

Experiment Nanofilter:

1. Das Experiment:

Ich habe vier verschiedene „Filter“ verwendet: eine FFP2-Maske, eine OP-Maske, eine Stoffmaske einen Kaffeefilter.

Ergebnisse Gemisch 1:



Für den Versuch habe ich ein gut gesättigtes intensives „Grün“ mit den Wasserfarben angerührt.

Beim Filtern gab es folgende Durchlaufgeschwindigkeit:

- Schnellster Durchlauf: Baumwollstoffmaske
- Zweitschnellste: Kaffeefilter
- Drittschnellste: FFP2-Maske
- Längster Durchlauf: OP-Maske



Auffällig hier war die extrem lange Filterzeit der FFP2- und OP-Maske. Man konnte fast keinen Ablauf sehen. Die Baumwollstoffmaske lief sofort durch. Der Kaffeefilter war nach ca. 30 Minuten fertig. Die FFP2- und OP-Maske musste ich über Nacht stehen lassen, da man zuerst keinen merklichen Durchlauf erkennen konnte. Nach 24 Stunden war ein kleiner Teil durchgelaufen. Erst nach ca. 1,5 Tagen Standzeit konnten die Flüssigkeit die Poren des Vliesstoffes durchdringen.

Die OP Maske hatte hier interessanterweise die längste Laufzeit von 45 Stunden und die FFP2- und FFP3-Maske von ca. 40 Stunden.

Da ich wusste, dass die FFP2- Masken einen höheren Schutz bei Corona-Aerosolen bieten als eine OP-Maske, dachte ich, dass diese am langsamsten filtern würden. Nach einiger Beschäftigung mit dem Thema konnte ich herausfinden, dass OP-Masken vor allem für „Tröpfchen“-Filterung geeignet sind

und die FFP2- Masken zusätzlich auch Aerosole aus der Luft abhalten. Somit könnte sich erklären warum die OP-Masken bei der Wasserfarbenlösung diese noch besser abhalten als die FFP2- Maske, da diese flüssig ist und die OP-Masken auch aus mehrschichtigem Kunststoff bestehen und ein spezielles Filtervlies eingebettet zwischen zwei Schichten anderen Materials beinhalten. Dies hält wohl flüssige Lösungen besonders gut ab. Bei Aerosolen wären die FFP2- Maske wohl noch erfolgreicher. FFP2- Masken haben auch das gleiche spezielle Filtervlies (Meltblown Vlies). Bei der Herstellung wird zunächst der Kunststoff Polypropylen (PP) geschmolzen, bis er etwa eine flüssige Konsistenz hat und ganz feine dünne Fäden gezogen werden können.

Zusätzlich könnte eine Erklärung sein, dass evtl. die FFP2- Masken schlechter mit einer großen Menge Flüssigkeit zurechtkommen als die OP-Masken. Die Aerosole in der Luft sind nicht so ein „konzentrierter“ feuchter Angriff auf das Vlies wie die getestete Wasserfarbenmenge. Evtl. sind die OP-Masken-Materialien dafür widerstandfähiger für mehr Feuchtigkeit. Als Ausgangsmaterial für die äußere Schicht (die über der Meltblown-Polypropylen-Filterschicht liegt) dienen bei OP- und FFP2-Masken folgende Materialien: Polypropylen (PP), Polyethylen (PE), Polyamide (PA) und Polyethylenterephthalat (PET). Evtl. unterschieden sich die OP-Maske und die FFP2-Maske auch anhand der Kunststoff-Außenschicht. Evtl. hatten diese Außenschichten auch unterschiedliche Materialstärken (üblich sind 20-45 g/m²) und waren deswegen unterschiedlich hydrophob.

Die Farbpigmente in der Filterart haben sich so dargestellt:

- In der Baumwollstoffmaske waren wenige Farbteilchen zu erkennen
- Im Kaffeefilter gab es mittelmäßig viele Farbspuren
- In der FFP2- Maske gab es sehr starke Spuren von Farbe
- Die OP- Maske hatte auch sehr starke Farbpigmentspuren

Ich habe festgestellt, dass die Durchlaufgeschwindigkeit auch mit der Filterintensität zusammenhängt. Je mehr die Farbpigmente hängen geblieben sind umso länger dauerte die Filterung. Das hängt wohl wiederum mit der Porengröße der Filtermedien zusammen, umso kleiner die Poren umso länger die Filterzeit und umso mehr Farbpartikel können zurückgehalten werden.



Ergebnisse Gemisch 2:

Ich habe beobachtet, dass mit dem zugefügten Spülmittel die Filterwirkung aller 4 Filtermedien herabgesetzt wurde. Die Durchlaufzeit ist viel geringer gewesen.

Beim Filtern gab es folgende Durchlaufgeschwindigkeit:

- a. Schnellster Durchlauf: Baumwollstoffmaske
- b. Zweitschnellste: Kaffeefilter
- c. Drittschnellste: FFP2-Maske
- d. Längster Durchlauf: OP-Maske

Dieses Mal war zwar die Durchlaufreihenfolge identisch aber insgesamt liefen die Flüssigkeiten ziemlich schnell hindurch.

Die Farbpigmente in der Filterart haben sich so dargestellt:

- In der Baumwollstoffmaske waren wenige Farbteilchen zu erkennen
- Im Kaffeefilter gab es mittelmäßig wenig Farbspuren
- In der FFP2- Maske gab es einige Spuren von Farbe
- Die OP- Maske hatte auch einige Farbpigmentspuren

Bei den Pigmentfilterungen konnte man sehen, dass die Filterung durch das Spülmittel auch irgendwie verändert, herabgesetzt wurde.





Ergebnisse Gemisch 3:

Ich habe beobachtet, dass mit dem Medium Öl die Filterwirkung aller 4 Filtermedien herabgesetzt wurde. Die Durchlaufzeit ist viel geringer als mit Wasser gewesen.

Beim Filtern gab es folgende Durchlaufgeschwindigkeit:

- e. Schnellster Durchlauf: Baumwollstoffmaske
- f. Zweitschnellste: Kaffeefilter
- g. Drittschnellste: FFP2-Maske
- h. Längster Durchlauf: OP-Maske

Dieses Mal war zwar die Durchlaufreihenfolge identisch aber insgesamt liefen die Flüssigkeiten ziemlich schnell hindurch.



