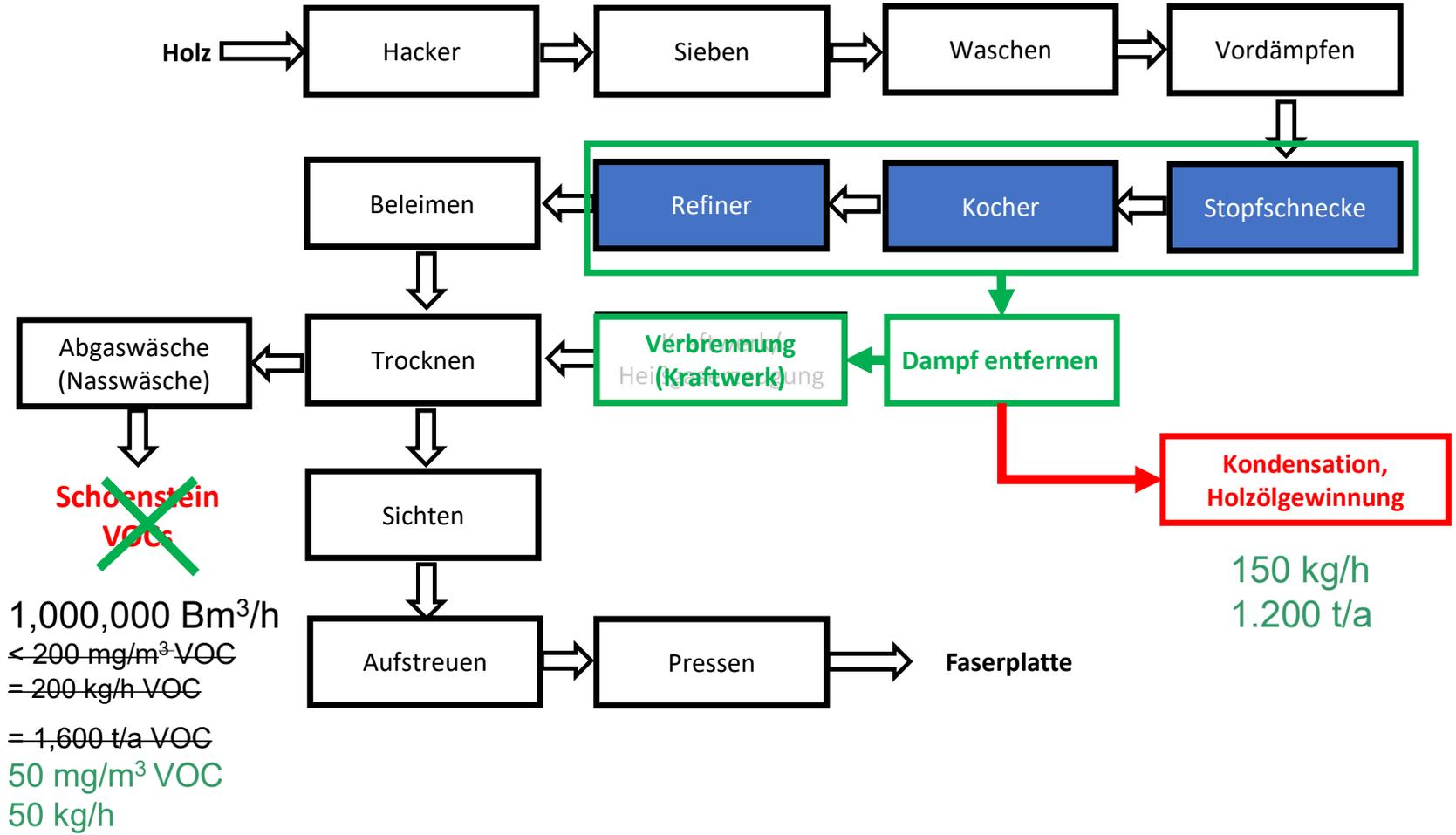
~~Schoenstein VOCs~~
 1,000,000 Bm³/h
 < 200 mg/m³ VOC
 = 200 kg/h VOC
 = 1,600 t/a VOC
 50 mg/m³ VOC
 50 kg/h

