

Holzforschung Austria – Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse zur VOC-Aufnahme von Tonputzen

Auf den Putz gehauen

Möbel, Fußböden, Farben und Lacke stellen im Wohnbereich Quellen für flüchtige organische Verbindungen (**VOCs, Volatile Organic Compounds**) dar. In hohen Mengen können diese zu Geruchsbelästigungen oder im schlimmsten Fall zu gesundheitlichen Beschwerden führen. Man ist daher bestrebt, die Raumluftkonzentration an diesen Substanzen so gering wie möglich zu halten. Wandverputze sind für die Regulation des Raumklimas von großer Bedeutung, da sie nicht nur Feuchtigkeit, sondern auch VOCs aufnehmen und somit einen Beitrag zur Reduktion von VOCs in der Innenraumluft leisten können.

„Putze“ dienen nicht nur zur ästhetischen Gestaltung von Wänden in Wohnräumen, sondern sie haben auch einen wesentlichen Einfluss auf das Raumklima. Es handelt sich um sogenannte diffusionsoffene, sprich durchlässige Beschichtungen, die in der Lage sind, sowohl Feuchtigkeit, als auch flüchtige organische Verbindungen über ihre Oberfläche aufzunehmen, zu speichern und gegebenenfalls wieder abzugeben.

Adsorption/Desorption

Unter „Sorptions“ versteht man alle Vorgänge, bei dem ein Stoff (Sorbent) selektiv durch einen anderen (Sorbens) aufgenommen wird (lat. *sorbere* = schlucken). Dieser Begriff wird oftmals mit dem häufigeren, spezifischeren Begriff „Adsorption“ gleichgesetzt, welcher lediglich die Anlagerung an die *Oberfläche* eines Substrats beschreibt, das übrige Volumen bleibt unbeteiligt. Der umgekehrte Prozess, die Loslösung von Teilchen, wird als Desorption bezeichnet (Abb. 1) und wird durch das Zuführen von Energie (Erhitzen) begünstigt.

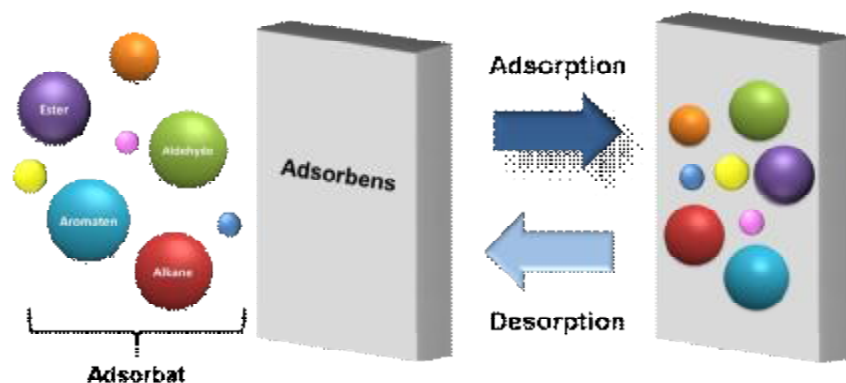


Abbildung 1: Schematische Darstellung der Adsorption/Desorption von VOC an Putzoberflächen

Ob und in welchem Ausmaß nun VOCs an Oberflächen binden, hängt sowohl von der Beschaffenheit der Oberfläche, als auch von den chemisch-physikalischen Eigenschaften der zu adsorbierenden Substanz ab. In Zusammenarbeit mit dem Tonputz-Hersteller EMOTON wurde an der **Holzforschung Austria (HFA)** das Sorptionsverhalten von Putzen gegenüber VOCs untersucht. Die Oberflächen von Wandputzen können sich stark hinsichtlich ihrer Zusammensetzung sowie ihrer Struktur (Porosität) unterscheiden. Adsorption ist ein Oberflächenprozess und ist somit umso stärker ausgeprägt, je größer die Oberfläche ist, an die die Teilchen sich anlagern können. Ist nun eine Oberfläche mit vielen, für Moleküle zugänglichen Poren durchsetzt, so ist die effektive Oberfläche größer und es kann mehr Substanz adsorbiert werden.

