

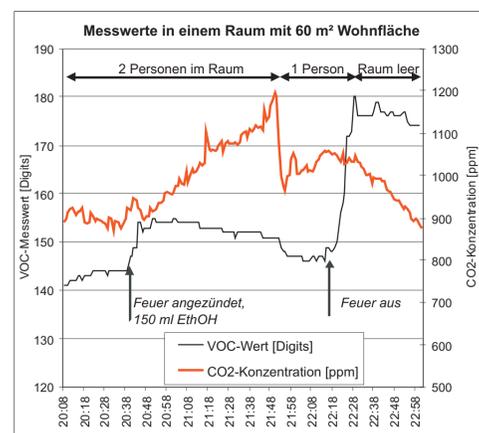
EINFLUSS VON OFFENEN ETHANOLBRENNSTELLEN AUF DIE LUFTQUALITÄT IN PASSIVHÄUSERN



Messungen in Passivhäusern mit Ethanolofen

Zur Unterstützung der Wärmeversorgung von Passivhäusern ist der Einsatz von raumluftabhängigen Ethanolaminen oder -öfen ohne Schornsteinanschluss denkbar. Sie beziehen die Verbrennungsluft aus dem Aufstellungsraum, die Verbrennungsabgase werden in diesen abgegeben, so dass sich die Raumluft dadurch belastet wird. Die im Folgenden dargestellten Messwerte von Kohlendioxid- und VOC-Konzentration (Volatile Organic Compound) sollen Anhaltspunkte liefern, welche Konsequenzen sich durch Ethanolamine in Passivhäusern ergeben können.

Das folgende Diagramm zeigt exemplarisch, dass die CO₂-Konzentrationen nach Entzünden des Feuers kontinuierlich ansteigen. Die VOC-Messwerte zeigen zu Beginn einen Sprung, der beim Einfüllen des Ethanols entsteht. Danach bleiben die VOC-Werte auf nahezu gleichem Niveau. Vor Erlöschen der Flamme verschlechtert sich möglicherweise die Qualität der Verbrennung, denn in der Folge steigen die VOC-Werte nochmals stark an und klingen dann langsam ab. Weiterhin ist auch der Einfluss der anwesenden Personen und der Luftaustausch durch Öffnen von Türen erkennbar.



Eingesetzte Sensoren

Luftqualität:
Mischgassensor der Firma ETR Elektronik (jetzt AL-KO Therm); Sensor-signal im Bereich 80 - 254 Digits. Es kann nicht von einem bestimmten Sensor-signal auf die Konzentration eines bestimmten Gases geschlossen werden, da immer eine Mischgaskombination erfasst wird.

Kohlendioxid-Konzentration (CO₂):
kalibrierter IR-Absorptions-Sensor der Firma Testo.

Ethanolöfen

Brennkammer mit 250 ml Fassungsvermögen und 600 W Heizleistung

Berechnung möglicher Brenndauern von Ethanolöfen

Für unterschiedliche Randbedingungen sind im Folgenden mögliche Brenndauern von Ethanolöfen berechnet, bei denen abhängig von Raumvolumen, Luftwechsel, Heizleistung, Personenbelegung und Startkonzentration CO₂ eine Raumluftkonzentration von 1500 ppm (gemäß alter [DIN 1946-2]) nicht überschritten wird. Diese Konzentration wird vom Autor als praxistauglicher Wert beim Betrieb von raumluftabhängigen Ethanolöfen angesehen, bei dem die Luftqualität nur in Maßen beeinträchtigt wird. Die "Pettenkofergrenze" von 1000 ppm ist mit solchen Kaminen kaum einzuhalten.

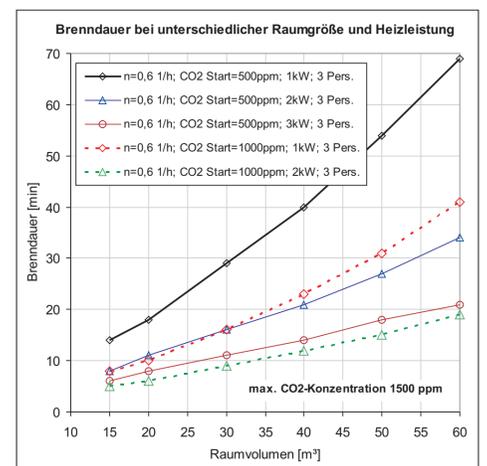
Das folgende Diagramm stellt für Räume mit Luftwechselraten von 0,6 1/h bei Ethanolaminen verschiedener Heizleistung und bei zwei verschiedenen CO₂-Startkonzentrationen (500 ppm - Raum gut durchspült sowie 1000 ppm - Raum genutzt) die maximale Brenndauer bis zum Erreichen der Grenzkonzentration dar. Konzentrationen über diesem Wert sind nicht oder nur kurzzeitig zu empfehlen, da Müdigkeit und Unwohlsein die Folge sein können.