Ergebnisse Gemisch 4:

Ich habe beobachtet, dass mit dem zugefügten Öl zum Wasserfarbengemisch die Filterwirkung aller 4 Filtermedien ähnlich war wie bei Gemisch 1. Die Durchlaufzeit ist fast identisch gewesen.

Beim Filtern gab es folgende Durchlaufgeschwindigkeit:

- i. Schnellster Durchlauf: Baumwollstoffmaske
- j. Zweitschnellste: Kaffeefilter
- k. Drittschnellste: FFP2-Maske
- l. Längster Durchlauf: OP-Maske

Dieses Mal war zwar die Durchlaufreihenfolge identisch aber insgesamt liefen die Flüssigkeiten ziemlich schnell hindurch.

Die Farbpigmente in der Filterart haben sich so dargestellt:

- In der Baumwollstoffmaske waren wenige Farbteilchen zu erkennen
- Im Kaffeefilter gab es mittelmäßig viele Farbspuren
- In der FFP2- Maske gab es sehr starke Spuren von Farbe
- Die OP- Maske hatte auch sehr starke Farbpigmentspuren

Ich habe festgestellt, dass die Durchlaufgeschwindigkeit durch das zugefügte Öl fast nicht verändert wurde zum Vergleich mit Gemisch 1. Das Öl schwamm auf der Wasserfarbenmischung oben auf. Somit hatte es keinen Einfluss auf die Filtergeschwindigkeit oder die Pigmentfilterung da das Öl mit dem Filter gar nicht so in Berührung kam das es ja auf der Oberfläche schwamm.

Ergebnisse Gemisch 5:

Ich habe beobachtet, dass mit dem zugefügten Spülmittel, dem Öl und die starke Vermischung die Filterwirkung aller 4 Filtermedien herabgesetzt wurde. Die Durchlaufzeit ist viel geringer gewesen.

Beim Filtern gab es folgende Durchlaufgeschwindigkeit:

- m. Schnellster Durchlauf: Baumwollstoffmaske
- n. Zweitschnellste: Kaffeefilter
- o. Drittschnellste: FFP2-Maske
- p. Längster Durchlauf: OP-Maske

Dieses Mal war zwar die Durchlaufreihenfolge identisch aber insgesamt liefen die Flüssigkeiten ziemlich schnell hindurch.

Die Farbpigmente in der Filterart haben sich so dargestellt:

- In der Baumwollstoffmaske waren wenige Farbteilchen zu erkennen
- Im Kaffeefilter gab es mittelmäßig wenig Farbspuren
- In der FFP2- Maske gab es einige Spuren von Farbe
- Die OP- Maske hatte auch einige Farbpigmentspuren

Bei den Pigmentfilterungen konnte man sehen, dass die Filterung durch das Spülmittel-Öl durchmischte Gemisch auch irgendwie verändert, heruntersetzt wurde.

Ich habe mir dann überlegt wie das alles zusammen hängen könnte. Da kam mir in den Sinn, dass Masken wasserabweisend (hydrophob) sind. Das heißt Sie haben eine wasserabweisende Oberfläche. Somit dauert es sehr lange bis Wasser dort hindurch gefiltert werden kann. Nach weiteren Recherchen habe ich auch gelernt, dass hydrophobe Stoffe auch meist lipophil sind, das heißt sie lösen sich gut in Öl auf. Das würde meine Experimentergebnisse bestätigen, dass die Maskenoberfläche Wasser nicht so leicht hindurchlässt, Öl jedoch schon.

Zusätzlich ist auch die hohe Wasseroberflächenspannung wichtig. Die Wassermoleküle ziehen sich gegenseitig an und bilden eine Art Brücke. Die Wassermoleküle an der Oberfläche werden nach innen gezogen. Durch diese Oberflächenspannung fließt das Wasser zusätzlich schwerer durch die Filtermedien.

Durch hinzugefügtes Spülmittel bei Wasser wird diese Spannung verändert und die Mischung läuft viel schneller durch die Filter im Vergleich zu reinem Wasser. Das bestätigt auch meine beobachteten Ergebnisse.

Die Wasser-Öl-Mischung, bei der das Öl auf dem Wasser schwimmt durch die Wasseroberflächenspannung, das geringere Gewicht des Öls und auch die hydrophobe Eigenschaft des Öls, ändert nichts an der Durchlaufgeschwindigkeit, weil das Öl oben auf schwimmt und somit nicht direkt in Kontakt mit dem Filter kommt, sondern erst wenn alles Wasser hindurchgefiltert wurde, dann fließt das Öl am Ende auch schnell durch.

Durch die Öl-Wasser-Spülmittel-Durchwirbelungs-Mischung wird eine Emulsion hergestellt. Also ein fein verteiltes Gemisch zweier sonst nicht mischbaren Flüssigkeiten. Durch diese Vermischung fließt diese Mischung viel schneller hindurch, weil einerseits die Oberflächenspannung verändert wurde. Eine Seite der im Spülmittel enthaltenen Moleküle ist wasserliebend und fettabweisend und die andere ist wasserabweisend und fettliebend. Damit ergibt sich eine Durchmischung. Gelangt Öl ins Wasser, lagern sich diese fettliebenden Enden der Moleküle daran an.

Mir ist auch aufgefallen, dass die Pigmentfilterung mit der Durchlaufgeschwindigkeit zusammenhängt. Durch die verkürzte Filterzeit, wenn z.B. Spülmittel zum Wasser hinzukommt, werden auch weniger Pigmente herausgefiltert. Die Pigmente werden auch mehr mit durch „gespült“. Dies hängt auch an der Wirkung des Spülmittels das eine Emulsion erzeugt. Die Pigmente

werden sozusagen durch das Spülmittel mitgenommen und setzten sich somit nicht so stark im Filter ab.

2. Die Erweiterung, das Projekt: UPCYCLING

Nun ging es an die spannende Suche nach Ideen für ein mögliches Upcycling der gebrauchten Milliarden Masken. Nach einiger Recherche und Überlegungen hatte ich mehrere tolle Einfälle.

