



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



ZIM-Kooperationsprojekt "MagnesiaHSM" ein neuer, ökologischer Schamottersatz
Förderkennzeichen: ZF 4093501HF5

www.EcoMagHSM.eu



www.EcoMag.tech



- Architekt und Software-Entwickler seit 1989
Gründer der LTplus ArchitektenInitiative e.V.
mit über 3000 Mitgliedern europaweit
- Architekturstudium wurde finanziert durch :
Töpfern, Herstellen von Ofenkacheln
Kachelofenbau - Bau moderner Kombiöfen
- Als Architekt von den wirtschaftlichen und
ökologischen Vorteilen von Holzöfen überzeugt
- Trend geht in Richtung Kombiofen, d.h.
komfortabel schnelles Ein-/Aufheizen bei
guter, lang anhaltender Wärmespeicherung
- Seit 2010 Suche nach Alternativen, vor allem
in den Bereichen Konstruktion und Materialien



- Tests mit verschiedenen Materialien :
Vollziegel, leichte und schwere Schamotte und ohne Sinterung hergestellte Kalksandsteine
- Beste Wärmespeicherung bei geringer Trägheit zeigten die nur dampfgehärteten Kalksandsteine, weil sie Restwasser enthielten



- Kalksandsteine verlieren leider sehr schnell durch Austrocknung (Restwasser) ihre guten Eigenschaften bezüglich Wärmespeicherung
- Deshalb Suche nach einem "wasserhaltigen" Material mit beständigen Eigenschaften...



- Die Untersuchung von Latentwärmespeichern führte bereits 2010 zu Magnesium-Hydroxid, das chemisch gebundenes ("Kristall-") Wasser enthält
- Magnesium-Hydroxid ist temperaturbeständig, wird als Rohstoff in Brandschutzmaterialien aber auch in vielen Lebensmitteln und Medikamenten verwendet
- Magnesium-Hydroxid ist EU-weit verfügbar und kann auch günstig mit Überlast-Windstrom aus Meerwasser (1 kg/m³) gewonnen werden...



- 5 Jahre lang war der erste mit **Magnesium-Hydroxid** befüllte Kombi-Ofen erfolgreich in Betrieb



- Nun sollte er vom **Fraunhofer-Institut für Bauphysik** auch wissenschaftlich analysiert werden

- Dazu waren handliche Laborproben nötig, also...



- Sägen...

- Sägen...

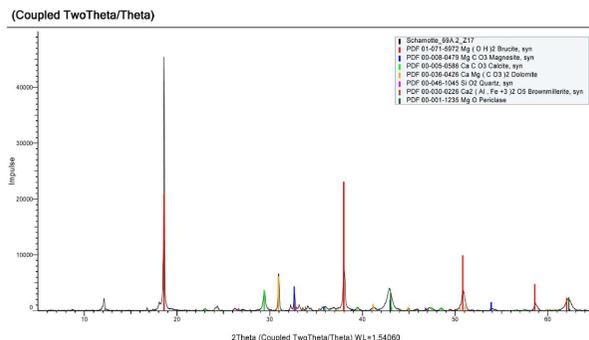
- Sägen...



wodtke



- Das **Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP** war verantwortlich für Mess- und Analyseverfahren unter realen Rahmen- und Betriebsbedingungen
- Die **ARGE K33.AI** war verantwortlich für Analyse und Bewertung geeigneter Rezepturen, sowie die Konzeption des Herstellungsverfahrens
- Massgeblich unterstützt wurde das Projekt von der Firma *wodtke* und der *LehVoss Group Europe*
- Verglichen wurden eingebaute und neue Materialproben. Eine Alterung des Materials konnte auch nach 5 Jahren in Betrieb nicht festgestellt werden. Die empirischen Versuche zu Wärmekapazität, Wärmeleitfähigkeit, Rohdichte, Druckfestigkeit, etc. wurden durch das **Fraunhofer IBP** verifiziert