Bindung an die Oberfläche

Die Festbestandteile von Lehmputzen sind im Allgemeinen zellulosehaltige Fasern, Silikate und anderwärtige Mineralien, die die in der in der Raumluft enthaltenen Verbindungen binden können. Die Wechselwirkungen zwischen der Oberfläche und den Adsorbaten können unterschiedlicher Natur sein. Gemäß dem oftmals geltenden Grundsatz „Gleich und Gleich gesellt sich gern“, werden polare Substanzen bevorzugt an polare Oberflächen und unpolare Substanzen an unpolare Oberflächen gebunden. Prinzipiell sind Silikat-Oberflächen permanent negativ geladen, wobei das Ausmaß unter anderem von der Art des Silikats bestimmt wird. So verfügen beispielsweise Kaoline über eine geringere negative Oberflächenladung als die quellfähigen Montmorillonite, wodurch die Adsorptionseigenschaften unter anderem von der Silikatart und der Silikatgehalt im Lehmputz stark beeinflusst werden.

Die Proben

In dem im Rahmen eines Innovationschecks durchgeführten Projekt „Sorptionsverhalten von Tonputz gegenüber VOCs“ wurden verschiedene von der Firma EMOTON zur Verfügung gestellte Putze hinsichtlich ihrer Adsorptionseigenschaft von VOCs untersucht. Es wurden insgesamt acht Putzproben auf ihr Adsorptionsverhalten hin getestet, bei vier von diesen Proben wurde auch festgestellt, welche der Substanzen bevorzugt die Putzoberfläche wieder verlassen.



Abbildung 2: EMOTON-Putzproben

Die Putze (Abb. 2) unterscheiden sich optisch (Porosität, Gleichmäßigkeit) und in ihrer Zusammensetzung (Kaolin- bzw. Montmorillonitgehalt, Faserart und -gehalt). Wie man anhand der Vielzahl von Einflussfaktoren erahnen kann, sind für ein tiefgreifendes Verständnis der Sorptionseigenschaften umfangreiche und aufwendige Untersuchungen notwendig. Es ist der HFA allerdings gelungen, mit unkomplizierten Methoden und vereinfachten Versuchsbedingungen erste aussagekräftige Ergebnisse zu erzielen, die Rückschlüsse auf das Sorptionsverhalten von Putzen gegenüber einigen VOCs ermöglichen.

Die VOCs

Die Anzahl der möglichen Verbindungen, die sich unter normalen Umständen in Innenräumen befinden können, ist nahezu unüberschaubar groß. Zur Vereinfachung der Versuchsbedingungen wurden einzelne Vertreter der am häufigsten vorkommenden Substanzklassen ausgewählt und diese in die Prüfkammern eingebracht. Ein VOC-Gemisch repräsentativer Verbindungen der wichtigsten Substanzklassen bestehend aus Hexanal (ein Aldehyd), n-Butylacetat (ein Ester), α -Pinen (ein Terpen), p-Xylol (eine aromatische Verbindung) und dem langkettigen Tridekan (ein Alkan) sollte erste Anhaltspunkte bezüglich des Adsorptionsverhaltens der untersuchten Putze liefern.

Die Prüfkammern



Abbildung 3: Prüfkammern zu Untersuchung der Sorptionseigenschaften von Putzen gegenüber VOCs

Für die Untersuchung der einzelnen Proben unter statischen Bedingungen (kein Luftwechsel) wurden Prüfbehälter angefertigt, die sowohl eine einfache Zugabe des VOC-Gemisches als auch

Probennahme ermöglichen (Abb. 3). Die Putzproben wurden senkrecht in die Prüfkammer gestellt, anschließend wurde das „VOC-Gemisch“ über den VOC-Einlass eingebracht, ohne die Putzproben zu benetzen. Temperatur und Feuchte wurden zu Versuchsbeginn eingestellt und während der Prüfdauer nicht mehr verändert. Nach 24 Stunden wurden Proben aus dem Kammerluftraum gezogen und mit einem an einen massenselektiven Detektor gekoppelten Gaschromatographen (GC-MS) untersucht. Im Fall einer Aufnahme der VOCs durch den Putz kommt es zu einer Konzentrationsabnahme in der Kammerluft. Durch den Vergleich mit den Werten aus einer Prüfkammer, die zwar das VOC-Gemisch, aber keine Putzprobe enthielt, konnte das Ausmaß der Adsorption bestimmt werden.