Einerseits könnte man die Masken kreativ weiterverwenden (Kleidung, Schmuck, Möbel,...). Ich wollte aber unbedingt eine Idee erzeugen, die auch gleich mehrere umweltschützende Aspekte in sich vereint. Meine erste Idee dazu war die gereinigten Masken mit ihrem besonderen Filtervlies weiterzuverarbeiten und als Filter für z.B. Sauger zu verwenden. Dann kam weiter die Idee auf dieses Filtervlies evtl. auch als Filter für z. B. Kehrmaschinen (Straßen). Da ich vor einiger Zeit ein Projekt über Mikroplastik und Reifenabrieb erforscht habe, habe ich auch Kontakt zu Straßenreinigungsangestellten gesucht um fachliche Informationen zu bekommen. Dort habe ich auch Straßenkehrmaschinen genauer untersuchen können und die interessante Information erhalten dass die Luftfilter dort sehr teuer sind und deswegen manchmal leider nicht so oft gewechselt werden können wie eigentlich nötig. Deswegen hatte ich auch die Idee diese Filtermasken so umzuverarbeiten damit diese als Filtermedium dort einzusetzen wären. Diese Ideen müsste man natürlich noch weiter untersuchen und überprüfen.

Letztendlich bin ich dann aber auf eine noch für mich interessantere Forschungsfrage und Idee gestoßen:

Idee und Hypothese: kann man das Filtervlies von Masken als upcycltes Dämmmaterial für Gebäude etc. verwenden?

Dieser Frage gehe ich hier im Weiteren auch nach und die Erforschung hat mir sehr viel Freude bereitet.

Es werden immer mehr Gebäude z. B. mit Styropor (Polystrol) gedämmt. Somit kann man Energie, Rohstoffe (Öl, Gas, Holz,...) und Heizkosten sparen, was immer wichtiger wird. Leider sind einige eingesetzte Dämmstoffe wie z. B. das Styropor oder Mineralwolle sehr umweltschädlich und erzeugen viel giftigen Müll, wenn es einmal entsorgt werden muss. Zusätzlich können sich gesundheitsschädliche Fasern freisetzen.

Mit dem Upcycling von Masken als Dämmstoff könnte man die Müllbelastung durch die Masken vermeiden, die Rohstoffe der Masken weiter sinnvoll nutzen. Und zusätzlich bräuchte man auch keine neuen Rohstoffe für die herkömmlichen Dämmmaterialien einsetzen, oder zumindest könnte man diesen Einsatz verringern.

Als erstes recherchierte ich sehr viel über verschiedene Dämmmaterialien und deren Eigenschaften und auch genauer die Zusammensetzung der Materialien und Ausgangsstoffe der Masken. Somit konnte ich schon einmal theoretisch feststellen, dass meine Idee durchaus möglich wäre. Denn die Materialien und Vliese der Masken bestehen aus dem Ausgangsmaterial für die äußere Schicht (die über der Meltblown-Polypropylen-Filtertschicht liegt) bei OP- und FFP2-/FFP3-Masken aus folgenden Materialien: Polypropylen (PP), Polyethylen (PE), Polyamide (PA) und Polyethylenterephthalat (PET). Diese Außenschichten haben unterschiedliche Materialstärken (üblich sind 20-45 g/m²) und sind auch hydrophob. Ich recherchierte nun verschiedene wichtige Aspekte die für Dämmstoffe relevant

sind und verglich diese auch mit den Aspekten der Materialien der Masken. Wichtige Punkte für Dämmmaterialien sind zum Beispiel:

Wärmeleitfähigkeit

Wasserdampfdiffusionswiderstand, Feuchteabweisung

Wärmekapazität

Verhalten im Brandfall

Umweltverträglichkeit, Abgabe von Schadstoffen

Druckbelastbarkeit

Zum Maskenbestandteil PE konnte ich herausfinden, dass Polyethylen (PE) ein thermoplastischer Kunststoff ist, der durch Polymerisation von Ethen hergestellt wird. Als am meisten verbrauchter Kunststoff dient er häufig als Verpackungsmaterial. Im Baugewerbe findet PE aber auch als Schaum vor allem als Isolationsmaterial Verwendung, beispielsweise als Rohrummantelung. PE ist langfristig thermisch bis 120 °C belastbar und weist eine Wärmeleitfähigkeit λ im Bereich von 0,031 bis 0,040 W/mK auf.

Polypropylen weist eine Wärmeleitfähigkeit λ im Bereich bis 0,041 W/mK auf. Mit seinem Eigenschaftsprofil ist Polypropylen für Dämmung ein sehr guter Werkstoff:

- Hohe Energieaufnahme
- Hohe Strukturfestigkeit bei geringem Gewicht
- Hohe Schlagzähigkeit
- Hervorragende Wärmedämmung
- Sehr gute akustische Dämmung
- Sehr gute chemische Beständigkeit
- Vollständig recyclebar

Polyethylenterephthalat (PET) eignet sich als Wärme- und Schalldämmung für Steildächer, Dachböden, Decken und Wandkonstruktionen. Es ist dimensionsstabil und verteilt keine chemischen Gase; seine Struktur lässt Diffusion zu und vermeidet Schimmelbildung. PET hat Wärmeleitfähigkeiten von 0,035 und 0,041 W/mK. Das Brandverhalten ist als schwer entflammbar eingestuft, also B1. Bei einer Dämmdicke von z. B. 180 mm soll sich mit ihm außerdem eine Schallreduzierung von bis zu 54dB erreichen lassen.

Hier noch eine kleine Übersicht zu ansonsten üblichen Dämmmaterialien:

Dämmstoff	Wärmeleitfähigkeit W/mK	Schadstoffabgabe möglich	Brandverhalten
Polystyrolplatte	0,030	Ja, Ausgasung und Freisetzung giftiger Chemikalien bei Herstellung und Brandfall	B1

Mineralwolle (Glas-, Steinwolle)	0,032-0,040	ja	A
Polyesterfaservlies	0,035-0,040	Voraussichtlich nein	B1
PE	0,031-0,040	Voraussichtlich nein	B1
PP	0,041	Voraussichtlich nein	B1
PET	0,035-0,041	Voraussichtlich nein	B1

Mit diesem Vergleich kann man sehr gut erkennen, dass an sich die Ausgangsmaterialien der Masken sehr gut mit Ihren Eigenschaften als Dämmmaterial geeignet sein könnten. Neu an meiner Überlegung ist die Verwendung von Filtermasken und das Upgrade zu Dämmmaterial anstelle des Einsatzes von PE, PP oder PET als Rohmaterial für die Dämmung, z. B. als Dämmplatten.