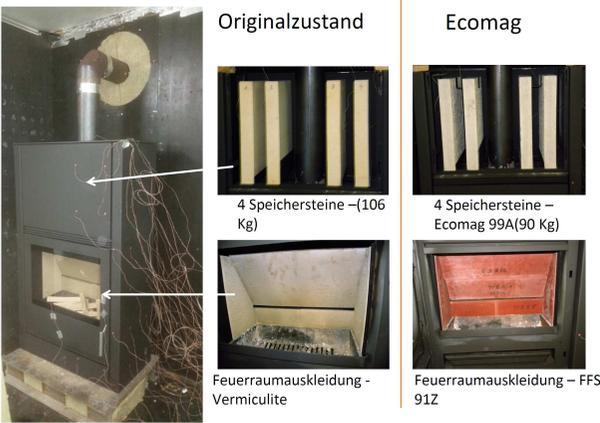




- In einem eigens von Dr. Aleysa entwickelten Prüfstand konnten die Materialien auch unter reproduzierbaren Bedingungen getestet werden
- 500kg **EcoMagHSM** und versch. Schamotte wurden unter Realbedingungen verglichen

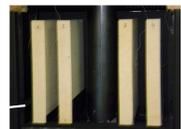


- Aufgrund der Analysen des **Fraunhofer IBP** und der **ARGE K33.AI** konnte das Material in mehr als 100 Testreihen hinsichtlich Verarbeitung und Eigenschaften nochmals verbessert werden



Originalzustand

Ecomag



4 Speichersteine –(106 Kg)



4 Speichersteine – Ecomag 99A(90 Kg)

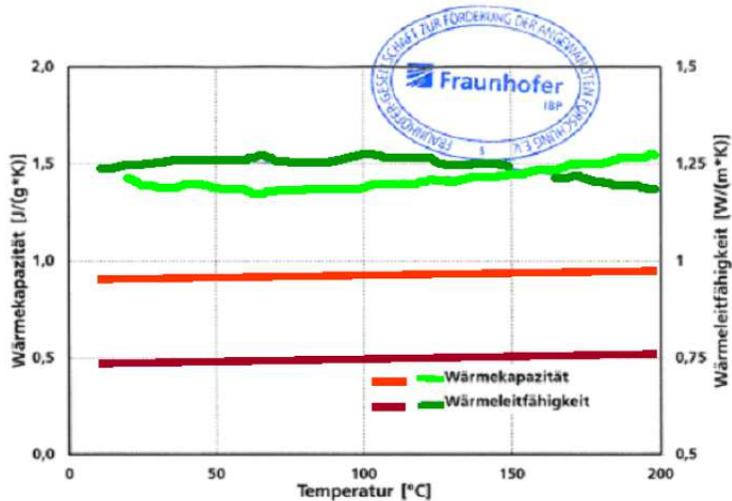


Feuerraumauskleidung - Vermiculite

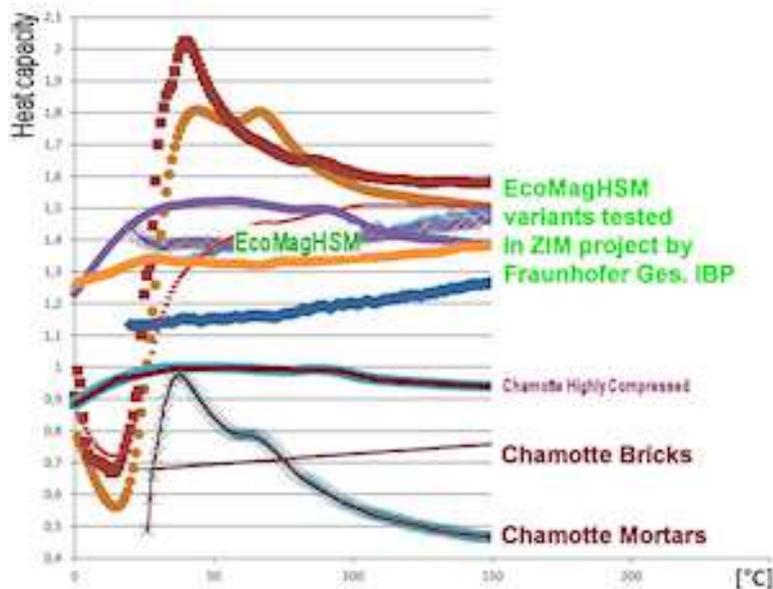


Feuerraumauskleidung – FFS 91Z

- Weitere Prüfungen wurden außerdem in einer von der Firma *wodtke* zur Verfügung gestellten modernen Kombi-Feuerstätte vorgenommen.
- Vielen Dank nochmals an *Christiane Wodtke* für ihre persönliche Unterstützung