Kenndaten Ethanol

Heizwert: 26,8 MJ/kg
bzw. 5,88 kWh/l
Dichte: 0,79 kg/l
Preis: 25-100 Ct/kWh
(Stand Ende 2009 bei Kleinabnahme)

Randbedingung Berechnung

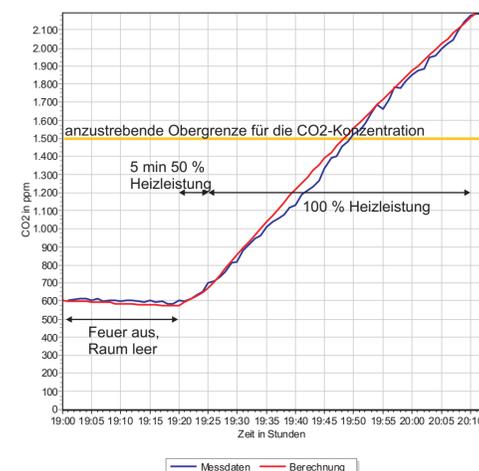
CO₂-Emission je Person: 24 l/h
CO₂-Konzentration außen: 390 ppm



Vergleich von Messung und Berechnung

Wird ein Ethanolofen in einem Raum mit bekanntem Volumen ohne die Anwesenheit von Menschen (CO₂-Quellen) betrieben, kann ein Vergleich zwischen gemessenem und berechnetem Kohlendioxidverlauf durchgeführt werden. Aus dem Volumen des verbrannten Ethanols und der Zeit zwischen Entzünden und Verlöschen der Flamme kann die Heizleistung bestimmt werden, die hauptsächlich von der Größe bzw. der Geometrie der Brennkammeröffnung abhängt.

Zur Berechnung des Verlaufs der CO₂-Konzentration bei gegebenem Startwert wurde das Programm [Quirl] verwendet. Da die Verbrennung nicht gleichmäßig verläuft, wurde unterstellt, dass in den ersten 5 Minuten nach Entzünden der Flamme diese nur mit halber Heizleistung brennt und auch am Ende vor dem Verlöschen die Heizleistung auf 50 % absinkt. Die gemessenen CO₂-Konzentrationsverläufe entsprechen sehr gut dem theoretischen Verlauf.



Randbedingungen

Raum mit 20 m² Wohnfläche und 50 m³ Volumen
Luftwechsel: 0,4-fach
Außenluftkonzentration CO₂: 390 ppm
Startkonzentration CO₂: 600 ppm
Ethanolmenge: 150 ml
Brenndauer: 49 Minuten
Heizleistung: 1,08 kW

Ergebnisse

Die Untersuchungen zeigen, dass die Entwicklung der CO₂-Konzentration beim Betrieb eines raumluftabhängigen Ethanolofens in starkem Maße von Heizleistung, Raumvolumen und Startkonzentration beeinflusst werden. Besonders in kleinen Räumen können hohe CO₂-Konzentrationen oberhalb von 1500 ppm in kurzer Zeit entstehen, bei größeren Räumen oder mit einem höheren Luftwechsel können über begrenzte Zeit akzeptable CO₂-Konzentrationen eingehalten werden. Besonders beim Befüllen und Anfeuern des Kamins und am Ende der Brenndauer wurden erhöhte VOC-Werte gemessen. Inwieweit die gemessenen Substanzen gesundheitsschädlich sind, konnte nicht bestimmt werden.

Grundsätzlich führt ein Ethanolofen zu einer Beeinträchtigung der Raumluftqualität. Bedingt durch die Anforderung, die offene Feuerstelle kontinuierlich zu überwachen, kann ein solcher Ofen nur kurzfristig einen Beitrag zur Beheizung eines Passivhauses liefern. Als zusätzliche Wärmequelle, die auch den Wunsch nach flackernden Flammen befriedigt, können kleinere Öfen im Passivhaus über begrenzte Zeit eingesetzt werden, wenn Einschränkungen bei der Luftqualität in Kauf genommen und Grenzen bei der pro Kubikmeter Zuluft installierten Heizleistung eingehalten werden. In Schlafräumen sollten solche Öfen nicht eingesetzt werden. Ebenso ist ein Einsatz in Gebäuden ohne mechanische Lüftung als kritisch anzusehen.

Quellen:

[DIN 1946-2] DIN 1946-2, 1994: Raumlufttechnik – Gesundheitliche Anforderungen. DIN 1946, Teil 2. Beuth-Verlag, Berlin (mittlerweile zurückgezogen und u. a. durch DIN EN 13779 ersetzt).
[Quirl]: O. Hehl, H. Grams: Ein Modell zur Simulation der Qualität der Innenraumluft am Beispiel von CO₂, Version 1.4, Nieders. Landesgesundheitsamt, 2003