Eine Herausforderung ist auch die Struktur der Masken. Hier habe ich mir überlegt, dass man die Nasenbügel und die Haltebänder beseitigen muss, nachdem man diese durch Aufhängung und Lüftung gereinigt hat. Danach müsste man diese zu kleineren Maskenvlies-Stückchen zerkleinern und es wäre somit sozusagen ein sehr flexibel einzusetzendes Dämm“flocken“-Material. Diese könnte man sogar wie es manchmal bei der Dämmung üblich ist sozusagen „einblasen“. Oder man könnte diese Dämmflocken evtl. auch mit einem umweltverträglichen Bindemittel versehen und daraus dann gewohnte Dämmplatten erzeugen.

Versuchsaufbau:

Für meine Versuche habe ich als erstes einige Tage lang aus der Natur und von den Straßen weggeworfene Masken (OP und FFP2) gesammelt. Diese habe ich dann einige Tage lang ausgelüftet, da ich mehrere Studien gelesen hatte, dass bei Masken evtl. Viren und Belastungen nach einigen Tagen auslüften beseitigt werden können. Es ginge auch mit hohen Temperaturen, wenn man die Masken später in größerem Umfang upcyclen möchte.

Danach habe ich die Nasenbügel und Haltebänder alle entfernt und die Masken mit der Schere in kleine 2x2 cm große Stückchen geschnitten. Dieser Vorgang könnte sicher auch maschinell in größerem Umfang stattfinden.

Die somit entstandenen Masken-Flocken habe ich getrennt erzeugt, da ich auch mit untersuchen wollte ob OP-Masken anders dämmen als FFP2-Masken.

Ich habe mit meiner Mama vom Bauhaus dünne Holzplatten, Isolierklebeband und Thermometer mit Fühler an einem längeren Kabel besorgt. Ich habe diese Dinge dazu verwendet um „Beispielhäuser“ also Modelle zu bauen um die ich dann die Dämmung mit den Maskenflocken schichten konnte. Es wurden 4 Häuser von mir gebaut. Eines mit gar keiner Dämmung, eines mit Styropor außen, eines mit Maskenflockendämmung aus OP-Masken und eines mit Maskenflockendämmung aus FFP2-Masken. Die Häuser aus Holzplatten stellte ich in ein wenig größere Pappkartons. Somit entstand ein Spalt, in den ich dann die Dämmung einfügen konnte. Oben am Dach machte ich kleine Löcher durch die dann die Thermometer geschoben wurden. Die Anzeige war außen gut sichtbar, der Fühler am Kabel war im Haus. Das Loch wurde mit Isolierklebeband wieder gut verschlossen. So konnte ich die Temperaturänderungen gut und schnell ablesen, ohne das Haus öffnen zu müssen und somit auch nicht die Ergebnisse zu stören. Die Maskenstückchen habe ich auch so gut es ging „verdichtet“ und hineingestopft um Luftlücken möglichst zu vermeiden. Gedämmt habe ich den Boden und die 4 Wände. Eine weitere Untersuchung in Zukunft dazu könnte sein, dass man auch das Dach mit dämmt.

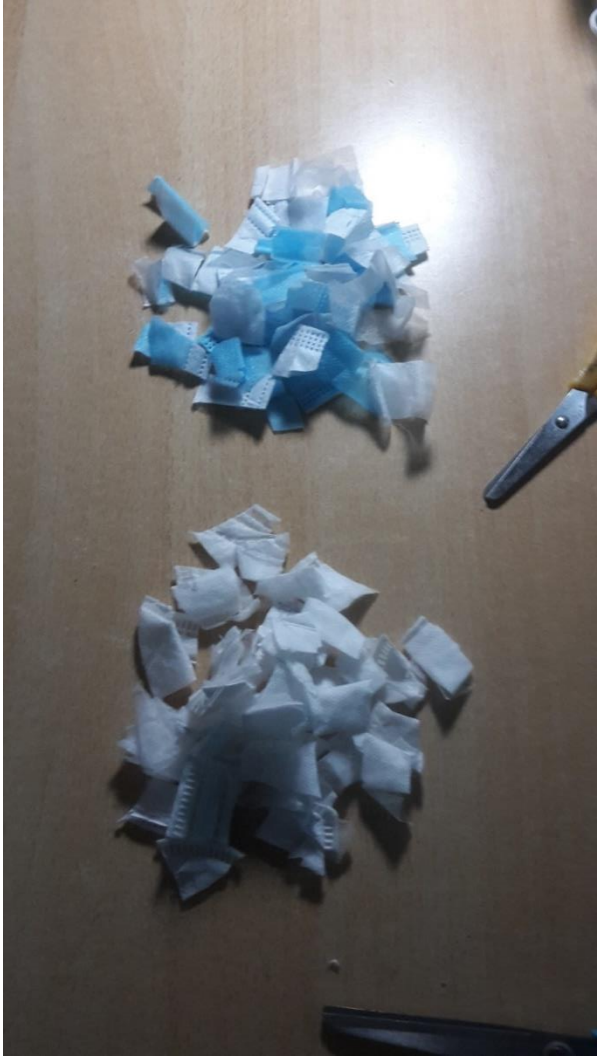














Versuchsaufbau:

Diese 4 Häuser, die möglichst exakt gleich gebaut wurden, damit die Werte möglichst gut vergleichbar sein werden, wurden dann von mir in unterschiedlichen Situationen mit verschiedenen Temperaturen verglichen. Da der Test im Mai/Juni/Juli stattfand, konnte ich leider die Dämmung im Winter nicht ausprobieren. Das werde ich im Winter nochmals ausprobieren und im Garten testen.