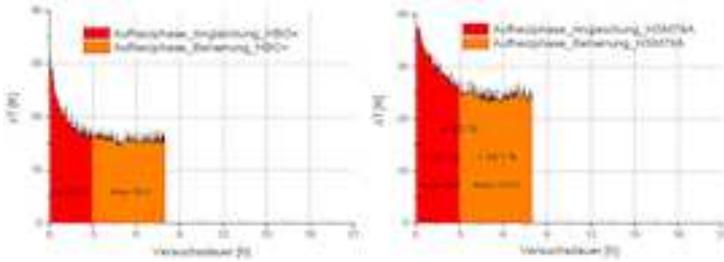


spez. Wärmekapazität und Wärmeleitfähigkeit



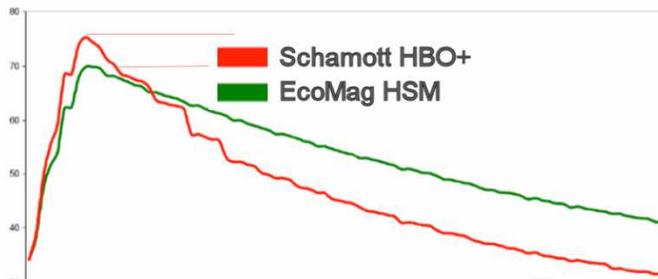
Wärmekapazität EcoMagHSM vs. Schamotte

- Anders als Schamotte besitzt **EcoMagHSM** ein ausgewogenes Verhältnis von **Wärmekapazität** und dazu passender **Wärmeleitfähigkeit**. Deshalb nimmt **EcoMagHSM** Wärme auch effizienter auf als alle vom IBP geprüften Schamottmischungen
- Die in **EcoMagHSM** erhöhte Wärmekapazität von **1,3 bis 1,5 kJ/(kg · K)** ergibt zusammen mit der proportionalen Wärmeleitfähigkeit eine um mindestens **30% höhere Effizienz** gegenüber allen von der Fraunhofer Gesellschaft IBP geprüften Materialien
- **EcoMagHSM** speichert **30% mehr Wärme** als alle vom IBP untersuchten Schamotte (normal- und hochverdichtete Schamott-Steine und Mörtel mit und ohne Zusätzen (Graphit, Speckstein, etc.)