Einhalten und Unterschreiten Grenzwerte



- ✓ Zuverlässige Einhaltung der Grenzwerte
- ✓ Stabiler Betrieb
- ✓ Läuft im industriellen Dauerbetrieb

Lösung 2: Gewinnung von Holzöl (Terpentin)



Umsetzung bei Fiberboard: Installation in 2 Stufen

- Reduktion von Emissionen (**Stufe 1: in Produktion**)
 - Verbrennen von Dampf im Kraftwerk
 - Dampfleitung erfordert geringe Investition, schnelle Lösung
 - keine Genehmigung (nur Anzeige)
 - Durch Ausnutzen Heizwert Holzöl positive Energiebilanz und somit keine Mehrkosten für Dampf
 - Querszugfestigkeit, Quellung, Kantenquellung wie zuvor
- Gewinnung von Terpentin als nachwachsender Chemierohstoff (**Stufe 2: Detail Engineering abgeschlossen**)
 - Dampf kondensieren, Terpentin abscheiden
 - Behördenanzeige, REACH
 - Betriebskosten extrem gering wegen Wärmerückgewinnung
 - Investition amortisiert sich in unter zwei Jahren (ROI < 2a)
- Patentierte Verfahren, Nutzung mit Lizenz möglich

Verbrennungsleitung



Feststoffabscheider



Rohrleitung
zum Kraftwerk

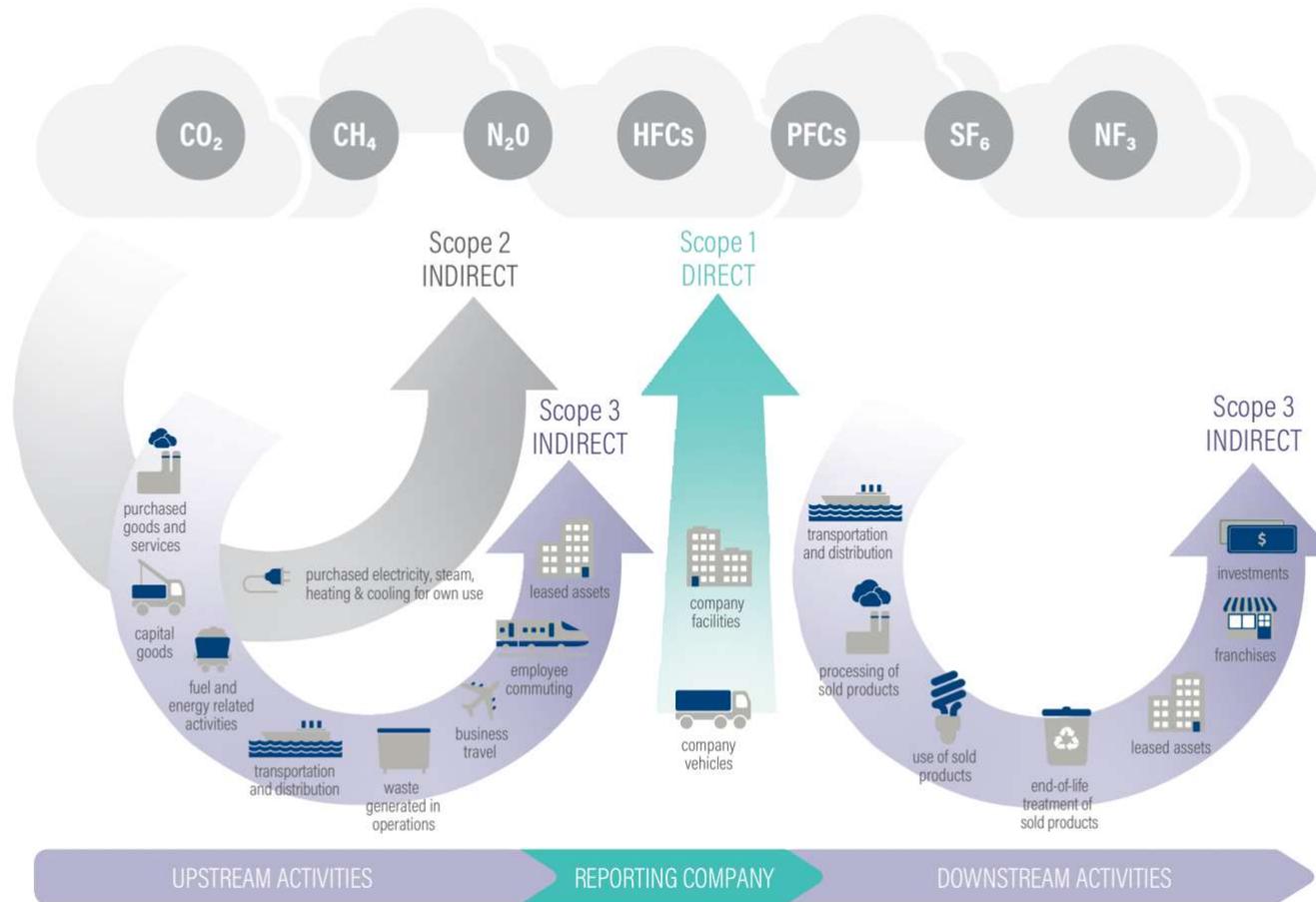


Einleiten in die
Brennkammer

VOC Reduktion: Sonderfall USA

- Regenerative thermische Nachverbrennung (RTO) ist Standard zur Abluftreinigung
- Gasverbrauch bedeutet OPEX (Betriebskosten) von € 6 ... 10 / m³ MDF
- Carbon Footprint MDF Anlage
 - (...)

Carbon Footprint: Scope 1, 2 & 3



Quelle: Wikipedia

VOC Reduktion: Sonderfall USA

- Regenerative thermische Nachverbrennung (RTO) ist Standard zur Abluftreinigung