Ich stellte die Kisten zum Beispiel in den kühlen Keller (ca. 8 Grad Celsius), in den Kühlschrank (die Kühlschrank-Temperatur lag bei 5 bis 7 Grad Celsius), ins Wohnzimmer (19 Grad Celsius), in das Dachgeschoss (25 Grad Celsius) und in den Garten mit heißer Sonne (32 Grad Celsius), auch bei Regen (15 Grad Celsius) und in der Nacht (ca. 10 Grad Celsius). Aus Interesse für die nicht überprüfbareren Werte im Winter stellte ich die Boxen auch in die Gefrierbox (ca. -18 bis -15 Grad Celsius).

Die Starttemperatur war bei allen vier Häusern beim Start immer gleich. Während dem Versuch habe ich immer wieder die Temperatur im Inneren der Häuser abgelesen. So konnte ich sehr schnell sehen wie die verschiedenen Dämmungen vor Kälte oder Hitze isolieren. Die Temperaturveränderung vom gleichen Ausgangspunkt aus zum jeweiligen neuen Standpunkt wurde bei allen 4 Häusern/Modellen über einen gleichen Zeitraum beobachtet und notiert. Dabei merkte ich wirklich schnell, dass es wirklich einen Unterschied machte welche Dämmung da war oder ob gar keine Dämmung vorhanden war.

Ich habe die Temperaturveränderungen immer möglichst nach den gleichen Zeitabständen gemessen und 6 Zeitspannen untersucht: 15 Minuten, 30 Minuten, 45 Minuten, 60 Minuten, 120 Minuten und 240 Minuten. Bei der Starttemperatur habe ich darauf geachtet, dass die Häuser ca. mindestens 1 Stunde in derselben Start-Temperatur waren, damit alle Wände und das Dach und das Innere fest auf diese Temperatur eingestellt waren.

Versuchsergebnisse:

Versuch 1:

Starttemperatur im Inneren der Häuser: 10,3 °C				
Neuer Standpunkt Temperatur außen: 25,2 °C				
Dämmung:	keine	OP-Masken- „Flocken“	FFP2-Masken- „Flocken“	Styroporplatte
Temperatur nach 15 Minuten (Hausinnere)	14,2	16,2	17,3	17,9
Temperatur nach 30 Minuten (Hausinnere)	15,9	17,1	18,1	18,6
Temperatur nach 45 Minuten (Hausinnere)	18,7	18,9	19,8	19,9
Temperatur nach 1 Stunde (Hausinnere)	22,2	20,3	21,2	21,4
Temperatur nach 2 Stunden (Hausinnere)	24,9	22,4	23,5	23,7
Temperatur nach 4 Stunden (Hausinnere)	25,0	23,9	24,7	24,1

Beim ersten Versuch habe ich die 4 Häuser mit einer Starttemperatur im Inneren von 10,3 Grad an einen wärmeren Standpunkt mit 25,2 Grad gestellt. Man sieht an den gemessenen Temperaturveränderungen sehr gut, dass es einen enormen Unterschied gibt zwischen dem nicht

gedämmten Haus und den 3 gedämmten Häusern. Die Dämmung der Styroporplatte war am stärksten, die FFP2-Masken kamen dem nahe, die OP-Masken dämmten auch sehr gut (ein wenig geringer als die FFP2-Masken). Interessant ist auch, dass das Haus ohne Dämmung sehr schnell die Temperatur wandelte und wärmer wurde, angepasst an die Umgebung. Die 3 gedämmten Häuser konnten die kühlere Innentemperatur länger halten. Zuerst stieg die Temperatur der 3 gedämmten Häuser stärker an als beim ungedämmten (die Dämmmaterialien nehmen die Wärme der wärmeren Umgebung schneller auf als die Luft um das ungedämmte Haus). Aber dann als die Luft des ungedämmten Hauses wärmer wurde stieg die Innentemperatur schneller an als bei den gedämmten Häusern. Das würde somit auch zeigen, dass eine Dämmung generell bei warmen Außentemperaturen eine kühlere Innentemperatur länger konservieren könnte. Das wäre sehr interessant auch für die derzeit heißen Temperaturen. Somit könnte man wiederum auch Strom sparen für nicht oder weniger benötigte Klimaanlage. Interessant ist auch die sehr gute Dämmeigenschaften der FFP2- und OP-Masken. Sie sind ein wenig geringer als Styropor, aber ich habe diese ja auch nur laienhaft verdichten können. Wenn man diese professionell zusammenbringen könnte (z.B. auch mit einem passenden Bindemittel) wäre das Ergebnis evtl. noch besser. Ich war wirklich sehr positiv überrascht über die gute Dämmung. Wichtig ist aber dabei gewesen, dass man die Masken-flocken immer sehr gut zusammen komprimiert, sobald Lücken entstehen und zu viel Luftflächen im Inneren sinkt die Dämmung sehr ab (das habe ich auch getestet und absichtlich weniger verdichtet...wie erwartet war die Dämmung dann viel schlechter. Ähnliche und nur ein wenig bessere Werte wie das ungedämmte Haus konnte ich dann feststellen).



Versuch 2:

Starttemperatur im Inneren der Häuser: 25,2 °C				
Neuer Standpunkt Temperatur außen: 8,1 °C				
Dämmung:	keine	OP-Masken- „Flocken“	FFP2-Masken- „Flocken“	Styroporplatte
Temperatur nach 15 Minuten (Hausinnere)	17,2	22,9	24,9	25,1

Temperatur nach 30 Minuten (Hausinnere)	16,8	22,5	24,5	24,8
Temperatur nach 45 Minuten (Hausinnere)	13,2	21,1	23,4	23,9
Temperatur nach 1 Stunde (Hausinnere)	11,3	19,8	21,7	22,1
Temperatur nach 2 Stunden (Hausinnere)	8,9	16,2	17,9	18,6
Temperatur nach 4 Stunden (Hausinnere)	8,4	12,3	13,4	14,8