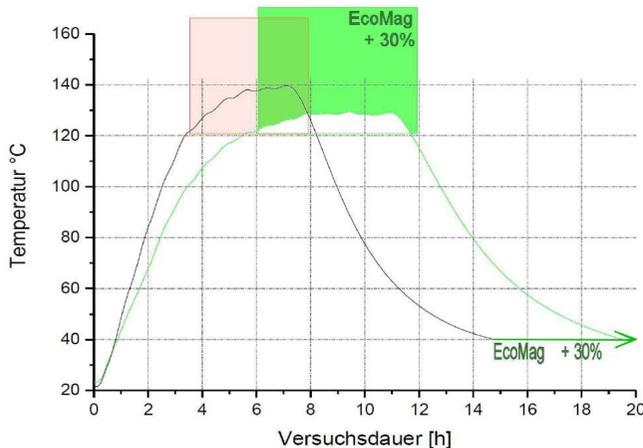


Schamotte

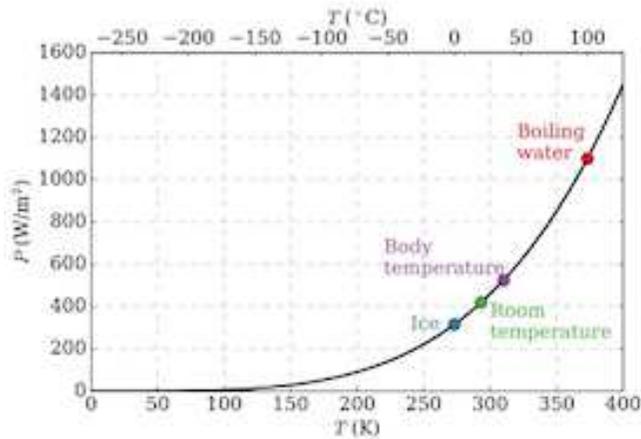
EcoMagHSM



Temperatur in °C an der Material-Oberfläche



- Die **IBP-Messergebnisse** zeigten, daß Schamotte erst über 100°C Wärme in nennenswerter Menge aufnehmen. **EcoMagHSM** reagiert flexibler auf Wechsel von Strömungsgeschwindigkeit und Temperatur und speichert bereits **ab 20°C über 50% mehr überschüssige Wärme** (Temperaturspitzen), die sonst über den Kamin verloren geht
- Die 30% höhere **Wärmeleitfähigkeit** ermöglicht den effizienten Wärmetransport in das Material. Dies ergibt hohe **Kern-Temperatur** bei geringeren **Oberflächen-Temperaturen** (ΔT Abflachung 0T°C)
- Die **geringere Oberflächen-Temperatur** verbessert die Wärmeaufnahme in der Aufheizphase (ΔT zum Brennraum) und verhindert eine verfrühte bzw. zu schnelle Wärmeabgabe (ΔT zur Raumtemperatur)
- **EcoMagHSM** verlängert auch deshalb die Abkühlzeit um mindestens 30% (Grenztemperatur 30°C)

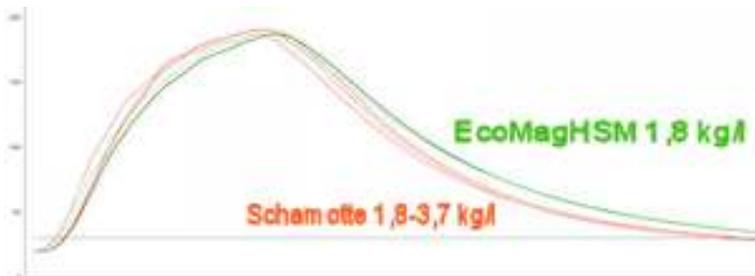


T-hoch-vier-Gesetz : $P = \sigma \cdot A \cdot T^4$

- Nach dem „ T^4 Gesetz“ von Boltzmann steigt die abgestrahlte Wärmeleistung überproportional zur vierten Potenz seiner absoluten Temperatur, d.h. dass sie bei **Verdopplung** der Temperatur (in K) bereits um das **16-fache** steigt. Dies erklärt auch warum bereits eine 30%-ige Erhöhung von T als **Verdopplung** der abgestrahlten Wärme empfunden wird : $18^\circ\text{C} + 5^\circ\text{C} = 23^\circ\text{C} \rightarrow$ erhöhte **Behaglichkeit**



Demonstrator II



Schwere Materialien 1,8 bis 3,7 kg je Liter

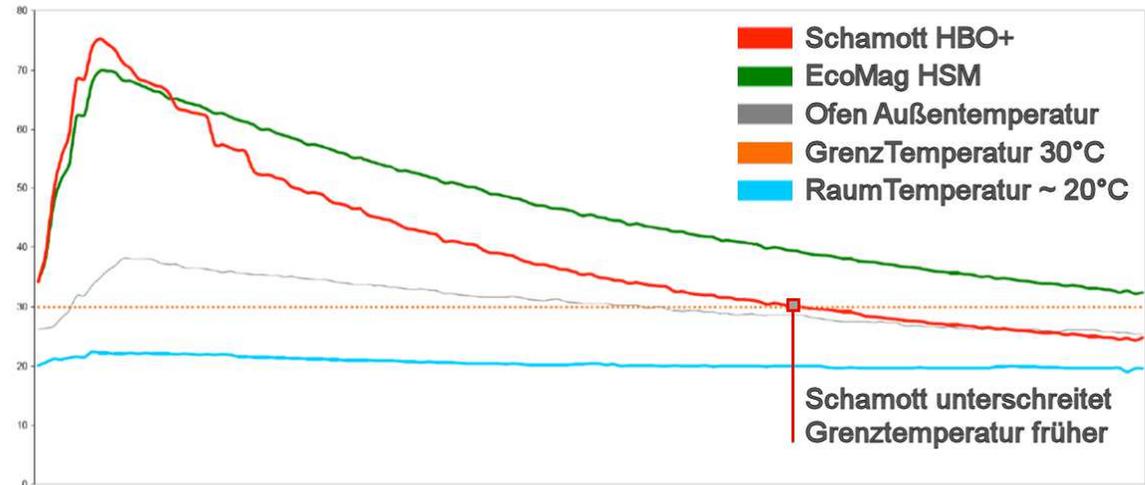
- Der **Demonstrator II** strahlt bei einer Anheizzeit von 2 Stunden mit insgesamt 10 kg Holz (üblich z.B. in modernen Niedrigenergiehäusern) nach **22 Stunden mind. +10°C über Raumtemperatur**
- Hier zeigten auch **schwerere Materialien** keine besseren Werte, weil sich die zugeführte Wärmemenge **in der Masse auf niedrigem Temperatur-Niveau verteilt**, so nur wenig zur Raumbeheizung beitragen kann und durch den Kamin abgeführt wird (die Brennraumzuluftschieber sind nie dicht)