- Gasverbrauch bedeutet OPEX (Betriebskosten) von € 6 ... 10 / m³ MDF
- Carbon Footprint MDF Anlage, Scope 1 & 2, ohne Scope 3 (weder upstream noch downstream), interne Studie der BHT Berlin
 - USA SE (Southern Company Services), mit RTO 0,203 t CO₂/m³
 - USA NW (Pacifcorp West), mit RTO 0,144 t CO₂/m³

 - USA SE (Southern Company Services),
ohne RTO, mit MDF-VOC, mit Nasswäscher 0,116 t CO₂/m³
 - USA NW (Pacifcorp West),
ohne RTO, mit MDF-VOC, mit Nasswäscher 0,057 t CO₂/m³

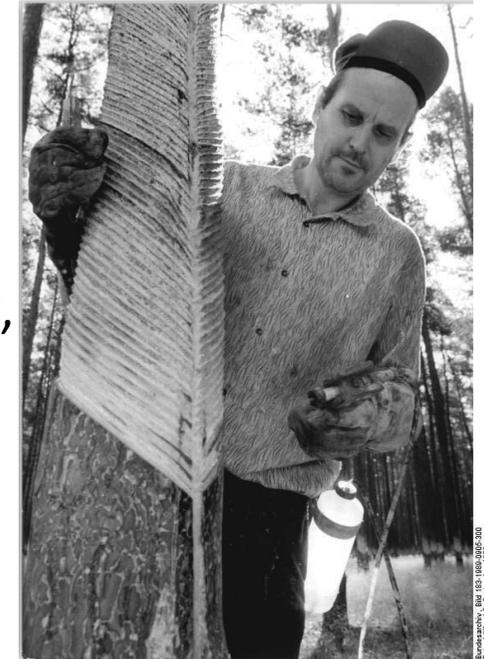
Terpentinegewinnung

- Erlös abhängig von Zusammensetzung und Gehalt an Harz und Terpentin
- Kiefernarten
 - Nordosteuropa: Waldkiefer (*pinus sylvestris*)
 - Südwesteuropa: Seekiefer (*pinus pinaster*)
 - USA: (Southern): yellow pine (*pinus taeda*, *p. elliotti*, *p. echinata*, *p. palustris*)
 - Südamerika: Slash Pine (*pinus elliotti*)
- Erlöse liegen zwischen 3 ... 10 €/m³ MDF
- Das Terpentin bezahlt quasi die Umweltrechnung

Terpene – nur der Duft von Harz? **Anknüpfung an gestern**

- Harze = Ausflüsse aus Nadelhölzern, wie Kiefern, Lärchen und in geringem Maß auch Fichten
- **Harz = Harzsäuren (Kollophonium, „Bernstein“)** + Terpene
- Terpene = etherische Öle
(α -Pinen, β -Pinen, **Δ -3-Caren**, Limonen, ...)
- Zusammensetzung schwankt je nach Baumart, Region, Jahreszeit, Holzfeuchte, ...
- Gemisch auch als Terpentin („echtes Terpentin“) bezeichnet
- Duft nach frisch gefällttem Holz oder sogar Latschenkiefer?