Beim zweiten Versuch startete ich mit einer hohen Innentemperatur von 25,2 Grad und hatte eine neue Außentemperatur von 8,1 Grad (ich habe die Häuser in den Keller gestellt). Hier sieht man an den Ergebnissen sehr gut, dass das ungedämmte Haus sehr schnell die Temperatur verliert. Die 3 gedämmten Häuser hielten alle die wärmere Innentemperatur viel länger und besser. Eine Dämmung macht also wie schon in vielen anderen Forschungen erkannt immer Sinn um Wärme besser zu halten. Die Umgebungsluft kühlt sehr schnell ab (übertragbar auch vom ersten Versuch, nur anders herum). Selbst nach 4 Stunden waren die gedämmten Häuser immer noch wärmer als die Umgebungsluft. Ich habe hier aus Interesse dann einen extra Versuch gemacht und nach 8 Stunden nochmals gemessen und dann nochmals nach 12 und 24 Stunden. Nach 12 Stunden waren die Häuser alle 3 auf einer Temperatur innen von ca. 10 Grad. Das änderte sich auch nach 24 Stunden nicht. Deswegen habe ich den Schluss gezogen, dass die Dämmung bewirkt, dass das Haus längerfristig ein wenig wärmer bleibt als ohne Dämmung und auch ein wenig wärmer als die Umgebungsluft. Die Dämmung bewirkt also ein langsames Abkühlen aber auch eine größere Innentemperatur generell als ohne Dämmung wenn die Umgebung kalt ist. Die Dämmwirkung ist hier wiederum beim Styropor am besten, gefolgt von den FFP2-Masken und dann den OP-Masken.

Zusätzlich ist mir noch etwas aufgefallen. Der Karton um die Häuser wurde nach der Messzeit von 24 Stunden langsam feucht. Wir haben einen alten Keller und dort ist die Luftfeuchte immer sehr hoch (teils 70 %). Interessant war aber, dass weder das Styropor noch die Masken-Flocken feucht waren.

Sie fühlten sich genauso trocken an wie zu Beginn. Das bestätigt die beschriebenen Maskenmaterialeigenschaften wasserabweisend zu sein. Diese Wasserabweisung ist sehr wichtig und sinnvoll bei Dämmmaterialien, damit es dann auch nicht zu Schimmelbildung kommen kann nach einiger Zeit. In diesem Punkt wären die Maskenflocken auch wiederum zusätzlich für die Idee des Einsatzes als Dämmmaterial gut zu verwenden.

Versuch 3:

Starttemperatur im Inneren der Häuser: 25,8 °C				
Neuer Standpunkt Temperatur außen: 14,5 °C				
Dämmung:	keine	OP-Masken- „Flocken“	FFP2-Masken- „Flocken“	Styroporplatte
Temperatur nach 15 Minuten (Hausinnere)	23,2	24,9	25,2	25,4
Temperatur nach 30 Minuten (Hausinnere)	20,8	24,6	24,8	25,1
Temperatur nach 45 Minuten (Hausinnere)	17,6	22,8	24,1	24,3

Temperatur nach 1 Stunde (Hausinnere)	16,9	21,4	22,5	22,8
Temperatur nach 2 Stunden (Hausinnere)	15,3	18,7	19,2	19,8
Temperatur nach 4 Stunden (Hausinnere)	14,7	15,6	16,1	16,5

Die vier Häuser wurden von der Anfangsinnentemperatur 25,8 Grad aus auf den Balkon bei Regenwetter gestellt (Außentemperatur 14,5 Grad). Man sieht sehr schön, dass das Haus ohne Dämmung am schnellsten und am weitesten abkühlt. Bei den OP-Masken erreichte man eine gute Dämmung, bei den FFP2-Masken eine noch bessere Dämmung und somit einen sehr guten Wärmeerhalt, fast so gut wie bei professionellen Styroporplatten. Nach den einigen Stunden überdacht auf dem Balkon waren die Kartons im feuchten Regenwetter wieder mit Feuchtigkeit benetzt. Sowohl die Styroporplatte als auch die OP- und FFP2-Masken hatten keine Feuchtigkeit angenommen. Somit können die Hauswände gut vor Feuchtigkeit geschützt werden.



Versuch 4:

Starttemperatur im Inneren der Häuser: 23,8 °C				
Neuer Standpunkt Temperatur außen: 8,3 °C				
Dämmung:	keine	OP-Masken- „Flocken“	FFP2-Masken- „Flocken“	Styroporplatte
Temperatur nach 15 Minuten (Hausinnere)	21,4	22,9	23,2	23,4
Temperatur nach 30 Minuten (Hausinnere)	19,8	22,6	22,9	23,1

Temperatur nach 45 Minuten (Hausinnere)	17,9	21,4	21,8	22,4
Temperatur nach 1 Stunde (Hausinnere)	13,6	19,1	19,8	20,9
Temperatur nach 2 Stunden (Hausinnere)	11,2	16,9	17,5	18,9
Temperatur nach 4 Stunden (Hausinnere)	8,9	14,1	14,5	16,6

Die vier Häuser wurden von der Anfangsinnentemperatur 23,8 Grad aus auf den Balkon in der Nacht gestellt (Außentemperatur 8,3 Grad). Man sieht erneut, dass das Haus ohne Dämmung am schnellsten und am weitesten abkühlt. Bei den OP-Masken erreichte man eine gute Dämmung, bei den FFP2-Masken eine noch bessere Dämmung und Wärmeerhalt, fast so gut wie bei professionellen Styroporplatten. Bis zum Zeitpunkt 45 Minuten sinkt die Temperatur immer mehr ab, ab 45 Minuten sinkt sie extrem stärker ab. Dieser Effekt ist ohne Dämmung sehr stark, durch die Dämmung wird es ein wenig oder ganz gut abgefedert.