Brunner HKD 6.1 + NHK
Gesamtpreis ca. 6000.-€

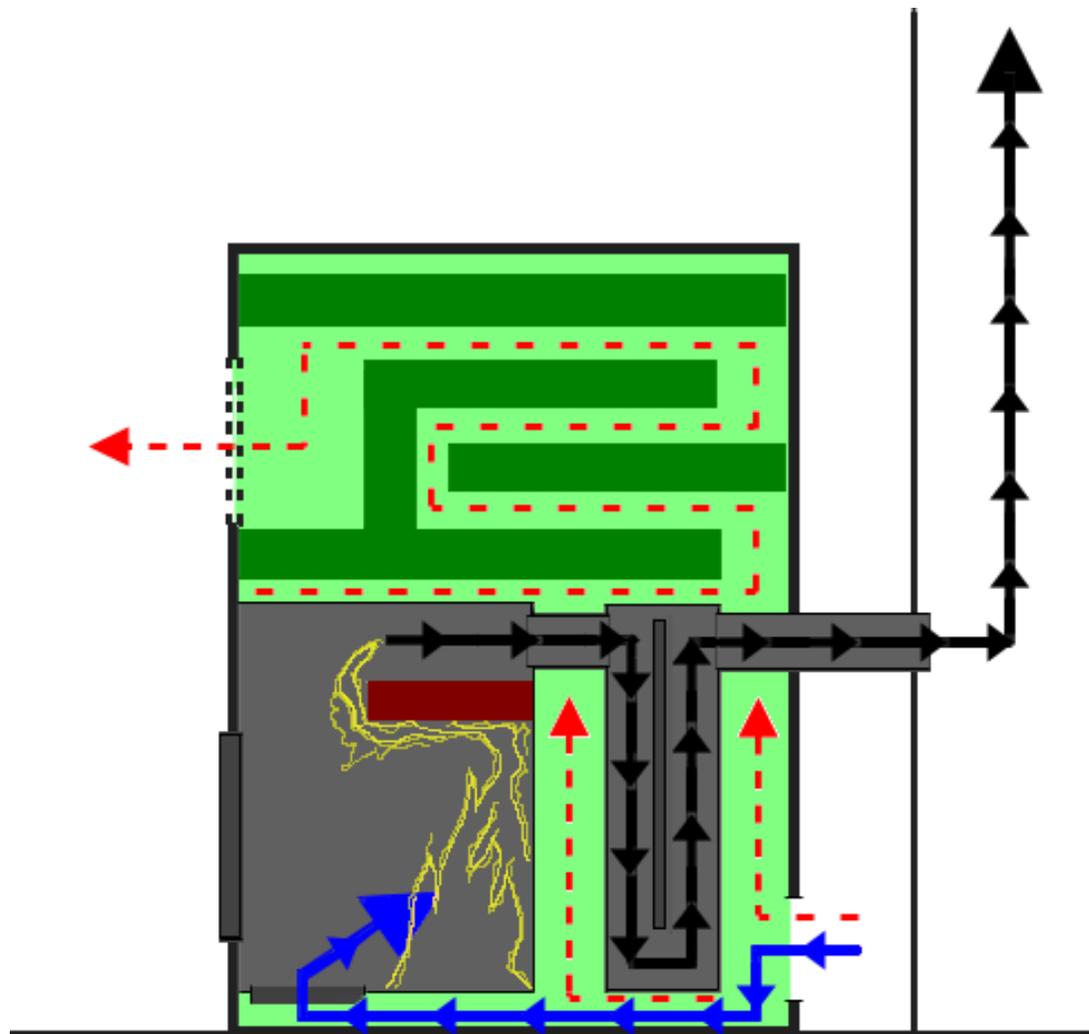


- **Kombiofen** : schnelle Raumaufheizung durch **Konvektion** beim Anheizen (offen) kombiniert mit reiner **Strahlungswärme** (geschlossen)