- Ergänzung:
 - **Terpen-Phenolharze = Harze auf Basis Δ -3-Caren**
 - **Naturharze (Abietinsäure) = Harz = Harzsäuren (Kollophonium, „Bernstein“)**



Neue Grenzwerte: Änderung des Bezugswerts

- Alter Bezug: feuchte Luft
- Neuer Bezug: trockene Luft
- Bei 55°C (MDF) kann man 11,6% Wasserdampf in Luft lösen
- Bei 75°C (Span, OSB) kann man 38,9% in Luft lösen: Nur noch ca. 60% sind Luft. Wenn man auf diese 60% bezieht, verschärfen sich die Grenzwerte dramatisch!

- Dargestellt in neuer VDI RL 3462

Neue Grenzwerte: Änderung des Bezugswerts

Alter
Grenzwert
alter Bezug

Neuer
Grenzwert
neuer
Bezug

Neuer
Grenzwert
alter
Bezug

Tabelle 6. Beispiele für die Abhängigkeit der Emissionswerte für Gesamt-C vom Wassergehalt des Abgases

$T_{\text{Ab-luft}}$ in °C	p_w^{LV} (temperaturabh. Dampfdruck) in bar	φ (relative Luftfeuchte)	x_w (Wassergehalt) in kg/kg	Emissionsanforderung gemäß TA Luft 2002 Bezugszustand feucht in mg/m ³	Emissionsanforderung gemäß TA Luft 2002 Bezugszustand trocken in mg/m ³	Neue Emissionsanforderung gemäß TA Luft 2021 Bezugszustand trocken in mg/m ³	Neue Emissionsanforderung gemäß TA Luft 2021 Bezugszustand feucht in mg/m ³	Bemerkung: typische Temperaturen für
50	0,123	1,0	0,087	300	342,2	120	105,2	
55	0,157	1,0	0,116	300	356,0	120	101,1	MDF
60	0,199	1,0	0,154	300	374,6	120	96,1	
65	0,249	1,0	0,207	300	399,9	120	90,0	
70	0,311	1,0	0,281	300	435,6	120	82,6	
75	0,385	1,0	0,389	300	487,9	200	123,0	Span
75	0,385	1,0	0,389	400	650,6	400	245,9	OSB

Für Spanplattentrockner extreme Verschärfung

Ausblick Span und OSB

- Übertragung neues Verfahren auf Span und OSB erfolgreich umgesetzt
 - Labor, Technikumsmaßstab (20 kg/h)
 - VOC Emissionen in Abluft deutlich reduziert
 - Zusätzlicher Benefit: Verminderung der Innenraumemission:
 - Terpene
 - Organische Säuren und deren Abbauprodukte: Leitsubstanzen Hexansäure und Hexanal
- Entwicklung zur industriellen Reife: Gespräche mit industriellen Partnern laufen

Zusammenfassung

- Neue Grenzwerte der TA-Luft für Kiefernstandorte erhebliches Problem
- VOC Problemsubstanz: Terpene
- Span- und OSB-Anlagen haben ähnliche Probleme
- Kontinuierliche VOC Messung belegt große Problematik
- Technische Lösung „Dampfverbrennung“ läuft im industriellen Dauerbetrieb und unterschreitet die neuen Grenzwerte sicher! -> Stand der Technik
- Terpengewinnung und Vermarktung in Vorbereitung, liefert ROI < 2
- Patentiertes Verfahren, Nutzung mit Lizenz möglich

Ansprechpartner

Prof.-Dr.-Ing. Bernd Bungert

Bungert@IB-Bungert.de

Bernd.Bungert@BHT-Berlin.de

+49 176 5532 6667

Christian Dümichen

Christian.Duemichen@Fiberboard.de

Fiberboard GmbH

An der Birkenpfuhlheide 4

15837 Baruth/Mark