Versuch 5:

Starttemperatur im Inneren der Häuser: 25,3 °C				
Neuer Standpunkt Temperatur außen: 5,2 °C (Kühlschrank)				
Dämmung:	keine	OP-Masken- „Flocken“	FFP2-Masken- „Flocken“	Styroporplatte
Temperatur nach 15 Minuten (Hausinnere)	23,6	24,6	24,8	25,2
Temperatur nach 30 Minuten (Hausinnere)	18,6	22,5	22,9	23,4
Temperatur nach 45 Minuten (Hausinnere)	14,7	19,8	20,2	21,7
Temperatur nach 1 Stunde (Hausinnere)	10,1	16,9	17,9	18,3
Temperatur nach 2 Stunden (Hausinnere)	8,2	14,5	15,1	16,4
Temperatur nach 4 Stunden (Hausinnere)	6,4	12,7	13,6	14,8

Die vier Häuser wurden von der Anfangsinnentemperatur 25,3 Grad aus in den Kühlschrank gestellt (Außentemperatur 5,2 Grad). Man sieht erneut, dass das Haus ohne Dämmung am schnellsten und am weitesten abkühlt. Bei den OP-Masken erreichte man eine ganz gute Dämmung, bei den FFP2-Masken eine noch bessere Dämmung und Wärmeerhalt, am besten waren die professionellen Styroporplatten. Hier muss man aber auch immer bedenken, dass die Styroporplatten gut zusammengepresst sind, bei den „provisorischen“ Maskenflocken ist es möglichst gut verdichtet worden von mir, aber es gibt immer noch Zwischenluft. Dies könnte bei einer professionellen Verarbeitung (z. B. mit Bindemittel) sogar noch besser werden in der Dämmleistung der Maskenflocken.

Versuch 6:

Starttemperatur im Inneren der Häuser: 19,3 °C				
Neuer Standpunkt Temperatur außen: 34,2 °C (heiße Sonne im Garten)				
Dämmung:	keine	OP-Masken- „Flocken“	FFP2-Masken- „Flocken“	Styroporplatte
Temperatur nach 15 Minuten (Hausinnere)	21,2	21,4	22,1	22,4
Temperatur nach 30 Minuten (Hausinnere)	23,9	22,8	23,4	23,7
Temperatur nach 45 Minuten (Hausinnere)	25,7	24,1	24,9	25,2
Temperatur nach 1 Stunde (Hausinnere)	28,2	26,3	26,5	26,9
Temperatur nach 2 Stunden (Hausinnere)	32,4	28,1	28,4	28,5
Temperatur nach 4 Stunden (Hausinnere)	33,9	31,2	30,7	30,1

Die vier Häuser wurden von der Anfangsinnentemperatur 19,3 Grad aus in die Sonne im Garten gestellt (Außentemperatur 34,2 Grad). Man sieht erneut, dass das Haus ohne Dämmung am schnellsten und am weitesten ansteigt in der Temperatur. Bei den OP-Masken erreichte man eine ganz gute Dämmung, bei den FFP2-Masken eine noch bessere Dämmung und Temperaturerhalt, am besten waren die professionellen Styroporplatten. Die gedämmten Häuser konnten für viel längere Zeit eine angenehme mittlere Temperatur halten. Durch die Dämmung konnte die Temperatur im Mittelfeld gehalten werden und Temperaturextreme damit besser vermieden werden.

Versuch 7:

Starttemperatur im Inneren der Häuser: 18,9 °C				
Neuer Standpunkt Temperatur außen: - 15,2 °C (Gefriertruhe)				
Dämmung:	keine	OP-Masken- „Flocken“	FFP2-Masken- „Flocken“	Styroporplatte
Temperatur nach 15 Minuten (Hausinnere)	12,3	15,3	16,2	16,9
Temperatur nach 30 Minuten (Hausinnere)	5,1	12,4	13,1	13,8
Temperatur nach 45 Minuten (Hausinnere)	1,2	9,5	9,8	10,2
Temperatur nach 1 Stunde (Hausinnere)	- 1,3	4,3	4,8	5,2
Temperatur nach 2 Stunden (Hausinnere)	- 4,1	- 2,3	- 2,1	- 2,0
Temperatur nach 4 Stunden (Hausinnere)	- 15,2	- 15,1	- 15,0	- 14,9

Die vier Häuser wurden von der Anfangsinnentemperatur 18,9 Grad aus in die Gefrierbox gestellt (Außentemperatur - 15,2 Grad). Das Haus ohne Dämmung erreicht am schnellsten den Temperaturabstieg und geht in die Minusgrade bereits ab 1 Stunde. Bei den OP-Masken erreichte man eine gute Dämmung und diese erreichten die Minusgrade erst nach 2 Stunden. Bei den FFP2-Masken hatte man eine noch bessere Dämmung und Temperaturerhalt, am besten waren die professionellen Styroporplatten. Die gedämmten Häuser konnten für viel längere Zeit eine mittlere Temperatur halten und gingen auch länger nicht in die Minusgrade. Nach 4 Stunden waren bei allen 4 Häusern die Minustemperatur der Gefrierbox vorhanden. Natürlich ist dieser Versuch sehr extrem. Ich wollte damit ein wenig Einblick bekommen, wie die Dämmung im harten Winter funktionieren würde. Ich werde diesen Versuch im echten Winter nochmals durchführen. Es ist aber mit diesem Versuch zu erkennen, dass es durchaus gut funktionieren könnte mit Maskenflocken zu dämmen und somit auch im Winter die Gebäude wärmer zu halten und damit auch Energie sparen zu können.

Versuch 8:

Bei diesem Versuch versuchte ich bei den vier Häusern eine Art Heizung/Ofen im Inneren zu installieren. Zuerst dachte ich an Teelichter, doch das wäre zu gefährlich wegen der Brandgefahr. Dann überlegte ich andere Wärmespeicher. Dazu suchte ich im Garten 4 kleine Granitsteine und legte diese in unseren Backofen mit 100 Grad. Diese wurden sehr warm und ich wusste, dass diese Steine auch sehr gut die Wärme speichern können. Mit Schutzhandschuhen gab ich die warmen Steine dann in die Häuser und verschloss diese wieder ganz schnell. Ich wollte herausfinden, wie lange die Temperatur der Granitsteine im Haus gehalten wird durch die Dämmung.