Aufheiz- | Abkühlphase | Grenztemperatur

- | | | |
|--------------------------|--------|------|
| ○ Warmluft d. Konvektion | sofort | 60°C |
| ○ Strahlungswärme | 6 h | 60°C |
| ○ EcoMagHSM KernT | 22 h | 50°C |
| ○ Strahlungswärme | 22 h | 30°C |



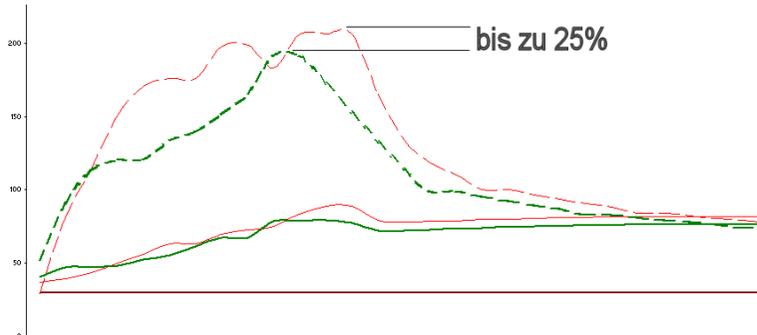
- Prallplatte + Seitenwände + Hypokausten-System aus 60-120mm dicken, passend gegossenen EcoMagHSM Speichersteinen und -platten
- 4 mm Stahlumhüllung ergibt bei geschlossener Abluft (rot) ein reines Strahlungssystem wie bei einem sog. Grundofen
- Vorwärmung Verbrennungsluft
- Feuerraum 900°C
- Nachheizkasten 300°C
- Prallplatte > Abgas Kamin 150°C
- Konvektion + Strahlung 100°C
- EcoMagHSM Speicher 100°C



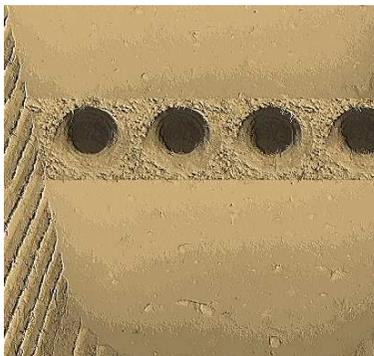
mit Prallplatte



ohne Prallplatte



ohne Zyklone



mit Zyklonen

- **EcoMagHSM** Speichersteine können auch im Feuerraum eingesetzt werden, wenn der Temperaturbereich von 600°C - 900°C nicht langfristig überschritten wird. Hierbei besteht noch weiterer Forschungsbedarf, z.B. im **EU-Projekt N.O.A.H - s.a.:** www.EcoMagHSM.eu
- **Prallplatte senkt die Abgastemperatur** von max. 200°C auf 150°C, also um 25%, weil die Abgasführung im Brennraum optimiert und die Abgasverweildauer verlängert wird
- **Prallplatte spart 25% Holz**, weil die Wärmestrahlung über die Frontscheibe aufgrund besserer Verbrennung deutlich ansteigt
- **Speicherung** bzw. **Wärmestrahlung** werden kaum beeinflusst : nur ca. 2°C Unterschied



- Mittlerweile wurden mit mehreren Forschungspartnern die Herstellung, Verarbeitung und die Materialeigenschaften von EcoMagHSM weiter optimiert und mit der industriellen Produktion begonnen



Registerrauszug

zum
Aktenzeichen 10 2013 213 832.6

Stand am 12.02.2016 (letzte Aktualisierung
in DPMAregister am: 16.12.2015)