Die Ergebnisse

Die Ergebnisse der Versuchsreihen zeigten, dass sämtliche Putze eine hohe Aufnahmefähigkeit gegenüber Hexanal und n-Butylacetat besitzen. Dies überraschte nicht, da sowohl Aldehyde als auch Ester über polare Anteile verfügen, die mit den polaren Oberflächenanteilen der Putze wechselwirken können. Wesentlich überraschender war die Tatsache, dass die Mehrzahl der zur Verfügung gestellten Proben eine hohe Tendenz zur Adsorption des langkettigen, sehr unpolaren und schwerflüchtigen Tridekans zeigten, aber die ebenfalls eher unpolaren Substanzen Xylol und α -Pinen zu wesentlich geringeren Anteilen adsorbiert wurden. Dieses Resultat lässt sich jedoch erklären, wenn man den „Platzbedarf“ der eingesetzten VOCs betrachtet: p-Xylol und α -Pinen sind im Vergleich zu den übrigen Substanzen „sperriger“, haben dadurch einen erhöhten Platzbedarf auf der Oberfläche und können nur schwer in kleinere Poren und Zwischenschichten eindringen. Dies erklärt die geringere Adsorption auf den Putzoberflächen.

Die am stärksten ausgeprägten Adsorptionseigenschaften zeigte ein Putz, der zu 65 % aus Faserrestschlamm einer Papierfabrik stammt: Nach vier Tagen in der Prüfkammer waren keine der eingebrachten flüchtigen Substanzen mehr in der Kammerluft festzustellen, da diese vollständig vom Putz adsorbiert wurden. Im Vergleich zu den anderen Proben war dieser Putz weniger kompakt, was auf eine größere effektive Oberfläche schließen lässt. Ebenfalls gute Adsorptionseigenschaften zeigte ein Schlierentonputz, der über einen hohen Montmorillonitgehalt verfügt. Montmorillonit ist ein Silikat mit einerseits einer relativ hohen Oberflächenladung, andererseits verfügt es über die Fähigkeit, Verbindungen in seine lamellenartigen Zwischenschichten einzulagern. Als Vergleichsprobe diente ein klassischer Standard-Lehmputz, der zwar wie die übrigen Proben die polaren Verbindungen Hexanal und Butylacetat gut adsorbierte, jedoch hinsichtlich der Aufnahme der unpolaren Substanzen - insbesondere Tridekan – ein deutlich geringeres Adsorptionsvermögen aufwies. Im Gegensatz zu den anderen Putzen adsorbierte dieser nach 24 Stunden nur 25 % des Tridekans und sogar nach 96 Stunden konnte diese Verbindung noch im Gasraum nachgewiesen werden, während dies bei den übrigen Proben nicht der Fall war.

Desorption

An dieser Stelle war es interessant zu untersuchen, ob und wie leicht die Putze die adsorbierten Substanzen wieder freisetzen. Zu diesem Zweck wurden die mit VOC-beladenen Proben nochmals in die Probenkammer eingebaut, aber dieses Mal ohne Zusatz des VOC-Gemisches. Werden nach einer gewissen Zeit die Substanzen im Gasraum nachgewiesen, so bedeutet dies eine Umkehr des Adsorptionsprozesses: die Desorption.

Sind die Wechselwirkungen zwischen dem Adsorbat und der Oberfläche nur sehr schwach, so werden die gebundenen Substanzen in einem stärkeren Maß an die Umgebungsluft abgeben als dies bei starken Wechselwirkungen der Fall wäre. Dies wurde untersucht, indem die mit VOCs beladenen Proben bei unterschiedlichen Temperaturen (20, 30 und 40 °C) für 24 Stunden in den Prüfkammern aufbewahrt wurden. Erwartungsgemäß wurden bei höheren Temperaturen größere Mengen an VOCs freigesetzt als bei niedrigeren Temperaturen. Überdies zeigte sich, dass jene Putze, die das beste Adsorptionsverhalten an den Tag legten, auch die geringste Tendenz besaßen, die adsorbierten VOCs auch wieder freizusetzen (Schlierton- und Faserrestschlammputz).

Das Resümee

Die in Zusammenarbeit mit der Firma EMOTON durchgeführten Experimente haben gezeigt, dass hinsichtlich des Sorptionsverhaltens von Wandputzen gegenüber VOCs Putz nicht gleich Putz ist. Das Sorptionsverhalten gegenüber polaren Verbindungen ist ausgeprägter als gegenüber unpolaren Verbindungen, letztere können aber durch einen Putz mit geeigneter Zusammensetzung (hoher Resfaserschlamanteil, Schlierton) gut auch bei höheren Temperaturen gebunden werden.