Starttemperatur im Inneren der Häuser: 14,5 °C				
Neuer Standpunkt Temperatur außen: 14,3 °C				
Ins Innere der Häuser wurden heiße Granitsteine gelegt				
Dämmung:	keine	OP-Masken- „Flocken“	FFP2-Masken- „Flocken“	Styroporplatte
Temperatur nach 15 Minuten (Hausinnere)	20,2	21,9	22,7	23,1
Temperatur nach 30 Minuten (Hausinnere)	21,1	23,4	23,8	24,6
Temperatur nach 45 Minuten (Hausinnere)	20,8	23,1	23,4	24,1
Temperatur nach 1 Stunde (Hausinnere)	19,6	22,8	23,0	23,8
Temperatur nach 2 Stunden (Hausinnere)	17,5	21,9	22,5	23,4
Temperatur nach 4 Stunden (Hausinnere)	14,8	19,1	20,9	21,6

Die vier Häuser hatten die Anfangsinnentemperatur 14,5 Grad auf dem Balkon bei bewölktem und regnerischem Wetter (Außentemperatur 14,3 Grad). Durch die dann hinzugefügte Heizung der warmen Granitsteine im Inneren der Häuser wurden die Häuser aufgewärmt. Ohne Dämmung erreichte man eine geringere Aufwärmung als bei den 3 gedämmten Häusern. Die beste Wärmeentwicklung war bei den Styroporplatten erreicht worden. Die FFP2-Masken waren nur geringfügig schlechter und die OP-Masken konnte auch sehr gut aufwärmen und die Wärme halten.

Anhand der Zeitablaufentwicklung sieht man auch sehr schön, dass der Wärmeverlust bei dem ungedämmten Haus viel schneller passiert als bei den Gedämmten. Die Styroporplatten können die Wärme sehr schnell aufnehmen und auch lange halten. Die FFP2-Flocken können auch sehr gut speichern und aufnehmen. Die OP-Masken nehmen ein wenig schlechter auf und halten auch nicht ganz so stark an, sind aber immer noch sehr viel nützlicher als gar keine Dämmung.



Zusammenfassung:

Durch die acht Versuche konnte sehr gut gezeigt werden, dass die Masken“flocken“ auf jeden Fall eine interessante Dämmfähigkeit besitzen und deswegen die Idee des Upcyclings für OP- und FFP2-Masken zu Dämmmaterial weiter untersucht werden sollte. Die Hypothese konnte also bestätigt werden. Interessant ist auch die Möglichkeit diese Maskenflocken entweder einblasen zu können (dies ist auch bereits üblich bei der Dämmung, dass z. B. Celluloseflocken eingeblasen werden zwischen die Wandlücken oder in den Speicher) oder aber auch mit einem passenden Bindemittel diese Flocken zu Maskendämmplatten umwandeln zu können. Hier sind noch viele Möglichkeiten zu überdenken. Eventuell können sogar altbekannte und verwendete Maschinen weiter verwendet werden oder nur leicht umgebaut werden um auch die Maskendämmung einbringen zu können.

Wichtig wäre auch auf jeden Fall, dass alle irgendwo anfallenden Masken in Krankenhäusern, aber auch im öffentlichen Bereich in extra „Sammelbehälter“ gesammelt werde um diese auch upcyclen zu können. Zum Beispiel könnte man auch an den Haltestellen des öffentlichen Nahverkehrs diese Sammelbehälter aufstellen. Somit würden verbrauchte Masken hoffentlich viel weniger in der Umwelt landen, sondern in diesen Upcyclingbehälter. Diese könnten dann auch von der Müllabfuhr eingesammelt werden und zur Wiederverwendungsfirma weitergeleitet werden. Dies wäre kein großer Zusatzaufwand, also auch schnell umsetzbar.

Wenn man zusätzlich die Eigenschaften von guten Dämmmaterialien betrachtet und diese auf die Maskenflocken überträgt kann man folgendes bestätigen:

Die untersuchten Maskenflocken liegen folgende Vorteile vor:

- Brennt schlecht, nicht (es schmilzt eher)
- Guter Hitzeschutz
- Einblasbar
- Günstig (da als Upcycling von Müll gedacht)
- Umweltfreundlich (Upcycling, Naturschutz da die Masken nicht in der Umwelt landen und auch ressourcenschonend, weil man weniger anderes neues Dämmmaterial benötigt)
- Gute Feuchtigkeitsregulierung
- Leicht zu verarbeiten
- Gute Dämmleistung (auch bei Feuchtigkeit)

Folgende Nachteile könnte man erkennen:

- Nicht unbegrenzt vorhanden (Verfügbarkeit abhängig von den verbrauchten Masken. In Krankenhäuser und Alten- und Pflegeheimen etc. fällt aber dauerhaft Maskennachschub an)
- Einige Vorbearbeitung nötig: Nasenklammer entfernen, Bänder entfernen, Auslüften um evtl. Bakterien und Viren zu beseitigen, zu Stückchen verarbeiten (aber diese Vorarbeiten sind wohl sogar gering im Vergleich zu anderen Vorbereitungen der anderen Dämmstoffen)
- Eventuelle Vorbehalte müssen abgebaut werden: Dämmung mit gebrauchten Masken könnten nicht alle ohne gute Vorabinformation neutral betrachten. Falls die Akzeptanz zu Anfang bei Privathaushalten gering wäre, könnte man zuerst öffentliche Gebäude dämmen und dann die guten Erfahrungswerte darlegen. So wir die Akzeptanz auch im privaten Bereich größer.

Ich habe mir auch einen Flyer überlegt, um für die Sammelaktion der Masken zum Upcycling mehr Akzeptanz zu erreichen. Diesen könnte man in den Krankenhäusern, Pflege- und Altenheimen und auch bei den Haltestellen des öffentlichen Nahverkehrs bei den Sammelstellen aufhängen damit die Menschen besser verstehen warum es wichtig ist die Masken zu sammeln und upzucylen.

Wenn die Maske fällt...



Hast Du gewusst, dass Masken sehr wertvolle Bestandteile besitzen und diese weiterverwendet werden können in anderer Verwendung?

Eine interessante neue Idee ist diese nach Aufarbeitung als Dämmstoff für Gebäude etc. zu verwenden.

Damit können die Masken weiterverwendet werden und zusätzlich kann neues Dämmmaterial eingespart werden bzw. teils für die Umwelt bedenkliche Dämmstoffe ersetzt werden. Zusätzlich wird dadurch auch Energie durch die Dämmung eingespart.

Bitte unterstütze dieses Upcycling-Projekt und schenke uns Deine verbrauchte Maske in diesem Sammelbehälter.

Danke!