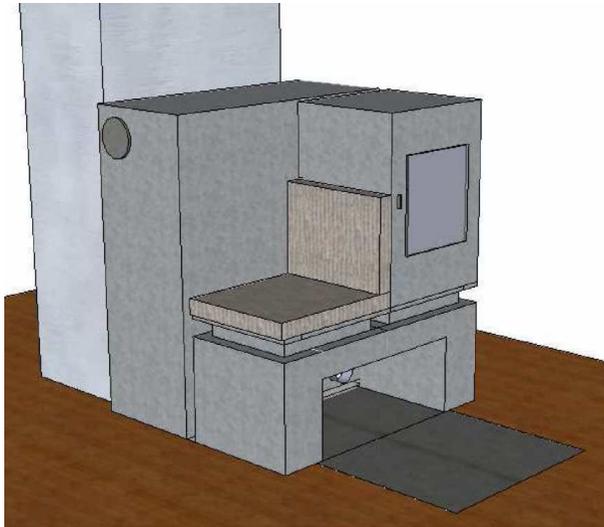
Material	Chamotte sintered bricks	Chamotte hydr. mortar	EcoMag hydr. mortar
Specific heat capacity [J/(g·K)]	0,90	0,70	1,40
Heat conductivity [W/(m·K)]	0,70	0,50	1,40
Bulk density [g/m ³]	2200	2000	1800
CO ₂ footprint [g/kg]	1500	1000	300
Specific Price EUR/(kJ·K)]	1,03	1,43	0,49

- Ergebnis : die Marke EcoMag™ eingetragen am 17.07.2015 und zwei Patente 2013/2018
- Ergebnis : EcoMagHSM das neue hydraulische Speichermaterial aus natürlichem Magnesium-Hydroxid und verschiedenen Nebenbestandteilen

- **EcoMagHSM Mörtel** ist :
 - frei ausformbar
 - hydraulisch aushärtend
 - mangels Sinterung CO₂ - reduzierend
 - der um 30 - 50% effektivere Wärmespeicher
 - auch geeignet für Stromspeicherheizungen und
 - allgemeine Wärmespeicherung, z.B. Solarthermie

- Da ein in Deutschland emissionsarm aus **EcoMagHSM** gegossener Stein, weder nachgepresst noch gebrannt werden muss, kann er auch mit Importen aus Billiglohnländern konkurrieren.

- **EcoMagHSM** wird in Hamburg, München und zum Erhalt der positiven Ökobilanz - unter Minimierung der Transportwege - auch an mehreren anderen Standorten lizenziert produziert. Die vorläufigen Preise werden durch Vorbestellungen, Mindermengen, Produktions- und Lizenzart beeinflusst. Eine Lizenzierung verringert beispielsweise den Verkaufspreis von ca. 2.-€/kg (bei Abfüllung in Mindermengen a 25kg/Sack) auf ca. 50 ct/kg. Die Lizenzgebühren bewegen sich mit 1% bis 5% im üblichen Rahmen und sind frei verhandelbar.



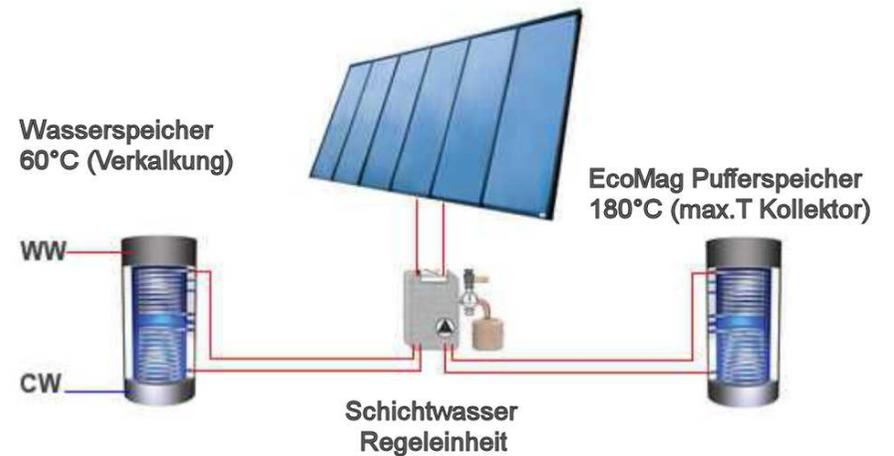
EcoMag Anbau NHK
Konzept *woldtke*



EcoMag Solar-Wand
zur Kompensation des Kamins



EcoMag Aufsatz NHK
Konzept HAAS+SOHN



EcoMag Solar-Pufferspeicher
für 3 Tage ohne Sonne

The image shows two browser windows. The left window is at <https://www.ltplus.de> and displays the LPlus website. The right window is at www.ecomaghsm.eu and displays the EcoMag HSM website.



EcoMag GmbH

85457 Wörth
Hofsingelding

Südring 2

Mobil 0172 816 31 98

webmaster@EcoMag.tech

http: //www.EcoMag.tech

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.